

ISSN 2077-2084

4(40)'2018

0+

ВЕСТНИК

РЯЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ
П.А. КОСТЫЧЕВА

АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



**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 группам научных специальностей:

05.18.00 – технология продовольственных продуктов

05.20.00 – процессы и машины агроинженерных систем,

06.01.00 – агрономия,

06.02.00 – ветеринария и зоотехния

Научно-производственный журнал

Издается с 2009 года

Выходит один раз в квартал

№4 (40), 2018

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. (4912)34-30-27,

e-mail: vestnik@rgatu.ru Тираж 700. Заказ № 1396. Дата выхода в свет 26.12. 2018 г.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-51956 от 29 ноября 2012 г.

Отпечатано в Издательстве ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1., ауд. 103.-б

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 in which the main scientific results of dissertations for obtaining the scientific degree of the candidate of sciences must be published, for the academic degree of the doctor of sciences in the groups of scientific specialties:

05.18.00 - technology of food products

05.20.00 - processes and machines of agroengineering systems,

06.01.00 - agronomy,

06.02.00 - veterinary science and zootechny

Issued since 2009
ssued once a quarter
#4 (40), 2018

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

Editor in Chief

N.V. Byshov, Doctor of Technical Science, Full Professor

Editor in Chief Deputies

L.N. Lazutkina, Doctor of Pedagogical Science, Associate Professor

Technical editor

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

**Editorial Staff:
Agricultural Science**

L. D. Varlamova, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
M. A. Gabibov, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
V. V. Kalashnikov, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
O. I. 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 Professor
V. P. Maksimenko, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
N. I. Morozova, Doctor of Agricultural Science, Full Professor

M. D. Novak, Doctor of Biological Science, Full Professor
A. I. Novak, Doctor of Biological Science, Associate Professor
G. V. Olgarenko, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
A. N. Postnikov, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
V. G. Semenov, Doctor of Biological Science, Full Professor
D. I. Udavliev, Doctor of Biological Science, Full Professor
R. N. Ushakov, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
G. N. Fadkin, Candidate of Agricultural Science, Associate Professor,
L. A. Khrabrova, Doctor of Agricultural Science, Full Professor,
A. F. 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: (4912)34-30-27,
e-mail: vestnik@rgatu.ru Circulation 700. Order No. 1396. Date of publication 26.12.2018
Certificate of registration media PI NUMBER FS77-51956 dated November 29, 2012
Printed in the Publishing house of the RGATU, Ryazan, Kostycheva str., 1., RM. 103- b Price edition 185 rubles 50
kopecks Subscription index of the publication in the prospectus of the
"Press of Russia" 82422

Содержание

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

| | |
|---|-----|
| ГОСТЕВА Е. Р., УЛИМБАШЕВ М. Б. ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС И СОСТОЯНИЕ РЕЗИСТЕНТНОСТИ СИММЕНТАЛОВ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ИМПОРТНОЙ СЕЛЕКЦИЙ | 5 |
| ЕФИМОВА Л. В., ЗАЗНОБИНА Т. В., ИВАНОВА О. В., ИВАНОВ Е. А. ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭКСТЕРЬЕРА И МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ КРАСНО-ПЁСТРОЙ ПОРОДЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВАРИАНТОВ ПОДБОРА | 11 |
| КОНДАКОВА И. А., ЛЕВИН В. И., ЛЬГОВА И. П., ЛОМОВА Ю. В. ФИТОПРЕПАРАТ ДЛЯ ИНАКТИВАЦИИ МИКОТОКСИНОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ В ЗЕРНОВОЙ МАССЕ | 18 |
| КОРОВУШКИН А. А., НЕФЕДОВА С. А., ЯКУНИН Ю. В. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДРАЩИВАНИЯ ЛИЧИНOK КАРПА | 24 |
| НЕФЕДОВА С. А., КОРОВУШКИН А. А., БЕЗНОСЮК Р. В., ЯКУНИН Ю. В., БАРЫШЕВ Р. В. К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ МИНИМИЗАЦИИ УЩЕРБА АКВАКУЛЬТУРЕ ОТ РЫБОЯДНЫХ ПТИЦ БИОЭКОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ | 30 |
| ПОЛИЩУК С. Д., ОБИДИНА И. В., ЧУРИЛОВ Д. Г., ЧУРИЛОВА В. В., ЧУРИЛОВ Г. И. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РОСТКОВ РИСА, ОБРАБОТАННЫХ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫМ ПОРОШКОМ ЖЕЛЕЗА | 36 |
| РЫКОВ Р. А., ГУСЕВ И. В. ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КРОВИ КОРОВ РАЗНЫХ ПОРОД | 42 |
| СЕЛЬМЕН В. Н., ИЛЬИНСКИЙ А. В., ВИНОГРАДОВ Д. В. ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ОСВЕЩЕНИЯ И СПЕКТРА СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП НА ОБРАЗОВАНИЕ ФИТОМАССЫ РАСТЕНИЙ | 46 |
| ТУРИН Е. Н., ЖЕНЧЕНКО К. Г. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В КРЫМУ | 52 |
| ШЕВХУЖЕВ А. Ф., ПОГОДАЕВ В. А., СМАКУЕВ Д. Р., ШАХТАМИРОВ И. Я., ДЕЛАЕВ У. А. ФОРМИРОВАНИЕ МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ БЫЧКОВ АБЕРДИН-АНГУССКОЙ ПОРОДЫ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА | 60 |
| NGUYEN T. N., NGUYEN T. H. T. GROWTH PERFORMANCE AND MEAT QUALITY OF SOME INDIGENOUS CHICKEN BREEDS IN VIETNAM | 65 |
| ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ | |
| БЫШОВ Д. Н., КАШИРИН Д. Е., ПАВЛОВ В. В., МАКАРОВ В. А., БОРИСОВ Г. А., КРАВЧЕНКО А. М. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ВОСКОВОГО СЫРЬЯ | 70 |
| БЫШОВ Н. В., БОГДАНЧИКОВ И. Ю., БАЧУРИН А. Н., ДРОЖЖИН К. Н., МИХЕЕВ А. Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ДАЛЬНОМЕРОВ СКАНИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА В АГРЕГАТЕ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ НЕЗЕРНОВОЙ ЧАСТИ УРОЖАЯ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ | 76 |
| ЕВСЕНКИН К. Н., ЗАХАРОВА О. А. ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕЛИОРАНТА НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ СЕМЯОЧИСТИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЫ ПРИ ПОДПОЧВЕННОМ УВЛАЖНЕНИИ | 82 |
| ИНШАКОВ А. П., КУРБАКОВ И. И., КУРБАКОВА М. С., ЛАДИКОВ С. А., ПОНОМАРЕВ А. Г. ПРОВЕРКА СИСТЕМЫ НАДДУВА НЕПОСРЕДСТВЕННО НА ДВИГАТЕЛЕ В СБОРЕ БЕЗ ЗАПУСКА ДВС | 89 |
| КАШИРИН Д. Е., ПАВЛОВ В. В., УСПЕНСКИЙ И. А., МАКАРОВ В. А., БОРИСОВ Г. А., КРАВЧЕНКО А. М. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ВОСКОВОГО СЫРЬЯ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПРИ ИНТЕНСИВНОМ МЕХАНИЧЕСКОМ ПЕРЕМЕШИВАНИИ В ВОДЕ | 94 |
| КИСЕЛЕВА Т. Ф., ВЕЧТОМОВА Е. А., КОЖЕМЯКО А. В. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНСЕРВАЦИИ СОКОВ КОЛЧИН Н. Н., ТУБОЛЕВ С. С., ЗЕРНОВ В. Н. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИКИ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ | 107 |
| МАЧНЕВА О. Ю., КАБЛУКОВ В. С., КУХАРЕВ О. Н., МАЧНЕВ А. В., МАЧНЕВ В. А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЕМЯН С РАСПРЕДЕЛЯЮЩИМ И ОТРАЖАЮЩИМ УСТРОЙСТВАМИ | 111 |
| НИКИФОРОВ М. В., ГОЛУБЕВ В. В., ШЕМЯКИН А. В., ТЕРЕНТЬЕВ В. В. РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВОГО ОПЫТА ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОД ПОСЕВ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА | 118 |
| ОМАРОВ Р. С., АНТИПОВА Л. В., СЫЧЕВА О. В., ШЛЫКОВ С. Н. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ДЕСЕРТНЫХ БЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ | 124 |
| ОРЕШКИНА М. В., КОШЕЛЕВА Ю. Ф. К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОЧАГОВОГО ДВУХУРОВНЕВОГО ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ПОСЕВЕ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ | 130 |
| ПЛОТНИКОВ С. А., БУЗИКОВ Ш. В., КОЗЛОВ И. С. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕГУЛИРОВОЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ ПРИ РАБОТЕ НА ТОПЛИВНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ С ДОБАВКАМИ РАПСОВОГО МАСЛА | 133 |
| РЕМБАЛОВИЧ Г. К., РЯЗАНЦЕВ А. И., КОСТЕНКО М. Ю., ТРАВКИН В. С., БЕЗНОСЮК Р. В., ЮМАЕВ Д. М. ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ КАПЕЛЬ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ | 138 |
| СОРОКИН К. Н. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ МОДУЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ | 142 |
| УСПЕНСКИЙ И. А., КОКОРЕВ Г. Д., ЮХИН И. А., ШАФОРСТОВ В. А. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УБОРОЧНО-ТРАНСПОРТНЫХ РАБОТ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ НА ПРИМЕРЕ СЕМЕЧКОВЫХ КУЛЬТУР | 148 |
| Трибуна молодых ученых | |
| АКСЁНОВ Я. А., ВАСИЛЕНКОВ В. Ф. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРОЦЕССОВ ИСПАРЕНИЯ И ФИЛЬТРАЦИИ ВОДЫ В ХОДЕ ОРОШЕНИЯ ДОЖДЕВАНИЕМ | 155 |
| БЫШОВ Н. В., БОРЫЧЕВ С. Н., ЯКУТИН Н. Н., КАЛМЫКОВ Д. В., СИМОНОВА Н. В. О ЗАИМОДЕЙСТВИИ КЛУБНЕНОСНОГО ПЛАСТА С РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ КОПАТЕЛЯ | 161 |
| ДАНИЛЕНКО Ж. В., ШЕМЯКИН А. В., ЕРОШКИН А. Д., АНДРЕЕВ К. П., КОСТЕНКО М. Ю., ТЕРЕНТЬЕВ В. В. КООРДИНАТНОЕ ВНЕСЕНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛЕВОГО МОНИТОРИНГА | 167 |
| СОКОЛОВ А. Ю., ШИШКИНА Д. И., ПЧЕЛКИНА В. А. РАЗРАБОТКА МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ С ПШЕНИЧНЫМИ ВОЛОКНАМИ ДЛЯ ИНДУСТРИИ ПИТАНИЯ | 172 |
| ЛАПШИНОВА О. А., АНТОШИНА О. А., ХАБАРОВА Т. В., ОДНОДУШНОВА Ю. В., ЦУКАНОВА Т. Г. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЮГА НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ | 178 |



Content

AGRICULTURAL SCIENCE

| | |
|--|----|
| GOSTEVA E. R., ULIMBASHEV M. B. HEMATOLOGICAL STATUS AND THE STATE OF RESISTANCE OF SYMMENTALS OF DOMESTIC AND IMPORTED BREEDING | 5 |
| EFIMOVA L. V., ZAZNOBINA T. V., IVANOVA O. V., IVANOV E.A. RELATIONSHIP EXTERIOR AND DAIRY PRODUCTIVITY OF COWS OF RED-MOTLEY BREED DEPENDING ON THE VARIANT SELECTION | 11 |
| KONDAKOVA I. A., LEVIN V. I., LGOVA I. P., LOMOVA J. V. PHYTOPREPARATION TO INACTIVATE MYCOTOXINS ARISING IN THE GRAIN MASS | 18 |
| KOROVUSHKIN A. A., NEFEDOVA S. A., YAKUNIN Y. V. IMPROVING THE TECHNOLOGY OF THE GROWTH OF CARP ELIMPS | 24 |
| NEFEDOVA S. A., KOROVUSHKIN A. A., BEZNOSYUK R. V., YAKUNIN Y. V., BARYSHEV R. V. ON THE SOLUTION OF THE PROBLEM OF MINIMIZING AQUACULTURE DAMAGE FROM FOODBIRD BIRDS BY BIOECOLOGICAL METHODS | 30 |
| POLISCHUK S. D., OBIDINA I. V., CHURILOV D. G., CHURILOVA V. V., CHURILOV G.I. MORPHOLOGICAL PARAMETERS OF RICE SPROUTS, TREATED WITH ULTRADISPERSED IRON POWDER | 36 |
| RYKOV R. A., GUSEV I.V. COMPARATIVE EVALUATION OF PHYSIOLOGICAL-BIOCHEMICAL PARAMETERS OF BLOOD OF COWS OF BLACK PIED AND JERSEY BREEDS | 42 |
| SELMEN V.N., ILINSKIY A. V., VINOGRADOV D.V. ECOLOGICAL FEATURES OF INFLUENCE OF LED LAMPS ON FORMATION PHYTOMASSES OF PLANTS | 46 |
| TURIN, E. N., ZHENCHENKO, K. G. IMPROVEMENT OF SOIL TILLAGE TECHNIQUES IN THE CRIMEA | 52 |
| SHEVKHUZHEV A. F., POGODAEV V. A., SIMACHEV D. R., SHAKHTAMIROV I. Y., DELAEV U. A. FORMATION OF MEAT PRODUCTIVITY IN BULL-CALVES OF ABERDIN-ANGUSS BREED AT DIFFERENT DURATION OF THE PRODUCTION CYCLE | 60 |
| NGUYEN T. N., NGUYEN T. H. T. GROWTH PERFORMANCE AND MEAT QUALITY OF SOME INDIGENOUS CHICKEN BREEDS IN VIETNAM | 65 |

TECHNICAL SCIENCE

| | |
|--|-----|
| BYSHOV D.N., KASHIRIN D. E., PAVLOV V. V., MAKAROV V. A., BORISOV G. A., KRAVCHENKO A. M. THEORETICAL JUSTIFICATION OF WAX RAW MATERIALS GRINDING PROCESS | 70 |
| BYSHOV N.V., BOGDANCHIKOV I.Y., BACHURIN A. N., DROZHZHIN K. N., MIKHEYEV A. N. RESEARCH OF RANGE FINDERS OF THE SCANNER IN THE AGGREGATE FOR UTILIZATION OF NOT GRAIN PART OF THE HARVEST AS FERTILIZER. | 76 |
| ZAKHAROVA O.A., EVSENKIN K.N. SUBSTANTIATING THE USE OF AMELIORANT ON THE BASIS OF WASTE FROM THE SEED CLEANING PLANT TO INCREASE THE PRODUCTIVITY OF THE PEAT SOILS THAT HAVE BEEN WORKED OUT UNDER SUBSOIL MOISTENING | 82 |
| INSHAKOV A.P., KURBAKOV I. I., KURBAKOVA M. S., LADIKOV S.A., PONOMAREV A.G. CHECK SYSTEM BOOST DIRECTLY ON THE ENGINE ASSEMBLY WITHOUT RUNNING THE ENGINE | 89 |
| KASHIRIN D.E., PAVLOV V. V., USPENSKY I. A., MAKAROV V.A., BORISOV G.A., KRAVCHENKO A. M. THEORETICAL RESEARCH OF WAX RAW MATERIALS PURIFICATION AT INTENSIVE MECHANICAL MIXING IN WATER | 94 |
| KISELEVA T. F., VECHTOMOVA E. A., KOZHEMYAKO A. V. MICROBIOLOGICAL METHOD OF JUICES CONSERVATION | 100 |
| KOLCHIN N.N., TUBOLEV S. S., ZERNOV V.N. DEVELOPMENT TRENDS AND MAIN FEATURES OF MACHINES FOR INDUSTRIAL PRODUCTION OF POTATOES AND VEGETABLES | 107 |
| MACHNEVA O. Y., KABLUKOV V. S., KUKHAREV O. N., MACHNEV A. V., MACHNEV V. A. RESEARCH OF THE INTERACTION OF SEEDS WITH DISTRIBUTING AND REFLECTING DEVICES | 111 |
| NIKIFOROV M. V., GOLUBEV V. V., SHEMYAKIN A. V., TERENTYEV V. V. RESULTS OF FIELD EXPERIENCE OF PRE-SILLED TREATMENT OF SOIL UNDER FLAX CROPS | 118 |
| OMAROV R. S., ANTIPOVA LV., SYCHEVA O. V., SHLYKOV S. N. DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY DESSERT PROTEIN PRODUCTS BASED ON SECONDARY ANIMAL ORIGIN RAW MATERIALS | 124 |
| ORESHKINA, M.V., KOSHELEVA, Y. F. THE QUESTION OF DETERMINING THE FOCAL TWO-LEVEL MINERAL FERTILIZATION WHEN SUGAR BEET SOWING | 130 |
| PLOTNIKOV S. A., BUZIKOV S. V., KOZLOV I. S. DEFINITION OF ADJUSTING PARAMETERS OF THE FUEL SYSTEM OF A TRACTOR DIESEL ENGINE WHEN OPERATING ON FUEL MIXTURES WITH ADDITIVES RAPESEED OIL | 133 |
| REMBALOVICH G.K., RYAZANTZEV A. I., KOSTENKO M.Y., TRAVKIN V. C., BEZNOSEK R. V., YUMAYEV D. M. STUDY OF TRAJECTORIES OF MOVEMENT OF DROPS OF A RAIN MACHINE | 138 |
| SOROKIN K. N. SOLVING PROBLEMS OF INDUSTRIAL PROCESSING OF ORGANIC RAW MATERIALS ON THE BASIS OF TECHNOLOGICAL COMPLEXES OF MODULAR DESIGN | 142 |
| USPENSKIY I. A., KOKOREV G. D., YUKHIN I. A., SHAFOROSTOV V. A. INCREASE OF EFFICIENCY OF CLEANING AND TRANSPORT WORKS IN AGRICULTURAL COMPLEX ON THE EXAMPLE OF FAMILY CROPS | 148 |

TRIBUTE OF YOUNG SCIENTISTS

| | |
|---|-----|
| AKSYONOV Y. A., VASILENKOV V. F. THE INTERACTION OF THE PROCESSES OF EVAPORATION AND FILTRATION OF WATER DURING SPRINKLING IRRIGATION | 155 |
| BYSHOV N. V., BORYCHEV S. N., YAKUTIN N. N., DMITRY K.V., SIMONOVA N.V. ON THE INTERACTION OF THE TUBER BAND WITH THE WORKING BODIES OF THE LIFTER | 161 |
| DANILENKO Z. V., SHEMYAKIN A.V., EROSHKIN A. D., ANDREEV K. P., KOSTENKO M. Y., TERENTYEV V.V. COORDINATE FERTILIZER APPROACHES BASED ON FIELD MONITORING | 167 |
| SOKOLOV A. Y., SHISHKINA D.I., PCHELKINA V.A. DEVELOPMENT OF MEAT PRODUCTS WITH WHEAT FIBER FOR FOOD INDUSTRY | 172 |
| LAPSHINOVA OLGA A., ANTOSHINA OLGA A., Khabarova T.V., ODNODUSHNOVA Y. V., TSUKANOVA T.G., ECOLOGICAL PLASTICITY AND STABILITY OF YIELD SAMPLES OF MILD WINTER WHEAT IN SOUTHERN NECHERNOZEMIE | 178 |



СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ



УДК 636.2:636.082.12

ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС И СОСТОЯНИЕ РЕЗИСТЕНТНОСТИ СИММЕНТАЛОВ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ИМПОРТНОЙ СЕЛЕКЦИИ

ГОСТЕВА Екатерина Ряшитовна, канд. с.-х. наук, вед. научн. сотрудник отдела животноводства ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока», г. Саратов, ekagosteva@yandex.ru.

УЛИМБАШЕВ Мурат Борисович, д-р с.-х. наук, доцент ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Коккова», Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, murat-ul@yandex.ru.

Цель исследования – изучить клинический статус, степень адаптации, морфобиохимический состав крови, клеточный и гуморальный иммунитет симменталов отечественной и немецкой селекции в стадах разного уровня продуктивности. Исследования были проведены в племенном заводе «Муммовское» (в рационе – 50 ц энергетических кормовых единиц и 5,3 ц переваримого протеина) и СПК «Абодимовский» (41 и 4,2 ц соответственно) Саратовской области. Результаты исследований клинического статуса и степени адаптации (по коэффициенту, предложенному Р. Бензером) организма первотелок симментальской породы отечественной и немецкой селекции в стадах разного уровня продуктивности показали, что как в стойловый, так и пастбищный периоды содержания температура тела симменталов разной селекции между группами не различалась и находилась в пределах физиологической нормы. Частота пульса у первотелок разной селекции в стойловый период содержания находилась в пределах 67–70 раз/мин, и эти значения удовлетворяли физиологической норме. В то же время, независимо от хозяйственной принадлежности, в летний период содержания на 5–6-м месяцах лактации у животных отечественной селекции частота сердцебиения была ниже в среднем на 4 раза в минуту ($P > 0,99-0,999$), частота дыхания – на 2–3 раз/мин ($P > 0,95-0,999$). В пастбищный период по сравнению со стойловым содержанием, когда воздействие инсоляции на организм животного выше, частота сердцебиения и дыхательных движений у подопытных групп коров немецкого происхождения увеличивалась, что можно рассматривать как один из механизмов адаптации легочной вентиляции к повышению температуры тела животных. Более отчетливые различия по коэффициенту адаптации между симменталами разной селекции проявились в пастбищный период содержания, они составили 0,09–0,13 ед. ($P > 0,95-0,999$), что свидетельствует о более благоприятных значениях коэффициента адаптации симменталов отечественной селекции. Окислительно-восстановительные реакции и белковый обмен в организме симменталов немецкой селекции протекали на более высоком уровне, причем отчетливее они проявились в более благоприятных хозяйственных условиях. Клеточный и гуморальный иммунитет оказался на более высоком уровне у отечественных симменталов, их превосходство проявилось как в стойловый, так и пастбищный периоды содержания.

Ключевые слова: первотелки, симментальская порода, селекция, период содержания, уровень продуктивности, клинический статус, коэффициент адаптации, гематологические показатели, резистентность.

Введение

Проблема оценки состояния здоровья животного, степени его адаптации к условиям внешней среды считается одной из важных в зоотехнической и биологической науке. Для ее решения необходим комплексный подход на основе мониторинга иммунной системы организма во взаимосвязи с влиянием факторов окружающей среды [1–3].

Завоз высокопродуктивного инозонального скота в разные регионы страны обусловил высокий всплеск заболеваний молочных стад, что, вероят-

но, связано как с качеством завозимого поголовья, так и с влиянием широкого спектра антропогенных факторов. Если поддержание гомеостаза у местных отечественных пород крупного рогатого скота являлось адекватным природе раздражителя, то у интродуцированных животных удельный вес затрат энергии на поддержание жизнедеятельности порой превышает пороговые значения, что обуславливает ухудшение здоровья, и, как правило, недостаточную реализацию продуктивных качеств, снижение продолжительности жизни и сро-



ков хозяйственного использования [4-6].

В этой связи вопросы, связанные с изучением иммунобиологического статуса организма животных разных популяций в зависимости от продуктивных качеств молочных стад в конкретных условиях разведения, являются актуальными и представляют для теории и практики разведения крупного рогатого скота большой научный и практический интерес.

Цель исследования – изучить клинический статус, степень адаптации, морфобиохимический состав крови, клеточный и гуморальный иммунитет симменталов отечественной и немецкой селекции в стадах разного уровня продуктивности.

Материалы и методы исследований

Объектом исследования являлись первотелки симментальской породы отечественной и немецкой селекции.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulation 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1966)». При выполнении исследований были предприняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшить количество используемых образцов.

Исследования были проведены в племенном заводе «Муммовское» и СПК «Абодимовский» Саратовской области.

Формирование групп проводили по принципу групп-аналогов с учётом происхождения (селекционной принадлежности), возраста, живой массы и физиологического состояния. Исследования проведены на четырёх группах симментальского скота по 10 голов в каждой: в племязаводе «Муммовское» (симменталы отечественной и немецкой селекции) и СПК «Абодимовский» (симменталы отечественной и немецкой селекции).

Анализ показателей крови подопытного поголовья (морфологический и биохимический состав, клеточные и гуморальные факторы защиты организма) исследовали общепринятыми в клинической практике методами на 2-3 и 5-6 месяцах лактации в течение двух смежных суток до утреннего кормления и поения животных в химико-аналитической лаборатории ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока» (г. Саратов) и ФГБУ «Саратовская межобластная ветеринарная лаборатория» (г. Саратов). Пробы крови брали у животных из яремной вены, кровь консервировали гепарином.

Об адаптации подопытного поголовья судили по коэффициенту адаптации, предложенному Р. Бензером.

$$KA = \frac{PT}{38,33} + \frac{ЧД}{23,0}$$

где КА – коэффициент адаптации;

PT – температура тела;

ЧД – частота дыхания;

38,33 – температура тела ($^{\circ}$ С) при благоприятных для животного условиях;

23,0 – частота дыхания в 1 мин при благоприятных для животного условиях.

На протяжении 1-й лактации коровы племязавода «Муммовское» были обеспечены на уровне 50 ц энергетических кормовых единиц и 5,3 ц переваримого протеина, СПК «Абодимовский» – 41 и 4,2 ц соответственно.

Весь полученный цифровой материал подвергли биометрической обработке в соответствии с руководством Н.А. Плохинского [7]. Достоверность разности между значениями признака определяли по таблице Стьюдента, с вычислением средней арифметической и ее ошибки.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты исследований клинического статуса и степени адаптации (по коэффициенту, предложенному Р. Бензером) организма первотелок симментальской породы отечественной и немецкой селекции в стадах разного уровня продуктивности отражены в таблице 1.

Как в стойловый, так и пастбищный периоды содержания температура тела симменталов разной селекции между группами не различалась и находилась в пределах физиологической нормы. Не обнаружено также достоверных различий у подопытного поголовья обоих хозяйств по анализируемому показателю в связи с переходом со стойлового содержания на пастбищное.

Частота пульса у первотелок разной селекции в стойловый период содержания находилась в пределах 67-70 раз/мин и эти значения удовлетворяли физиологической норме. В то же время, независимо от хозяйственной принадлежности, в летний период содержания на 5-6 месяцах лактации у животных отечественной селекции частота сердцебиения была ниже в среднем на 4 раза в минуту ($P > 0,99-0,999$). Следует отметить, что количество сердцебиений у отечественных симменталов в пастбищный период по сравнению со стойловым содержанием практически, не изменилось, тогда как у немецких оно увеличилось в среднем на 3 раз/мин ($P > 0,95-0,999$), причем более достоверно у представительниц СПК «Абодимовский».

Значения частоты дыхания у коров подопытных групп удовлетворяли требованиям физиологической нормы. В стойловый период содержания они составили 23-24 раз/мин и не отличались у животных отечественной и немецкой селекции из разных хозяйств. Между тем в условиях пастбищного содержания различия по частоте дыхательных движений между отечественными и зарубежными симменталами составили в племязаводе 2 раз/мин ($P > 0,95$), в СПК – 3 раз/мин ($P > 0,999$) в большую сторону у немецких симменталов. Частота дыхания в связи со сменой периода содержания у симменталов отечественной селекции увеличилась незначительно – на 1 раз/мин, тогда как у сверстниц немецкой селекции – на 2-4 раз/мин ($P > 0,95-0,999$), причем в наибольшей степени у представительниц из СПК.



Таблица 1 – Клинико-физиологический статус и коэффициенты адаптации первотелок разной селекции (n = 40)

| Хозяйство, селекционная принадлежность | Показатель | | | |
|---|------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | t тела, °C | Частота пульса, раз/мин | Частота дыхания, раз/мин | Коэффициент адаптации, ед. |
| Норма | 37,5-39,0 | 50-80 | 15-30 | 2 |
| 2-3-й месяцы лактации (стойловый период) | | | | |
| Племзавод «Муммовское» отечественная немецкая | 38,5±0,04 | 67±1,07 | 23±0,63 | 2,00±0,03 |
| | 38,6±0,04 | 69±1,05 | 24±0,67 | 2,05±0,03 |
| СПК «Абодимовский» отечественная немецкая | 38,6±0,04 | 69±0,82 | 23±0,44 | 2,01±0,02 |
| | 38,8±0,02 | 70±0,61 | 23±0,54 | 2,01±0,02 |
| 5-6-й месяцы лактации (пастбищный период) | | | | |
| Племзавод «Муммовское» отечественная немецкая | 38,6±0,05 | 68±1,05 | 24±0,61 | 2,05±0,03 |
| | 38,7±0,04 | 72±0,93 | 26±0,44 | 2,14±0,02 |
| СПК «Абодимовский» отечественная немецкая | 38,7±0,04 | 69±0,65 | 24±0,38 | 2,05±0,02 |
| | 38,8±0,03 | 73±0,47 | 27±0,44 | 2,18±0,02 |

В пастбищный период по сравнению со стойловым содержанием, когда воздействие инсоляции на организм животного выше, частота сердцебиения и дыхательных движений у подопытных групп коров немецкого происхождения увеличивалась, что можно рассматривать как один из механизмов адаптации легочной вентиляции к повышению температуры тела животных.

Благоприятными значениями коэффициента адаптации, рекомендованными Р. Бензером, являются значения, приближающиеся к двум. Этим параметрам в наших исследованиях в наибольшей степени соответствовали симменталы отечественной селекции. Так, в племзаводе в стойловый период содержания различия между симменталами разной селекции не превышали 0,05 ед. при недостоверных различиях, в СПК – коэффициенты адаптации у обеих популяций симменталов находились на одном уровне – 2,01 ед. Более отчетливые различия между симменталами разной селекции проявились в пастбищный период содержания, они составили 0,09-0,13 ед. ($P>0,95-0,999$), что свидетельствует о более благоприятных значениях коэффициента адаптации симменталов отечественной селекции.

Наибольшим увеличением коэффициентов адаптации при сравнении значений в стойловый и пастбищный периоды содержания характеризовались первотелки зарубежного происхождения; увеличение составило у особей из племзавода 0,09 ед. ($P>0,95$), из СПК – 0,17 ед. ($P>0,999$). У отечественных симменталов – лишь на 0,04-0,05 ед., что характеризует высокие приспособительные качества животных российской селекции к зоне Нижнего Поволжья.

Одним из функциональных проявлений процессов адаптации к новым условиям содержания могут быть изменения гематологических показателей.

Мониторинг морфологического состава крови, а также обменных процессов в организме подопытного поголовья свидетельствует о существенных различиях, обусловленных как селекционной принадлежностью, так и местом эксплуатации (табл. 2).

Исследования морфологических и биохимических показателей крови свидетельствуют о том, что концентрация этих элементов, независимо от времени взятия проб, у подопытного поголовья первотелок находились в пределах физиологической нормы. Однако нами были обнаружены межгрупповые различия в анализируемых хозяйствах, а также внутригрупповые в зависимости от периода содержания. Так, в племзаводе различия между отечественными и немецкими симменталами в стойловый период содержания составили по количеству эритроцитов $0,5 \times 10^{12}/л$ ($P>0,999$), гемоглобина – 7 г/л ($P>0,99$) и общего белка – 5 г/л ($P>0,99$) в пользу первотелок немецкого происхождения, тогда как более высоким уровнем лейкоцитов в крови характеризовались особи отечественной селекции, превосходство которых составило $0,5 \times 10^9/л$ ($P>0,99$). В СПК «Абодимовский» первотелки обеих популяций характеризовались одинаковым уровнем эритроцитов в крови – $6,5-6,6 \times 10^{12}/л$ и несущественным превосходством скота зарубежного происхождения по содержанию в крови гемоглобина и общего белка – на 2 г/л. Незначительными различия оказались и по концентрации лейкоцитов в крови с некоторым недостоверным преимуществом представительниц отечественной селекции.



Таблица 2 – Морфологический состав и содержание общего белка в крови первотелок разной селекции (n = 40)

| Хозяйство, селекционная принадлежность | Показатели | | | |
|---|---------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------|
| | Эритроциты, 10 ¹² /л | Лейкоциты, 10 ⁹ /л | Гемоглобин, г/л | Общий белок, г/л |
| Норма | 5,0-7,5 | 4,5-12,0 | 9,9-12,9 | 79-89 |
| 2-3-й месяцы лактации (стойловый период) | | | | |
| Племзавод «Муммовское» отечественная | 6,9±0,077 | 9,0±0,094 | 116±1,15 | 79±0,85 |
| | 7,4±0,086 | 8,5±0,12 | 123±1,33 | 84±1,08 |
| СПК «Абодимовский» отечественная | 6,6±0,083 | 8,5±0,11 | 110±1,74 | 76±1,11 |
| | 6,5±0,093 | 8,3±0,11 | 112±1,55 | 78±1,11 |
| 5-6-й месяцы лактации (пастбищный период) | | | | |
| Племзавод «Муммовское» отечественная | 6,7±0,087 | 9,2±0,067 | 113±1,01 | 78±0,72 |
| | 7,3±0,064 | 8,8±0,10 | 121±1,05 | 82±0,42 |
| СПК «Абодимовский» отечественная | 6,3±0,080 | 8,6±0,077 | 106±1,43 | 76±1,13 |
| | 6,3±0,086 | 8,5±0,083 | 105±1,73 | 79±0,70 |

Аналогичные межгрупповые различия по морфологическому составу крови, а также концентрации в ней общего белка имели место на 5-6 месяцах лактации, что приходилось на пастбищный период содержания.

Необходимо отметить, что в условиях племзавода имевшиеся более достоверные отличия по морфобиохимическим показателям крови первотелок разной селекции свидетельствуют о более интенсивных окислительно-восстановительных процессах в организме симменталов немецкого происхождения, а более высокая концентрация лейкоцитов в крови отечественных особей характеризует их как более устойчивых к факторам внешней среды и обладающих высокими защитными функциями. Анализируемые показатели в СПК у животных разной селекционной принадлежности менее разноречивы и находились на менее высоком уровне относительно одноименных сверстниц из племзавода. Это свидетельствует о менее интенсивном обмене веществ в их организме и объясняется, по-видимому, меньшим уровнем кормообеспеченности, и, соответственно, продуктивности, при котором проявление обменных процессов, как и ожидалось, на порядок ниже.

Мониторинг показателей крови подопытного поголовья в разные периоды содержания свидетельствует, что практически все они, за исключением концентрации в крови лейкоцитов, снизились в пастбищный период, что, вероятно, обусловлено закономерным снижением продуктивности подопытного поголовья в течение лактации. У всех групп первотелок, независимо от хозяйственной принадлежности, при переходе со стойлового содержания на пастбище, уровень лейкоцитов в крови возрастает, что можно рассматривать как ответную реакцию на условия внешней среды, когда организм включает защитные механизмы.

О приспособленности коров симментальской

породы разной селекции к природно-климатическим и кормовым условиям региона разведения судили, наряду с другими показателями, по уровню клеточных и гуморальных факторов «неспецифической» защиты организма, данные о которых в стадах разного уровня продуктивности отражены в таблице 3.

Бактерицидная активность сыворотки крови зависит от условий содержания и кормления животных, при плохом содержании и кормлении активность сыворотки значительно снижается. Это объясняется тем, что при менее благоприятных условиях содержания животные более подвержены воздействию факторов внешней среды [8].

Во все анализируемые периоды показатели клеточного и гуморального иммунитета у подопытного поголовья были на достаточно высоком уровне и в пределах физиологической нормы, но более предпочтительными были у первотелок симментальской породы отечественной селекции.

Уровень бактерицидной активности сыворотки крови был преимущественным у первотелок отечественной селекции. В стойловый период содержания он превосходил таковой у сверстниц немецкой селекции в среднем на 2,8-4,2% ($P>0,95$), причем наибольшее увеличение было характерно для первотелок из племенного завода, в пастбищный – на 4,8-8,2% ($P>0,999$). При сравнительной оценке значений бактерицидной активности сыворотки крови, полученных от первотелок разной селекции в различные периоды содержания, наблюдается увеличение этого показателя в пастбищный период содержания, за исключением значений симменталов немецкой селекции, принадлежащих СПК «Абодимовский», что объясняется угнетением гуморального иммунитета вследствие существующего в хозяйстве уровня кормления.



Таблица 3 – Показатели «неспецифической» защиты организма первотелок разной селекции (n = 40)

| Хозяйство, селекционная принадлежность | Показатель | | | |
|---|--|---------------------------------------|---|----------------|
| | бактерицидная активность сыворотки крови | лизоцимная активность сыворотки крови | фагоцитарная активность нейтрофилов крови | бета-лизины, % |
| Норма | 44-100 | 13-54 | 20-60 | - |
| 2-3-й месяцы лактации (стойловый период) | | | | |
| Племзавод «Муммовское» отечественная немецкая | 72,6±1,10 | 31,5±1,01 | 56,5±1,25 | 11,4±0,55 |
| | 68,4±1,37 | 27,6±0,97 | 53,0±1,53 | 12,0±0,61 |
| СПК «Абодимовский» отечественная немецкая | 62,3±0,94 | 28,7±1,02 | 52,7±1,25 | 13,3±0,90 |
| | 59,5±1,39 | 24,9±0,87 | 48,8±1,47 | 15,7±0,68 |
| 5-6-й месяцы лактации (пастбищный период) | | | | |
| Племзавод «Муммовское» отечественная немецкая | 74,0±0,59 | 33,0±0,80 | 59,0±1,23 | 10,8±0,58 |
| | 69,2±0,97 | 29,2±0,86 | 54,7±1,12 | 11,7±0,57 |
| СПК «Абодимовский» отечественная немецкая | 64,0±0,87 | 30,0±0,78 | 54,0±1,08 | 12,5±0,79 |
| | 55,8±1,22 | 24,7±0,59 | 45,4±1,19 | 16,6±0,50 |

Оценка первотелок по лизоцимной активности сыворотки крови показала те же тенденции, что были им свойственны по бактерицидной активности. При этом симменталы отечественной селекции из племенного завода в отличие от одноименных сверстниц из СПК характеризовались большим уровнем анализируемого показателя: в стойловый период – на 2,8% ($P>0,95$), в пастбищный – на 3,0% ($P>0,99$). Подобные различия между немецкими симменталами составили 2,7 ($P>0,95$) и 4,5% ($P>0,999$).

Уровень фагоцитоза у симменталов отечественной селекции был в верхних пределах физиологической нормы, что наблюдалось независимо от периода содержания и места эксплуатации. В отличие от них у симменталов немецкой селекции фагоцитарная активность нейтрофилов крови была ниже. Так, на 2-3 месяцах лактации эти различия между группами составили в среднем 3,5-3,9% ($P>0,95$), на 5-6 месяцах – 4,3-8,6% ($P>0,95-0,999$). У всех групп первотелок значения фагоцитоза при переходе со стойлового на пастбищное содержание увеличились, за исключением симменталов немецкой селекции из СПК «Абодимовский», что связано с угнетением клеточного иммунитета вследствие недостаточного уровня кормообеспеченности и более высокой чувствительности животных импортного происхождения к этим условиям. При прочих равных условиях как отечественные, так и немецкие симменталы из племенного завода по сравнению со сверстницами из СПК отличались более высоким клеточным иммунитетом, что характеризует у них предпочтительные защитные функции организма.

Бета-лизины, являясь белками сыворотки крови, образуемыми тромбоцитами, принимают участие в защите организма от микробов и других антигенов, оказывая повреждающее действие на цитоплазматическую мембрану бактерий.

Из этого следует, что наивысший уровень бета-лизинов совпадает с периодом понижения естественной сопротивляемости организма. При наименьших показателях лизоцима и БАСК значение бета-лизинов наибольшее, и наоборот. Такие закономерности были зарегистрированы и в наших исследованиях. Поэтому существует предположение о том, что высокий уровень бета-лизинов является индикатором «неблагополучия» в организме.

Так, в племенном заводе насыщение крови бета-лизинами у особей импортного происхождения превышало значения у отечественных сверстниц в стойловый период содержания на 0,6%, в СПК – на 2,4%, в пастбищный период – на 0,9 и 4,1%. Более высокие различия в насыщении крови первотелок указанным показателем в СПК «Абодимовский» объясняются менее благоприятными условиями кормления и содержания. Это подтверждается значениями, полученными по гуморальному «звену» неспецифической защиты организма. Вследствие увеличения бактерицидной и лизоцимной активностей сыворотки крови подопытных групп первотелок в пастбищный период содержания закономерно снижалось значение уровня бета-лизинов в крови. При сравнении уровня бета-лизинов в крови первотелок отечественной и немецкой селекции из разных хозяйств видно, что в анализируемые периоды содержания они были предпочтительней у особей, принадлежащих племенному заводу.

Полученные результаты дают основание считать, что повышенное содержание β -лизинов у животных импортного происхождения, по всей видимости, связано, с одной стороны, с необходимостью сдерживания развития грампозитивных анаэробов, с другой – с наличием деструктивных процессов в органах и тканях завезенных животных (некробактериоз), нуждающихся в больших



количества стабилизирующих факторов, к которым относятся β -лизины.

Заключение

На основании проведенных исследований клинико-физиологического и гематологического статуса симменталов отечественной и немецкой селекции можно заключить:

– клинико-физиологический статус симменталов разной селекции находится в пределах физиологической нормы с более предпочтительными коэффициентами адаптации у отечественного скота;

– окислительно-восстановительные реакции и белковый обмен в организме симменталов немецкой селекции протекали на более высоком уровне, причем ярче они проявились в более благоприятных хозяйственных условиях;

– клеточный и гуморальный иммунитет оказался на более высоком уровне у отечественных симменталов, их превосходство проявилось как в стойловый, так и пастбищный периоды содержания.

Список литературы

1. Сулыга, Н. В. Морфологический состав и биохимические показатели крови первотелок голштинской черно-пестрой породы венгерской селекции в адаптационный период [Текст] / Н. В. Сулыга, Г. П. Ковалева // Ветеринария и кормление. – 2011. - № 4. – С. 21-23.

2. Панин, В. А. Гематологические показатели симментальских коров и симментал × голштинских помесей в условиях Южного Урала [Текст] / В. А. Панин // Ветеринария и кормление. – 2017. - № 1. – С. 14-17.

3. Карашаев, М. Ф. Адаптация к гипоксии как защитный механизм [Текст] / М. Ф. Карашаев //

Устойчивое развитие: проблемы, концепции, модели : материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 75-летию председателя ФГБНУ «Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук», доктора технических наук, профессора П.М. Иванова. – Нальчик, 2017. – С. 290-291.

4. Улимбашев, М.Б. Адаптационные способности голштинского скота при интродукции в новые условия обитания / М.Б. Улимбашев, Ж.Т. Алагирова // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51. - № 2. – С. 247-254. doi: 10.15389/agrobiology.2016.2.247rus

5. Панин, В.А. Устойчивость к биотическим и абиотическим факторам симментальского скота и голштин × симментальская помесей / В.А. Панин, Г.И. Бельков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. - № 5 (67). – С. 243-246.

6. Тузов, И.Н. Биохимическая характеристика сыворотки крови голштинских животных завезенных из Канады нетелями / И.Н. Тузов, И.С.Усенков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. - № 88. – С. 841-861.

7. Плохинский, Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников [Текст] / Н. А. Плохинский. – М. : Колос, 1969. – 255 с.

8. Технология содержания и резистентность организма молодняка крупного рогатого скота [Текст] / Р. Г. Исхаков, Н. Ф. Белова, М. Г. Титов, А. Г. Ирсултанов, А. Н. Ивонин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2006. - № 3 (11). – С. 28-30.

HEMATOLOGICAL STATUS AND THE STATE OF RESISTANCE OF SYMMENTALS OF DOMESTIC AND IMPORTED BREEDING

Gosteva Ekaterina R., candidate of agricultural Sciences, leading researcher exercising the scientific management of animal husbandry department FSBSI «Research Institute of South-East Agriculture», 410010, Saratov, Tulaykov Str., 7, tel. (8452) 64-76-88, e-mail: ekagosteva@yandex.ru.

Ulimbashev Murat B., doctor of agricultural Sciences, assistant professor of the FSBEI HE «Kabardino-Balkarian state agrarian University named after V.M. Kokov», 360030, KBR, Nalchik, Street Lenin, 1 «v», tel. 8-963-393-70-87, e-mail: murat-ul@yandex.ru.

The aim of the study was to study the clinical status, the degree of adaptation, the morphobiochemical composition of the blood, the cellular and humoral immunity of Simmentals of domestic and German breeding in herds of different levels of productivity. The studies were carried out at the Mummovskoye breeding plant (50 cf energy fodder units and 5.3 cc digestible protein) and SEC Abodimovsky (41 and 4.2 c respectively) in the Saratov region. The results of studies of the clinical status and the degree of adaptation (according to the coefficient proposed by R. Benzer) of the organism of the Simmental breeders of domestic and German breeding in the herds of different levels of productivity showed that, both in the stall and pasture periods, the body temperature of the simmentals of different selections between the groups did not differ and was within the limits of the physiological norm. The pulse rate in the first-aid animals of different selection in the stall period of content was within the range of 67-70 times / min and these values satisfied the physiological norm. At the same time, irrespective of economic affiliation, during the summer period of 5-6 months of lactation in domestic breeding animals, the heart rate was lower by an average of 4 times per minute ($P>0.99-0.999$), the respiratory rate by 2-3 times / min ($P>0.95-0.999$). In the pasture period, compared with the stall contents, when the exposure to insolation on the animal's organism is higher, the frequency of the heartbeat and respiratory movements in the experimental groups of cows increased, which can be considered as one of the mechanisms for adapting pulmonary ventilation to raising the body temperature of animals of German origin. More distinct differences in the adaptation coefficient between the simmentals of different breeding were manifested in the pasture period of the content, which amounted to 0.09-0.13 units. ($P>0.95-0.999$), which indicates more favorable values of the adaptation coefficient of the Simmentals of domestic selection. Oxidation-reduction reactions and protein metabolism in the organism of Simmentals of German breeding proceeded at a higher



level, and they were better manifested in more favorable economic conditions. Cellular and humoral immunity turned out to be at a higher level among the domestic Simmentals, their superiority manifested itself in both stall and pasture periods of detention.

Key words: first-calves, Simmental breed, selection, period of content, level of productivity, clinical status, adaptation coefficient, hematological indices, resistance.

Literatura

1. Sulyga, N.V. Morfologicheskij sostav i biohimicheskie pokazateli krovi pervotelok golshtinskoj chernopestroj porodny vengerskoj selekcii v adaptacionnyj period / N.V. Sulyga, G.P. Kovaleva // Veterinarija i kormlenie. – 2011. - № 4. – S. 21-23.
2. Panin, V.A. Gematologicheskie pokazateli simmental'skih korov i simmental × golshtinskih pomesej v uslovijah JUzhnogo Urala / V.A. Panin // Veterinarija i kormlenie. – 2017. - № 1. – S. 14-17.
3. Karashaev, M.F. Adaptacija k gipoksii kak zashhitnyj mehanizm / M.F. Karashaev // V sbornike: Ustojchivoe razvitie: problemy, koncepcii, modeli Materialy Vserossijskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, posvjashhennoj 75-letiju predsedatelja FGBNU «Federal'nyj nauchnyj centr «Kabardino-Balkarskij nauchnyj centr Rossijskoj akademii nauk», doktora tehniceskix nauk, professora P.M. Ivanova. – Nal'chik, 2017. – S. 290-291.
4. Ulimbashev, M.B. Adaptacionnye sposobnosti golshtinskogo skota pri introdukcii v novye uslovija obitanija / M.B. Ulimbashev, ZH.T. Alagirova // Sel'skohozjajstvennaja biologija. – 2016. – T. 51. - № 2. – S. 247-254. doi: 10.15389/agrobology.2016.2.247rus
5. Panin, V.A. Ustojchivost' k bioticheskim i abioticheskim faktoram simmental'skogo skota i golshtin × simmental'skaja pomesej / V.A. Panin, G.I. Bel'kov // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. - № 5 (67). – S. 243-246.
6. Tuzov, I.N. Biohimicheskaja harakteristika syvorotki krovi golshtinskih zhivotnyh zavezennyh iz Kanady neteljami / I.N. Tuzov, I.S. Usenkov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. - № 88. – S. 841-861.
7. Plohinskij, N.A. Rukovodstvo po biometrii dlja zootehnikov / N.A. Plohinskij. – M.: Kolos, 1969. – 255s.
8. Ishakov, R.G. Tehnologija sodержanija i rezistentnost' organizma molodnjaka krupnogo rogatogo skota / R.G. Ishakov, N.F. Belova, M.G. Titov, A.G. Irsultanov, A.N. Ivonin // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2006. - № 3 (11). – S. 28-30.



УДК 636.237.23.061

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭКСТЕРЬЕРА И МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ КРАСНО-ПЁСТРОЙ ПОРОДЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВАРИАНТОВ ПОДБОРА

ЕФИМОВА Любовь Валентиновна, канд. с.-х. наук, доцент, вед. научн. сотрудник, ljubow_wal@mail.ru

АЗНОБИНА Татьяна Вячеславовна, мл. научн. сотрудник, аспирант, krasnptig75@yandex.ru

ИВАНОВА Ольга Валерьевна, д-р с.-х. наук, профессор РАН, директор, krasnptig75@yandex.ru

ИВАНОВ Евгений Анатольевич, канд. с.-х. наук, ст. научн. сотрудник, krasnptig75@yandex.ru

Красноярский научно-исследовательский институт животноводства – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН

Во многих странах мира, включая Россию, в селекционной работе с крупным рогатым скотом молочного направления продуктивности применяют линейную оценку экстерьера, результаты которой используются при проведении корректирующего подбора пар для устранения недостатков экстерьера у потомков, получения животных желательного типа телосложения. В Красноярском крае наибольшую долю среди разводимых пород крупного рогатого скота занимает красно-пёстрая (62,8% от общего поголовья молочного скота). Одним из ведущих племенных хозяйств по разведению скота этой породы в крае является племя завод ЗАО «Назаровское». В крае недостаточно внимания уделяется линейной оценке экстерьера животных при совершенствовании молочных стад, анализу применяемых вариантов подбора при разведении молочного скота. Цель исследований – изучение влияния разных типов подбора на экстерьер и молочную продуктивность коров красно-пёстрой породы. Научные исследования проведены в ЗАО «Назаровское» на коровах красно-пёстрой породы второго отёла. Для определения особенностей экстерьера коров и отнесения их к типам телосложения были применены два метода – линейная оценка по двум системам (А и Б) и взятие



промеров тела. Установлено, что тип подбора пар оказывает влияние на экстерьер и молочную продуктивность потомков, но в разной степени. В хозяйстве, характеризующемся высоким уровнем кормления, животные анализируемых групп существенной разницы по экстерьеру и молочной продуктивности не имели, но значительно отличались по степени реализации генетического потенциала. Максимальная молочная продуктивность отмечена в группах коров, полученных в результате гомогенного и гетерогенного подбора, разница со сверстницами группы с умеренно гомогенным подбором составила 3,16 и 3,32%, экономический эффект, соответственно, 1171,00 и 1269,10 руб.

Ключевые слова: красно-пестрая порода, тип подбора, экстерьер, линейная оценка, тип телосложения, молочная продуктивность, взаимосвязь между признаками, Красноярский край.

Введение

В государственной программе «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия», функционирующей в АПК Красноярского края и охватывающей все отрасли сельского хозяйства, одним из направлений интенсификации молочного скотоводства определено повышение эффективности производства животноводческой продукции за счет увеличения высокопродуктивного племенного поголовья сельскохозяйственных животных [16]. Осуществление этого направления возможно только при ведении качественной селекционно-племенной работы. При этом важное место в селекции скота занимает оценка животных по экстерьерно-конституционным особенностям.

В США, Канаде, Англии, Германии и многих других странах для более полной характеристики экстерьерных особенностей животных успешно применяют линейную оценку телосложения животных, основанную на сравнительном изучении особенностей экстерьера с учетом отклонений от модельного животного или разработанного стандарта [9, 10].

Линейная система оценки экстерьерного типа животных позволяет получить объективные данные как об отдельных животных, так и стадах в целом, вести корректирующий подбор для устранения выявленных недостатков экстерьера животных и, таким образом, влиять на тип их телосложения, а также оценивать и ранжировать быков-производителей по типу телосложения их дочерей, проводить отбор по признакам молочности [5, 11]. Кроме того, этот метод дает надежное представление о крепости конституции и здоровье животных [10].

Животные с правильным экстерьером менее подвержены болезням вымени и конечностей. У таких коров реже бывают тяжелые отелы, они способны потреблять большее количество кормов, необходимых для высокой продуктивности. На сегодняшний день сложились следующие требования к экстерьеру крупного рогатого скота молочного направления продуктивности: животные должны быть ярко выраженного молочного типа с крепкой конституцией, хорошо развитым костяком, крепкими, правильно поставленными конечностями. Копытный рог должен быть прочным, правильной формы; спина, поясница и крестец – расположены в одной плоскости, высота в холке – не менее 140 см. Вымя должно быть чашеобразной формы, объемистое, железистое, достаточно плотно прикрепленное к телу с равномерно развитыми долями, срединная связка вымени – упру-

гая и четко делит его дно на две равные половины, соски – цилиндрической формы, расположены вертикально точно под своими четвертями [7].

Наряду с зарубежными странами широкое распространение в последние годы линейная оценка получила и в нашей стране. В Красноярском крае при совершенствовании молочных стад линейной оценке уделяется недостаточно внимания, в связи с этим изучение экстерьерных особенностей коров и взаимосвязи типа экстерьера с молочной продуктивностью является актуальным.

Многими исследованиями подтверждается положительная связь экстерьерных признаков коров с их молочной продуктивностью [12, 17]. Авторы, изучив взаимосвязь удоя с показателями линейной оценки коров, сделали вывод, что проведение отбора на основании этой оценки будет способствовать повышению молочной продуктивности стад.

Другие авторы, напротив, отмечали низкие значения фенотипических корреляций между типом и надоями коров, и средние уровни генетических корреляций между выходом молока и большинством линейных признаков [18].

Изучение селекционно-генетических параметров признаков экстерьера у высокопродуктивного молочного скота помогает усовершенствовать работу селекционера. Оценка параметров изменчивости позволяет оценить ситуацию с выравниваемостью животных по отдельным статьям, промерам, в определенной мере прогнозировать успех селекции. Данные о корреляционных связях между отдельными признаками также облегчают ведение селекционной работы, поскольку, отбирая животных по одним признакам, мы косвенно изменяем и другие, связанные с ними [2].

Определённое влияние на молочную продуктивность коров оказывает и применяемый в хозяйстве вариант подбора (гомогенный, гетерогенный), результаты которого при разной продуктивности стад и хозяйственных условий могут отличаться. При этом необходимо помнить, что подбор и использование выдающегося быка-производителя с высоким генетическим потенциалом может оказать большое влияние на создание высокопродуктивного стада [1]. В.К. Мырнин, изучив вопрос о гетерогенности подбора в молочных стадах, отмечает, что при увеличении разницы генетических потенциалов молочной продуктивности материнских предков удой коров снижается [14]. Автор также утверждает, что использование высокопродуктивных быков на стадах с низкой и средней продуктивностью нецелесообразно.

Цель исследований – изучение влияния разных



типов подбора на экстерьер и молочную продуктивность коров красно-пестрой породы. Задачи исследований: изучить экстерьер коров разных вариантов подбора линейным методом и путём взятия промеров тела; определить генетический потенциал продуктивности коров и степень его реализации; установить взаимосвязь между удоем и признаками экстерьера; рассчитать экономическую эффективность.

Материалы и методы исследований

Экспериментальные исследования были проведены в племязаводе ЗАО «Назаровское» Назаровского района Красноярского края. Общее поголовье крупного рогатого скота красно-пестрой породы в хозяйстве по данным сводной бонитировочной ведомости за 2015 г. составило 6098 голов, в т.ч. 3514 коров; молочная продуктивность коров – 6506 кг молока, массовая доля жира и белка в молоке соответственно 3,87 и 3,02%.

Для проведения научно-производственного опыта по принципу пар-аналогов были сформированы 3 группы подопытных коров красно-пестрой породы с учетом возраста (второй отёл), периода лактации (с 30-го по 120-й день) и варианта подбора. В группу I отобрано 11 коров с разницей генетических потенциалов молочной продуктивности (РГП) матери отца (МО) и матери (М) менее 4 тыс. кг (гомогенный подбор); во группу II – 11 коров с РГП 4-6 тыс.кг (умеренно гомогенный подбор); в группу III – 12 коров с РГП более 6 тыс.кг (гетерогенный подбор). Подопытные коровы во время проведения исследований находились в одинаковых условиях кормления и содержания.

Линейная оценка экстерьера коров проводилась в соответствии с «Правилами оценки телосложения дочерей быков-производителей молочных и молочно-мясных пород» по системам А и Б. Помимо визуальной оценки экстерьера у подопытных коров были взяты семь промеров статей тела, по которым впоследствии рассчитали индексы телосложения.

Молочную продуктивность определяли по удою, массовой доле жира и белка в молоке за 305 дней лактации.

Обработку опытных данных проводили на основе общепринятых статистических методов на персональном компьютере с использованием про-

граммы Microsoft Excel.

Экономический эффект от использования коров разных вариантов подбора определён по «Методике определения экономической эффективности ...» [13].

Результаты исследований

В хозяйстве ведется интенсивная селекционная работа по совершенствованию не только молочной продуктивности коров, но и их типичности. Поголовье крупного рогатого скота хозяйства представлено высокорослыми животными красно-пестрой породы, обладающими выраженным молочным типом телосложения. У большинства коров сухой, легкий костяк, длинная шея, тонкая, эластичная кожа с блестящим шерстяным покровом, глубокая и широкая грудь и правильно поставленные конечности, вымя чашеобразной и ваннообразной формы. Спина, поясница и крестец прямые и достаточно широкие. Лишь некоторые животные имеют нетипичный экстерьер – низкорослость, угловатость форм, неправильную постановку конечностей [15].

Одним из важнейших факторов, определяющих ценность скота, является генетический потенциал животных. Для его определения используют данные о молочной продуктивности материнских предков, представленные в племенных карточках коров [6]. По разнице генетических потенциалов между материнскими предками определяется тип подбора в стаде. Характеристика коров разных вариантов подбора по экстерьеру приведена в таблице 1.

Сравнительный анализ полученных данных по промерам и индексам телосложения коров не выявил существенных различий между группами. По большинству показателей коровы группы I незначительно превосходили сверстниц двух других групп (табл. 1). Показатели изменчивости экстерьерных признаков имели низкие значения (2,0-10,7%), что говорит о выравнивании животных. Возможно, это связано с использованием чистопородных голштинских быков-производителей. Наименее изменчивыми оказались такие параметры экстерьера как высота в холке (2,0 - 4,1%), глубина груди (3,0-4,8%) и обхват груди за лопатками (3,4-4,3%), а также косая длина туловища (2,8-3,6%).

Таблица 1 – Показатели экстерьера коров в зависимости от вариантов подбора

| Показатель | Группа | | | | | |
|----------------------------|------------|-----|------------|-----|------------|-----|
| | I | | II | | III | |
| | M±m | Cv | M±m | Cv | M±m | Cv |
| Промеры тела, см | | | | | | |
| Высота в холке | 138,2±1,70 | 4,1 | 136,2±1,43 | 3,0 | 136,7±0,79 | 2,0 |
| Глубина груди за лопатками | 68,0±0,98 | 4,8 | 67,1±0,72 | 3,0 | 68,5±0,70 | 3,6 |
| Ширина груди за лопатками | 42,3±0,65 | 5,1 | 41,1±1,10 | 7,5 | 41,6±1,02 | 8,5 |
| Косая длина туловища | 160,1±1,36 | 2,8 | 156,4±1,78 | 3,2 | 158,5±1,66 | 3,6 |
| Обхват груди за лопатками | 203,2±2,06 | 3,4 | 198,9±2,88 | 4,1 | 197,6±2,43 | 4,3 |
| Ширина зада в маклоках | 51,5±1,49 | 9,6 | 49,9±0,98 | 5,5 | 49,8±0,41 | 2,8 |
| Обхват пясти | 21,0±0,29 | 4,5 | 20,4±0,26 | 3,6 | 21,2±0,26 | 4,3 |



Продолжение таблицы 1

| Индексы телосложения, % | | | | | | |
|-------------------------|------------|------|------------|-----|------------|-----|
| Высоконогости | 50,7±0,82 | 5,4 | 50,7±0,48 | 2,7 | 49,9±0,47 | 3,3 |
| Растянутости | 116,0±1,43 | 4,1 | 114,9±1,23 | 3,0 | 116,0±1,37 | 4,1 |
| Сбитости | 127,0±1,49 | 3,9 | 127,2±2,34 | 5,2 | 124,7±1,30 | 3,6 |
| Костистости | 15,2±0,26 | 5,8 | 15,0±0,24 | 4,5 | 15,5±0,22 | 4,8 |
| Тазогрудной | 82,9±2,68 | 10,7 | 82,5±2,15 | 7,4 | 83,6±2,29 | 9,5 |
| Грудной | 62,3±1,05 | 5,6 | 61,3±1,68 | 7,8 | 60,7±1,17 | 6,7 |

Анализ данных линейной оценки по большинству признаков не выявил существенных различий между группами (табл. 2), за исключением одного показателя (балл за глубину туловища в области последнего ребра). По этому показателю коровы группы II уступали животным группы III на 0,9 балла ($P>0,95$). Следует отметить, что коровы группы I (гомогенный подбор) получили лучшие баллы за высоту в крестце (6,4), крепость телосложения (4,9), молочные формы (5,5), положение передних сосков (5,0).

Комплексная оценка экстерьера подопытных животных также не выявила значительных отличий между группами. Наибольший балл по общей оценке получили коровы группы II, они незначительно превосходили сверстниц других групп по большинству показателей этой оценки. По результатам общей оценки животные всех групп соответствовали типу телосложения «Хороший +».

Таблица 2 – Показатели линейной оценки коров в зависимости от вариантов подбора

| Показатель | Группа | | | | | |
|---|-----------|------|-----------|------|-----------|------|
| | I | | II | | III | |
| | M± m | Cv | M± m | Cv | M± m | Cv |
| Высота в крестце | 6,4±0,44 | 22,5 | 6,1±0,37 | 17,3 | 6,2±0,34 | 18,7 |
| Глубина туловища в области последнего ребра | 4,2±0,36 | 28,6 | 3,4±0,26* | 21,1 | 4,3±0,25 | 19,8 |
| Крепость телосложения | 4,9±0,30 | 20,3 | 4,2±0,58 | 38,9 | 4,8±0,47 | 34,4 |
| Ширина зада в седалищных буграх | 5,3±0,37 | 23,2 | 4,7±0,40 | 24,0 | 4,8±0,29 | 21,2 |
| Длина крестца | 3,3±0,34 | 35,0 | 3,1±0,45 | 40,8 | 3,3±0,27 | 28,6 |
| Положение таза | 4,2±0,42 | 33,7 | 4,9±0,37 | 21,6 | 4,5±0,35 | 26,4 |
| Обмускуленность | 4,9±0,27 | 18,3 | 5,2±0,39 | 20,9 | 5,5±0,19 | 12,1 |
| Постановка задних ног | 5,0±0,22 | 14,8 | 4,7±0,31 | 18,6 | 5,3±0,27 | 17,9 |
| Угол копыта | 4,8±0,39 | 27,1 | 4,3±0,18 | 11,5 | 4,2±0,26 | 21,6 |
| Молочные формы | 5,5±0,27 | 16,5 | 5,2±0,39 | 20,9 | 5,3±0,32 | 20,9 |
| Прикрепление передних долей вымени | 5,8±0,38 | 21,7 | 5,8±0,39 | 18,9 | 5,1±0,28 | 18,8 |
| Длина передних долей вымени | 5,3±0,30 | 18,5 | 5,3±0,40 | 21,0 | 4,8±0,35 | 25,1 |
| Высота прикрепления задних долей вымени | 5,3±0,39 | 24,5 | 5,9±0,51 | 24,7 | 5,2±0,42 | 28,4 |
| Ширина задних долей вымени | 6,2±0,38 | 20,6 | 6,3±0,43 | 19,3 | 5,7±0,32 | 19,5 |
| Борозда вымени | 6,0±0,34 | 18,8 | 5,4±0,53 | 27,7 | 6,2±0,24 | 13,4 |
| Положение дна вымени | 5,8±0,22 | 12,3 | 5,4±0,40 | 20,8 | 6,1±0,18 | 10,5 |
| Расположение передних сосков | 5,0±0,31 | 20,9 | 4,7±0,35 | 21,4 | 4,8±0,31 | 22,0 |
| Длина сосков | 5,3±0,23 | 14,6 | 5,8±0,34 | 16,8 | 5,4±0,19 | 12,1 |
| Комплексная оценка по системе Б | | | | | | |
| Объём туловища | 82,9±0,96 | 3,8 | 82,4±1,25 | 4,3 | 82,3±0,67 | 2,8 |
| Выраженность молочных признаков | 83,8±0,69 | 2,8 | 84,1±0,72 | 2,4 | 83,5±0,48 | 2,0 |
| Ноги | 79,8±0,63 | 2,6 | 80,7±0,59 | 2,1 | 79,6±0,46 | 2,0 |
| Вымя | 83,4±0,72 | 2,9 | 83,7±0,64 | 2,2 | 82,8±0,53 | 2,2 |
| Общий вид | 82,7±0,62 | 2,5 | 82,8±0,55 | 1,9 | 82,2±0,39 | 1,6 |
| Общая оценка | 82,8±0,63 | 2,5 | 83,0±0,52 | 1,8 | 82,3±0,41 | 1,7 |
| Тип телосложения | 4 + | | 4 + | | 4 + | |

* $P>0,95$

В таблице 3 приведены показатели молочной продуктивности и развития коров, коэффициента молочности (КМ), уровня продуктивности материнских предков и степени реализации генетического потенциала удоа (РГПУ).



Таблица 3 – Показатели молочной продуктивности коров

| Показатель | Группа | | | | | |
|-----------------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|
| | I | | II | | III | |
| | M±m | Cv | M±m | Cv | M±m | Cv |
| Удой, кг | 6371±210,8 | 11,0 | 6176±301,9 | 13,8 | 6381±181,8 | 9,9 |
| МДЖ, %: | 3,85±0,01 | 1,2 | 3,86±0,02 | 1,6 | 3,87±0,03 | 2,3 |
| МДБ, % | 2,97±0,03 | 3,5 | 2,98±0,03 | 2,6 | 2,99±0,02 | 2,6 |
| Живая масса, кг | 500±9,8 | 6,5 | 494±5,43 | 3,1 | 510±9,1 | 6,2 |
| КМ, кг | 1277±40,6 | 10,5 | 1250±58,75 | 13,3 | 1253±34,6 | 9,6 |
| Удой, кг: МО | 9710±275,8*** | 9,4 | 11905±359,4** | 8,5 | 13533±324,9 | 8,3 |
| М | 6567±177,8 | 9,0 | 6841,1±359,08 | 14,9 | 6279±218,8 | 12,1 |
| РГП, кг | 3143±197,9*** | 20,9 | 5064±185,0*** | 10,3 | 7254±357,8 | 17,1 |
| ГП удоя, кг | 8139±209,8** | 8,6 | 9373±347,1 | 10,5 | 9906±211,4*** | 7,4 |
| РГПУ, % | 79,1±4,0 | 16,9 | 67,0±5,0 | 21,3 | 64,8±2,5** | 13,5 |

*P>0,95; **P>0,99; ***P>0,999

Анализ молочной продуктивности показал незначительное преимущество по удою коров группы III по сравнению со сверстницами других групп. Достоверная разница обнаружена по удою за наивысшую лактацию матери отца при сравнении показателей коров группы III с животными групп II и I (+1628 и +3823 кг; P>0,99-0,999). По разнице генетических потенциалов материнских предков коровы группы III превосходили коров других групп на 2190 и 4111 кг (P>0,999). Коровы группы I имели наименьший уровень генетического потенциала удоя: разница с животными группы II составила 1234 кг (P>0,99), группы III – 1767 кг (P>0,999).

Наиболее высокая степень реализации генетического потенциала удоя отмечена у коров группы I (гомогенный подбор) – 79,1%, что было больше по сравнению с группой III (гетерогенный подбор) на 14,3% (P>0,99).

Показатели изменчивости в подопытных группах имели размах от низких (1,2–10,5%) до средних (11,0–21,3%). Наибольшая вариабельность отмечена в группе I по разнице генетических по-

тенциалов материнских предков (20,9%), в группе II – по степени реализации генетического потенциала удоя (21,3%). Наименее изменчивыми оказались показатели массовой доли жира (1,20–2,30%) и белка в молоке (2,62–3,53%) и живой массы коров (3,1–6,5%).

Доказано, что молочная продуктивность коров находится в прямой зависимости от экстерьерных особенностей животного организма [4]. Однако для эффективной селекции необходимо знать, в какой именно степени взаимосвязаны те или иные признаки экстерьера с удоём коров.

В результате расчёта коэффициентов корреляции между признаками экстерьера и удоём коров у животных группы II установлены средние значения взаимосвязи между признаками «ширина зада в маклоках – удоём» (P>0,999) и слабые значения – по парам признаков «обхват пясти – удоём» (P>0,95), «индекс костистости – удоём» (P>0,95). Также слабая взаимосвязь отмечена у животных группы I по паре признаков «тазогрудной индекс – удоём» (P>0,95) (табл. 4).

Таблица 4 – Взаимосвязь между удоём и признаками экстерьера коров

| Коэффициент корреляции признака экстерьера с удоём | Группа | | |
|--|-------------|---------------|-------------|
| | I | II | III |
| Промеры тела, см | | | |
| Высота в холке | 0,23±0,308 | -0,03±0,378 | 0,32±0,286 |
| Глубина груди за лопатками | 0,20±0,310 | 0,11±0,376 | 0,11±0,300 |
| Ширина груди за лопатками | 0,23±0,308 | 0,14±0,374 | 0,16±0,298 |
| Косая длина туловища | -0,02±0,316 | 0,27±0,364 | -0,25±0,292 |
| Обхват груди за лопатками | 0,05±0,316 | -0,08±0,377 | -0,24±0,293 |
| Ширина зада в маклоках | -0,32±0,300 | 0,61±0,299*** | -0,09±0,300 |
| Обхват пясти | 0,15±0,313 | 0,39±0,348* | -0,03±0,301 |
| Индексы телосложения, % | | | |
| Высоконогости | -0,02±0,316 | -0,16±0,373 | 0,08±0,301 |
| Растянутости | -0,24±0,307 | 0,31±0,359 | -0,38±0,279 |
| Сбитости | 0,08±0,315 | -0,25±0,366 | -0,04±0,301 |
| Костистости | -0,04±0,316 | 0,34±0,355* | -0,16±0,298 |
| Тазогрудной | 0,40±0,290* | -0,32±0,358 | 0,17±0,297 |
| Грудной | 0,01±0,316 | 0,08±0,377 | 0,15±0,298 |

*P>0,95; ***P>0,999



Аналогичные исследования проводили О.И. Лешонок и А.В. Новиков [8], а также Гридин В.Ф. [3], получив в результате размах корреляции от слабо отрицательной до положительной.

Для расчёта экономической эффективности разведения животных, полученных при разных вариантах подбора, была использована модифицированная формула, в которой прибавка продукции в группах рассчитывалась по отношению к группе с минимальными значениями удоя (группа II). Наибольшая прибавка в удое, а, следовательно, и экономический эффект получены в группе III животных (гетерогенный подбор) (рис.).

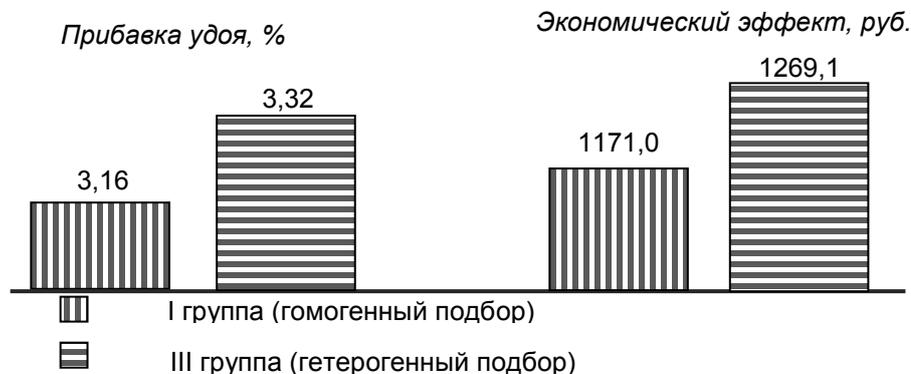


Рис. – Экономический эффект от использования животных разных вариантов подбора

Заключение

В исследованиях установлено, что тип подбора пар при разведении с учётом молочной продуктивности материнских предков, а также разницы их генетических потенциалов по удою оказывает влияние на экстерьер и молочную продуктивность потомства. Животные, полученные в результате гомогенного подбора (группа I), по большинству признаков экстерьера незначительно превосходили сверстниц других групп, но немного уступали по молочной продуктивности коровам, полученным в результате гетерогенного подбора (группа III). Коровы группы I имели достоверное преимущество по сравнению с животными группы III по степени реализации генетического потенциала удоя. Наименее выгодным в хозяйстве оказался умеренно-гомогенный подбор (группа II). У животных групп I и III по сравнению со сверстницами группы II прибавка в удое составила 3,16 и 3,32%, экономический эффект соответственно 1171,0 и 1269,1 руб. При определении взаимосвязи между признаками экстерьера и удоем установлены достоверные значения коэффициента корреляции по отдельным парам признаков, но сложно говорить о какой-либо закономерности.

Список литературы

1. Бельков, Г. И. Продуктивные качества коров симментальской породы и помесей с голштинской породой [Текст] / Г. И. Бельков, В. А. Панин // Известия ТСХА. – 2010. – № 3. – С. 70–76.
2. Грачев, В. С. Комплексная оценка экстерьера высокопродуктивных молочных коров линейным методом [Текст] / В. С. Грачев // Известия Санкт-Петербургского Государственного аграрного университета. – 2011. – № 23. – С. 127–135.
3. Гридин, В. Ф. Взаимосвязь молочной продуктивности первотелок с промерами тела [Текст] / В. Ф. Гридин // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 1 (131). – С. 41–43.
4. Гридина, С. Селекционная работа с крупным рогатым скотом на Урале [Текст] / С. Гридина, В. Петров // Нивы Урала. – 2006. – № 6. – С. 7–9.
5. Гурьянов, А. М. Линейная оценка эксте-

рьера животных красно-пёстрой породы [Текст] / А. М. Гурьянов, А. П. Вельматов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2005. – № 4. – С. 4–7.

6. Добровольский, В. Прогнозирование молочной продуктивности коров по удою предков [Текст] / В. Добровольский, В. Федоряка // Молочное и мясное скотоводство. – 1997. – № 5. – С. 11–13.

7. Кутровский, В. Н. Реализация генетического потенциала чёрно-пёстрого и холмогорского скота при создании высокопродуктивных молочных стад [Текст] / В. Н. Кутровский, Н. И. Иванова, В. М. Пурецкий. – М., 2010. – С. 256.

8. Лешонок, О. И. Взаимосвязь экстерьера и молочной продуктивности коров-первотелок [Текст] / О. И. Лешонок, А. В. Новиков // Аграрно-продовольственная политика России. – 2014. – № 4. – С. 49–51.

9. Линейная оценка экстерьера коров симментальской породы различных генотипов в условиях Республики Мордовия [Текст] / А. А. Вельматов [и др.] // Огарев-online. – 2015. – № 1 (42). – С. 9.

10. Линейная оценка экстерьера первотелок создаваемого Поволжского типа скота красно-пёстрой породы [Текст] / А. В. Морозов [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2010. – № 4 (20). – С. 114–115.

11. Литвинов, И. Линейная оценка быков-производителей в Вологодской области [Текст] / И. Литвинов, С. Тяпугин // Молочное и мясное скотоводство. – 2004. – № 3. – С. 22–23.

12. Мартынова, Е. Линейная оценка экстерьера коров и её связь с продуктивностью [Текст] / Е. Мартынова, Ю. Девятова // Молочное и мясное скотоводство. – 2004. – № 8. – С. 23–25.

13. Методика определения экономической эффективности в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений [Текст]. – М. : Колос, 1980.

14. Мымрин, В. К. К вопросу гетерогенности



подбора в молочных стадах [Текст] / В. К. Мымрин // Молочное и мясное скотоводство. – 2006. – № 4. – С. 22–24.

15. Оценка экстерьера коров красно-пестрой породы разной линейной принадлежности [Текст] / Л. В. Ефимова [и др.] // Инновационные разработки молодых учёных – развитию агропромышленного комплекса : сб. науч. тр. ФГБНУ ВНИИОК. – Ставрополь, 2016. – Т. 1. – Вып. 9. – С. 522–525.

16. Об утверждении государственной программы Красноярского края «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» на 2014–2020 годы [Электронный ресурс] : Постанов-

ление № 506-п от 30 сентября 2013 г. – Режим доступа : <http://zakon.krskstate.ru/doc/16064>. – (Дата обращения 20.06.2018).

17. Тишкина, Т. Н. Линейная оценка экстерьера животных красно-пестрой породы [Текст] / Т. Н. Тишкина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 4. – С.156–159.

18. Phenotypic and genetic relationship between linear functional type traits and milk yield for five breeds [Текст] / H.D. Norman, R.L. Powell, J.R. Wright, B.G. Cassell // J Dairy Sci. - 1988. - Vol. 71. - № 7. - P. 1880–1896.

RELATIONSHIP EXTERIOR AND DAIRY PRODUCTIVITY OF COWS OF RED-MOTLEY BREED DEPENDING ON THE VARIANT SELECTION

Efimova Lyubov V., Ph.D. in agricultural sciences, associate professor, principal research scientist, ljubow_wal@mail.ru

Zaznobina Tatyana V., associated researcher, graduate student, krasnptig75@yandex.ru

Ivanova Olga V., Doctor of agricultural sciences, professor of the RAS, director, krasnptig75@yandex.ru

Ivanov Evgeniy A., Ph.D. in agricultural sciences, senior research scientist, krasnptig75@yandex.ru

Krasnoyarsk Research Institute of Animal Husbandry – Separate Division of FRC KSC SB RAS

Currently in breeding of cattle milk direction productivity apply linear estimation of exterior. This estimate is used in the selection of pairs for breeding and eliminate of exterior flaws in the offspring. In Krasnoyarsk region the largest share among the cattle breeds takes red-motley breed (62.8% of the total quantity of dairy cattle). One of the leading breeding farms for the breeding of cattle of this breed in the region is a breeding plant CJSC "Nazarovskoe". In the region had not analysed of the results on the use of rebounds in breeding of dairy cattle. The purpose of research: to study the influence of different types of selection on the exterior and milk yield of cows of red-motley breed. Scientific studies had conducted in CJSC "Nazarovskoe" on cows of red-motley breed second calving. To determine the characteristics of exterior cows and assignment to type body have been used two of methods: linear estimate and taking body measurements. In the research had found, that the type of the selection affect exterior and milk yield of the descendants, but to different degrees. The animals in analyzed groups had not significant differences in conformation and milk yield, but were significantly different in the degree of realization of genetic potential. Maximum milk production had observed in the groups of cows, received in resulting of homogeneous and heterogeneous selections. In the difference from the group of peers with moderately homogeneous selection they had higher milk yield on 3.16 and 3.32% respectively. The economic effect was 1171.0 and 1269.1 rubles respectively.

Key words: red-motley breed, the type of selection, exterior, linear estimator, body type, milk yield, the interrelation between the signs, the Krasnoyarsk Territory.

Literatura

1. Bel'kov, G.I. Produktivnye kachestva korov simmental'skoj porody i pomesej s golshtinskoj porodoj / G.I. Bel'kov, V.A. Panin // Izvestija TSHA. – 2010. – № 3. – S.70–76.

2. Grachev, V.S. Kompleksnaja ocenka ekster'era vysokoproduktivnyh molochnyh korov linejnym metodom / V.S. Grachev // Izvestija Sankt-Peterburgskogo Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2011. – № 23. – S. 127–135.

3. Gridin, V.F. Vzaimosvjaz' molochnoj produktivnosti pervotelok s promerami tela / V.F. Gridin // Agrarnyj vestnik Urala. – 2015. – № 1 (131). – S. 41–43.

4. Gridina, S. Selekcionnaja rabota s krupnym rogatym skotom na Urale / S. Gridina, V. Petrov // Nivy Urala. – 2006. – № 6. – S.7–9.

5. Gur'janov, A.M. Linejnaja ocenka ekster'era zhivotnyh krasno-pjostroj porody / A.M. Gur'janov, A.P. Vel'matov // Doklady Rossijskoj akademii sel'skohozjajstvennyh nauk. – 2005. – № 4. – S. 4–7.

6. Dobrovolskij, V. Prognozirovanie molochnoj produktivnosti korov po udoju predkov / V. Dobrovolskij, V. Fedorjaka // Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo. – 1997. – № 5. – S. 11–13.

7. Kutrovskij, V.N. Realizacija geneticheskogo potenciala chorno-pjostrogo i holmogorskogo skota pri sozdanii vysokoproduktivnyh molochnyh stad / V.N. Kutrovskij, N.I. Ivanova, V.M. Pureckij. – M., 2010. – S. 256.

8. Leshonok, O.I. Vzaimosvjaz' ekster'era i molochnoj produktivnosti korov-pervotelok / O.I. Leshonok, A.V. Novikov // Agroprodovol'stvennaja politika Rossii. – 2014. – №4. – S.49–51.

9. Linejnaja ocenka ekster'era korov simmental'skoj porody razlichnyh genotipov v uslovijah Respubliki Mordovija / A.A. Vel'matov [i dr.] // Ogarev-online. – 2015. – № 1 (42). – S. 9.

10. Linejnaja ocenka ekster'era pervotjok sozdavaemogo Povolzhskogo tipa skota krasno-pjostroj porody / A.V. Morozov [i dr.] // Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. – 2010. – № 4 (20). – S. 114–115.



11. Litvinov, I. Linejnaja ocenka bykov–proizvoditelej v Vologodskoj oblasti / I. Litvinov, S. Tjapugin // *Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo*. – 2004. – № 3. – S. 22–23.
12. Martynova, E. Linejnaja ocenka ekster'era korov i ejo svjaz' s produktivnost'ju / E. Martynova, Ju. Devjatova // *Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo*. – 2004. – № 8. – S. 23–25.
13. Metodika opredelenija jekonomicheskoj jeffektivnosti v sel'skom hozjajstve rezul'tatov nauchno-issledovatel'skih rabot, novoj tehniki, izobretenij i racionalizatorskih predlozhenij. – M.: Kolos, 1980. – S. 108–109.
14. Mymrin, V.K. K voprosu geterogenosti podbora v molochnyh stadah / V.K. Mymrin // *Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo*. – 2006. – № 4. – S. 22–24.
15. Ocenka ekster'era korov krasno-pjostroj porody raznoj linejnoj prinadlezhnosti / L.V. Efimova [i dr.] // *Innovacionnye razrabotki molodyh uchjonyh – razvitiju agropromyshlennogo kompleksa: sb. nauch. tr. FGBNU VNIIOK. – Stavropol', 2016. – T. 1. – Vyp. 9. – S. 522–525.*
16. Postanovlenie № 506-p ot 30 sentjabrja 2013 g. «Ob utverzhenii gosudarstvennoj programmy Krasnojarskogo kraja «Razvitie sel'skogo hozjajstva i regulirovanie rynkov sel'skohozjajstvennoj produkcii, syr'ja i prodovol'stvija» na 2014–2020 gody [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://zakon.krskstate.ru/doc/16064>. (Data obrashhenija 20.06.2018).
17. Tishkina, T.N. Linejnaja ocenka ekster'era zhivotnyh krasno-pjostroj porody / T.N. Tishkina // *Vestnik Ul'janovskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii*. – 2015. – № 4. – S. 156–159.
18. Phenotypic and genetic relationship between linear functional type traits and milk yield for five breeds / H.D. Norman, R.L. Powell, J.R. Wright, B.G. Cassell // *J Dairy Sci*. 1988. Vol. 71. № 7. P. 1880–1896.



УДК 619:636

ФИТОПРЕПАРАТ ДЛЯ ИНАКТИВАЦИИ МИКОТОКСИНОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ В ЗЕРНОВОЙ МАССЕ

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

ЛЕВИН Виктор Иванович, д-р с.-х. наук, профессор каф. агрохимии и лесного дела,

ЛЬГОВА Ирина Петровна, канд. медицинских наук, доцент кафедры эпизоотологии, микробиологии и паразитологии

ЛОМОВА Юлия Валерьевна, канд. вет. наук, доцент кафедры эпизоотологии, микробиологии и паразитологии,

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Целью исследований явилось теоретическое обоснование и разработка препарата, обеспечивающего инактивацию микотоксинов, возникающих в процессе жизнедеятельности микрофлоры зерновой массы. Задача исследований – определение оптимальных доз препарата для обработки семян зерновых с целью нейтрализации микотоксинов. Исследования проводились в период с декабря 2017 по ноябрь 2018 года на базе ФГБОУ ВО «Рязанский агротехнологический университет имени П.А. Костычева», ГБУ РО «Рязанская облветлаборатория», ООО «ИЛ Тест-Пушино» и сельскохозяйственных предприятий Рязанской области. Объект исследования: образцы зерновой массы сельскохозяйственных культур (пшеница) из сельскохозяйственных предприятий Рязанской области и препарат растительного происхождения, используемый для инактивации микотоксинов. Оценку степени пораженности зерна проводили люминесцентной диагностикой при помощи лампы Вуда «Сапфир». Наличие микотоксинов определяли методом иммуно-ферментного анализа. Разработанный фитопрепарат для нейтрализации микотоксинов представляет собой натуральный растительный экстракт, в состав которого входят органические кислоты. Определение оптимальных доз препарата проводили с использованием тест-реакции семян пшеницы с первоначальной всхожестью 67%. Изучено действие различных доз препарата на семена. Эффективность обработки оценивали по показателям энергии прорастания и всхожести, определяемым на третий день и седьмой, соответственно. Выявлено, что аэрозольная обработка растительным препаратом семян значительно эффективней, чем замачивание. После трёх дней проращивания проростки семян опытных вариантов опережали контрольные по длине ростков и зародышевых корешков. Предложенный способ обработки семян зерновых культур позволяет не только стимулировать прорастание, но и способствовать ингибированию микотоксинов зерновой массы, что в итоге повышает эффективность сельскохозяйственного производства. Наибольший эффект обеспечивала обработка семян аэрозольным методом 5%-й водно-спиртовой эмульсией фитопрепарата из расчета 40 мл/кг зерна.

Ключевые слова: нейтрализация микотоксинов, стимулирование прорастания семян, повышенные энергии прорастания семян.



Введение

В настоящее время актуальным является вопрос разработки препаратов, инактивирующих действие микотоксинов, возникающих в процессе жизнедеятельности микрофлоры зерновой массы. Важным является, чтобы данные препараты не ухудшали свойств семян зерновых культур, что в конечном итоге повышает посевные качества и эффективность сельскохозяйственного производства.

Микроскопические грибы, паразитирующие на растениях, ухудшают пищевую ценность зернового сырья и кормов, контаминируя сельскохозяйственную продукцию своими метаболитами – микотоксинами. Загрязнение зерна и другой сельскохозяйственной продукции возможно на всех этапах их производства, транспортировки, хранения и переработки, оно не ограничено территорией и временем года [2, 7].

В России в качестве наиболее опасных микотоксинов, накапливающихся в зерновой массе, кормах, продуктах питания, выделяют Т-2 токсин, афлатоксины В1 и М1, дезоксиниваленол, патулин и зеараленон, охратоксин А, роридин А, из которых по степени распространения наибольшее значение имеют фузариотоксины – Т-2 токсин, дезоксиниваленол, зеараленон [2, 5, 7, 9].

Попав в организм животных, микотоксины вызывают патологические состояния в виде угнетения гемопоза, кровотечения, геморрагий во внутренних органах и коже, язвы желудка, гастроэнтеритов, диареи, некрозов кожи и слизистой оболочки ротовой полости, нарушения деятельности центральной нервной системы, аборт, мумификации плодов, угнетения половой функции [1, 4, 5, 6].

Важной задачей, поставленной перед ветеринарными специалистами, агрономами является проблема профилактики и борьбы с микотоксинами.

Анализ различных разработок препаратов, нейтрализующих микотоксины, показывает, что для этой цели применяются препараты различной природы: минерального, растительного, химического происхождения и комплексные [8, 10, 11].

Использование химических препаратов для обработки семян имеет ряд отрицательных последствий, среди которых загрязнение окружающей среды, накопление опасных химических веществ как в почве, так и в продукции растениеводства [8-11].

Адсорбенты ингибируют поступление микотоксинов из желудочно-кишечного тракта, снижают токсическое воздействие на организм и предотвращают контаминацию этими соединениями и их метаболитами конечных продуктов, предназначенных для потребления человеком. Методом адсорбции эффективно удаляются полярные микотоксины (это в основном афлатоксины, в некоторой степени фумонизины). В то же время неполярные токсины одними адсорбентами практически не сорбируются, а другими сорбируются недостаточно эффективно [8-11].

Эффективны органические адсорбенты на основе глюканов дрожжевой клетки, хитозана и других биополимеров, гуминовых веществ, способ-

ных эффективно адсорбировать широкий спектр микотоксинов [8, 9, 10, 11].

Диапазон используемых препаратов чрезвычайно многообразен, что объясняется большим количеством микотоксинов.

Исходя из этого, нами предложен фитопрепарат растительного происхождения для нейтрализации микотоксинов.

Цель исследования – теоретическое обоснование разработки препарата, инактивирующего действие микотоксинов, вырабатываемых микрофлорой зерновой массы.

Научная новизна ожидаемых результатов заключается в том, что разработан фитопрепарат, снижающий влияние микотоксинов на зерновую массу и организм животных, проведена его апробация на организме животных в лабораторных условиях.

В задачи исследований входило определение оптимальных доз препарата для обработки семян зерновых для нейтрализации микотоксинов.

Материал и методы

Исследования проводились на базе ФГБОУ ВО «Рязанский агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ), ГБУ РО «Рязанская облветлаборатория», ООО «ИЛ Тест-Пушино» и сельскохозяйственных предприятий Рязанской области в период с декабря 2017 по ноябрь 2018 года.

Для проведения исследований были использованы 12 образцов зерновой массы сельскохозяйственных культур (пшеница, ячмень, овес, горох и кукуруза) из сельскохозяйственных предприятий Рязанской области.

Оценку посевных качеств семян пшеницы, ячменя, овса и морфологических, биометрических показателей проростков зерновок выполняли в соответствии с ГОСТ-12040-84, а также используя по 100 проростков в четырёхкратной повторности по каждому варианту.

Для оценки степени пораженности зерна проводили люминесцентную диагностику при помощи лампы Вуда «Сапфир», которая пропускает коротковолновые ультрафиолетовые лучи с длиной волны 365 нм на исследуемый объект через черный увиолевый светофильтр, в результате чего объекты начинают светиться. Исследуемые образцы просматривали в затемненном помещении.

Микотоксикологические исследования проводили методом иммуно-ферментного анализа по общепринятой методике в соответствии с ГОСТ 31653-2012, МУ 5177-90, ГОСТ 28001-88 на наличие микотоксина Т-2, афлатоксина В1, зеараленона, микотоксина ДОН (дезоксиниваленола), охратоксина А.

Оценку качества питательности кормов проводили в соответствии с ГОСТ 13586.5, ГОСТ 13496.4, ГОСТ 31675, ГОСТ 26226, ГОСТ 13496.15, ГОСТ 26176, методическими указаниями по оценке качества и питательности кормов, ЦИНАО, 1993г.

Для мониторинга инфекционных болезней был проведен анализ журналов эпизоотической ситуации №3 и отчетной документации по Рязанской области за 2010-2017 годы.

Разработанный фитопрепарат для нейтрализа-



ции микотоксинов представляет собой натуральный растительный экстракт, в состав которого входят органические кислоты.

Результаты исследований и обсуждение

При оценке всхожести семян и морфофизиологических показателей проростков зерновок различных сельскохозяйственных культур различных растений (использовали по 50 проростков в четырёхкратной повторности по каждому варианту на третьи сутки проращивания) было установлено, что энергия прорастания пшеницы составила 60-89%, ячменя – 52%, овса – 32%. Энергия прорастания не нормируется ГОСТ Р 52325-2005, но этот показатель имеет важное значение для характеристики метаболических процессов, протекающих на ранних этапах прорастания семян. Установлено, что семена, имеющие высокую энергию прорастания, более устойчивы к неблагоприятным условиям при прорастании в полевых условиях. Проростки, сформированные из семян с высокой энергией прорастания, быстрее растут и развиваются, меньше заболевают и повреждаются вредителями [3, 7, 9].

Морфометрические показатели проростков семян отражают интенсивность ростовых процессов, в свою очередь зависящую от активности гидролиза запасных питательных веществ эндосперма, поступающих в меристематическую ткань зародышевых корешков и ростков. То есть, более активный распад запасных веществ зерновки обуславливает более высокий уровень ростовых процессов [7].

Из трёх видов семян сельскохозяйственных культур самый высокий показатель энергии прорастания был выявлен у пшеницы, который на 37% выше, чем у ячменя и на 57% – у овса.

В исследованиях для выявления микроскопических грибов и микотоксинов были изучены 12 образцов зерна (ячмень, пшеница, овес, кукуруза, горох) из разных хозяйств Рязанской области.

Микроскопическими исследованиями определены в зерновой массе грибки *Aspergillus*

fumigates, *Aspergillus niger*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium sporotrichioides*.

Жизнеспособность зерна и его поражённость грибами подтвердили люминесцентной диагностикой. Свечение зерна в 16,7% случаев было ярким сиреневым, что может свидетельствовать о жизнеспособных зерновках, так как здоровое, полноценное зерно при просматривании под лампой Вуда флюоресцирует ярким сиреневым светом; 8,3% образцов зерна давали слабое сиреневое свечение, у 25% образцов было слабое сиреневое свечение отдельных зерен с преобладанием коричневых зерен, что может указывать на недоброкачественность зерна, интенсивность свечения которого снижается соответственно степени поражения. У 50% образцов зерна присутствовало сиреневое, зеленоватое, оранжевое, розовое, черное свечение, так как микроскопические грибы при люминесцентной диагностике дают различную окраску. Многие зерна были коричневого цвета, что указывает на отсутствие в зерновой массе всхожих семян и подавляющее действие микотоксинов. При поражении оболочки зерна микроскопическими грибами флюоресценция может отсутствовать. Очевидно, поражение зародыша является индикатором изменения окраски. Таким образом, люминесцентный метод позволяет определить жизнеспособность зерна и степень поражённости грибами.

В результате микотоксикологических исследований методом иммуно-ферментного анализа (ИФА) на наличие микотоксина Т-2, афлатоксина В1, зеараленона, дезоксиниваленола, охратоксина А выявили, что содержание исследуемых микотоксинов не превышало нормативов в 91,7% образцов зерновой массы сельскохозяйственных культур. В одной пробе фуражного зерна выявили увеличение ПДК микотоксина – дезоксиниваленола (ДОН) в 1,8 раза.

При оценке качества и питательности здорового зерна и поражённого микотоксинами были получены следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1 – Оценка качества и питательности зерна кукурузы

| Наименование показателей | Показатели зерна, не поражённого микотоксином | Показатели зерна, поражённого микотоксином |
|---|---|--|
| Влага, % | 10,77 | 13 |
| Массовая доля в перерасчете на сухое вещество, % | | |
| Сырой протеин | 10,42±0,34 | 8,98±0,30 |
| Сырая клетчатка | 1,29±0,98 | 1,12±0,98 |
| Сырой золы | 1,77±0,12 | 1,66±0,11 |
| Сырого жира | 4,42±0,59 | 3,91±0,57 |
| Массовая доля крахмала на сухое вещество | 65,83 | 60,72 |
| Содержание КЕ в перерасчете на натуральную влажность, кг/кг | 1,29 | 1,25 |

После инфицирования зерна кукурузы микотоксином отмечено незначительное увеличение его влажности на 2%, а также понижение количества основных элементов, таких, как сырой про-

теин на 1,44%, сырая клетчатка на 0,17%, сырая зола на 0,11%, сырой жир на 0,52%, массовая доля крахмала на сухое вещество на 5,11%, содержание кормовых единиц на 0,04%.



Следовательно, воздействие микотоксина привело к снижению энергетической ценности зерна.

В журналах «Эпизоотической ситуации» и лабораторных данных по Рязанской области за 2010-2017 годы микотоксикозы не были зарегистрированы, но из отчетов по незаразным болезням следует, что желудочно-кишечные болезни занимают ведущее место среди различных незаразных патологий сельскохозяйственных животных. При микотоксикозах животных одним из клинических признаков является поражение органов пищеварения.

Поэтому при разработке препарата главной задачей было создание средства для нейтрализации микотоксинов.

Учитывая перспективность использования экологически безопасных органических кислот, на кафедре эпизоотологии, микробиологии и паразитологии разработан фитопрепарат, обеспечивающий стимулирование прорастания семян и нейтрализацию микотоксинов зерновой массы. В состав его входят органические кислоты, эфирные масла, фитонциды; иммуностимуляторы: монотерпеновые и дитерпеновые углеводы, дитерпеновые кислоты; резинолы, сложные смоля-

ные эфиры, жирные кислоты и янтарная кислота. Витамины А, Д, Е, С, К, Р, РР, В, микроэлементы К, Fe, I, D, Cu, Si, Zn, Na, Mg, Co, Mo, каротин [4, 6, 8].

Органические (смоляные) кислоты обладают противовирусной активностью, могут использоваться как регуляторы роста растений, инсектоакарициды, фунгициды; эфиры смоляных кислот являются хорошими плёнкообразователями. Смоляные кислоты используют в виде пищевой добавки Е 445, безопасной для здоровья человека. Гидрофильные производные дегидроабетиновой кислоты показывают высокую противоязвенную активность [4, 6, 8].

С учетом полифункциональности использования фитопрепарата для стимулирования прорастания семян, нами разработана схема обработки зерна.

Для выбора оптимальной концентрации фитопрепарата для обработки зерна использовали пшеницу с всхожестью 60%. Водно-спиртовую эмульсию готовили непосредственно перед применением путем добавления к фитопрепарату водопроводной воды комнатной температуры. Для опыта использовали 5, 10 и 20%-е водно-спиртовые эмульсии (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние различных концентраций препарата на прорастание семян пшеницы

| Фитопрепарат | Показатели | | | |
|-------------------------------|------------------------|--------------------|-------------------|--------------------------|
| | Энергия прорастания, % | Длина корешков, мм | Длина ростков, мм | Количество корешков, шт. |
| 5%-й водно-спиртовый раствор | 65±0,10 | 7,05±0,11 | 6,6±0,25 | 5,6±0,26 |
| 10%-й водно-спиртовый раствор | 40±0,09 | 6,8±0,09 | 5,6±0,21 | 5,5±0,28 |
| 20%-й водно-спиртовый раствор | 8±0,06 | 6,6±0,08 | 5,4±0,21 | 5,4±0,25 |

Зерно обрабатывали растворами, высушивали и определяли посевные качества семян и морфофизиологические показатели проростков зерновок пшеницы: использовали по 100 проростков в четырёхкратной повторности по каждому варианту на третьи сутки проращивания. Было установлено, что энергия прорастания пшеницы составила 60%, при обработке 5%-й водно-спиртовой эмульсией – 60%, 10%-й – 40%, 20%-й – 8%.

Таким образом, оптимальная концентрация препарата – пятипроцентная. У семян, обработанных 5%-й водно-спиртовой эмульсией, энергия прорастания превышает на 15% этот показатель у семян, обработанных 10%-й и на 57% у семян, обработанных 20%-й водно-спиртовой эмульсией фитопрепарата.

При выборе способа обработки семян зерна пшеницы использовали два метода: замачивание и аэрозольную обработку.

Обработку проводили 5%-й водно-спиртовой эмульсией фитопрепарата, приготовленной непосредственно перед применением (табл. 3).

Таблица 3 – Сравнительная оценка способов обработки зерна пшеницы фитопрепаратом

| Способ обработки семян зерна | Энергия прорастания, % |
|------------------------------|------------------------|
| Аэрозольный | 82±1,8 |
| Замачивание | 61±2,1 |
| Контроль (без препарата) | 64±2,3 |

Таблица 4 – Влияние концентрации препарата при аэрозольной обработке на морфофизиологические показатели роста проростков пшеницы

| Доза фитопрепарата | Показатели | | | |
|--------------------------|------------------------|--------------------|-------------------|-------------------------|
| | Энергия прорастания, % | Длина корешков, мм | Длина ростков, мм | Количество корешков, шт |
| Контроль (без препарата) | 67±0,06 | 3,99±0,16 | 3,9±0,19 | 4,2±0,07 |
| 20 мл/ кг | 76±0,10 | 5,76±0,23 | 6,32±0,25 | 4,6±0,11 |
| 40 мл/кг | 78±0,09 | 6,55±0,14 | 6,39±0,21 | 4,62±0,09 |



Рис. – Семисуточные проростки семян пшеницы, обработанные фитопрепаратом в различных дозах, слева направо: 40 мл/кг, 20 мл/кг, контроль.

Всхожесть является одним из основных показателей посевных качеств семян. При обработке семян зерновых в них активизируются ферментативные системы, которые вызывают гидролиз высокомолекулярных соединений эндосперма, обеспечивающих питание зародыша и запуск первоначальных ростовых процессов, стимулирование которых и дает фитопрепарат.

Наибольшую прибавку всхожести вызвала обработка семян в дозе 40 мл/кг зерна.

При лабораторном исследовании установлено, что 5%-я водно-спиртовая эмульсия фитопрепарата не токсична для лабораторных животных при пероральном введении.

Заключение

Исследованиями выявлено поражение образцов зерновых культур из сельскохозяйственных предприятий рязанской области микроскопическими грибами *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium sporotrichioides*, а также микотоксинами.

Воздействие микотоксинов приводит к снижению посевных качеств и кормовой ценности зерна.

Показано положительное влияние препарата на прорастание семян и нейтрализацию микотоксинов. Фитопрепарат, образующий биопленку на поверхности зерна, позволяет обеспечить нейтрализацию микотоксинов и целенаправленно воздействовать на первоначальные ростовые процессы растений, приводя к увеличению энергии прорастания и всхожести.

PHYTOPREPARATION TO INACTIVATE MYCOTOXINS ARISING IN THE GRAIN MASS

Kondakova Irina A., Candidate of Veterinary Science, Associate Professor, Head of the Faculty of Epizootology, Microbiology and Parasitology, irina20175@mail.ru;

Levin Victor I., Doctor of Agricultural Science, Full Professor

Lgova Irina P., Candidate of Medical Science, Associate Professor,

Lomova Julia V., Candidate of Veterinary Science, Associate Professor,

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev,

Оптимальной концентрацией для стимуляции роста и развития растений является 5%-я водно-спиртовая эмульсия фитопрепарата.

Наиболее эффективным способом является обработка семян аэрозольным методом из расчета 40 мл/кг зерна.

Список литературы

1. Антипов, В. А. Микотоксикозы - важная проблема животноводства [Текст] / В. А. Антипов, В. Ф. Васильев, Т. Г. Кутищева // Ветеринария. - 2007. - № 11. - С. 7-9.

2. Бурдов, Л. Г. О результатах анализа кормов на содержание микотоксинов [Текст] / Л. Г. Бурдов, Л. Е. Матросова // Ветеринарный врач. - 2011. - № 2. - С. 7-9.

3. ГОСТ Р 52325-2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия.

4. Дробышевский, С. В. Микотоксины как источник отравлений животных [Электронный ресурс] / С. В. Дробышевский, К. А. Сидорова // Молодой ученый. - 2017. - № 2. - С. 249-251. - URL <https://moluch.ru/archive/136/37319/> (дата обращения: 04.05.2018).

5. Жуленко, В. Н. Ветеринарная токсикология [Текст] / В. Н. Жуленко, М. И. Рабинович, Г. А. Таланов. - М. : КолосС, 2012. - 384 с.

6. Микотоксикозы животных (этиология, диагностика, профилактика, лечение) [Текст] / А. В. Иванов, М. Я. Трemasов, К. Х. Папуниди, А. К. Чулков. - М. : Колос, 2008. - 112 с.

7. Микотоксины - скрытая опасность в кормах [Текст] / Н. А. Солдатенко [и др.] // Современное состояние и перспективы исследований по инфекционной и протозойной патологии животных, рыб и пчёл. - М., 2008. - С. 356-361.

8. Савченко, М. Ф. Цеолиты России (медико-биологические, гигиенические, экологические и экономические аспекты) [Текст] / М. Ф. Савченко, П. Г. Ткачев, И. П. Львова. - Иркутск : Изд-во Иркут. ун-та. - 1998. - 257 с.

9. Семёнов, Э. И. Микотоксикозы в АПК: распространение, диагностика, профилактика [Электронный ресурс] / Э. И. Семёнов, К. Х. Папуниди, М. Я. Трemasов. - Режим доступа : http://soyanews.info/news/mikotoksikozy_v_apk-rasprostranenie-diagnostika-profilaktika.html

10. Araba M., Wyatt R. D. Effects of sodium bentonite, hydrated sodium calcium aluminosilicate (novasil) and ethacal on aflatoxicosis in broiler chickens // Poultry Science. - 1991.- N 70.- P. 6.

11. Bacha H., Maaroufi K., Ghedira et al. Mycotoxins and mycotoxicosis in Tunisia: What do we know and what do we need to know? J. Toxicol. Toxin Rev.-1999.-18, N 3-4.- С 245-262.



The aim of investigations was the theoretical substantiation and development of a preparation ensuring the inactivation of mycotoxins that occur during the life of the microflora of the grain mass. The objectives of the investigations are to determine the optimal doses of the preparation for the treatment of cereal seeds in order to neutralize mycotoxins. The studies were conducted from December 2017 to November 2018 on the basis of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev", Ryazan Regional Laboratory, Ryazan Regional Vet Laboratory, LLC "IL-Test-Pushchino" and agricultural enterprises of Ryazan oblast. The object of study is samples of grain mass of agricultural crops (wheat) from agricultural enterprises of Ryazan oblast and a preparation of plant origin used to inactivate mycotoxins. The assessment of the degree of grain infestation was carried out by fluorescent diagnostics using Wood's lamp "Sapphire". The presence of mycotoxins was determined by the method of immuno-enzyme analysis. A developed phytopreparation to neutralize mycotoxins is a natural plant extract, which consists of organic acids. Determination of the optimal dose of the preparation was carried out using the test reaction of wheat seeds with an initial germination rate of 67%. The effect of various doses of the preparation on seeds was studied. The treatment efficiency was assessed by germination energy and viability, determined on the third and seventh days, respectively. It was revealed that the aerosol treatment of the seed with the herbal preparation is much more effective than soaking. After three days of sprouting, seedlings of the experimental variants were ahead of the control ones along the length of the shoots and germinal roots. The proposed method of treatment of seeds of grain crops allows not only to stimulate germination, but also to contribute to the inhibition of mycotoxins in the grain mass, which ultimately increases the efficiency of agricultural production. The greatest effect was provided by the treatment of seeds by the aerosol method with a 5% hydro alcoholic emulsion of a phytopreparation at the rate of 40 ml / kg of grain.

Key words: neutralization of mycotoxins, stimulation of seed germination, increase of seed germination energy

Literatura

1. Antipov, V.A. Mikotoksikozy - vazhnaya problema zhivotnovodstva / V.A. Antipov, V.F. Vasil'yev, T.G. Kutishcheva // Veterinariya. - 2007. - № 11. - S. 7-9.
2. Burdov, L.G. O rezul'tatakh analiza kormov na sodержaniye mikotoksinov / L.G. Burdov, L.E. Matrosova // Veterinarnyy vrach. - 2011. - № 2. - S. 7-9
3. GOST R 52325-2005. Semena sel'skokhozyaystvennykh rasteniy. Sortovyye i posevnyye kachestva. Obshchiye tekhnicheskiye usloviya.
4. Drobyshevskiy S.V., Sidorova K.A. Mikotoksiny kak istochnik otravleniy zhivotnykh // Molodoy uchenyy. - 2017. - № 2. - S. 249-251. - URL <https://moluch.ru/archive/136/37319/> (data obrashcheniya: 04.05.2018).
5. Zhulenko V.N., Rabinovich M.I., Talanov G.A., Veterinarnaya toksikologiya. - M.: KolosS, 2012. – 384 s.
6. Ivanov, A. V. Mikotoksikozy zhivotnykh (etiologiya, diagnostika, profilaktika, lecheniye) / A.V. Ivanov, M.Ya. Tremasov, K.Kh. Papunidi, A.K. Chulkov – M.: Kolos, 2008.- 112 s.
7. Mikotoksiny - skrytaya opasnost' v kormakh / N.A. Soldatenko [i dr.] // Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy issledovaniy po infektsionnoy i protozoynoy patologii zhivotnykh, ryb i pchol. - M., 2008. - S. 356-361.
8. Savchenko, M.F. Tseolity Rossii (mediko-biologicheskiye, gigiyenicheskiye, ekoloogicheskiye i ekonomicheskiye aspekty) / M.F. Savchenko, P.G. Tkachev, I.P. L'gova - Irkutsk: Izd-vo Irkut. un-ta. 1998. – 257 s.
9. Semyonov E.I., Papunidi K.Kh., Tremasov M.Ya. Mikotoksikozy v APK: rasprostraneniye, diagnostika, profilaktika [Elektronnyy tekst] http://soyaneews.info/news/mikotoksikozy_v_apk-_rasprostranenie-_diagnostika-_profilaktika.html
10. Araba M., Wyatt R.D. Effects of sodium bentonite, hydrated sodium calcium aluminosilicate (novasil) and ethacal on aflatoxicosis in broiler chickens Poultry Science. - 1991.- N 70.- P. 6.
11. Bacha H., Maaroufi K., Ghedira et al. Mycotoxins and mycotoxicosis in Tunisia: What do we know and what do we need to know? J. Toxicol. Toxin Rev.-1999.-18, N 3-4.- C 245-262.





УДК 639.3.07:639.3.043:639.3.06

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДРАЩИВАНИЯ ЛИЧИНОК КАРПА

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, ст. преп. кафедры ЭМТП, yakunin0104@yandex.ru

Рязанский государственный аграрно-технологический университет имени П.А. Костычева

Целью исследований явилось совершенствование технологии подращивания личинок карпа для стимуляции ранних стадий постэмбрионального развития, повышения процентного выхода сеголетков, получения, в итоге, крупного посадочного материала и сокращения сроков выращивания товарной рыбы. Объект исследования: личинки карпа, подращиваемые в мини УЗВ (устройство замкнутого водообмена) в научно-образовательном центре (НОЦ) «Аквакультура и рыбоводства» ФГБОУ ВО РГАТУ. Используемая УЗВ «Рачительная» предназначена для выращивания тропических гидробионтов в аквакультуре, но в межсезонье ее можно использовать для подращивания личинок карпа, что нами и было сделано. Разработанная нами технология подращивания личинок дает возможность внести элементы индустриальной технологии в практику прудового рыбоводства, благодаря чему повышается эффективность прудового рыбоводства за счет сокращения периода выращивания товарной рыбы. При подращивании личинок карпа учитывали параметры среды (температура, содержание и процент насыщенности воды кислородом); определяли эффективное кормовое средство. Оказалось, что оптимально использовать комбинированное кормление личинок яичным желтком, артемией салина, кормом фирмы «Тетра» и размолотым комбикормом для взрослых рыб. В задачи исследований входила разработка и апробация методики подращивания личинок до массы 20 мг и более при температуре воды в УЗВ 25-26° С продолжительностью 13-15 суток, при этом выживаемость молоди должна составлять не менее 70% от посаженной; при температуре воды 26-28° С подращивание личинок сокращается до 10-12 суток, но поддерживать такую температуру сложнее, мало того, возникает стресс-чувствительная разница при посадке мальков в пруды, вероятно температурный шок. В ранние сроки подращивания мальков карпов лимитирующим фактором для сохранности посадочного материала является температура воды в начале цикла 17° С, далее 23° С. Начиная с шестого дня эксперимента мальки резко стали прибавлять в росте и массе, опережая сроки, полученные при содержании личинок в естественных прудах, в 4-7 раз.

Ключевые слова: аквакультура, карп, подращивание, личинки, посадочный материал, устройство замкнутого водообмена

Введение

В настоящее время традиционная технология выращивания посадочного материала позволяет хозяйствам получить среднюю рыбопродуктивность 8-10 ц/га, внедрение инновационных технологий работы с личинками рыб семейства карповые может повысить этот показатель в 2-3 раза [12]. Карп является распространенным объектом аквакультуры, так как обладает быстрым ростом, ранним половым созреванием, оптимальной для товарной рыбы высотой и толщиной тела. Он неприхотлив к условиям среды. Многие ученые отмечают, что рост и развитие посадочного материала карпа идет неравномерно, что необходимо учитывать при работе с его личинками.

Важно учитывать физиологические ритмы и жизненный цикл рыбы, которые подчиняются биологическим закономерностям, типичным для пойкилотермных представителей ихтиофауны. Отсюда, что на рост и развитие посадочного материала оказывают влияние температура, кормовые факторы, показатели кислорода, pH среды и т.д. [1]. Для получения высокого результата по сохранению посадочного материала в период его подращивания из личиночной стадии оптимально поддерживать температуру воды 23-30° С [4]. В настоящее

время разработана и внедрена в рыбоводство адаптивная технология подращивания рыбосадочного материала карпа с учетом температурного режима в северных районах ведения аквакультуры (первая зона прудового рыбоводства) [7]. Учеными ТСХА был предложен способ подращивания личинок карпа в прямоугольных прудах, покрытых полиэтиленовой пленкой, при этом темпы роста посадочного материала увеличиваются в 3 раза, выживаемость – на 20% [10,11]. Т.Г. Крылова [6] предложила схему оптимизации производственных процессов подращивания личинок с применением яичного желтка, как это делают, например, аквариумисты. Автор указывает на возможность использования технологии в первой зоне рыбоводства, в ГУП УР Рыбхоз «Пихтовка», что подтверждено в ходе экспериментов по раннему подращиванию личинок карпа в искусственной управляемой системе (бассейне) и кормлению их вареным яичным желтком. Полученные результаты сопоставлялись с традиционным методом подращивания личинок в мальковых прудах. Эксперимент позволил увеличить выживаемость молоди карпа после подращивания до 79% и снизить себестоимость личинок в 2,4 раза. После облова прудов осенью оказалось, что средняя масса се-



голеток составила $82,2 \pm 2,43$ г (норматив 25 г). По результатам работы был сделан вывод, что ранняя организация нереста (конец апреля – начало мая) и подращивание личинок в управляемых условиях приведет к увеличению периода выращивания рыбы на месяц, а это позволит получать сеголетков массой 100-150 г, а на второй год – товарную рыбу массой 1,5-2,5 кг.

Таим образом, работа с рыбопосадочным материалом является одной из основополагающих в получении высокой экономической прибыли в рыбоводстве; сохранение личинок и выращивание молоди с минимальными потерями обеспечит максимальный выход товарной рыбы с каждого гектара пруда. Для производства крупного рыбопосадочного материала необходимо разрабатывать новые технологии, исключающие его потери. Обычной практикой в рыбоводных хозяйствах является производство личинок со значительным превышением расчетной потребности прудовых товарных хозяйств, что экономически невыгодно. В зависимости от зоны рыбоводства традиционные подходы к сохранению личинок предполагают учет сезонно-климатических условий; для исключения рисков хозяйства предпочитают иметь 10-процентный страховой фонд рыбопосадочного материала [3].

В аквакультуре созданы разнообразные технологии и способы сохранения рыбопосадочного материала. Основным недостатком современных технологий является проблема сохранения мальков в аспекте получения крупных сеголетков, в том же количестве, сколько изначально было личинок. Отсюда необходимо разрабатывать иные технологии работы для выращивания крупного рыбопосадочного материала, с сохранением его количества и без потери качественных характеристик.

Для успешного подращивания личинок карповых рыб необходимо изучать их физиологические, трофические и этологические особенности, адаптивность к факторам среды, оптимизировать последнюю [4]. У карповых рыб личиночная стадия развития начинается с заполнения воздухом плавательного пузыря, далее следует переход на внешнее питание. Какое-то время у личинок сохраняется остаток желточного мешка, что позволяет малькам питаться смешанной пищей. Этот период заканчивается в среднем за 13-15 суток, исчезают личиночные органы, рыба приобретает черты взрослой особи. Этот период является наиболее опасным для личинок, так как они остаются беззащитными к естественным врагам в прудах.

Об использовании установок замкнутого водоснабжения для подращивания крупного посадочного материала рыб в своих научных исследованиях указывают Н.В. Мовсесова и А.В. Жигин [9]. Авторы приводят экономическую эффективность метода, примеры положительного зарубежного опыта. Для указанной цели УЗВ применяют в части европейских стран, J.P. Blancheton, A. Belaud [15,16] приводят оптимальные конструктивные составляющие датских УЗВ.

К сожалению, в известной нам литературе не представлена универсальная технология работы с рыбопосадочным материалом карпа на ранних стадиях постнатального развития, при этом современная тенденция развития рыбоводства направлена на уменьшение сроков получения конечной продукции, отличающейся низкой себестоимостью производства, что делает поиск такого метода актуальным.

Теоретические основы применения УЗВ для подращивания личинок карпа

Дефицит посадочного материала объясняется высокими потерями личинок в процессе их выращивания. В прудах не всегда удается обеспечить личинкам необходимые параметры среды, особенно температуру (подогреть или охладить воду в прудах, как это с большим успехом делается в аквариумах, на практике невозможно); трудно бороться с врагами личинок; проблематично контролировать процесс роста и развития личинок; необоснованно использовать стартовые корма, т.к. непонятно, где находятся личинки в пруду и т.п. Задаваться целью снизить себестоимость личинки, наверное, не самый главный вопрос в прудовой аквакультуре, т.к. затраты на нее совсем теряются в себестоимости товарной рыбы. Нетрудно рассчитать, что при выходе сеголетков 33% стоимость одной личинки будет 9 копеек. Кроме того, надо понимать, что в племенных хозяйствах необходимо содержать достаточно большое количество производителей. Дать толчок более быстрому развитию личинок, выживаемости в естественных условиях с учетом колебания температур, врагов личинок и других факторов.

Особенно важно учитывать при совершенствовании технологии подращивания мальков постэмбриональное развитие карпа (личиночно-мальковое) от вылупления до 25-30-суточного возраста. Данная стадия состоит из 4-х циклов [2], характеризующихся различными темпами роста и развития.

I цикл продолжается от вылупления личинок до 4-6-суточного возраста. В это время главными факторами роста и развития являются желточный мешок, за счет которого питается личинка, содержание растворенного кислорода в воде и температура. Данный этап с успехом реализуется в инкубационных цехах рыбопроизводных хозяйств.

II цикл – от 4-6 до 8-10-суточного возраста – имеет признаки снижения активности дыхания, вследствие чего снижается интенсивность роста. Объясняется это просто – происходит разрушение желточного мешка, разрушаются его кровеносные сосуды, происходит изменение типа питания, личинкам начинает не хватать энергии. Кроме того, не дает возможность активно потреблять кислород несовершенство органов дыхания (кровеносные сосуды, непарные плавники, наружные нитевидные жабры).

III цикл продолжается от 8-10 до 18-20-суточного возраста. Особенности данного этапа – новая активация процессов дыхания и роста. Дыхание на данном этапе уже начинает осуществляться за



счет жаберных лепестков внутренних жабр. Активно продолжается органогенез – формируются органы пищеварения, передвижения (растут грудные плавники, происходит обособление спинного и хвостового плавников). В итоге данный цикл заканчивается совершенствованием процессов дыхания, питания и передвижения, а также можно констатировать и то, что организм интенсивно растет.

IV цикл проходит с 18-20 до 27-30-суточного возраста. К особенностям данного периода относят дальнейшее развитие указанных ранее органов, в кожного покрове начинает появляться чешуя.

Естественно, циклы могут или укорачиваться или удлиняться в зависимости от двух важнейших факторов – температуры и содержания кислорода.

Так, по В.А. Власову и др. (2005) [2] при температуре воды 22-25° С продолжительность всех циклов сокращается вдвое.

Самые большие потери отмечаются именно в начальный период выращивания личинок.

В южных регионах подходы несколько другие, т.к. там вегетационный период для нашей страны максимальный. Часто возникают проблемы летом из-за того, что приходится уделять большое внимание улучшению гидрохимического режима.

Разработка технологии подращивания личинок карпа в УЗВ

Современное прудовое рыбоводство позволяет получать с 1 га до 70 ц рыбы. Ключевым моментом является раннее подращивание личинок. В настоящее время искусственное оплодотворение икры рыб уже давно не представляет сложности. Теоретически этот вопрос был разработан более 250 лет назад. Задача получения и выращивания рыбы в необходимых количествах и в зависимости от потребности регионов решается с успехом за счет большого количества прудов. В то же время количество посадочного материала не удовлетворяет потребности прудовых хозяйств, особенно крестьянско-фермерских, не имеющих полного цикла выращивания. В то же время для повышения эффективности рыбоводства необходимо сократить сроки получения товарной рыбы. Если еще недавно крупным товарным карпом считались навески более 450 г., сейчас потребителя не удивит массой товарной рыбы 1,5-2,0 кг, некоторые потребители требуют навески карпа 2,5-4,0 кг. В Ростовской области (V зона рыбоводства) уже удается выращивать сеголетков массой 450-600 г, но эта зона очень существенно отличается даже от IV-й, не говоря уже о I-III-й по благоприятности факторов внешней среды. Это и дало возможность Ростовской области производить около 40% товарной прудовой рыбы в Российской Федерации.

Анализируя различные альтернативные технологии, можно заключить, что наиболее привлекательным для этой цели является влияние на факторы внешней среды.

Исходя из этого, нами предложена технология

подращивания личинок в УЗВ (устройстве замкнутого водоснабжения или водообмена).

С учетом перспективности использования УЗВ нами была использована установка «Рачительная», разработанная для выращивания тропических гидробионтов. Недостаток специализированных установок собственно для подращивания личинок карпа состоит в том, что установки используются всего лишь месяц в году, а потом простаивают. В предлагаемой нами установке можно выращивать тропических гидробионтов, а для подращивания личинок карпа выделить определенное количество суток в годовом графике использования УЗВ, что позволит рационально и без простоя использовать установку.

УЗВ «Рачительная» представляет собой модуль в виде шести емкостей прямоугольной формы, выполненных из полипропилена и размещенных на трех уровнях сборно-разборного металлокаркаса. Габаритные размеры УЗВ в метрах составляют 4,00 × 0,84 × 1,80 (д/ш/в), вес – 160 кг. Размеры емкостей верхнего уровня 2,00 × 0,75 × 0,25 – 2 шт., среднего уровня 1,98 × 0,73 × 0,25 – 2 шт. Размеры емкостей нижнего уровня 2,00 × 0,75 × 0,35 – 1 шт. и 1,98 × 0,73 × 0,35 – 1 шт. Общий объем емкостей составляет 2 м³. В емкости меньшего размера нижнего уровня расположен участок фильтрации воды, состоящий из отсека-отстойника, отсека биологической очистки воды и отсека забора фильтрованной воды. УЗВ оборудовано: циркуляционным насосом с тремя режимами работы (230 В, max 72 Вт); УФ-лампой (230 В, 7 Вт); компрессором с аккумулятором (230 В) время работы от аккумулятора до 6 час.); водонагревателем (230 В, 300 Вт). Общая потребляемая мощность УЗВ без изменения электрооборудования составляет 377 Вт.

Эксплуатация УЗВ осуществляется в отапливаемом помещении, оборудованном системой вентиляции, системой водоснабжения и водоотведения, наличием электропитания напряжением 230 В и твердого напольного покрытия (керамическая плитка, бетон и т.п.). В процессе эксплуатации УЗВ требуется регулировать и устанавливать необходимую температуру воды, что обеспечивает наличие водонагревателя. Наличие насоса с тремя скоростными режимами работы позволяет подобрать оптимальный водообмен. А наличие шести емкостей позволяет производить периодическую сортировку содержащихся в системе гидробионтов.

УЗВ сконструирована таким образом, чтобы ее обслуживание и уход за ней были минимальны. Учитывая автоматическую работу системы циркуляции, ее техническое обслуживание ограничивается только периодическим визуальным контролем. Важным приемом в обслуживании является периодическая очистка фильтров, наконечников (сеток) от загрязнений.

Благодаря такой конструкции стало возможным сформировать 6 опытных групп личинок в зависимости от типа кормления:

1-ю группу кормили яичным желтком. Химический состав (в %) желтка куриного яйца следую-



щий: вода – 47-49 %, сухое вещество – 51-53 ед., протеины – 16-17 ед., жиры – 32-33 ед., углеводы – 0,9-1,0 ед. [13]. В желтке каротинов 15-18 ед., витаминов 6-8 мг/г.

2-ю группу кормили артемией салина (*Artemia salina*) из замороженного сырья. Самки откладывают яйца либо после спаривания или в результате партеногенеза. В яйцевом мешке (*uterus*) одной самки артемии может содержаться до 200 яиц. Из яиц вылупляются науплии около 0,5 мм в длину. У них есть единственный простой глаз, который чувствует только присутствие и направление света. Науплии плывут к свету, тогда как взрослые особи стараются уплыть от него. Позже развиваются ещё два полноценных глаза, но первоначальный глаз также остаётся, в результате чего получается трёхглазое существо. В кормлении используют науплии.

3-ю группу кормили артемией салина, выращенной в НОЦ. Применяли специальный набор фирмы Sera. Набор для культивирования науплиусов артемии sera, в который входит: сито для промывания науплиусов артемии; пробка; уплотнительное кольцо в качестве фитинга для бутылок большего размера; воздушный шланг; напорные трубки; sera Артемия-микс (*sera Artemia-mix*). Для инкубации цист использовали специальную емкость. В 1 л чистой отстоянной воды растворяли 20-28 г поваренной соли. В полученный солевой раствор помещали 2-3 г цист. Аэрация создавалась такой, чтобы все цисты находились во взвешенном состоянии, вспенивание раствора недопустимо. Температура раствора во время инкубации была менее 25-28° С, интенсивность освещения не менее 1500 лк. Время выведения 24 часа. По истечении этого времени отключали аэрацию. Через 15 минут собирали науплии со дна инкубатора и промывали их теплой водой.

4-ю группу кормили кормом фирмы «Тетра» Tetra Mini Baby. Tetra Min Baby – специальный корм для мальков декоративных рыб (до 1 см), обогащенный питательными веществами. Очень мелко перемеленый корм, содержит все необходимые питательные вещества, микроэлементы и витамины. Оптимальное сочетание жиров и протеинов позволяет эффективнее использовать питательные вещества и гарантирует лучшее усвоение корма. Корм содержит в себе: устойчивый витамин С; кислоты жирного ряда Омега-3 – высокоэффективного источника энергии, улучшающего функции организма; стимуляторы иммунитета для повышения сопротивляемости бактериальным заболеваниям. В состав корма входят: рыба, зерно, дрожжи, экстракты растительного белка, моллюски и ракообразные, масла и жиры, водоросли, сахар, минеральные вещества.

5-ю группу кормили размолотым в ступке экструдированным кормом для кормления осетров фирмы «Лимкорм» (протеин не менее 47%, жир не менее 12%, зола не более 8%, клетчатка не более 2%, перевариваемая энергия не менее 18,4 Мдж/кг). 6-ю группу кормили яичным желтком, артемией салина, кормом фирмы «Тетра»,

размолотым комбикормом по поедаемости.

В каждый лоток в первой серии было посажено по 100 тысяч личинок карпа парской породы. Во второй серии было посажено по 50 тысяч личинок, причем во втором случае это были чистопородные (М и УМ группы), а в первой серии это были гибриды F₁.

Контроль за гидрохимическим режимом проводили каждые 1-2 часа. Температуру воды поддерживали на уровне 25-26° С. Содержание кислорода поддерживали на уровне 7-8 мг/л. Кормили личинок каждый час с 6.00 до 20.00.

Перед отправкой на предприятие (за 2 дня до отправки) создавали температуру воды, приближенную к таковой в естественных водоемах, используемых в прудовом рыбоводстве региона.

Отработка приемов подращивания личинок карпа в УЗВ

В задачи исследований входила разработка и апробация методики подращивания личинок до массы 20 мг и более при температуре 25-26° С продолжительностью 13-15 суток, при этом выживаемость молоди обычно составляет 70% от посаженной, а при температуре воды 26-28° С подращивание длится 10-12 суток, но поддерживать такую температуру сложнее, возникнет большая разница при посадке в пруды по температуре, т.е. более вероятен температурный шок. Процесс подращивания крупного посадочного материала является основополагающим мероприятием производственного цикла, одним из определяющих формирование рыбопродуктивности. Использование УЗВ позволяет получить в необходимом количестве качественных мальков для зарыбления прудов. Эффективность предлагаемого метода подращивания личинок карпа не зависит от климатических условий региона и других факторов, влияющих на выживаемость и жизнеспособность посадочного материала.

По нашим исследованиям, в ранние сроки подращивания мальков карпов лимитирующим фактором для сохранности посадочного материала является температура воды в начале цикла 17° С, далее 23° С.

Начиная с шестого дня эксперимента, мальки резко стали прибавлять в росте и массе, полученные при содержании личинок в естественных прудах, в 4-7 раз.

Далее наблюдается следующее явление: в зависимости от плотности посадки личинок в емкостях УЗВ происходит снижение темпа весового роста мальков в 0,7-1,5 раза.

При плотной посадке личинок обнаруживается тенденция к гибели части экземпляров. Масса экземпляров – не главное. Самое ценное качество подращенных личинок – это способность существования в естественных условиях. Средняя масса молоди карпа, содержащегося в оптимальных условиях плотности посадки, кормления и температурного режима к моменту его отправки в естественный водоем составляет 20-160 мг.

Самки откладывают яйца или после спаривания, или в результате партеногенеза. В яйцевом



мешке (uterus) одной самки артемии может содержаться до 200 яиц.

Есть два типа яиц: тонкостенные яйца, которые проклёвываются сразу, и яйца с толстой оболочкой, которые могут оставаться в состоянии покоя. Диапауза может длиться в течение ряда лет и за-

канчивается, когда яйца окажутся в воде. Яйца с толстой оболочкой формируются в случае повышения концентрации соли — при высыхании водоёма.

Таблица 1 – Масса личинок в зависимости от типа кормления, мг (плотность 300 тыс/м³)

| Дни подрашивания | Опытные группы | | | | | |
|------------------|----------------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 1,3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 15 | 12,4 | 14,2 | 16,3 | 16,6 | 20,5 | 23,7 |

Таблица 2 – Масса личинок в зависимости от типа кормления, мг (плотность 150 тыс/м³)

| Дни подрашивания | Опытные группы | | | | | |
|------------------|----------------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 15 | 22,2 | 24,3 | 25,6 | 30,2 | 20,5 | 35,8 |

Более эффективным является комбинированное кормление по поедаемости с использованием набора кормов. При плотности 50 тыс/м³ личинок удалось их подрастить до 160 мг.

Заключение

Анализ существующих в настоящее время технологий, используемых для выращивания крупного посадочного материала карпа, показал, что оптимально для интенсификации производственных процессов использовать мини УЗВ. В рыбоводстве актуализированы лимитирующие факторы, влияющие на рыбопродуктивность. Одним из них является сохранение личинок. Проведенные исследования выявили эффективность применения технологии подрашивания личинок карпа в УЗВ. Мы изучили физиологические особенности роста, развития и выживаемости личинок, мальков карпов при их подрашивании в различных условиях среды – естественных рыбоводных прудах и экспериментальных условиях УЗВ, когда над водой с мальками создается слабый парниковый эффект, положительно сказывающийся на температуре среды, а вместе с тем и на выходе количества мальков при подрашивании – в 10 раз выше, чем в естественном водоеме. Это напрямую доказывает необходимость применения УЗВ-технологий для подрашивания крупного посадочного материала. Применение УЗВ позволяет стабилизировать необходимую температуру воды, обеспечить оптимальный режим и рацион питания малькам. Повышается средняя масса подрашиваемых молодых сеголетков, сохраняется высокий уровень выживаемости.

В системах УЗВ эффективность подрашивания личинок карпа достигается еще и тем, что при ограниченном водоснабжении создается необходимый микроклимат в ёмкостях, где содержится рыба. Также есть возможность постоянного прямого контроля интенсивности роста и развития личинок, их метаболизма, трофики, выживаемости. Предложенная технология имеет преимущество перед традиционными, так как личинок можно подрашивать в контролируемых условиях (температура

воды, содержание кислорода, полнота кормления и др.). Такой подход делает возможным выращивание крупного посадочного материала и в условиях I-III зон рыбоводства, сократить срок получения товарной рыбы до 2-х лет, а в V-VI зонах – до одного года.

Список литературы

1. Бабушкин, Г.М. Рыбы / Г.М. Бабушкин. – Рязань : Министерство народного образования РСФСР, 1990. – 126 с.
2. Власов, В.А. Практикум по рыбоводству / В.А. Власов, Ю.А. Привезенцев, А.П. Завьялов. – М., 2005. – С.48-49.
3. Власов, В.А. Приусадебное хозяйство. Рыбоводство. / В.А. Власов, С.Б. Мустаев. – М. : Изд-во «ЭКМО-Пресс», 2001. – 240 с.
4. Власов В.А. Пресноводная аквакультура / В.А. Власов. – М. : Изд-во «Курс», 2015. - 383 с.
5. Козлов, В.И. Аквакультура / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров-Никишин, А.Л. Бородин. – М.: КолосС. –С.52-60.
6. Крылова, Т.Г. Усовершенствование биотехнологии подрашивания личинок карпа в первой зоне прудового рыбоводства / Т.Г. Крылова, П.В. Докучаев, Г.С. Крылов, Т.И. Решетникова // Современные проблемы науки и образования. - 2016. - № 6 - С. 605.
7. Крылов, Г.С. Выращивание рыбосадочного материала карпа в первой зоне прудового рыбоводства: монография / Г.С. Крылов. – Ижевск: РИО ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2004. – 144 с.
8. Крылова, Т.Г. Рыбоводно-биологические особенности выращивания товарного карпа в Среднем Предуралье : дис. ... канд. биол. наук / Крылова Татьяна Георгиевна. – Москва, 2009. – 141 с.
9. Мовсесова, Н.В. Замкнутые системы в аквакультуре: необходимы экономические исследования /Н.В. Мовсесова, А.В. Жигин. – Научные



труды Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета. – 2011. – № 23. – С. 250-255.

10. Привезенцев, Ю.А. Рыбоводство / Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов. – М.: «Мир», 2004. – 456 с.

11. Привезенцев, Ю.А. Рекомендации по подращиванию личинок карпа в прудах под пленочными покрытиями / Ю.А. Привезенцев, Е.Ф. Иванова, В.И. Федотенков. – Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2017. – № 5 (137). – 72-83.

12. Радчиков, В.Ф. Повышение продуктивного действия кормов при выращивании товарного карпа / В.Ф. Радчиков, А.В. Астренков, Н.Н. Гадлевская и др. – Ученые записки. – 2011. – Т. 47. – №

1. – С. 428-431.

13. Туников, Г.М. Разведение животных с основами частной зоотехнии / Г.М. Туников, А.А. Коровушкин. – СПб: Лань. – 744 с.

14. Blancheton, J.P. Recent developments in recirculation systems / J. P. Blancheton. – Seafarming today and tomorrow: Abstracts and extended communications of contributions presented at the International conference «Aquaculture Europe 2002». – Italy, Trieste. – 2002. – P. 3-9.

15. Blancheton, J.P. Water quality and rainbow trout performance in a Danish Mod-el Farm recirculating system: comparison with a flow through system / J.P. Blancheton, A. Belaud. – Aquacultural engineering. – Vol. 40. – № 3. – 2009. – P.135-143.

IMPROVING THE TECHNOLOGY OF THE GROWTH OF CARP ELIMPS

Korovushkin Alexey A., doctor of biology and science, professor of the department of zootechnology and biology, korovuschkin@mail.ru

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

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

The aim of the research was to improve the technology of growing carp larvae to stimulate the early stages of postembryonic development, increase the percentage yield of fingerlings, to obtain, as a result, large-scale planting material and reduce the time needed to grow commercial fish. Object of study: carp larvae grown in a mini UZV in the REC "Aquaculture and fish farming" FSBEI HE RSAU. The "Razhitelnaya", used by UZV, is intended for the cultivation of tropical hydrobionts in aquaculture, but it can be used in the offseason to grow carp larvae, which we did. The technology developed by us for rearing larvae makes it possible to introduce elements of industrial technology into the practice of pond fish farming, thereby increasing the efficiency of pond fish farming by reducing the period of growing commercial fish. When growing carp larvae, the parameters of the medium were taken into account (temperature, content and percentage of water saturation with oxygen); determined effective feedstuff. It turned out that it is optimal to use the combined feeding of larvae with egg yolk, *Artemia salina*, Tetra feed and ground feed for adult fish. The tasks of the research included the development and testing of methods for growing the larvae to a mass of 20 mg or more at a water temperature in the RAS of 25 ... 26° C with a duration of 13 ... 15 days, while the survival rate of young should be at least 70% of the planted; at a water temperature of 26 ... 28° C, the rearing of larvae is reduced to 10 ... 12 days, but it is more difficult to maintain this temperature, moreover, a stress-sensitive difference arises when planting fry in ponds, a temperature shock is likely. In the early periods of growing up of carp fry, the limiting factor for the safety of planting material is the water temperature at the beginning of the cycle of 17° C, then 23° C. Starting from the sixth day of the experiment, the fry abruptly began to increase in height and weight, obtained with the content of larvae in natural ponds 4 ... 7 times.

Key words: aquaculture, carp, rearing, larvae, planting material, closed water exchange device (UZV).

Literatura

1. Babushkin, G.M. Ryby / G.M. Babushkin. – Rjazan': Ministerstvo narodnogo obrazovanija RSFSR, 1990. – 126 s.

2. Vlasov, V.A. Praktikum po rybovodstvu / V.A. Vlasov, JU.A. Privezencev, A.P. Zav'jalov. – M., 2005. – S.48-49.

3. Vlasov, V.A. Priusadebnoe hozjajstvo. Rybovodstvo. / V.A. Vlasov, S.B. Mustaev. – M. : Izd-vo «JEKSMO-Press», 2001. – 240 s.

4. Vlasov V.A. Presnovodnaja akvakul'tura / V.A. Vlasov. – M. : Izd-vo «Kurs», 2015. - 383 s.

5. Kozlov, V.I. Akvakul'tura / V.I. Kozlov, A.L. Nikiforov-Nikishin, A.L. Borodin. – M.: KolosS. –S.52-60.

6. Krylova, T.G. Uovershenstvovanie biotehnologii podrashhivaniya lichinok karpa v pervoj zone prudovogo rybovodstva / T.G. Krylova, P.V. Dokuchaev, G.S. Krylov, T.I. Reshetnikova // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. - 2016. - № 6 - S. 605.

7. Krylov, G.S. Vyrashhivanie ryboposadochnogo materiala karpa v pervoj zone prudovogo rybovodstva: monografija / G.S. Krylov. – Izhevsk: RIO FGOU VPO Izhevskaja GSHA, 2004. – 144 s.

8. Krylova, T.G. Rybovodno-biologicheskie osobennosti vyrashhivaniya tovarnogo karpa v Srednem Predural'e : dis. ... kand. biolog. nauk /. Krylova Tat'jana Georgievna. – Moskva, 2009. – 141 s.

9. Movsesova, N.V. Zamknutyje sistemy v akvakul'ture: neobhodimy jekonomicheskie issledovanija /N.V. Movsesova, A.V. ZHigin. – Nauchnye trudy Dal'nevostochnogo gosudarstvennogo tehničeskogo rybohozjajstvennogo universiteta. – 2011. – № 23. – S. 250-255.



10. Privezencev, J.U.A. *Rybovodstvo* / J.U.A. Privezencev, V.A. Vlasov. – М.: «Mir», 2004. – 456 s.
11. Privezencev, J.U.A. *Rekomendacii po podrashhivaniju lichinok karpa v prudah pod plenochnymi pokrytijami* / J.U.A. Privezencev, E.F. Ivanova, V.I. Fedotenko. – *Rybovodstvo i rybnoe hozjajstvo*. – 2017. – № 5 (137). – 72-83.
12. Radchikov, V.F. *Povyshenie produktivnogo dejstvija kormov pri vyrashhivanii tovarnogo karpa* / V.F. Radchikov, A.V. Astrenkov, N.N. Gadlevskaja i dr. – *Uchenye zapiski*. – 2011. – Т. 47. - № 1. – S. 428-431.
13. Tunikov, G.M. *Razvedenie zhivotnyh s osnovami chastnoj zootehnii* / G.M. Tunikov, A.A. Korovushkin. – SPb: Lan'. – 744 s.
14. Blancheton, J.P. *Recent developments in recirculation systems* / J. P. Blancheton. – *Seafarming today and tomorrow: Abstracts and extended communications of contributions presented at the International conference «Aquaculture Europe 2002»*. – Italy, Trieste. – 2002. – P. 3-9.
15. Blancheton, J.P. *Water quality and rainbow trout performance in a Danish Mod-el Farm recirculating system: comparison with a flow through system* / J.P. Blancheton, A. Belaud. – *Aquacultural engineering*. – Vol. 40. – № 3. – 2009. – R.135-143.



УДК 639.311

К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ МИНИМИЗАЦИИ УЩЕРБА АКВАКУЛЬТУРЕ ОТ РЫБОЯДНЫХ ПТИЦ БИОЭКОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

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

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

БЕЗНОСЮК Роман Владимирович, канд. техн. наук, доцент кафедры технологии металлов и ремонта машин, rotario345830@rambler.ru

ЯКУНИН Юрий Викторович ст. преп. кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, Yakunin0104@yandex.ru

БАРЫШЕВ Роман Валерьевич, аспирант кафедры зоотехнии и биологии, barishev62@yandex.ru
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Целью исследований явилась разработка методических рекомендаций по внедрению в аквакультуру биоэкологического метода минимизации ущерба от механических повреждений и профилактики гельминтозов, возникающих у рыб от птиц-ихтиофагов. Объектами исследований явились рыбы семейства карповые, используемые в I-VI зонах рыбоводства: карп (*Cyprinus carpio carpio*), белый амур (*Stenopharyngodon idella*), толстолобик (*Hypophthalmichthys*); птицы-ихтиофаги, являющиеся дефинитивными хозяевами гельминтозов рыб, а также наносящие ущерб при питании, проклёвыванием мальков, сеголетков и рыб старших возрастных групп: баклан большой (*Phalacrocorax carbo*), цапля серая (*Ardea cinerea*) и чайка озёрная (*Chroicocephalus ridibundus*). В различных зонах рыбоводства апробировали разработанный нами метод профилактики гельминтозов и минимизации механических повреждений у рыб, возникающих от птиц, трофическим ареалом которых являются рыбоводные пруды. Метод включает в себя одновременное использование устройства, отпугивающего птиц (заявка на полезную модель №2018135327) и экологического контроля состояния экосистемы прудов через биотестирование рыб на устойчивость к гельминтозам. Показателями последнего являются маркеры, определяющие рыб семейства карповых в группу риска по гельминтозам. Таковыми необходимо считать при титровании: для толстолобиков – динамика концентрации лизоцима в туловищной почке минус 14%, гемагглютинация – плюс 8%; карпов – минус 20% и плюс 8%; белого амура – минус 19% и плюс 12% соответственно; при диффузно-гелевом методе исследований снижение лизоцима в туловищной почке толстолобика на 30%, карпа – на 11%, белого амура – на 7% определяет рыб в группу риска по инвазиям. Инновационным биоэкологическим методом, позволяющим осуществлять регуляцию численности рыбающих птиц на прудах без применения недопустимого с позиции биоэтики отстрела поголовья пернатых, является воздействие звуковыми сигналами. Для этого анализировали эффективность разработанного нами устройства для отпугивания птиц.

Ключевые слова: устойчивость рыб семейства карповых к гельминтозам, регуляция численности рыбающих птиц, отпугивающие птиц-ихтиофагов устройства, биотестирование, минимизация ущерба аквакультуре от рыбающих птиц



Введение

Для успешного развития современной аквакультуры мало использовать зоотехнические и ветеринарные технологии разведения и выращивания рыб, необходимо интегрировать с ними биоэкологические методы работы, благодаря чему обеспечить дополнительную защиту прудовых хозяйств от потери рыбопродукции [6]. В рыбхозах возможно добиться экономического эффекта от выращивания объектов аквакультуры в том случае, если учитывать результат взаимодействия хозяйственно ценных организмов со средой обитания, которая через абиотические и биотические факторы оказывает влияние на рыб. Одним из проявлений влияния среды являются сложные взаимоотношения между объектами аквакультуры и хищниками, к которым относятся птицы-ихтиофаги. Анализ ущерба и поиск методов его минимизации от влияния пернатых ихтиофагов на поголовье рыб является актуальной задачей, решение которой обеспечит повышение биологической продуктивности аквакультуры.

К распространенным паразитическими заболеваниями рыб, переносчиками которых являются пернатые ихтиофаги относятся ихтиокотилуроз (тетракотилёз), лигулидозы и диграммы, приводящие к гибели или недоразвитию или гибели объектов аквакультуры. Развитие в дефинитивном хозяине стадии гельминтов происходит в среднем 30-35 часов, далее в течение от 2-х до 5-ти суток продуцируются яйца, активно выводятся в окружающую среду, после чего наступает гибель паразита. При очаговых инвазиях, когда в хозяйстве не проводятся профилактические мероприятия против гельминтозных заболеваний, у рыб наблюдается кастрация, картина крови сеголетков и годовиков указывает на недостаточность метаболизма. Мышечная масса у растущей рыбы формируется с серьезными нарушениями, она рыхлая, что не даёт возможности достаточному движению особи для осуществления своей жизнедеятельности, влечет нарушения в ориентации в пространстве, рыбы не могут опускаться на дно, на мелководье становятся легкой добычей для хищников [11]. Метациркурий трематод при ихтиокотилурозе развивается в кишечнике цапли за 5 суток. Первыми промежуточными хозяевами этих гельминтов выступают пресноводные брюхоногие моллюски, вторыми – рыбы.

Распространителями диплостомоза являются чайки, далее жизненный цикл гельминта развивается по обычному сценарию, так заражаются рыбы в рыбоводных прудах. Необходимо отметить, что метациркурии располагаются в хрусталике, стекловидном теле оболочки глаза, реже других органах рыб и обладают стойкой жизнеспособностью – до 4-х лет. Подвержены заболеваемости форель, карп. Чайковые активно переносят лигулидозы, среди них весьма опасны для рыб семейства карповые лигулёз и диграммы, среди промежуточных хозяев которых низшие ракообразные, обитающие в прудах. Попадая в брюшную полость рыбы, развиваются в течение года,

вырастают в типичных ремнецов, которые жизнеспособны в течение 3-х лет [5,17,18].

Цаплевые являются дефинитивными хозяевами для постодиплостомоза, зараженность этим гельминтозом быстро распространяется и может достигать от 8 до 100% у сеголетков. В воду попадают яйца паразитов, продуцируемые в кишечнике ихтиофага, в течение 10-17 суток проникают в моллюсков и там развиваются 75-95 суток, далее прикрепляются к рыбам (мышцы и кожа). Полный цикл развития этого гельминта составляет при благоприятных климатических условиях 3 месяца, при низких температурах – до 9 месяцев, легко переносят осенне-зимний период. В рыбах способны паразитировать до 1,5 лет. Постодиплостомоз опасен для сеголетков, под действием растущего гельминта у них искривляется спина, замедляется рост [3], нарушается координация движений. В среднем десять личинок внутри одного сеголетка обычно вызывает летальный исход [11].

Бакланы известны как переносчики дилепидоза, промежуточными хозяевами которого являются низшие ракообразные, которых употребляют в пищу рыбы. Личиночная стадия паразита локализуется в желчном пузыре карпов, у мальков обитают в кишечнике. При заражении сеголетки истощаются и погибают еще до зимовки [5].

Исходя из того, какой серьезный вред рыбам наносят рыбоядные птицы, можно было бы предположить, что необходимо вводить кардинальные меры по их уничтожению на территориях прудовых хозяйств. Однако, принятие такого решения будет неверным, так как, в свою очередь, пернатые приносят прудовым хозяйствам и определенную пользу [10]. Постоянной составляющей их трофики являются земноводные, водные беспозвоночные, среди которых преобладают враги сеголетков. Определяя количество и видовой состав кормовых объектов бакланов, цапель и чаек нами обнаружено, что ихтиофаги поглощают много моллюсков и ракообразных. Рыба составляет всего 20% от общей массы употребляемой птицей пищи.

Таким образом, с одной стороны, пернатые хищники являются разносчиками заболеваний, с другой – уничтожают промежуточных хозяев этих же гельминтозов. Надо понимать, что существуют заповедники, заказники, в черте которых располагаются рыбоводные пруды, там отстрел птицы запрещен. Отсюда, актуализируется поиск биоэкологических методов регуляции птиц-ихтиофагов, способных не уничтожать птиц, а периодически регулировать их численность.

Благодаря экспедициям и полевым исследованиям, совершенным нами с 2015 по 2018 годы в рыбхозы I-VI зоны рыбководства Российской Федерации, был выявлен фаунистический состав рыбоядных птиц, определена численность и особенности этологии этих ихтиофагов во время трофики на водоёмах, используемых под аквакультуру.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились на рыбководных предприятиях, их разделение по зонам производили согласно этологическим особенностям ры-



боядных птиц (РП), использующих эти предприятия в качестве репродуктивного и трофического ареала. Объектами исследований являлись хищные птицы-ихтиофаги (цапли, чайки, бакланы), обитающие в различных зонах рыбоводства, наносящие ущерб рыбоводным хозяйствам в связи с осуществлением трофики, а также, в качестве переносчиков инвазий. Подсчёт пернатых ихтиофагов проводили маршрутным способом по общепринятой методике Е.С. Равкина [12], адаптировали её для подсчёта птиц в рыбхозах. Полевые исследования проводили в зонах рыбоводства.

Зона 1РП – типичная для таких хозяйств, как рыбхоз ИП «Малофеев Д.В.» (Рязанская область, Рязанский район); Коломенский рыбхоз «Осёнка» (Московская область, Коломенский район); «Рыбоводцентр», г. Москва; рыбхоз «Пихтовка» Республика Удмуртия, где среднемесячная температура июля плюс 18,5° С, января минус 10,5° С, вегетационный период длится до 140 дней. По технологии рыбоводства это I-II зоны.

Зона 2РП – типичная для таких хозяйств, как отделения ОАО «Рязаньрыбром» рыбхоз «Павловский», «Липяговский», «Пара», ИП Н. Косоруков, территория которых входит соответственно в следующие охотоведные хозяйства «Павловское охотничье хозяйство» (Рязанский район Рязанской области); «Чернавское охотничье хозяйство» (Милославский район Рязанской области); «Можарское охотничье хозяйство» (Сараевского района Рязанской области). По технологии рыбоводства это III-IV зоны.

Зона 3РП – типичная для таких хозяйств, как ассоциация «Большая рыба» (г. Семикаракорск Ростовской обл.); ООО «Семикаракорская рыба», ООО «Слободская сагва», ООО «РыбинвестАгро», ООО «Рыбка»; ПСК «Курчанский» (Краснодарский край Темрюкский район, пос. «Светлый путь»; ПСК племенной завод «Шапариевский» (Краснодарский край, Славянский район, ст. Черноерковская). По технологии рыбоводства это V-VI зоны.

Для решения проблемы отпугивания хищных птиц, совершенствовали способ регламентации численности птиц-ихтиофагов на прудах, предназначенных для аквакультуры, с учётом их этологии, проявляющейся на звуковые и визуальные раздражители (отпугивающие устройства). Анализировали работу отпугивающего устройства, проектируемого в ФГБОУ ВО РГАТУ (заявка на полезную модель №2018135327) [13]. Сравнивали воздействие разработанной нами модели и ранее существующих аналогов [14, 15].

Наряду с применением отпугивающего устройства дважды в месяц проводили биотестирование [7-9] рыб на устойчивость к инвазиям. При этом анализировали тест-реакции интерьерных показателей рыб, отражающие их устойчивость к паразитическим заболеваниям, передающимся по цепи питания от рыбадных птиц. В качестве тест-ответа, указывающего на снижение резистентности рыб к гельминтозам использовали динамику концентрации лизоцима и гемагглютина в туловищной почке толстолобиков, карпов и белых амуров. Маркерные показатели определяли титрова-

нием и диффузно-гелевым методом [4].

Результаты исследований

По рыбоводной технологии в Российской Федерации на 1 га прудов в среднем в конце весны сажают до 30 000 личинок карповых рыб, к осени, из них остается 33% сеголетков, что считается вполне удовлетворительным показателем. Таким образом, в результате различных причин, к которым относят и ущерб от рыбадных птиц, гибнут около 9 900 экз./га. Большинство прудовых хозяйств имеют площадь водной глади от 400 до 600 га.

Суточная потребность в пище у бакланов и цапель составляет до 500 г корма, в том числе, одна птица в день съедает до 330 г рыбы. Особенность этологии цапли в том, что в процессе осуществления трофики, она, насытившись, продолжает проклевывать стоящую на мелководье рыбу, при этом наносит существенный ущерб поголовью сеголетков, так как, при повреждении боков или глаз, они не способны развиваться в соответствии с нормами для своей возрастной категории, часто погибают. Необходимо отметить, что у чаек и бакланов обнаруживается высокий уровень переваримости пищи, что может приводить их к месту трофики гораздо чаще, чем цапель. Таким образом, этологически, цапли, в течение суток, редко меняют место своей дислокации на пруду, тогда как бакланы и чайки постоянно перемещаются по водоёму, расширяя, тем самым, ареал зоны риска инвазии рыб гельминтозами.

По нашим расчетам, если в рыбоводном хозяйстве не применяется методика регламентации численности рыбадных птиц, то, в среднем, на один гектар пруда пернатыми ихтиофагами истребляется около 1500 мальков рыб семейства карповые, что является прямым доказательством актуальности наших исследований в сфере разработки отпугивающего ихтиофагов устройства.

Ущерб (%) рыбоводным хозяйствам от птиц-ихтиофагов рассчитывали по динамике зараженности гельминтозами разных возрастных групп рыб семейства карповые (таблица 1), и по проценту выбраковки экземпляров объектов аквакультуры в результате их механического повреждения рыбадными птицами, а именно, недоразвития или гибели из-за проклёвывания боков или глаз хищными пернатыми (таблица 2).

Анализировали данные по заболеваемости рыб гельминтозами и механическим повреждениям от рыбадных птиц при применении разработанного нами отпугивающего пернатых ихтиофагов устройства (заявка на полезную модель №2018135327) и без его применения.

По нашим расчетам, применение отпугивающего птиц-ихтиофагов устройства, разработанного в ФГБОУ ВО РГАТУ (заявка на полезную модель №2018135327) снижает ущерб от потери поголовья карповых рыб, являющихся объектами аквакультуры во многих рыбоводных хозяйствах Российской Федерации. В частности, по гельминтозам для сеголетков в I-II зонах рыбоводства на 4-6%; III-IV – 5-6%; V-VI – 9-11%; для двухлетков – от 2 до 9% в зависимости от зоны рыбоводства; для трёхлетков – до 5%.



Экономически выгодно хозяйствам использовать предлагаемое устройство для регламентации численности хищных пернатых на прудах и с целью профилактики механических повреждений рыб, возникающих в результате проклевывания их рыбадыными птицами.

Таблица 1 – Ущерб рыбадызам от птиц-ихтиофагов по показателю – зараженность гельминтозами

| Зоны рыбадыводства | Зоны рыбадыводства в зависимости от обитания птиц-ихтиофагов | Ихтиофаги | Количество птиц, экз/500га | Зараженность гельминтозами | Ущерб, % | | | | | | |
|--------------------|--|-----------|----------------------------|---|---|----|-----------|---|-----------|---|---|
| | | | | | возрастные группы рыбады | | | | | | |
| | | | | | сеголетки | | двухлетки | | трехлетки | | |
| | | | | | вариант регламентации численности рыбадыных птиц* | | | | | | |
| 1 | | 2 | | 1 | | 2 | | 1 | | 2 | |
| I-II | 1 РП | баклан | - | дилепидоз | - | - | - | - | - | - | - |
| | | цапля | 120-180 | постодиплостомоз, ихтиокотилюророз | 16 | 11 | 8 | 5 | 3 | 2 | 2 |
| | | чайка | 800-1100 | лигулэз, диграммоз, ихтиокотилюророз | 20 | 14 | 9 | 5 | 4 | 2 | 2 |
| III-V | 2 РП | баклан | 5-10 | дилепидоз | - | - | - | - | - | - | - |
| | | цапля | 280-300 | постодиплостомоз | 13 | 8 | 5 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| | | чайка | 700-900 | диплостомоз, ихтиокотилюророз | 17 | 11 | 8 | 6 | 4 | 4 | 4 |
| V-VI | 3 РП | баклан, | 350-400 | дилепидоз | 18 | 7 | 11 | 6 | 7 | 3 | 3 |
| | | цапля, | 150-200 | постодиплостомоз | 23 | 12 | 14 | 8 | 7 | 3 | 3 |
| | | чайка | 1100-1200 | диплостомоз, лигулэз, диграммоз, ихтиокотилюророз | 21 | 12 | 17 | 8 | 9 | 5 | 5 |

* Примечание: варианты регламентации численности рыбадыных птиц: 1 – без отпугивающего птиц устройства; 2 – с использованием отпугивающего устройства (заявка на полезную модель №2018135327).

Таблица 2 – Ущерб рыбадыводным хозяйствам от птиц-ихтиофагов по показателю – механические повреждения рыбады, в результате проклевывания их рыбадыными птицами

| Зоны рыбадыводства | Зоны рыбадыводства в зависимости от обитания птиц-ихтиофагов | Ихтиофаги | Количество птиц, экз/500га | Ущерб от механических повреждений, % | | | | | | |
|--------------------|--|-----------|----------------------------|--|----|-----------|---|-----------|---|---|
| | | | | сеголетки | | двухлетки | | трехлетки | | |
| | | | | вариант регламентации численности рыбадыных птиц | | | | | | |
| | | | | 1 | | 2 | | 1 | | 2 |
| I-II | 1 РП | баклан | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | цапля | 120-180 | 22 | 16 | 8 | 5 | 4 | 2 | 2 |
| | | чайка | 800-1100 | 17 | 11 | 6 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| III-V | 2 РП | баклан | 5-10 | - | - | - | - | - | - | - |
| | | цапля | 280-300 | 23 | 14 | 12 | 7 | 3 | 1 | 1 |
| | | чайка | 700-900 | 23 | 18 | 11 | 6 | 3 | 1 | 1 |
| V-VI | 3 РП | баклан, | 350-400 | 12 | 8 | 7 | 3 | 5 | 2 | 2 |
| | | цапля, | 150-200 | 25 | 14 | 6 | 3 | 4 | 2 | 2 |
| | | чайка | 1100-1200 | 16 | 11 | 8 | 3 | 2 | 1 | 1 |

Так, исследования показали, что в зоне рыбадыводства 1РП количество поврежденной рыбады среди сеголетков уменьшилось на 6-9%; 2РП – 5-9%; 3РП – 9-11%; для двухлетков – 3%, 4-5%, 3-4%;

для трехлетков – 2-3% соответственно.

Заключение

Для профилактики гельминтозов у представителей семейства карповые, применяемых в



рыбхозах в качестве объектов аквакультуры, необходимо проводить регламентацию численности птиц-ихтиофагов на рыбоводных прудах, с использованием устройства для их отпугивания ((заявка на полезную модель №2018135327). Механизм биоэкологического воздействия устройства на пернатых ихтиофагов следующий – через программируемый блок, составной частью которого являются датчики движения, настроенные на улавливание подлетающей птицы, аппарат отмечает движение птицы. Различные звуковые сигналы, отпугивающие птицу, срабатывают тогда, когда в зоне действия устройства обнаруживается объект, по своим габаритам идентичный размерам баклана, цапли или чайки. Звуковые сигналы поступают локально, постоянно меняются (взрыв пиротехники, выстрел ружья, газовой пушки, тревожный крик птицы и т.д.), что не вызывает привыкания у ихтиофагов, способствует длительному закреплению рефлекса о том, что в зоне пруда есть опасность.

Помимо применения отпугивающих птиц устройств, важно проводить биотестирование рыб на устойчивость к паразитическим заболеваниям. При снижении показателей устойчивости карпов, толстолобиков, белых амуров к гельминтозам, необходимо активизировать работу по отпугиванию птиц от рыбоводных прудов. Биотестирование можно проводить с использованием метода серийных разведений (титрованием) или диффузно-гелевым методом. В первом случае, тревожным показателем снижения резистентности карповых, в частности, толстолобиков, к гельминтозам является уменьшение концентрации лизоцима в их туловищной почке (из расчета на 50 исследуемых экземпляров) на 14% при повышении показателей гемагглютинаина на 8%. При снижении устойчивости карпов к инвазиям, отмечается отрицательная динамика по лизоциму на 20%, при повышении гемагглютинаина на 8%; белых амуров, соответственно, на 19% и 12%. При применении диффузно-гелевого метода исследований устойчивости карповых к паразитическим заболеваниям, сохраняется динамика маркерных показателей, используемых для биотестирования при титровании. Отмечается снижение лизоцима в туловищной почке толстолобика на 30%, карпа – 11%, белого амура – 7%, что определяет рыб в группу риска по инвазиям. Разработанная методика снижения ущерба рыбоводным хозяйствам от птиц-ихтиофагов может применяться в любых зонах рыбоводства, мало затратная с позиции приобретения дорогостоящей аппаратуры, при этом даёт высокую эффективность.

Список литературы

1. Вихман, А.А. Системный анализ иммунофизиологической реактивности рыб в условиях аквакультуры. М.: Экспедитор, 1996. 176 с.
2. Вихман, А.А., Генералова Л.П. Методические указания по количественному анализу гуморальных факторов резистентности в органах и тканях рыб. М.: ВНИИПРХ, 1991. 20 с.
3. Гаевская, А.В. Паразитология и патология рыб / А.В. Гаевская. – Москва, издательство ВНИ-

РО, 2003. – С.160.

4. Генералова Л.П., Ситнова О.В. Методика определения лизоцима жидкостно-гелевым способом. М.: ВНИИПРХ, 1994. 3 с.

5. Грищенко, Л.И. Болезни рыб с основами рыбоводства /Л.И. Грищенко, М.Ш. Акбаев. – Москва «КолосС», 2013. – С.342-343.

6. Коровушкин А.А., Нефедова С.А. Современное состояние и перспективы развития товарной аквакультуры //В сб. национальной конференции «Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России», ФГБОУ ВО РГАТУ, 12 декабря 2016. С.360-362.

7. Нефедова С.А., Коровушкин А.А., Шашурина Е.А., Минин Д. Г, Ипатов И.А. К приему биотестирования в рыбоводстве // Научное обеспечение инновационного развития АПК. В сб. научных трудов по итогам международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, 29-31 января, СПб.: изд-во Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, 2015. С.183-189.

8. Нефедова С.А., Коровушкин А.А., Минин Д.Г., Зутова Л.Б., Ипатов И.А. К вопросу выбора тест-чувствительных гидробионтов для биотестирования воды в лабораторных, производственных и естественных условиях // Теоретическая и прикладная экология. 2014. № 3.

9. Нефедова С.А., Коровушкин А.А., Минин Д.Г., Шашурина Е.А., Афанасьев М.Ю., Ипатов И.А. Приемы биотестирования с применением представителей аквакультуры в качестве тест-объектов // Аграрная Россия, М.: изд-во Фолиум, 2015. № 4. С.35-39.

10. Никольский, Г.В. Рыбоядные птицы и их значение в рыбоводном хозяйстве / Г.В. Никольский, под ред. Е.Н. Павловского, изд. Наука, Москва, 1965. – С.5

11. Погорельцева, Т.П. Инвазионные болезни. Справочник по болезням прудовых рыб / П.В. Микитюк, Е.Ф. Осадчая, Т.П. Погорельцева и др. – К., Урожай, 1984. – С.123.

12. Равкин, Е.С. Методические рекомендации по комплексному маршрутному учёту птиц / Е.С. Равкин, Н.Г. Челинцев. – Москва, 1990. – 33 с.

13. Заявка на полезную модель №2018135327 от 05.10.2018г, МПК А01М29/02. Устройство для отпугивания птиц / Коровушкин А.А., Нефедова С.А., Бышов Н.В., Борычев С.Н., Лазуткина Л.Н., Безносюк Р.В., Якунин Ю.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАТУ.

14. Патент РФ № 2250611, МПК А01М29/02. Способ отпугивания птиц / Пивкин Н.М., Пивкин А.Н., Куценко Г.В., Забелин Л.В., Гафиятуллин Р.В. заявитель и патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие "Научно-исследовательский институт полимерных материалов". Заявл. 11.12.2002 г., опубл. 27.04.2005 г.

15. Патент РФ № 2051579, МПК А01М29/02. Устройство для отпугивания птиц / Звонов Б.М., Терсков Н.Г., Валиков А.В. Малое производственное объединение "Пирс". Заявл. 25.03.1993 г., опубл. 10.01.1996 г.

16. МУ 3.3.2.1758-03 Методы определения по-



казателей качества иммунобиологических препаратов для профилактики и диагностики гриппа.

17. Soodeh Shokrolahi, Seyed Mehdi Hosseinifard, Mohammad Raza Youssefi, Mina Sadough Evaluation of parasite fauna in Fish of

Alborz Dam // J Parasit Dis. 2016, Mar; 40(1): 129–131. Published online 2014 Jun 22.

18. Mehdipour M, Barzegar M, Jalali B. Evaluation of monogeneans parasites of the fish gill in Zayandeh River. Iran // J. Veterinary Sci 1(2), 2002.

ON THE SOLUTION OF THE PROBLEM OF MINIMIZING AQUACULTURE DAMAGE FROM FOODBIRD BIRDS BY BIOECOLOGICAL METHODS

Nefedova Svetlana A., doctor of biology and science, professor of the department of zootechnology and biology, 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 biology, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, korovuschkin@mail.ru

Beznosyuk Roman V., kt tech. science, associate professor, department of metal technology and machine repair, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev romario345830@rambler.ru

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

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

The purpose of the research was the development of guidelines for the introduction into aquaculture of the bioecological method of minimizing damage from mechanical damage and the prevention of gel-mintoz arising in fish from ichthyophagous birds. The objects of research were fish of the carp family used in the I-VI zones of fish farming: carp (*Cyprinus carpio carpio*), grass carp (*Ctenopharyngodon idella*), silver carp (*Hypophthalmichthys*); ichthyophagous birds, which are the definitive hosts of fish helminths, as well as damaging food, sipping fry, fingerlings, and fish of older age groups: Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*), Gray Heron (*Ardea cinerea*) and Lake Gull (*Chroicocephalus albonis*). In various areas of fish farming, we have tested a method developed for preventing helminths and minimizing mechanical damage in fish originating from birds whose trophic habitat is in fish ponds. The method includes the one-time use of the device that frightens birds (utility model application No. 2014135327) and the ecological monitoring of the state of the pond ecosystem through biotesting of fish for resistance to helminthiasis. Indicators of the latter are markers that determine the carp fish in the risk group for helminth infections. Those should be considered during the titration: for silver carps - the dynamics of lysozyme concentration in the trunk of the kidney minus 14%, hemagglutinin - plus 8%; karpov - minus 20% and plus 8%; grass carp - minus 19% and plus 12%, respectively; in the diffuse-gel method of research, the reduction of lysozyme in the trunk carp of a silver carp by 30%, carp by 11%, and the white carp at 7% makes fish at risk for invasions. An innovative bioecological method that allows the regulation of the number of fish-eating birds in ponds, without the use of, unacceptable from the standpoint of bioethics, shooting birds, is the impact of sound signals. For this, we analyzed the effectiveness of the device developed by us to scare away birds.

Key words: resistance of carp fish to helminth infections, regulation of the number of fish-eating birds, ichthyophagous birds scaring devices, biotesting, minimizing damage to aquaculture from fish-eating birds

Literatura

1. Vikhman, A.A. and Generalova L.P. 'Guidelines for the quantitative analysis of humoral factors of resistance in organs and tissues of fish', M., VNIIPRH, 1991, 20 p.

2. Vikhman A.A., Sitnova O.V., Generalova L.P., Shart L.A. and Borshev V.N. 'On the methods of studying the variability of the immunophysiological reactivity of fish. The development of aquaculture in inland water bodies', M., Moscow University Press, 1995, pp. 58-59.

3. Gaevskaya, A.V. *Parazitologiya i patologiya ryb* / A.V. Gaevskaya. – Moskva, izdatel'stvo VNIRO, 2003. – S.160.

4. Generalova L.P. and Sitnova O.V. 'Methods to determine lysozyme by liquid-gel method', M., VNIIPRH, 1994, 3 p.

5. Grishchenko, L.I. *Bolezni ryb s osnovami rybovodstva* /L.I. Grishchenko, M.SH. Akvaev. – Moskva «KolosS», 2013. – S.342-343.

6. Korovushkin A.A. and Nefedova S.A. 'The current state and prospects of commercial aquaculture development', In coll. of the national conference "Innovative development of the modern agro-industrial complex of Russia", FSBEI HE RSATU, December 12, 2016, pp. 360-362.

7. Nefedova S.A., Korovushkin A.A., Minin D.G., Shashurina E.A., Afanasyev M.Yu. and Ipatov I.A. 'Biotesting techniques with the use of aquaculture representatives as test objects', *Agrarian Russia*, Moscow, Folium, 2015, No. 4, pp. 35-39.

8. 13. Nefedova S.A., Korovushkin A.A., Minin D.G., Zutova L.B. and Ipatov I.A. 'On the issue of selecting test-sensitive hydrobionts for water bio-testing in laboratory, industrial and natural conditions', *Theoretical and Applied Ecology*, 2014, No. 3.



9. 14. Nefedova S.A., Korovushkin A.A., Shashurina E.A., Minin D.G. and Ipatov I.A. 'To method of biotesting in fish farming', Scientific support of innovative development of the agroindustrial complex. In coll. of scientific papers on the results of the international scientific-practical conference of the faculty, January 29-31, St. Petersburg, Publishing House of St. Petersburg State Agrarian University, 2015, pp. 183-189.

10. Nikolskij, G.V. Ryboyadnye pticy i ih znachenie v rybovodnom hozyajstve / G.V. Nikolskij, pod red. E.N. Pavlovskogo, izd. Nauka, Moskva, 1965. – S.5

11. Pogorelceva, T.P. Invazionnye bolezni. Spravochnik po boleznyam prudovyh ryb / P.V. Mikityuk, E.F. Osadchaya, T.P. Pogorel'ceva i dr. – K., Urozhaj, 1984. – S.123.

12. Ravkin, E.S. Metodicheskie rekomendacii po kompleksnomu marshrutnomu uchyotu ptic / E.S. Ravkin, N.G. CHelincev. – Moskva, 1990. – 33 s.

13. Zayavka na poleznuyu model' №2018135327 ot 05.10.2018g, MPK A01M29/02. Ustrojstvo dlya otpugiva-niya ptic / Korovushkin A.A., Nefedova S.A., Byshov N.V., Borychev S.N., Lazutkina L.N., Beznosyuk R.V., YAKunin YU.V.; zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO RGATU.

14. Patent RF № 2250611, MPK A01M29/02. Sposob otpugivaniya ptic / Pivkin N.M., Pivkin A.N., Kucenko G.V., Zabelin L.V., Gafiyatullin R.V. zayavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe predpriyatие "Nauchno-issledovatel'skij institut polimernyh materialov". Zayavl. 11.12.2002 g., opubl. 27.04.2005 g.

15. Patent RF № 2051579, MPK A01M29/02. Ustrojstvo dlya otpugivaniya ptic / Zvonov B.M., Terskov N.G., Valikov A.V. Maloe proizvodstvennoe ob"edinenie "Pirs". Zayavl. 25.03.1993 g., opubl. 10.01.1996 g.

16. MU 3.3.2.1758-03 'Methods for determining the quality indicators of immuno-biological preparations for prevention and diagnosis of influenza'.

17. Soodeh Shokrolahi, Seyed Mehdi Hosseinifard, Mohammad Raza Youssefi, Mina Sadough Evaluation of parasite fauna in Fish of Alborz Dam //J Parasit Dis. 2016, Mar; 40(1): 129–131. Published online 2014 Jun 22.

18. Mehdipour M, Barzegar M, Jalali B. Evaluation of monogeneans parasites of the fish gill in Zayandeh River. Iran // J. Veterinary Sci 1(2), 2002.



УДК 633.11: 579.64

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РОСТКОВ РИСА, ОБРАБОТАННЫХ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫМ ПОРОШКОМ 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

ОБИДИНА Инна Вячеславовна, ассистент кафедры общей и фармацевтической химии Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, inna.obidina@mail.ru

ЧУРИЛОВ Дмитрий Геннадиевич, канд. техн. наук, доцент кафедры технологии металлов и ремонта машин, churilov.dmitry@yandex.ru

ЧУРИЛОВА Вероника Вячеславовна, аспирант, veronicka.churilova@yandex.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

ЧУРИЛОВ Геннадий Иванович, д-р биол. наук, профессор, Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, genchurilov@yandex.ru

Цель выполненного нами эксперимента заключалась в изучении морфологических и биометрических показателей прорастания и развития семян риса при обработке растворами ультрадисперсного порошка (УДП) железа разной концентрации: 0,02г/1000 мл воды и 0,2г /1000 мл воды. В нашей работе мы использовали УДП железа размером 25 нм, с удельной поверхностью 45 м²/г. УДП железа в чистом виде не является активатором биологических систем. Для проявления биологической активности его подвергают ультразвуковому диспергированию в дистиллированной воде в течение 7-10 мин. Размеры наночастиц определяли на микроскопах "Jet-10⁰ С", измерение удельной поверхности выполнялось методом БЭТ. Было подтверждено положительное влияние обработки УДП на прорастание и развитие семян риса. Применение ультрадисперсного железа приводит к усиленному росту корневой части, увеличению длины и массы проростков на 7,25% (0,2г) и 69,42% (0,02г), соответственно. Доказана зависимость биометрических показателей проростков риса от концентрации ультрадисперсного железа. Подтверждено отсутствие токсического воздействия



ультрадисперсного железа на растения. Обработка УДП железа семян не привела к существенному увеличению железа в растениях. Однако наблюдалось увеличение важных для жизнедеятельности растения элементов P, Si, Na, K, которые участвуют в обмене веществ, дыхании, фотосинтезе. Положительное влияние УДП железа на регуляцию минерального питания, углеводного обмена, реакции фотосинтеза и дыхание клеток связано с пролонгированным воздействием ультрадисперсных частиц металла в восстановленной форме.

Ключевые слова: проростки, рис, ультрадисперсное железо, морфологические, биометрические показатели, ферменты

Введение

В исследованиях отечественных и зарубежных авторов установлена биологическая роль металлов в реализации генетических возможностей растительных организмов. В данном случае одним из важнейших свойств металлов является их способность образовывать комплексные соединения с белками и другими органическими соединениями. Известно, что металлы активизируют определенные ферментативные системы [1,2], и это осуществляется различными путями – непосредственным участием в составе ферментов или их активацией. Одним из биологически активных микроэлементов является железо, которое, входя в состав многих ферментов, повышает физиологическую устойчивость растительных организмов. Электрон-транспортные фотосинтетические цепи содержат цитохромы, ферредоксин, железосерные центры, то есть железосодержащие ферменты. Для их синтеза необходимо наличие достаточного количества железа в цитоплазме. Альтернативой железу могут быть наночастицы (НЧ) железа в виде ультрадисперсных порошков УДП Fe. Низкая токсичность металлов в ультрадисперсной форме, пролонгированность действия на биосистемы являются предпосылками для использования их в качестве биостимуляторов роста [3,4]. Ультрадисперсные порошки по отношению к макросостоянию отличаются качественным изменением физико-химических свойств. Особенности химического взаимодействия НЧ с жидкой средой являются одним из определяющих факторов в

стимулировании развития растений, что дает возможность применения нанометаллов в качестве микроудобрений и стимуляторов роста, обладающих пролонгированным действием. Предполагается, что нанокристаллические металлы обладают большими возможностями в минеральном питании и энергетическом воздействии за счёт некомпенсированных связей, в результате чего активизируется синтез различных ферментов, влияющих на углеводный и азотный обмен, синтез аминокислот, реакции фотосинтеза и дыхания клеток.

Для производства ультрадисперсных порошков используются различные методы, но для получения биологически активных наиболее оптимальным является низкотемпературное восстановление сырья в потоке водорода [5].

Целью выполненного нами эксперимента было изучение морфологических и биометрических показателей прорастания и развития семян риса, обработанных растворами ультрадисперсного железа разной концентрации.

Материал и методика исследований

В работе мы использовали УДП железа размером 25 нм, с удельной поверхностью 45 м²/г (рис. 1). Удельная поверхность полученных наночастиц металлов измерялась методом низкотемпературной адсорбции азота по БЭТ, с использованием анализатора «Quantachrome NOVA 1200e». По данным измерений величины удельной поверхности образцов определяли значение среднего размера частиц.

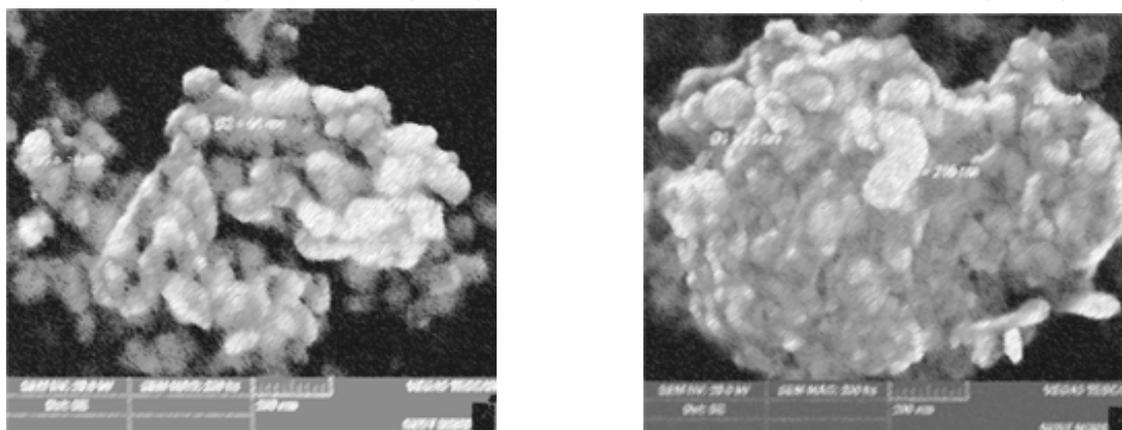


Рис. 1 – Микрофотографии нанопорошков Fe

Суспензии УДП железа готовили на основе дистиллированной воды с концентрациями 0,02г/1000 мл и 0,2г /1000 мл. Навески взвешивали при помощи аналитических весов VIBRA HT (Shinko Denshi, Japan, точность ±0,0001 г), высыпали в предварительно приготовленную емкость с водой

объемом 1 л и перемешивали стеклянной палочкой в течение 20 секунд. После чего диспергировали с помощью ультразвука в течение 5 минут, при мощности 300 Вт, частоте – 23,740 кГц согласно разработанной методике пробоподготовки. В качестве механического диспергатора использовался



гомогенизатор-диспергатор IKA MagicLab MK (IKA Werke, Германия). Скорость гомогенизатора при изготовлении суспензий НЧ с использованием механических воздействий составляла 20000 об/мин, давление – 2,5 бар, время обработки – 5 и 10 минут.

В диспергированном таким образом растворе железа измеряли концентрацию ионов водорода рН-метром МИ 150; рН контрольного раствора составил 6,99, а содержащего 0,2 г и 0,02 г ультрадисперсного железа – соответственно 6,34 и 5,85. Семена риса в растворах с УДП Fe замачивали в течение 15 мин. Этого времени достаточно для проникновения железа из раствора в клетки семян.

Для определения всхожести три партии семян по 200 штук в каждой группе помещали в грунт, состоящий из глины и почвы в соотношении 3:1.

Контейнер с заложенными в сильно увлажненную почву семенами помещали в лабораторный термостат при температуре 30° С. Такой состав грунта и температурных условий близок к естественным условиям выращивания данной культуры. Контрольные семена были выдержаны в течение 15 минут в бидистиллированной воде и помещены в аналогичном контейнере в этот же термостат. Все исследуемые партии семян выдержали в течение 3-х суток в лабораторном термостате при температуре 30° С. Затем еще семь дней проращивали при комнатной температуре 24-25° С. Через 10 дней проростки каждой партии были извлечены из грунта и посчитаны.

Результаты исследований

Всхожесть семян, обработанных ультрадисперсным железом разной концентрации и контрольной группы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Энергия прорастания и всхожесть семян риса в лабораторных условиях

| | 1 группа | | 2 группа | | 3 группа | |
|-------------------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------------------|
| | Всхожесть % | Энергия прорастания % | Всхожесть % | Энергия прорастания % | Всхожесть % | Энергия прорастания % |
| Контроль | 70,1±0,3 | 69,5±0,1 | 73,5±0,3 | 70,8±0,2 | 69,5±0,1 | 67,3±0,1 |
| Семена, обработанные 0,2г Fe | 73,5±0,2 | 71,6±0,1 | 75,0±0,3 | 73,2±0,2 | 73,0±0,3 | 72,1±0,2 |
| Семена, обработанные 0,02г Fe | 93,5±0,3 | 91,7±0,2 | 94,5±0,2 | 93,6±0,1 | 92,5±0,3 | 91,3±0,3 |

Проростки извлекали из почвы, просушивали в течение суток в естественных условиях. Затем отделяли росток от корня и взвешивали. Результаты приведены в таблице 2 и на рисунке 2.

Таблица 2- Биометрические показатели роста проростков риса в лабораторных условиях

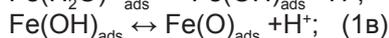
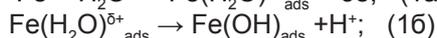
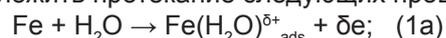
| | рН раствора | Масса проростков, г | % к контролю | Масса корней, г | % к контролю |
|-----------|-------------|---------------------|--------------|-----------------|--------------|
| Контроль | 6,99 | 9,516 | | 38,688 | |
| 0,2 г Fe | 6,34 | 10,206 | +7,25% | 44,43г | +14,84% |
| 0,02 г Fe | 5,85 | 16,122 | +69,42% | 57,072 | +47,52% |



Рис. 2 – Высушенные массы растений риса контрольной группы и обработанных УДП железа



В [6] подробно изложены механизмы растворения металлов группы железа, из которых следует, что значительная роль отводится адсорбированным молекулам воды, электроны которых частично обобществлены с электронным газом металла – так называемым поверхностным комплексом с переносом заряда. Окислительно-восстановительный потенциал наночастиц железа в водной среде имеет положительную величину и рН со смещением в кислую область. На основании данных, полученных при измерении водородного показателя раствора, для УДП железа можно предположить протекание следующих процессов:



где $(\text{H}_2\text{O})_{\text{ads}}^{\delta+}$ – молекула воды в поверхностном комплексе с переносом заряда, потерявшая часть заряда электрона ($0 < \delta < 1$).

Таким образом, на основании возможности протекания процессов (1б), (1в) можно утверждать об увеличении количества катионов водорода в растворе нанокристаллического железа [7-11] с последующим их воздействием на процессы, протекающие в клетке. Концентрация катионов водорода в растворе, содержащем 0,2 г Fe, увеличилась в 4,4 раза, а в растворе с 0,02 г Fe – в 13,5 раза. Следовательно, при более низкой концентрации доступность поверхностных атомов железа для взаимодействия с водой с образованием протонов выше.

Если учесть, что активность ферментов, транспорт субстратов через мембраны, направление ферментативных реакций зависят от величины рН в клетке [2, 12], то наночастицы являются биологически активными компонентами. Зависимость энергии, производимой в клетках и используемой для прорастания, от концентрации ионов водорода подтверждается последними исследованиями в области ферментов. За последние 30-35

лет в научной литературе утвердилось понятие «молекулярные машины», например белковый комплекс, преобразующий химическую энергию в энергию направленного движения молекул или их отдельных фрагментов, перенос молекул и ионов через биологические мембраны. Одно из главных макромолекулярных устройств АТФ-синтеза катализирует образование молекул АТФ – основной «энергетической валюты» живой клетки. АТФ-синтезный комплекс работает как энергопреобразующая макромолекулярная машина, которая приводится в действие за счет трансмембранной разности электрохимических потенциалов ионов водорода. В энергопреобразующих органеллах клеток растений – хлоропластах – «протонный потенциал» $\Delta\mu_{\text{H}^+}$ составляет 160-220 мВ. Большая часть этой энергии используется для синтеза АТФ [13].

Наиболее важная закономерность, наблюдаемая во всех опытных посевах – значительное увеличение корневой системы. В корне наблюдается наибольший расход АТФ, так как эта часть растений отличается интенсивным дыханием. Производные нуклеиновых кислот – кинины являются веществами, образующимися в корневой системе и поддерживающими меристемы растений в деятельном состоянии. Это подтверждено в ряде работ по изучению роли цитокининов в процессах жизнедеятельности растений. Предшественниками биосинтеза цитокининов в растениях являются свободные АТФ и АДФ, а также тРНК [14]. Увеличение количества протонов, вызывающих увеличение трансмембранного электрохимического потенциала, необходимого для образования АТФ, вызывает пропорциональное увеличение морфологических показателей прорастания и развития ростков риса (рис. 3). В целом, наблюдаемое увеличение корневой системы приводит к улучшению роста и продуктивности растений риса, что подтверждают результаты нашего эксперимента.

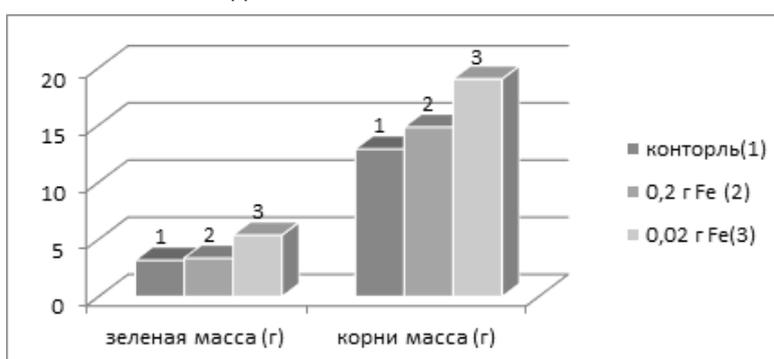


Рис. 3 – Зависимость физиологических показателей проростков риса от количества УДП железа

Биологическое воздействие на развитие растений из семян, которые подверглись обработке УДП, связано с проникновением микрочастиц порошка в микропоры семенных оболочек с дальнейшим взаимодействием частиц с жидкой средой и переходом металла в ионную форму. Затем постепенное растворение частиц, удерживаемых в порах, обеспечивает распределенное во време-

ни поступление элементов питания, необходимых для метаболизма и жизнедеятельности формирующегося растения [15, 16].

Положительные результаты, полученные на ячмене, ржи, кукурузе, сахарной, кормовой и столовой свекле, хлопчатнике, подсолнечнике и ряда тепличных культур подтверждают, что ультрадисперсные порошки металлов оказывают влияние



на растения на различных почвах и при разных климатических условиях [17].

Обработка УДП железа семян не привела к существенному увеличению железа в растениях. Согласно ранним исследованиям в полевых условиях при использовании ультрадисперсных порошков для обработки семян состав почвы не изменялся, следовательно, нанопорошки не накапливаются в почве и являются экологически безопасными [18].

Для определения наличия железа в корнях и

ростках риса их поверхность была исследована методом растровой электронной микроскопии. Полученные данные приведены в таблице 3 и свидетельствуют о незначительных отличиях от контрольной группы, главным образом, перераспределения железа из корня в росток. Кроме того, наблюдается увеличение важных для жизнедеятельности растения элементов P, Si, Na, K. Они участвуют в обмене веществ, дыхании, фотосинтезе. Кремний необходим для роста и развития риса, препятствует полеганию.

Таблица 3 – Элементный состав ростков риса, выращенных в условиях эксперимента, %

| Элемент | Содержание элемента в различных частях проростков риса | | | |
|-------------------|--|-------------------|-------------------------------------|--------------------|
| | Корень, контроль | Стебель, контроль | Корень, обработка 0,02 г УДП железа | Стебель, обработка |
| 0,02 г УДП железа | 2,4 | 6,9 | 1,5 | 8,9 |
| K | 0,8 | 3,3 | 1,2 | 2,6 |
| P | 0,1 | 0,5 | 0,1 | 0,7 |
| Fe | 0,7 | 0,1 | 0,5 | 0,3 |
| Mg | 0,4 | 0,1 | 0,9 | 0,3 |
| Na | 0,3 | 0,1 | 0,6 | 0,5 |

Заключение

Таким образом, доказана способность нанокристаллического железа при очень малых дозах активизировать физиологические и биохимические процессы. Применение нанокристаллического железа приводит к усиленному росту корневой части и увеличению длины и массы проростков. Положительное влияние на регуляцию минерального питания, углеводного обмена, реакции фотосинтеза и дыхание клеток связано с пролонгированным воздействием ультрадисперсных частиц металла в восстановленной форме.

Список литературы

1. Чурилов, Г.И. Биологическое действие наноразмерных металлов на различные группы растений / Г.И. Чурилов, С.Д. Полищук, Л.Е. Амплеева и др. Монография // Рязанский гос. агротехнологический ун-т. - 2010. - С.44-50.

2. Верхотуров, В.В. Взаимное влияние пероксидазы и низкомолекулярных антиоксидантов при прорастании семян пшеницы / В.В. Верхотуров // Автореферат. - Москва. - 2008. - С.16-17, 24-25.

3. Чурилов, Г.И. Влияние кобальта на физиологическое состояние и морфо-биологические показатели крови животных / Чурилов Г.И., Амплеева Л.Е., Назарова А.А., Полищук С.Д. // Рос. Медико-биологический вестник. - 2007. - №4. С.34-41.

4. Чурилов, Г.И. Воздействие травы вики, обработанной ультрадисперсным порошком железа на морфо-биологические показатели крови / Г.И. Чурилов, Л.Е. Амплеева, А.А. Назарова, С.Д. Полищук // Медико-биологический вестник. - 2008. - №1. - С.70-74.

5. Арсентьева, И.П. Закономерности строения и биологическая активность нанопорошков железа / И.П. Арсентьева, Э.Л. Дзидзигури, Н.Д. Захаров, Г.В. Павлов, Б.К. Ушаков, Г.Э. Фолманис, А.А. Арсентьев // Перспективные материалы. - 2004. - №4. - С.64-66.

6. Першина, Е.Д. Моделирование кинетики изменения водородного показателя и окислительно-восстановительного потенциала в аэрированной воде. / Е.Д. Першина, И.В. Алексашкин, К.А. Каздобин // Геополитика и экогеодинамика регионов. - 2010. - Вып.1. - С. 59- 63.

7. Подобаев, А.Н. Адсорбционное взаимодействие воды с металлами и его роль в процессах электрохимической коррозии / А.Н. Подобаев // Автореферат. - Москва. - 2008. - С.10-11, 17.

8. Зотова, Е.С. Исследование и свойства ультрадисперсных (нано-) порошков на основе меди, магния и железа, обладающих биологической активностью / Зотова Е.С. // Автореферат. - Москва. - 2008. - С.10-11, 16-17.

9. Губин, С.П. Химия кластеров. Основы классификации и строение / Губин С.П. // Наука. - 1987. - С.263.

10. Лазоренко-Маневич, Р.М. Роль воды и анионов в процессе активного растворения гидрофильных металлов в свете новых экспериментальных данных по спектроскопии свежееобразованных поверхностей / Р.М. Лазоренко-Маневич, А. Н. Подобаев // Российский химический журнал. - 1998. - Т. 42. - № 4. - С. 75-78

11. Алексанян А Ю, Подобаев А Н, Реформатская И И. / Стационарное анодное растворение железа в нейтральных и близких к нейтральным средах // Защита металлов 2007 Т 43 № 1 С 66-69.

12. Оглоблина, Т.А. Разработка и применение цитоспектрофотометрического метода измерения величины рН в живой клетке / Оглоблина Т.А. // Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. - Москва. - 1984. - С.8-10.

13. Романовский, Ю.М. Молекулярные преобразователи живой клетки. Протонная АТФ-синтаза – вращающийся мотор. / Ю.М. Романовский, А.Н. Тихонов // Успехи физических наук. - 2010. - Том 180. - №9. - С 932-956.



14. Лутова, Л.А.. Генетика развития растений. / Л.А.Лутова, Т.А.Ежова, И.Е.Додуева., М.А. Осипова //Инге-Вечтомов. — Санкт-Петербург. - 2011. С. 432.

15. Куцкир, М.В. Определение экологической безопасности наноматериалов на основе морфофизиологических и биохимических показателей сельскохозяйственных культур/ Куцкир М.В. // Автореферат. – Рязань. – 2 014. - С.9, 16, 19-20.

16. Чурилов, Г.И. Влияние ультрадисперсного порошка кобальта на биологическую активность полисахаридов *Poligonum aviculare* (горца птичьего)/ Г.И.Чурилов, Ю.Н.Иванычева, С.Д. Полищук // Медико-биологический вестник. – 2009. - №1.

- С.26-32.

17. Голубева, Н.И. Токсичность различных наноматериалов при обработке семян яровой пшеницы / Н.И. Голубева, С.Д. Полищук // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А.Костычева.-2012.-№4(16). С.21-24.

18. Чурилов, Д.Г. Особенности роста и развития кукурузы и подсолнечника при обработке семян наночастицами кобальта / Д.Г. Чурилов, М.Н.Горохова, Г.И.Бударина, С.Д. Полищук, И.В. Бакунин // Труды ГОСНИТИ.-2011.-Т. 107.-№2.-С. 46-48.

MORPHOLOGICAL PARAMETERS OF RICE SPROUTS, TREATED WITH ULTRADISPERSED IRON POWDER

Polischuk Svetlana D., doctor of engineering sciences, Professor, Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev, svpolishuk@mail.ru

Obidina Inna V., assistant of the Department of General and Pharmaceutical Chemistry, Ryazan State Medical University Named after Academician I.P. Pavlov, inna.obidina@mail.ru

Churilov Dmitry G., candidate of technical sciences, Associate Professor, Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev, churilov.dmitry@yandex.ru

Churilova Veronika V., postgraduate student, Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev, veronicka.churilova@yandex.ru

Churilov Gennady I., doctor of biology, Professor, Ryazan state medical University named after academician I. P. Pavlov, genchurilov@yandex.ru

The aim of the experiment we performed was to study the morphological and biometric parameters of germination and development of sprouts of such a demanded agricultural crop as rice, when treating seeds before planting with ultradispersed iron powder (UDP) solutions of different concentrations: 0.02 g / 1000 ml of water and 0.2 g / 1000 ml of water. In our work, we used iron UDP with a size of 25 nm and a specific surface area of 45 m² / g. Iron UDP is not an activator of biological systems. For the manifestation of biological activity, it is subjected to ultrasonic dispersion in distilled water for 7-10 minutes. The sizes of nanoparticles were determined with the help of microscopes "Jem-10⁰ C", the specific surface was measured by the BET method. The positive effect of such solutions on the germination and development of rice sprouts was confirmed. The use of ultrafine iron leads to enhanced root growth and an increase in the length and weight of seedlings by 7.25% (0.2 g) and 69.42% (0.02 g). The dependence of the biometric parameters of rice seedlings on the concentration of ultrafine iron has been proven. The absence of toxic effects of ultrafine iron on plants has been confirmed. The seeds treatment with iron UDP did not lead to any significant increase in iron in plants. However, an increase in the P, Si, Na, K elements, which are involved in metabolism, respiration, and photosynthesis, was observed. Silicon is necessary for the growth and development of rice and prevents lodging. According to early studies in the field when using ultrafine powders for treating seeds, the composition of the soil did not change, therefore, nanopowders do not accumulate in the soil and are environmentally friendly. The positive effect of iron UDP on the regulation of mineral nutrition, carbohydrate metabolism, photosynthesis reaction and cell respiration is associated with a prolonged effect of ultrafine metal particles in reduced form.

Key words: seedlings, rice, ultrafine iron, morphological, biometric parameters, enzymes.

Literatura

1. Churilov, G.I. *Biologicheskoe dejstvie nanorazmernih metallov na razlichnye gruppy rastenij*/ G.I. Churilov, S.D. Polishchuk, L.E. Ampleeva i dr. *Monografiya//Ryazanskij gos. agrotekhnologicheskij un-t.* - 2010. - S.44-50.

2. Verhoturov, V.V. *Vzaimnoe vliyanie peroksidazy i nizkomolekulyarnyh antioksidantov pri prorastanii semyan pshenicy*/ V.V. Verhoturov // *Avtoreferat.* - Moskva. - 2008. - S.16-17, 24-25.

3. Churilov, G.I. *Vliyanie kobal'ta na fiziologicheskoe sostoyanie i morfo-biologicheskie pokazateli krovi zhivotnyh*. Churilov G.I., Ampleeva L.E., Nazarova A.A., Polishchuk S.D.// *Ros. Mediko-biologicheskij vestnik.* - 2007.-№4. S.34-41.

4. Churilov, G.I. *Vozdejstvie travy viki, obrabotannoj ul'tradispersnym poroshkom zheleza na morfo-biologicheskie pokazateli krovi* / G.I.Churilov, L.E.Ampleeva, A.A.Nazarova, S.D. Polishchuk // *Mediko-biologicheskij vestnik.* – 2008. - №1. - S.70-74.

5. Arsent'eva, I.P. *Zakonomernosti stroeniya i biologicheskaya aktivnost' nanoporoshkov zheleza*/ I.P. Arsent'eva, E.L.Dzidziguri, N.D.Zaharov, G.V.Pavlov, B.K.Ushakov, G.E.Folmanis, A.A.Arsent'ev// *Perspektivnye materialy.*-2004.- 2004.-№4.- S.64-66.

6. Pershina, E.D. *Modelirovanie kinetiki izmeneniya vodorodnogo pokazatelya i okislitel'no-vosstanovitel'nogo potenciala v aerirovannoj vode*./ E.D. Pershina, I.V. Aleksashkin, K.A. Kazdobin// *Geopolitika i ekogeodinamika*



regionov. – 2010. – Vyp. 1. – S. 59- 63.

7. Podobaev, A.N. Adsorbcionnoe vzaimodejstvie vody s metallami i ego rol' v processah elektrohimicheskoy korrozii/A.N. Podobaev// Avtoreferat. – Moskva. -2008. - S.10-11, 17.

8. Zotova, E.S. Issledovanie i svojstva ul'tradispersnyh (nano-) poroshkov na osnove medi, magniya i zheleza, obladayushchih biologicheskoy aktivnost'yu/ Zotova E.S.// Avtoreferat. – Moskva. - 2008. - S.10-11, 16-17.

9. Gubin, S.P. Himiya klasterov. Osnovy klassifikacii i stroenie / Gubin S.P. // Nauka. – 1987. - S.263.

10. Lazorenko-Manevich, R.M. Rol' vody i anionov v processe aktivnogo rastvoreniya gidrofil'nyh metallov v svete novyh eksperimental'nyh dannyh po spektroskopii svezheobrazovannyh poverhnostej / R.M. Lazorenko-Manevich, A. N. Podobaev // Rossijskij himicheskij zhurnal. – 1998. – T. 42.- № 4.- S. 75-78

11. Aleksanyan A Yu , Podobaev A N, Reformatskaya I I . / Stacionarnoe anodnoe rastvorenie zheleza v nejtral'nyh i blizkih k nejtral'nym sredah // Zashchita metallov 2007 T 43 № 1 S 66-69.

12. Oглоблина, T.A. Razrabotka i primenenie citospektrofotometricheskogo metoda izmereniya velichiny pH v zhivoj kletke/ Oглоблина T.A. //Dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata biologicheskikh nauk. – Moskva. - 1984. - S.8-10.

13. Romanovskij, Yu.M. Molekulyarnye preobrazovateli zhivoj kletki. Protonnaya ATF-sintaza – vrashchayushchijsya motor./ Yu.M.Romanovskij, A.N. Tihonov //Uspekhi fizicheskikh nauk. – 2010. – Tom 180. - №9. - S 932-956.

14. Lutova, L.A.. Genetika razvitiya rastenij. / L.A.Lutova, T.A.Ezhova, I.E.Dodueva., M.A. Osipova //Inge-Vechtomov. — Sankt-Peterburg. - 2011. S. 432.

15. Kuckir, M.V. Opredelenie ekologicheskoy bezopasnosti nanomaterialov na osnove morfofiziologicheskikh i biohimicheskikh pokazatelej sel'skohozyajstvennyh kul'tur/ Kuckir M.V. // Avtoreferat. – Ryazan'. – 2 014. - S.9, 16, 19-20.

16. Churilov, G.I. Vliyanie ul'tradispersnogo poroshka kobal'ta na biologicheskuyu aktivnost' polisaharidov Poligonum aviculare (gorca ptich'ego)/ G.I.Churilov, Yu.N.Ivanycheva, S.D. Polishchuk // Mediko-biologicheskij vestnik. – 2009. - №1. - S.26-32.

17. Golubeva N.I. Toksichnost' razlichnyh nanomaterialov pri obrabotke semyan yarovoj pshenicy / N.I. Golubeva, S.D. Polishchuk // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A.Kostycheva.-2012.-№4(16). S.21-24.

18. Churilov D.G. Osobennosti rosta i razvitiya kukuruzy i podsolnechnika pri obrabotke semyan nanochasticami kobal'ta / D.G. Churilov, M.N.Gorohova, G.I.Budarina, S.D. Polishchuk, I.V. Bakunin // Trudy GOSNITI.-2011.-T.-107.-№2.-S. 46-48.



УДК 11.018.5:636.237.21+636.224.3

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КРОВИ КОРОВ РАЗНЫХ ПОРОД

РЫКОВ Роман Анатольевич, ст. научн. сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, brukw@bk.ru

ГУСЕВ Игорь Викторович, канд. биол. наук, вед. науч. сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных igorgusev@mail.ru

ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства» – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

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

Изучение биохимического статуса лучших по продуктивности и качеству молока отечественных и зарубежных пород молочного скота имеет практическую значимость и может служить дополнительной основой для их совершенствования. Целью наших исследований было сравнительное изучение продуктивности, биохимических показателей, характеризующих белковый и углеводно-липидный обмен в организме молочных коров черно-пестрой и джерсейской пород. Исследования были проведены на клинически здоровых молочных лактирующих коровах черно-пестрой (n=18) и джерсейской пород (n=31), находящихся в одинаковых условиях кормления и содержания в одном хозяйстве. В сыворотке крови определялись следующие показатели: концентрация общего белка, альбуминов, мочевины, креатинина, глюкозы, холестерина общего, ЛПВП, ЛПНП, ЛПОНП, глюкозы, триглицеридов, содержание гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитов, гематокрит. Молочную

© Рыков Р. А., Гусев И. В., 2018 г.



продуктивность оценивали по результатам контрольных доек, определяли массовую долю белка и жира в молоке. Коровы черно-пестрой породы значительно (на 72,5%) превосходили джерсейскую породу по уровню молочной продуктивности, однако уступали по массовой доле белка и жира в молоке. У коров джерсейской породы отмечали более высокие значения концентрации альбуминов в сыворотке крови (на 10,11%), мочевины (на 64,7%), активности АСТ (на 19,7%), что, возможно, вызвано ослаблением синтетической функции печени высокопродуктивных животных. В сыворотке крови черно-пестрых коров содержание общего холестерина и холестерина высокой плотности было достоверно выше, чем у коров джерсейской породы, соответственно на 13,2 и 46,5%. Количество холестерина очень низкой плотности и триглицеридов у коров джерсейской породы было выше на 64,3% и 61,3%, соответственно. Более высокая (на 11,5%) концентрация гемоглобина, эритроцитов (на 3,8%) и показателя гематокрита свидетельствует о более интенсивных окислительно-восстановительных процессах, протекающих в организме животных джерсейской породы.

Ключевые слова: лактирующие коровы, черно-пестрая порода, джерсейская порода, продуктивность, биохимия крови, гематология.

Введение

Обеспечение населения молочными продуктами в достаточном количестве и высокого качества является актуальной проблемой на ближайшую перспективу. Среди факторов, оказывающих существенное влияние на продуктивный потенциал крупного рогатого скота, состав молока и его качество, важное значение имеет принадлежность животных к той или иной породе (1,2,3). Изучение биохимического статуса лучших по продуктивности и качеству молока отечественных и зарубежных пород молочного скота имеет практическую значимость и может служить дополнительной основой для их совершенствования (4, 5)

Черно-пестрая порода коров занимает в нашей стране лидирующую позицию, а также распространена во многих странах мира благодаря высокой молочной продуктивности.

Джерсейская порода скота широко распространена во всем мире, поскольку обладает такими уникальными качествами, как хорошая молочная продуктивность и исключительно высокое содержание жира и белка в молоке.

Целью наших исследований было сравнительное изучение продуктивности, биохимических показателей, характеризующих белковый и углеводно-липидный обмен в организме молочных коров черно-пестрой и джерсейской пород.

Материалы и методы исследований

Исследования были проведены на молочных лактирующих коровах черно-пестрой (n=18) и джерсейской пород (n=31), находящихся в одинаковых условиях кормления и содержания в условиях одного хозяйства. Биологический материал был получен у клинически здоровых коров, забор

крови осуществлялся из хвостовой вены после утреннего доения с помощью вакуумной системы Vacuette в пробирки для клинических исследований (производитель – Greiner Bio-One, Австрия).

Определение содержания биохимических показателей в сыворотке крови проводилось на автоматическом биохимическом анализаторе ChemWell (Awareness Technology, США) с использованием реактивов фирм Analyticon Biotechnologies AG (Германия) и Spinreact (Испания). В сыворотке крови определялись следующие показатели: концентрация общего белка, альбуминов, мочевины, креатинина, глюкозы, холестерина общего, ЛПВП, ЛПНП, ЛПОНП, глюкозы, триглицеридов, активность ферментов переаминирования аланинаминотрансферазы (АЛТ) и аспаратаминотрансферазы (АСТ). Клиническую картину цельной крови определяли на автоматическом ветеринарном гематологическом анализаторе ABX MICROS ABC Vet (Франция).

Молочную продуктивность оценивали по результатам контрольных доек, определяли массовую долю белка и жира в молоке.

Экспериментальная часть

Результаты исследований, приведенные в таблицах 1-4, свидетельствуют о том, что изучаемые породы коров отличались по показателям молочной продуктивности, а также биохимическим и гематологическим показателям крови.

Несмотря на то, что животные находились в равноценных условиях кормления и содержания, коровы черно-пестрой породы значительно (на 72,5%) превосходили джерсейскую породу по уровню молочной продуктивности, однако уступали по массовой доле белка и жира в молоке (табл. 1).

Таблица 1 – Показатели молочной продуктивности

| Показатели | Порода коров | | | |
|---------------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| | Черно-пестрая | | Джерсейская | |
| | \bar{x} | S \bar{x} | \bar{x} | S \bar{x} |
| Удой, кг/сутки | 30,44 | 1,57 | 17,65 | 0,51 |
| Массовая доля жира в молоке, % | 4,00 | 0,01 | 5,57 | 0,15 |
| Массовая доля белка в молоке, % | 3,08 | 0,01 | 4,10 | 0,09 |

\bar{x} - среднее арифметическое значение
S \bar{x} - ошибка средней арифметической



В целях установления объективных отличий физиолого-биохимических параметров коров черно-пестрой и джерсейской пород нами были проведены исследования биохимических и гематологических показателей крови у животных.

Одним из важных процессов в организме является белковый и азотистый обмен. Белки играют исключительно большую роль в жизнедеятельности организма. Они составляют основу живой протоплазмы, участвуют в регуляции метаболизма других питательных веществ в сократительных процессах, защитных функциях организма. О белковом и азотистом обмене организма можно судить по содержанию в крови общего белка, его белковых фракций, мочевины, креатинина и активности аминотрансфераз.

По результатам биохимического исследования сыворотки крови изучаемые породы коров достоверно не отличались по концентрации общего белка, однако было установлено различие в содержании альбумина (табл. 2). Джерсейская порода по концентрации альбуминов в сыворотке крови превосходила черно-пеструю на 10,11%. Концентрация глобулинов в сыворотке крови коров черно-пестрой породы составила $47,18 \pm 1,15$ г/л, у джерсейской – $45,15 \pm 1,19$ г/л.

Содержание мочевины в сыворотке крови у коров джерсейской породы находилось на уровне $5,83 \pm 0,18$ ммоль/л, что на 64,7% выше, чем у коров черно-пестрой породы, это, возможно, вызвано ослаблением синтетической функции печени высокопродуктивных животных.

Таблица 2 – Показатели азотистого обмена в сыворотке крови коров

| Показатели | Порода коров | | | | | |
|---------------------|---------------|---------------|-----------|-------------|---------------|-----------|
| | Черно-пестрая | | | Джерсейская | | |
| | \bar{x} | $S_{\bar{x}}$ | $C_v(\%)$ | \bar{x} | $S_{\bar{x}}$ | $C_v(\%)$ |
| Общий белок, г/л | 78,23 | 1,44 | 7,82 | 79,34 | 0,97 | 6,78 |
| Альбумин, г/л | 31,05 | 0,81 | 11,08 | 34,19 | 0,53 | 8,54 |
| Глобулин, г/л | 47,18 | 1,15 | 10,32 | 45,15 | 1,19 | 14,73 |
| Мочевина, ммоль/л | 3,77 | 0,16 | 18,30 | 5,83 | 0,18 | 17,15 |
| Креатинин, мкмоль/л | 115,42 | 4,70 | 17,24 | 99,82 | 3,62 | 20,21 |
| АЛТ, ЕД/л | 21,36 | 1,06 | 20,97 | 21,43 | 1,18 | 30,66 |
| АСТ, ЕД/л | 58,38 | 3,94 | 28,61 | 69,57 | 3,42 | 27,32 |

\bar{x} – среднее арифметическое значение

$S_{\bar{x}}$ – ошибка средней арифметической

C_v – коэффициент вариации

У изучаемых пород коров концентрация креатинина находилась в пределах физиологической нормы. У коров черно-пестрой породы этот показатель составил $115,42 \pm 4,70$ мкмоль/л, у джерсейской – $99,82 \pm 3,62$ мкмоль/л.

Одним из показателей интенсивности белкового и энергетического обмена в печени и мышечной ткани животных является активность аминотрансфераз. Наибольшая активность АСТ выявлена у коров джерсейской породы, превосходство составило 19,7%. Активность АЛТ находилась на одинаковом уровне.

Липиды служат основным источником энергии, растворяют ряд биологически активных веществ,

защищают жирорастворимые витамины от окисления, выполняют в организме антиоксидантную роль, способствуют нормализации нарушенного обмена веществ. Липиды входят в состав клеточных оболочек, оказывают влияние на проницаемость, участвуют в углеводном, белковом обменах, сохраняют и стимулируют функцию эндокринной системы. Оценка физиологического состояния животных включает в себя определение показателей липидного обмена: общие липиды, триглицериды, общий холестерин, холестерин высокой плотности (холестерин ЛПВП), низкой плотности (холестерин ЛПНП), очень низкой плотности (холестерин ЛПОНП) (табл.3).

Таблица 3 – Показатели липидного и углеводного обменов

| Показатели | Порода коров | | | | | |
|---------------------------|---------------|---------------|-----------|-------------|---------------|-----------|
| | Черно-пестрая | | | Джерсейская | | |
| | \bar{x} | $S_{\bar{x}}$ | $C_v(\%)$ | \bar{x} | $S_{\bar{x}}$ | $C_v(\%)$ |
| Общие липиды, г/л | 6,27 | 0,39 | 26,40 | 5,78 | 0,28 | 26,12 |
| Холестерин общий, ммоль/л | 6,50 | 0,33 | 25,65 | 5,46 | 0,30 | 28,68 |
| Холестерин ЛПВП, ммоль/л | 3,81 | 0,16 | 16,01 | 2,60 | 0,15 | 29,62 |
| Холестерин ЛПНП, ммоль/л | 2,60 | 0,25 | 35,77 | 2,72 | 0,21 | 41,54 |
| Холестерин ЛПОНП, ммоль/л | 0,09 | 0,005 | 22,22 | 0,14 | 0,007 | 28,57 |
| Триглицериды, ммоль/л | 0,19 | 0,011 | 29,00 | 0,31 | 0,015 | 26,32 |
| Глюкоза, ммоль/л | 3,04 | 0,14 | 19,74 | 3,22 | 0,08 | 6,21 |

\bar{x} – среднее арифметическое значение

$S_{\bar{x}}$ – ошибка средней арифметической

C_v – коэффициент вариации



В результате проведенных исследований установлено, что в сыворотке крови черно-пестрых коров содержание общего холестерина и холестерина высокой плотности было достоверно выше, чем у коров джерсейской породы, соответственно на 13,2 и 46,5%. Это может быть вызвано более высокой молочной продуктивностью животных. По содержанию холестерина низкой плотности в изучаемых группах животных достоверных различий не выявлено. Следует отметить, что количество холестерина очень низкой плотности и триглицеридов у коров джерсейской породы было выше на 64,3% и 61,3% соответственно.

Содержание глюкозы находилось в пределах

физиологической нормы у животных всех групп. Колебания этого показателя были незначительными.

В результате проведенных исследований установлено, что в сыворотке крови коров джерсейской породы содержание железа было достоверно выше. Железо необходимо для синтеза гемоглобина, в котором сосредоточено более половины его запасов в организме.

По содержанию лейкоцитов, которые играют главную роль в специфической и неспецифической защите организма от внешних и внутренних патогенных агентов, у изучаемых пород существенных различий не выявлено (табл.4).

Таблица 4 – Гемато-морфологические показатели крови коров

| Показатели | Порода коров | | | | | |
|---------------------------------|---------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|
| | Черно-пестрая | | | Джерсейская | | |
| | \bar{x} | S \bar{x} | C _v (%) | \bar{x} | S \bar{x} | C _v (%) |
| Лейкоциты, 10 ⁹ /л | 7,56 | 0,38 | 21,43 | 7,21 | 0,55 | 39,81 |
| Эритроциты, 10 ¹² /л | 6,37 | 0,14 | 9,26 | 6,61 | 0,15 | 12,41 |
| Гемоглобин, г/л | 100,30 | 1,80 | 7,68 | 111,81 | 2,50 | 11,85 |
| Гематокрит, % | 27,92 | 0,50 | 7,56 | 30,59 | 0,70 | 12,03 |

Содержание гемоглобина и эритроцитов, участвующих в транспорте кислорода и углекислоты, выполняющих также буферные функции, у животных черно-пестрой породы составило 100,30±1,80 г/л и 6,37±0,14x10¹²/л. У животных джерсейской породы среднее содержание гемоглобина было достоверно выше и равнялось 111,81±2,50 г/л, эритроцитов – 6,61±0,15x10¹²/л. Более высокая (на 11,5%) концентрация гемоглобина и эритроцитов (на 3,8%) свидетельствует о более интенсивных окислительно-восстановительных процессах, протекающих в организме животных джерсейской породы.

Показатель гематокрита у коров джерсейской породы находился на уровне 30,59±0,70%, что достоверно выше, чем у коров черно-пестрой породы (27,92±0,50%).

Результаты и выводы

Полученные данные свидетельствуют о различиях в физиолого-биохимических показателях крови, характеризующих состояние белкового и углеводно-липидного обменов в организме коров черно-пестрой и джерсейской пород.

COMPARATIVE EVALUATION OF PHYSIOLOGICAL-BIOCHEMICAL PARAMETERS OF BLOOD OF COWS OF BLACK PIED AND JERSEY BREEDS

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

Gusev Igor V., candidate of biological sciences, Leading Researcher of the Department of Physiology and Biochemistry of Agricultural Animals of the Federal Science Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, igorgusev@mail.ru

The study of the biochemical status of the best in productivity and quality of milk of domestic and foreign breeds of dairy cattle is of practical importance and can serve as an additional basis for their improvement. The aim of our research was a comparative study of productivity, biochemical parameters characterizing protein

Список литературы

1. Василисин, В. В. Физиолого-биохимические показатели крови коров красно-пестрой породы и коров симментальской породы австрийской селекции [Текст] / В. В. Василисин, В. В. Соколов, А. В. Голубцов // Вестник Воронеж. гос. аграр. ун-та. – 2009. – №1 (20). – С. 58-63.
2. Громько, Е. В. Оценка состояния коров методами биохимии [Текст] // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2005. – № 2. – С. 80-94.
3. Reference values for blood parameters in Holstein dairy cows. Effects of parity stage of lactation, and season of production [Текст] / Cozzi G., Ravarotto L., Gottardo F., Stefani A. L., Contiero B., Moro L., Brscic M., Dalvit P. // J. Dairy Sci. - 2011. - Vol. 94. - P. 3895—3901.
4. Heat stress in lactating dairy cows: a review [Текст] / Kadzere C. T., Murphy M. R., Silanikove N., Maltz E. // Livest. Prod. Sci. - 2002. - Vol. 77. - P. 59—91.
5. Lumsden J. H., Mullen K. On establishing reference values [Текст] // Can. J. Comp. Med. 1978. Vol. 42(3). P. 293—301.



and carbohydrate-lipid metabolism in the body of dairy cows of black-and-white and Jersey breeds. Studies were conducted on clinically healthy milk lactating cows of black-and-white ($n=18$) and Jersey breeds ($n=31$), which are in the same conditions of feeding and keeping in the same economy. The following parameters were determined in the blood serum: total protein, albumin, urea, creatinine, glucose, total cholesterol, HDL, LDL, glucose, triglycerides, hemoglobin, red blood cells, leukocytes, hematocrit. Milk productivity was evaluated by the results of control milkings, the mass fraction of protein and fat in milk was determined. Black-and-white cows significantly (by 72.5%) exceeded the Jersey breed in terms of milk productivity, but were inferior in terms of the mass fraction of protein and fat in milk in cows of the Jersey breed noted higher values of albumin concentration in blood serum (by 10.11%), urea (by 64.7%), AST (by 19.7%), which may be caused by the weakening of the synthetic liver function of highly productive animals. In the blood serum of black-and-white cows, the total cholesterol and high-density cholesterol content was significantly higher than that of cows of Jersey breed, respectively, by 13.2 and 46.5%. The amount of cholesterol of very low density and triglycerides in cows of the Jersey breed was higher by 64.3% and 61.3%, respectively. A higher (11.5%) concentration of hemoglobin, red blood cells (3.8%) and hematocrit indicator indicates a more intense redox processes occurring in the body of animals of the Jersey breed.

Key words: lactating cows, black-and-white breed, Jersey breed, productivity, blood biochemistry, Hematology

Literatura

1. Vasilisin V. V., Sokolov V. V., Golubcov A. V. Fiziologo-biohimicheskie pokazateli krovi korov krasnopestroj porody i korov simmental'skoj porody avstrijskoj selekcii // Vestnik Voronezh. gos. agrar. un-ta. – 2009. – №1 (20). – S.58-63.
2. Gromyko E. V. Ocenka sostojanija korov metodami biohimii // JEkologicheskij vestnik Severnogo Kavkaza. – 2005. – № 2. – S. 80-94.
3. Cozzi G., Ravarotto L., Gottardo F., Stefani A. L., Contiero B., Moro L., Brscic M., Dalvit P. Reference values for blood parameters in Holstein dairy cows. Effects of parity stage of lactation, and season of production // J. Dairy Sci. 2011. Vol. 94. P. 3895–3901.
4. Kadzere C. T., Murphy M. R., Silanikove N., Maltz E. Heat stress in lactating dairy cows: a review // Livest. Prod. Sci. 2002. Vol. 77. P. 59–91.
5. Lumsden J. H., Mullen K. On establishing reference values // Can. J. Comp. Med. 1978. Vol. 42(3). P. 293–301.



УДК 631.61:631.171:631.23

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ОСВЕЩЕНИЯ И СПЕКТРА СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП НА ОБРАЗОВАНИЕ ФИТОМАССЫ РАСТЕНИЙ

СЕЛЬМЕН Вадим Николаевич, канд. с.-х. наук, ст. научн. сотрудник, vadim.selman@mail.ru

ИЛЬИНСКИЙ Андрей Валерьевич, канд. с.-х. наук, директор, ilinskiy-19@mail.ru

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова», Мещерский филиал

ВИНОГРАДОВ Дмитрий Валериевич, д-р биол. наук, профессор, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, vdv-rz@rambler.ru

Изучено влияние интенсивности освещения и спектра светодиодных ламп на образование фитомассы растений. Разработаны рекомендации по минимальной установочной мощности светодиодных ламп на единицу площади. Экспериментально установлено преимущество фитоламп над лампами холодного и тёплого свечения, позволяющее создать технологии круглогодичного, конвейерного, многоярусного производства растениеводческой продукции под искусственным освещением в закрытых помещениях. Это станет важным звеном в обеспечении продовольственных потребностей в северо-восточных регионах нашей страны, где в силу почвенно-климатических условий традиционное растениеводство невозможно. Выращивание под искусственным освещением позволит получать экологически чистую продукцию в случае загрязнения традиционных полей природными, космическими, военными и техногенными катастрофами. В проведенных исследованиях уста-



новлено, что по спектру наилучшие результаты отмечаются у фитоламп, далее следуют тёплые светодиодные лампы; холодные светодиодные лампы дали самые низкие показатели. Вариант с сочетанием теплой и холодной ламп показал самый низкий результат по сравнению с вариантом сочетания тёплых и холодных ламп с фитолампой. Сочетание с фитолампой дало заметную прибавку в накоплении биомассы и площади листьев, но уступало использованию одних фитоламп. Наибольшие результаты по выходу биомассы и площади листьев были в варианте 12 с использованием трёх фитоламп. Для успешного накопления биомассы листьев редиса и кресс-салата требуется установочная мощность светодиодного освещения не менее 40-60 Вт/м², что даёт результаты, сопоставимые с естественным освещением в открытом грунте. По спектральному составу для накопления биомассы наиболее предпочтительны фитолампы, затем следуют лампы тёплого свечения, наименьшее накопление биомассы дают лампы холодного свечения.

Ключевые слова: конвейерное производство, освоение арктических земель, растениеводство, светокультура, светодиодные лампы, спектр излучения, техногенное загрязнение, экология.

Введение

Большая часть населения России проживает на юго-западе страны, а основная масса природных ресурсов, полезных ископаемых и главного богатства 21 века – пресной воды находятся на северо-востоке. Одной из важнейших задач, встающих перед нашей страной, является освоение Арктики и северо-востока, и гарантированное производство продовольствия для увеличивающегося населения. Однако из-за природно-климатических особенностей, наличия болот, вечной мерзлоты, гор, тундры и тайги реализовывать традиционное растениеводство в большинстве случаев там невозможно. Разработка технологий круглогодичного выращивания сельскохозяйственной продукции под искусственным освещением в закрытых помещениях позволит активнее заселять и осваивать северо-восток страны [10, 11]. На территориях традиционного сельскохозяйственного производства существует опасность накопления в почвах нефти и нефтепродуктов, радионуклидов, тяжёлых металлов [2-6, 12]. Серьезную потенциальную угрозу сельскому хозяйству страны представляют природные и техногенные катастрофы, последствия загрязнения окружающей среды радиоактивными элементами [1, 7]. Обозначенные проблемы заставляют выполнять поисковые научно-исследовательские работы по созданию принципиально новых способов производства продовольствия в искусственных условиях [8, 9, 10].

Вопросами выращивания растений в светокультуре под искусственным освещением в нашей стране занимаются ФГБНУ Агрофизический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, факультет агрономии и биотехнологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, Институт биофизики СО РАН.

В Мещерском филиале ВНИИГиМ проведено теоретическое обоснование выращивания растениеводческой продукции под искусственным освещением. Сделан принципиально важный вывод, что введение в выращивание растений высокозатратного в энергетическом и экономическом отношении искусственного освещения может быть оправдано только лишь при разработке технологии круглогодичного, конвейерного, многоярусного

производства, совмещённого с местами проживания или работы людей. Получать продукцию нужно не с единицы посевной площади, а с единицы объёма помещения. Эта технология позволит за счёт резкого снижения количества используемой техники, сокращения амортизационных отчислений, затрат и оплаты ручного труда, расходов на вентиляцию и отопление компенсировать затраты на дорогостоящее освещение [8, 10, 11].

Объекты и методы

Ранее в Мещерском филиале ВНИИГиМ был изготовлен и запатентован образец трёхъярусной светоустановки, на которой отрабатывали процессы конвейерного выращивания растений под искусственным освещением. В световых каналах установки по наклонным направляющим под действием силы тяжести скатываются емкости с вегетирующими растениями. Каналы освещались люминесцентными и энергосберегающими лампами, затем были установлены более экономичные светодиодные лампы, соответствующие по размеру и цоколю E27 традиционным лампам накаливания. На установке успешно и экономически оправданно выращивался зелёный лук. Выращивалась рассада картофеля сортов Бронницкий, Жуковский ранний, Лорх, Луговской, Никулинский, Пушкинец, Юбилей Жукова после меристемного размножения в пробирках для последующей высадки в поле [8, 10, 11].

Успешно выращивалась рассада овощных культур – белокочанной капусты сорта Слава 1305, цветной капусты сорта Дачница, столовой свёклы сорта Бордо. Выращивались через рассаду однолетний репчатый лук сорта Эксибишен, томаты сортов Белый налив 241 и Розовый фламинго, сладкий перец сортов Богатырь, Подарок Молдовы, Зерто F1, огурец Клавдия F1 и Герман F1 [11]. Лучше всех чувствовала себя на светоустановке рассада сладкого перца. В каналах светоустановки выращивали новую перспективную салатную культуру – рукколу сорта Красотка, укроп и листовую горчицу. Черенки винограда сортов «Изабелла» и «Белый жемчуг» высадили в пластмассовые стаканчики с землёй, и поместили ёмкость со стаканчиками в световой канал установки, там они укоренились и начали расти.



Рис. – Рассада перца и саженцы винограда в световом канале конвейерной светоустановки (Мещерский филиал ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова»)

Выращенная на светоустановке рассада превосходила по состоянию и развитию рассаду, выращенную на окнах при естественном освещении в качестве контроля. В опытах 2017 года по выращиванию перечисленных выше культур было замечено, что освещения хватает не всем. Так, пшеница, укроп, редис сорта Заря сильно вытянулись, рассада цветной капусты лучше чувствовала и превосходила в размерах рассаду белокочанной капусты. Черенки тутовника распустили на светоустановке почки, но укоренились и прижились только 15% саженцев.

Весной 2018 года в поисках оптимального режима искусственного освещения нами был поставлен опыт по изучению влияния спектра светодиодных ламп и разной интенсивности освещения на образование фитомассы растений. При этом световые каналы конвейерной светоустановки были разделены зеркальными перегородками на отдельные камеры, каждая из которых оборудовалась своим набором светодиодных ламп разного спектра, количества и их сочетания.

Для проведения опыта использовались равноценные по мощности (9 Вт) светодиодные лампы, лампы марки Samelion для тёплого (3000 К), холодного (4500 К) спектра излучения. Светодиодные фитолампы марки JassWay, с воспринимаемым на глаз розовым свечением, соответствуют красному пику фотосинтеза (длина волны у лампы 650 нм) и синему пику (длина волны у лампы 450 нм), соотношение красного синего и спектра 5:1. В Рязани в марте 2018 года светодиодные лампы тёплого и холодного свечения стоили 110 рублей, а светодиодные фитолампы 576 рублей за штуку.

Световая камера имела размеры 0,75 x 0,58 метра, площадь составляла 0,44 квадратного метра. Камера с одной светодиодной лампой имела установочную мощность осветительного оборудования 20,5 Вт/м²; с двумя светодиодными

лампами – 41 Вт/м²; с тремя светодиодными лампами – 61,5 Вт/м². Продолжительность светового дня – 16 часов.

В каждую камеру устанавливали одинаковые емкости с посеянными в почвенный субстрат семенами редиса сорта Заря, показавшего в опытах 2017 года чёткие требования к более интенсивному освещению. Внутренний размер ёмкостей с почвенным субстратом – 49 x 49 см, посевная площадь – 0,24 м², высота борта 6 см, объём загружаемого субстрата – до 14,5 литров. Почвенный субстрат брался с гряды в открытом грунте, где впоследствии был посеян контрольный вариант. Различия состояли только в интенсивности и спектре искусственного освещения.

Экспериментальная часть

В опыте изучались 13 вариантов искусственного освещения и контроль – естественное освещение в открытом грунте. Эксперимент был заложен 5 мая 2018 года. Высевались семена редиса скороспелого сорта Заря по схеме посева 5 x 5 см, в варианте 100 семян, глубина посева 2 см. Единичные всходы появились 6 мая, массовые всходы 7 мая по всем вариантам. Контроль – на гряде в открытом грунте в это же время, посев по схеме 5 x 5 см с глубиной 2 см.

Биометрический замер ширины семядольных листьев и учёт появления второго и последующих настоящих листьев по вариантам опыта проведены 17 мая. Учёт биомассы и площади листьев – 5 июня. Биомасса листьев всех растений каждого варианта опыта определялась взвешиванием на электронных весах ВСН 3/0, 1-3. Площадь листьев замерялась палеткой на 5-и типичных растениях каждого из вариантов, вычислялась средняя площадь листьев одного растения и умножением на количество растений в варианте вычислялась общая площадь листьев варианта к моменту уборки.

Аналогичный по схеме, методике и используе-



мому оборудованию опыт был проведён с кресс-салатом сорта Дукат с 14 июня по 17 июля 2018 года. Контрольная ёмкость с кресс-салатом, который рекомендуется и для домашнего выращивания, стояла на окне.

Студенты факультета ветеринарной медицины и биотехнологий Рязанского государственного аг-

ротехнологического университета Мишунин С.Е., Лёвин Я.А., Серова Т.А., проходящие в это время в Мещерском филиале ВНИИГиМ практику, активно участвовали в закладке опытов, проведении биометрических наблюдений и учётов.

Полученные данные представлены в таблицах 1-3.

Таблица 1 – Биометрический замер ширины семядольных листьев, появление первого и второго настоящего листа редиса Заря

| № | Вариант | Средняя ширина семядольных листьев, см | Первый настоящий лист, % | Второй настоящий лист, % |
|----|--|--|--------------------------|--------------------------|
| 1 | Лампа тёплая, 1 шт. | 2,17 | 0 | 0 |
| 2 | Лампа холодная, 1 шт. | 2,07 | 0 | 0 |
| 3 | Фитолампа, 1 шт. | 2,70 | 73 | 0 |
| 4 | Лампы тёплые, 2 шт. | 2,73 | 70 | 28 |
| 5 | Лампы холодные, 2 шт. | 2,87 | 100 | 36 |
| 6 | Фитолампы, 2 шт. | 3,01 | 100 | 100 |
| 7 | Лампа тёплая + холодная, 2 шт. | 2,58 | 100 | 56 |
| 8 | Лампа тёплая + фитолампа, 2 шт. | 2,83 | 100 | 76 |
| 9 | Лампа холодная + фитолампа, 2 шт. | 3,11 | 100 | 100 |
| 10 | Лампы тёплые, 3 шт. | 3,05 | 100 | 92 |
| 11 | Лампы холодные, 3 шт. | 3,07 | 100 | 76 |
| 12 | Фитолампы, 3 шт. | 3,73 | 100 | 100 |
| 13 | Лампа тёплая + фитолампа + лампа холодная, 3 шт. | 3,17 | 100 | 100 |
| 14 | Контроль, открытый грунт | 2,48 | 0 | 0 |

Таблица 2 – Учёт биомассы и площади листьев редиса Заря

| № | Вариант | Общая масса листьев, г | Средняя масса листьев одного растения, г | Средняя площадь листьев одного растения, см ² | Общая площадь листьев, см ² |
|----|--|------------------------|--|--|--|
| 1 | Лампа тёплая, 1 шт. | 57,5 | 0,67 | 9 | 774 |
| 2 | Лампа холодная, 1 шт. | 52,1 | 0,61 | 9 | 765 |
| 3 | Фитолампа, 1 шт. | 114,3 | 1,26 | 16 | 1456 |
| 4 | Лампы тёплые, 2 шт. | 146,8 | 1,58 | 24,5 | 2279 |
| 5 | Лампы холодные, 2 шт. | 110,9 | 1,21 | 24 | 2208 |
| 6 | Фитолампы, 2 шт. | 108,9 | 1,18 | 21 | 1932 |
| 7 | Лампа тёплая + холодная, 2 шт. | 67,3 | 0,86 | 26 | 2028 |
| 8 | Лампа тёплая + фитолампа, 2 шт. | 102,9 | 1,21 | 30 | 2550 |
| 9 | Лампа холодная + фитолампа, 2 штуки | 143,5 | 1,67 | 37,5 | 3225 |
| 10 | Лампы тёплые, 3 шт. | 132,0 | 1,54 | 54,5 | 4905 |
| 11 | Лампы холодные, 3 шт. | 126,1 | 1,43 | 57 | 5016 |
| 12 | Фитолампы, 3 шт. | 184,4 | 2,25 | 61,5 | 5043 |
| 13 | Лампа тёплая + фитолампа + лампа холодная, 3 шт. | 149,6 | 1,70 | 58 | 5104 |
| 14 | Контроль, открытый грунт | 121,2 | 1,46 | 39,5 | 3279 |



Таблица 3 – Учёт биомассы и площади листьев кресс-салата Дукат

| № | Вариант | Общая масса листьев, г | Средняя масса листьев одного растения, г | Средняя площадь листьев одного растения, см ² | Общая площадь листьев, см ² |
|----|--|------------------------|--|--|--|
| 1 | Лампа тёплая, 1 шт. | 8,9 | 0,08 | 1,5 | 174 |
| 2 | Лампа холодная, 1 шт. | 13,5 | 0,08 | 1,0 | 168 |
| 3 | Фитолампа, 1 шт | 20,1 | 0,17 | 2,5 | 298 |
| 4 | Лампы тёплые, 2 шт. | 19,5 | 0,18 | 2,0 | 212 |
| 5 | Лампы холодные, 2 шт. | 18,5 | 0,18 | 1,9 | 192 |
| 6 | Фитолампы, 2 шт. | 24,0 | 0,26 | 3,0 | 273 |
| 7 | Лампа тёплая + холодная, 2 шт. | 13,1 | 0,17 | 2,0 | 156 |
| 8 | Лампа тёплая + фитолампа, 2 шт. | 37,0 | 0,27 | 2,5 | 343 |
| 9 | Лампа холодная + фитолампа, 2 штуки | 40,3 | 0,40 | 2,8 | 283 |
| 10 | Лампы тёплые, 3 шт. | 70,9 | 0,62 | 5,0 | 575 |
| 11 | Лампы холодные, 3 шт. | 52,3 | 0,48 | 6,4 | 698 |
| 12 | Фитолампы, 3 шт. | 108,5 | 0,65 | 5,6 | 935 |
| 13 | Лампа тёплая + фитолампа + лампа холодная, 3 шт. | 74,7 | 0,42 | 5,1 | 918 |
| 14 | Контроль, на окне | 25,0 | 0,14 | 2,8 | 506 |

Учёты биометрии (табл. 1), биомассы и площади листьев редиса Заря (табл. 2), биомассы и площади листьев кресс-салата Дукат (табл. 3) показали, что интенсивность освещения в трёх вариантах с одной светодиодной лампой с установочной мощностью 20,5 Вт/м² недостаточна и уступает естественному освещению. Освещение в шести вариантах с двумя светодиодными лампами с установочной мощностью 41 Вт/м² для редиса уступает, а для кресс-салата соответствует по выходу биомассы контролю с естественным освещением. В четырёх вариантах с тремя светодиодными лампами с установочной мощностью 61,5 Вт/м² показатели существенно превосходят результаты контроля с естественным освещением.

По спектру наилучшие результаты отмечаются у фитоламп, далее следуют тёплые светодиодные лампы, холодные светодиодные лампы дали самые низкие показатели. Сочетание теплой и холодной ламп (вариант 7) показало самый низкий результат по сравнению с сочетанием тёплых и холодных ламп с фитолампой (варианты 8 и 9). Сочетание с фитолампой дало заметную прибавку в накоплении биомассы и площади листьев, но уступало использованию одних фитоламп. Наибольшие результаты по выходу биомассы и площади листьев были в варианте 12 с использованием трёх фитоламп.

Заключение

Для успешного накопления биомассы листьев редиса и кресс-салата требуется установочная мощность светодиодного освещения не менее 40-60 Вт/м², что даёт результаты, сопоставимые с естественным освещением в открытом грунте. По спектральному составу для накопления биомассы наиболее предпочтительны фитолампы, затем следуют лампы тёплого свечения, наимень-

шее накопление биомассы дают лампы холодного свечения. Сочетание тёплых и холодных ламп с фитолампой дало существенную прибавку в накоплении биомассы. Сочетание теплой и холодной ламп дало самый низкий результат.

Список литературы

1. Виноградов, Д. В. Экологические аспекты охраны окружающей среды и рационального природопользования : учебное пособие [Текст] / Д. В. Виноградов, А. В. Ильинский, Д. В. Данчеев. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2017. – 128 с.
2. Ильинский, А. В. Биоремедиация загрязнённых нефтепродуктами почв при помощи карбонатного сапропеля и биопрепарата «Нафтокс» [Текст] / А. В. Ильинский, Л. В. Кирейчева, Д. В. Виноградов // Вестник Рязанского государственного агро-технологического университета им. П.А. Костычева. – 2016. – № 2 (30). – С. 28–35.
3. Ильинский, А.В. К вопросу детоксикации загрязнённого мышьяком оподзоленного чернозёма с помощью комбинированного мелиоранта на основе диатомита и голубой глины [Текст] / А.В. Ильинский, Л.В. Кирейчева, Д.В. Виноградов, Л.И. Московкина // Вестник Рязанского государственного агро-технологического университета им. П.А. Костычева. – 2015. – № 3 (27). – С. 9–13.
4. Ильинский, А.В. К вопросу повышения эффективности проведения работ по реабилитации техногенно загрязнённых земель с помощью внедрения современной системы комплексного контроля [Электронные ресурсы] / А.В. Ильинский, Д.В. Виноградов, Г.Д. Гогмачадзе // АгроЭкоИнфо. – 2016, №3. http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2016/3/st_320.doc.
5. Ильинский, А.В. К вопросу толерантности ярового ячменя при выращивании на почве, загрязнённой комплексом тяжёлых металлов [Текст]



/ А.В. Ильинский, Д.В. Виноградов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2016. – № 2 (30). – С. 23–28.

6. Ильинский, А.В. Некоторые аспекты обоснования системы комплексного контроля при проведении мероприятий по реабилитации техногенно загрязнённых земель [Текст] / А.В. Ильинский, Д.В. Виноградов, П.Н. Балабко // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2015. – № 4 (28). – С. 10–15.

7. Ильинский, А.В. Экологические основы природопользования: учебное пособие [Текст] / А.В. Ильинский, Д.В. Виноградов, Д.В. Данчеев // Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2017. – 128 с.

8. Пат. 2258352, Российская Федерация, МПК А 01 G 9/24, А 01 G 31/02. Многоярусная светоустановка для выращивания предбазисного оздоровленного семенного картофеля и другой сельскохозяйственной продукции [Текст] / Сельмен В.Н., Поляков А.В., Пыленок П.И., Сидоров И.В.; заявитель и патентообладатель Сельмен В.Н., Поляков А.В., Пыленок П.И., Сидоров И.В. - № 2003119943/12; заявл. 04.07.03; опубл. 20.08.05, Бюл. № 23. – 10 с. : ил.

9. Пыленок, П.И. Доля масличных культур в энергетическом балансе страны [Текст] / П.И. Пы-

ленок, В.Н. Сельмен, В.Н. Родькина, Г.И. Ершова // Научно-практические аспекты технологий возделывания и переработки масличных и эфиромасличных культур: материалы Международной научно-практической конференции, РГАТУ, Рязань, 3–4 марта 2016. – Рязань: РГАТУ, 2016. С. 211–218.

10. Сельмен, В.Н. Оценка возможности альтернативных технологий производства сельскохозяйственной продукции [Текст] / В.Н. Сельмен // Комплексные мелиорации – средство повышения продуктивности сельскохозяйственных земель. Материалы юбилейной международной научной конференции. – М.: Изд. ВНИИА, 2014. – С. 431–435.

11. Сельмен, В.Н. Обоснование круглогодичного производства растениеводческой продукции при освоении Арктики и других перспективных территорий России [Текст] / В.Н. Сельмен, А.В. Ильинский, Д.В. Виноградов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 3 (35). – С. 68–73.

12. Щур, А.В. Нитрификационная активность почв при различных уровнях агротехнического воздействия [Текст] / А.В. Щур, Д.В. Виноградов, В.П. Валько // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2015. № 2 (26). С. 21–26.

ECOLOGICAL FEATURES OF INFLUENCE OF LED LAMPS ON FORMATION PHYTOMASSES OF PLANTS

Selmen Vadim N., candidate of agricultural sciences, senior research associate, Federal State Scientific Institution «All-Russian research institute for hydraulic engineering and reclamation of A.N. Kostyakov», Mescherskiy filial, vadim.selmen@mail.ru

Ilinskiy Andrey V., candidate of agricultural sciences, associate professor, Federal State Scientific Institution «All-Russian research institute for hydraulic engineering and reclamation of A.N. Kostyakov», Mescherskiy filial, ilinskiy-19@mail.ru

Vinogradov Dmitry V., doctor of agricultural sciences, professor, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, vdv-rz@rambler.ru

The effect of light intensity and the spectrum of LED lamps on plant phytomass was studied. Recommendations for the minimum installed power of LED lamps per unit area have been developed. Experimentally established advantage of phytolamps over cold and warm glow lamps, which allows to create technologies for year-round, conveyor, multi-tier production of crop production under artificial lighting in enclosed spaces. This will become an important link in the provision of food needs in the north-eastern regions of our country, where due to soil and climatic conditions, traditional crop production is impossible. Cultivation under artificial illumination will allow to receive ecologically pure production in case of pollution of traditional fields at natural, space, military and technogenic accidents. In the conducted studies it was found that the best results are observed in the spectrum of fitolamps, followed by warm LED lamps, and cold LED lamps gave the lowest figures. The variant with the combination of warm and cold lamps showed the lowest result compared with the option of the combination of warm and cold lamps with fitolamp. The combination with the phytolamp gave a noticeable increase in the accumulation of biomass and leaf area, but was inferior to the use of phytolamps alone. The greatest results on the yield of biomass and leaf area were in variant 12 using three fitolamps. For the successful accumulation of the biomass of radish leaves and cress - lettuce, the installation power of LED lighting of at least 40 - 60 W / m² is required, which gives results comparable to natural lighting in the open field. According to their spectral composition, phytolamps are most preferable for biomass accumulation, then warm glow lamps follow, and cold glow lamps give the least accumulation of biomass.

Key words: conveyor production, development of arctic lands, plant growing, light culture, LED lamps, radiation spectrum, man-made pollution, ecology.

Literatura

1. Vinogradov, D.V. *Ekologicheskie aspekty okhrany okruzhayushey sredy i racionalnogo prirodopolzovaniya: uchebnoe posobie [Tekst]* / D.V. Vinogradov, A.V. Ilinskiy, D.V. Dancheev // Rязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2017 – 128 с.

2. Ilinskiy, A.V. *K voprosu detoksikatsii zagryaznennogo myshyakom opodzolennogo chernozema*



s pomoschyu kombinirovannogo melioranta na osnove diatomite I goluboy gliny [Tekst] / A.V. Ilinskiy, L.V. Kireycheva, D.V. Vinogradov, L.I. Moskovkina // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. – 2015. - № 3 (27) – S. 9-13.

3. Ilinskiy, A.V. K voprosu povysheniya effektivnosti provedeniya robot po reabilitatsii tekhnogenno zagryaznennykh zemel s pomoschyu vnedreniya sovremennoy sistemy kompleksnogo kontrolya [Elektronnyye resursy] / A.V. Ilinskiy, D.V. Vinogradov, G.D. Gogmachodze // AgroEcolInfo. – 2016, №3. http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2016/3/st_320.doc

4. Ilinskiy, A.V. K voprosu tolerantnosti yarovogo yachmenya pri vyraschivani na pochve, zagryaznennoy kompleksom tyagelykh metallov [Tekst] / A.V. Ilinskiy, D.V. Vinogradov // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. – 2016. - № 2 (30) – S. 23-28.

5. Ilinskiy, A.V. Nekotorye aspekty obosnovaniya sistemy kompleksnogo kontrolya pri provedenii meropriyatiy po reabilitatsii tekhnogenno zagryaznennykh zemel [Tekst] / A.V. Ilinskiy, D.V. Vinogradov, P.N. Balabko // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. – 2015. - № 4 (28) – S. 10-15.

6. Ilinskiy, A.V. Ekologicheskie osnovy pripodopolzovaniya: uchebnoe posobie [Tekst] / A.V. Ilinskiy, D.V. Vinogradov, D.V. Dancheev // Ryazan: FGBOU VO RGATU, 2017 – 128 s.

7. Pat. 2258352, Rossiyskaya Federatsiya, MPKA 01 G 9/24, A 01 G 31/02. Mnogoyarusnaya svetoustanovka dlya vyraschivaniya predbazisnogo ozdorovlennogo semennogo kartofelya I drugoy selskokhozyaystvennoy produktsii [Tekst] / Selmen V.N., Polyakov A.V., Pylenok P.I., Sidorov I.V. ; zayavitel i patentoobladatel Selmen V.N., Polyakov A.V., Pylenok P.I., Sidorov I.V. - № 2003119943/12 ; zayavl. 04.07.03 ; opubl. 20.08.05, Byul. № 23. – 10 s. : il.

8. Pylenok, P.I. Dolya maslichnykh kultur v energeticheskom balance strany [Tekst] / Pylenok P.I., Selmen V.N., Rodkina V.N., Ershova G.I. // Nauchno-prakticheskie aspekty tekhnologii vozdeystviya I pererabotki maslichnykh I efimomaslichnykh kultur: materialy Mejdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, RGATU, Ryazan, 3-4 marta 2016. – Ryazan: RGATU, 2016. S. 211–218.

9. Selmen, V.N. Otsenka vozmozhnosti alternativnykh tekhnologiy proizvodstva selskokhozyaystvennoy produktsii [Tekst] / V.N. Selmen // Kompleksnyye melioratsii – sredstvo povysheniya produktivnosti selskokhozyaystvennykh zemel. : Materialy yubileynoy mejdunarodnoy nauchnoy konferentsii. – M.: Izd. VNIIA, 2014. – S. 431–435.

10. Selmen, V.N. Obosnovanie kruglogodichnogo proizvodstva rastenievodcheskoy produktsii pri osvoenii Arktiki I drugikh territoriy Rossii [Tekst] / V.N. Selmen, A.V. Ilinskiy, D.V. Vinogradov // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. – 2017. - № 3 (35) – S. 68-73.

11. Shur, A.V. Nitrifikatsionnaya aktivnost poch pri razlichnykh urovnnyakh agrotehnicheskogo vozdeystviya / A.V. Shur, D.V. Vinogradov, V.P. Valko // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. 2015. № 2 (26). С. 21-26.

12. SHHur, A.V. Nitrifikatsionnaya aktivnost' pochv pri razlichnykh urovnnyakh agrotehnicheskogo vozdeystviya [Tekst] / A.V. SHHur, D.V. Vinogradov, V.P. Val'ko // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. 2015. № 2 (26). S. 21-26.



УДК: 631.51

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В КРЫМУ

ТУРИН Евгений Николаевич, канд. с.-х. наук, ст. научн. сотрудник лаборатории земледелия, turin_e@niishk.ru

ЖЕНЧЕНКО Клара Готлибовна, научн. сотр. лаборатории земледелия, klara.zhenchenko@mail.ru
ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

С увеличением распаханности земли и усиленным воздействием человека на природу значительно возросла опасность проявления ветровой и водной эрозии. Следствием пыльных бурь 1969, 1972 и 1974 годов стала значительная потеря крымскими почвами плодородного слоя, что привело к необходимости разработать для условий степного Крыма почвозащитную и энергосберегающую научно-обоснованную систему обработки почвы, способствующую накоплению и сохранению влаги и сохраняющую естественное плодородие почвы. Для выполнения этих задач на полях Крымской областной государственной сельскохозяйственной опытной станции в 1975 году был заложен стационарный опыт по изучению и совершенствованию систем обработки почвы, который включал в себя 17 вариантов. Разные системы обработки изучались в десятипольном зернопаропропашном севообороте со следующим чередованием культур: пар чистый – озимая пшеница – озимый ячмень – кукуруза молочно-восковой спелости – озимая пшеница – пар занятый (тритикале + вика озимая) –



озимая пшеница – кукуруза на зерно – яровой ячмень – подсолнечник. В задачу исследований входило изучение ветроустойчивости и агрофизических свойств почвы, отдельных элементов водного и питательного режимов, засоренность и продуктивность культур севооборота. За ротацию севооборота было установлено, что безотвальные комбинированные обработки почвы и прямой посев обеспечивают надежную защиту почвы от ветровой эрозии. Плотность южных малогумусных черноземов не выходит за пределы оптимальных показателей для изучаемых культур независимо от способа обработки почвы. Лучшие условия накопления влаги в слое 0-150 см создаются при дифференцированной обработке почвы. Содержание подвижных элементов азотного и фосфорного питания растений по изучаемым способам механической обработки почвы изменяются незначительно. При переходе на прямой посев зафиксировано уменьшение содержания азота и растворимости фосфора по горизонтам в сравнении с разноглубинной вспашкой. Самая высокая продуктивность культур севооборота за ротацию отмечалась при сочетании поверхностных обработок с глубокой пахотой под черный пар, а самая низкая – при прямом посеве.

Ключевые слова: обработка почвы, продуктивная влага, засоренность севооборота, структура почвы, урожайность.

Введение

Совершенствование систем земледелия неразрывно связано с усовершенствованием приемов механической обработки почвы [1, 5, 13, 23]. В объеме полевых работ на классическую обработку почвы приходится до 40% энергетических и 27% трудовых затрат [4, 9, 15]. Основной обработкой почвы в Крыму длительное время была разноглубинная вспашка, т.е. обработка с оборотом пласта [17]. С увеличением распаханности земли и усиленным воздействием человека на природу значительно возросла опасность проявления ветровой и водной эрозии [2, 11, 12]. Эрозия почв – проблема для окружающей среды во всем мире, наш полуостров не является исключением. Пыльные бури в степных районах Крыма, и ветровая и водная эрозии в предгорных, приносят аграриям миллионные убытки [15]. Так, пыльная буря 1969 г. унесла с крымских полей на дороги, в лесополосы, сады, виноградники около 90 млн м³ самого плодородного слоя почвы. Сколько было унесено в море и безвозмездно потеряно, неизвестно [6]. Затем последовали интенсивные пыльные бури 1972 и 1974 годов, после чего аграрной науке Крыма была поставлена задача – разработать для условий степного Крыма почвозащитную и энергосберегающую научно-обоснованную систему обработки почвы, способствующую накоплению и сохранению влаги, сохраняющую естественное плодородие почвы, способствующую чистоте полей от сорняков, вредителей и болезней, стабилизирующую урожайность основных культур Крыма [7, 8, 10].

Для выполнения этих задач на полях Крымской областной государственной сельскохозяйственной опытной станции в 1975 году был заложен стационарный опыт по изучению и совершенствованию систем обработки почвы. На фоне четырех систем обработки почвы изучали три фона питания растений и два метода борьбы с сорной растительностью. Исследования проводились более 30 лет. В течение этого периода обработки почвы совершенствовались, проходили производственную проверку и широко внедрялись в производство. По результатам, полученным в этом стационарном опыте, был оформлен и получен патент за № 2614632 «Способ выращивания сельско-

хозяйственных культур в условиях степной зоны Крыма». Дата государственной регистрации в Государственном реестре изобретений Российской Федерации – 28 марта 2017 г., авторы Женченко К.Г., Паштецкий В.С., Радченко Л.А.

Обработка почвы должна иметь влаго-, почво-, и энергосберегающую направленность [18, 19]. Таким требованиям отвечает минимальная обработка [14]. Принцип минимализации осуществляется сокращением общего количества и глубины обработок, повышением их качества за счет применения комбинированных и широкозахватных агрегатов [20-22].

В первой ротации стационарного опыта был вариант так называемой нулевой обработки почвы. Изучали его в течение ротации (1976-1986 гг.). Результаты по этому варианту получили скорее отрицательные, чем положительные: наблюдалась тенденция снижения урожайности, увеличивалась засоренность с изменением видового состава сорного сообщества, происходило неравномерное накопление фосфорных удобрений по горизонтам. Все это было связано с отсутствием соответствующей техники для посева в необработанную почву с одновременным внесением минеральных удобрений, с отсутствием качественных гербицидов.

В начале нынешнего столетия стало ясно, что достичь новых высот в земледелии без стабилизации в области плодородия почвы практически невозможно. Повсеместное падение плодородия почвы, ухудшение ее структуры, уменьшение почвенной биоты, при почти полном отсутствии на полях дождевых червей, ведет к падению урожайности при росте себестоимости получаемой продукции. Наряду с традиционным земледелием возникают новые направления, например, прямой посев в необработанную почву и его разновидности.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в девятипольном стационарном севообороте в течение 1975-2005 гг. со следующим чередованием культур: пар чистый – пшеница озимая – ячмень озимый – кукуруза мвс – пшеница озимая – пар занятый (тритикале + вика озимая) – пшеница озимая – ячмень яровой – подсолнечник.



Климат в районе расположения опытов степной, умеренно холодный, полусухой, континентальный, с большими годовыми и суточными колебаниями температуры. По характеру водного баланса – это зона недостаточного увлажнения, среднегодовая сумма осадков 428 мм.

Почва – чернозем южный малогумусный, с содержанием гумуса 2,21-2,25%. Рельеф опытного участка равнинный. Мощность гумусового горизонта 50-60 см.

В опытах высевали районированные сорта и гибриды. Сроки сева и нормы посева – рекомендованные для Крыма. Органические и минеральные удобрения вносились под основную обработку почвы.

Изучались отвальная, безотвальная и комбинированные способы обработки почвы. Глубина обработки варьировала в зависимости от возделываемых культур. Ставку делали на почвозащитные, ресурсосберегающие мелкие и поверхностные обработки почвы отвальными и безотвальными орудиями. В статье приводим данные по четырем вариантам из 12 изучаемых:

вариант 1 – обработка почвы по принятой технологии – разноглубинная вспашка (контроль);
вариант 2 – разноглубинная плоскорезная обработка почвы (новыми и перспективными ору-

диями);

вариант 3 – сочетание мелких и поверхностных обработок с глубокой пахотой под черный пар;

вариант 4 – вар.3 плюс мульчирование почвы пожнивными остатками под пропашные культуры.

В вариантах опыта посев зерновых проводили сеялкой СЗП-3,6 м, пропашных – СПЧ-6. На посевах озимых зерновых в фазу кущения, кукурузы в фазу 3-5 листьев для борьбы с сорняками применяли гербициды – аминную соль 2,4Д по 2 кг/га; под предпосевную культивацию под подсолнечник вносили почвенный гербицид трефлан – 6 кг/га. В варианте 4 в период уборки культур мульчировали поверхность почвы послеуборочными остатками (солома зерновых под посев пропашных культур). Количество мульчирующего материала соответствовало фактическому урожаю побочной продукции этих культур. Учеты и наблюдения в опытах проводили согласно общепринятым методикам [3].

Результаты наблюдений

За годы исследований в среднем по культурам значительной разницы по структурности почвы, количеству водопрочных агрегатов и стерневых остатков (шт/м²) в вариантах опыта 1-3 не наблюдалось (табл.1).

Таблица 1 – Структура и противозерозионная устойчивость поверхности почвы, 1977-2005 гг.

| № варианта | Размер агрегатов в среднем по культурам | | | | Кол-во стерни, шт/м ² |
|------------|---|------------|---------------|---|----------------------------------|
| | более 10 мм | 0,25-10 мм | менее 0,25 мм | кол-во водопрочных агрегатов, более 0,25 мм | |
| 1 | 25,4 | 67,7 | 6,9 | 59,4 | 0 |
| 2 | 25,9 | 66,3 | 7,8 | 60,6 | 77,4 |
| 3 | 26,0 | 66,9 | 7,1 | 61,4 | 51,4 |
| 4 | 23,4 | 73,3 | 3,3 | 62,8 | 156,4 |

В четвёртом варианте отмечалось более высокое содержание агрегатов (0,25-10) за счет уменьшения менее ценных (0,25 мм), увеличение количества водопрочных агрегатов. Количество стерни также было максимальным в четвёртом варианте – 156,4 шт/м², при ее отсутствии в первом варианте, что потенциально опасно по отношению к эрозионным процессам. Более надежная защита поверхности почвы отмечалась в вариантах 2-3, где комковатость почвы сочеталась с наличием мульчирующего материала. Самой высокой почвозащитной эффективностью обладал вариант 4 при сочетании почвозащитных обработок с мульчированием почвы соломой.

Плотность сложения по способам и глубине обработки почвы в слое 0-30 см к посеву озимых составляла 1,11-1,20 г/см³, к посеву яровых – 0,99-1,19 г/см³. Ее величина мало зависела от способа обработки почвы и была в пределах оптимальной для сельскохозяйственных культур севооборота (1,0-1,30 г/см³). В процессе вегетации и к уборке плотность почвы увеличивалась и иногда выходила за пределы оптимальных показателей –

1,36-1,53г/см³, но зависела не столько от способа обработки почвы, сколько от погодно-климатических условий года (длительное отсутствие хозяйственно-полезных осадков). Свойством южных малогумусных черноземов является способность к разуплотнению, что приводило к равновесной плотности на этих делянках к весне, даже без проведения механической обработки почвы.

Содержание продуктивной влаги в почве перед посевом озимых культур зависело от предшественников, способов обработки почвы и конкретных погодно-климатических условий. В среднем за годы исследований наибольшее количество влаги накапливалось по всем горизонтам под посев пшеницы по чистому пару (табл. 2). Так, в слое 0-10 см в среднем по обработкам 8,9-9,4 мм, по другим предшественникам – 4,4-6,7 мм; в слое 0-150 см разница в пользу пара чистого в сравнении с занятым в 1,4 раза, с кукурузой в 1,7 раза, а со стерневым предшественником в 2,2 раза.

По способам обработки почвы в посевном слое и в слое 0-50 см доказуемой разницы в наличии продуктивной влаги по культурам не наблюда-



лось. Четкая зависимость между обработкой почвы и запасами влаги прослеживалась в горизонте 0-150 см: количество влаги по глубокому рыхлению с оборотом и без оборота пласта на одном уровне по изучаемым предшественникам, а в вариантах с мелким рыхлением доказуемая прибавка составила от 8,4 до 17,3 мм при НСР₀₅ – 3,62 мм. В варианте

с мульчированием почвы наблюдается тенденция увеличения продуктивной влаги, но она недоказуема в сравнении с вариантом без мульчирования – вариантом 3. Количество влаги к уборке более высокое под ячменем озимым, так как он более раннеспелая культура в сравнении с пшеницей.

Таблица 2 – Влияние обработки почвы на запасы продуктивной влаги по горизонтам при возделывании озимых культур в полевом севообороте, мм, 1977-2005 гг.

| № варианта | Показатели запасов продуктивной влаги по горизонтам, мм | | | |
|---------------------------------|---|------|-------|---------------|
| | При посеве | | | Перед уборкой |
| | 0-10 | 0-50 | 0-150 | 0-150 |
| Озимая пшеница по чистому пару | | | | |
| 1 | 9,4 | 42,5 | 102,5 | 20,9 |
| 2 | 8,9 | 40,1 | 103,2 | 17,2 |
| 3 | 9,8 | 41,2 | 113,6 | 21,9 |
| 4 | 9,3 | 40,8 | 119,8 | 24,6 |
| Озимая пшеница по занятому пару | | | | |
| 1 | 6,7 | 23,1 | 74,2 | 27,1 |
| 2 | 6,3 | 24,4 | 78,2 | 23,4 |
| 3 | 6,2 | 27,8 | 82,7 | 29,9 |
| 4 | 6,5 | 25,1 | 85,6 | 28,6 |
| Озимая пшеница по кукурузе | | | | |
| 1 | 4,7 | 17,3 | 57,4 | 31,6 |
| 2 | 4,4 | 16,5 | 56,9 | 24,6 |
| 3 | 5,0 | 15,2 | 68,8 | 37,1 |
| 4 | 5,2 | 18,2 | 65,8 | 25,4 |
| Озимый ячмень по стерне | | | | |
| 1 | 5,4 | 20,5 | 39,6 | 40,3 |
| 2 | 6,0 | 21,3 | 38,0 | 31,4 |
| 3 | 6,4 | 22,0 | 43,8 | 40,0 |
| 4 | 5,6 | 22,5 | 48,0 | 47,3 |
| НСР ₀₅ | 0,40 | 1,41 | 3,62 | 2,60 |

Наличие влаги в почве под посев яровых культур в большей мере зависело от способов обработки почвы. При глубоком рыхлении, будь то вспашка или плоскорез, оно было на одном уровне как в посевном слое, так и во всем исследуемом слое; при мелком рыхлении доказуемые прибавки в слое 0-10 см от 2 до 3,2 мм; в слое 0-150 см от 11,4 до 17,6 мм. Мульчирование почвы соломой прибавля-

ло продуктивной влаги под посев ярового ячменя в горизонте 0-150 см – 11,2 мм при НСР₀₅ – 5,44 мм.

При уборке примерно один уровень продуктивной влаги был по яровому ячменю и по кукурузе в фазе молочно восковой спелости, в среднем 57,2 мм, тогда как подсолнечник иссушал почву в 3,8 раза больше (табл.3).

Таблица 3 – Влияние обработки почвы на запасы продуктивной влаги по горизонтам при возделывании яровых культур в полевом севообороте, 1977-2005 гг.

| № варианта | Показатели запасов продуктивной влаги по горизонтам, мм | | |
|------------------------------------|---|-------|---------------|
| | При посеве | | Перед уборкой |
| | 0-10 | 0-150 | 0-150 |
| Кукуруза молочно восковой спелости | | | |
| 1 | 10,7 | 115,8 | 59,1 |
| 2 | 11,9 | 120,2 | 58,3 |
| 3 | 13,4 | 129,6 | 62,6 |
| 4 | 13,8 | 133,4 | 62,9 |
| Яровой ячмень | | | |
| 1 | 10,4 | 133,1 | 51,1 |
| 2 | 11,1 | 130,3 | 47,9 |
| 3 | 12,4 | 133,3 | 57,2 |



Продолжение таблицы 3

| | | | |
|-------------------|------|-------|-------|
| 4 | 13,7 | 144,5 | 58,0 |
| Подсолнечник | | | |
| 1 | 9,9 | 125,1 | 14,0 |
| 2 | 10,6 | 129,2 | 13,6 |
| 3 | 12,0 | 132,8 | 16,2 |
| 4 | 13,1 | 139,1 | 16,1 |
| НСР ₀₅ | 1,41 | 5,44 | 28,54 |

Количество сорных растений в посевах зависело от предшественников и от способа обработки почвы. Способ обработки почвы оказывал значительное влияние на засоренность посевов в севообороте. В среднем в первой ротации севооборота при замене вспашки плоскорезным рыхлением количество сорняков увеличивалось в 1,7-2,5 раза, при поверхностном и мелком рыхлении как дисковыми, так и плоскорезными орудиями – в 2,4-3,3 раза (табл. 4). Несколько изменялся видовой состав, незначительно увеличивалась доля многолетников – осота, вьюнка полевого. К уборке (после применения гербицидов) количество сор-

няков по вариантам обработки почвы обычно снижались. Засоренность зерновых в третьей ротации севооборота представлена в таблице 3. Количество сорняков уменьшилось как в целом по севообороту, так и по способам обработки почвы, но основные закономерности сохранились: имеет значение предшественник и способ обработки почвы. Наименьшее количество сорняков по вспашке, в среднем 86 шт/м²; по глубокому плоскорезному рыхлению в 1,4 раза больше, а по мелким и поверхностным обработкам – в 1,6 раза. Более чистые посева зерновых – по чистому пару и по пропашным.

Таблица 4 – Засоренность зерновых колосовых в третьей ротации севооборота, шт/м², 1997-2005 гг.

| Элементы технологии | Фаза кущения – выход в трубку (перед обработкой гербицидами) | | | | | |
|--|--|--------|-------------|---------------|---------------|---------|
| | Озимая пшеница | | | Озимый ячмень | Яровой ячмень | Среднее |
| | по ч/п | по з/п | по кукурузе | | | |
| Система обработки почвы | | | | | | |
| 1 | 65,2 | 176 | 91,0 | 88,0 | 10,0 | 86,0 |
| 2 | 81,2 | 228 | 134 | 119 | 19,0 | 116 |
| 3 | 79,4 | 248 | 155 | 131 | 32,0 | 133 |
| 4 | 81,1 | 250 | 157 | 148 | 25,0 | 132 |
| Фаза восковой спелости (перед уборкой) | | | | | | |
| | Озимая пшеница | | | Озимый ячмень | Яровой ячмень | Среднее |
| | по ч/п | по з/п | по кукурузе | | | |
| Система обработки почвы | | | | | | |
| 1 | 3,20 | 36,1 | 4,40 | 6,60 | 13,0 | 12,7 |
| 2 | 4,90 | 47,7 | 7,80 | 11,4 | 19,0 | 18,2 |
| 3 | 6,20 | 48,4 | 7,40 | 11,5 | 27,0 | 20,1 |
| 4 | 5,00 | 51,4 | 7,20 | 10,1 | 17,0 | 18,1 |

На азотное питание растений в среднем за годы исследований способы обработки почвы влияли незначительно. Содержание нитратного азота по разноглубинной вспашке и плоскорезному рыхлению составляло 7,8 и 7,4 мг, при минимализации глубины – 8,2 мг.

Среднее содержание фосфора (P₂O₅) в слое

0-30 см при различных вариантах обработки почвы было на одном уровне – 3,0-3,5 мг на 100 г почвы, однако наиболее равномерное его распределение отмечено в варианте разноглубинной вспашки (рис.1). Минимализация почвозащитных обработок почвы усиливает дифференциацию фосфора по слоям.

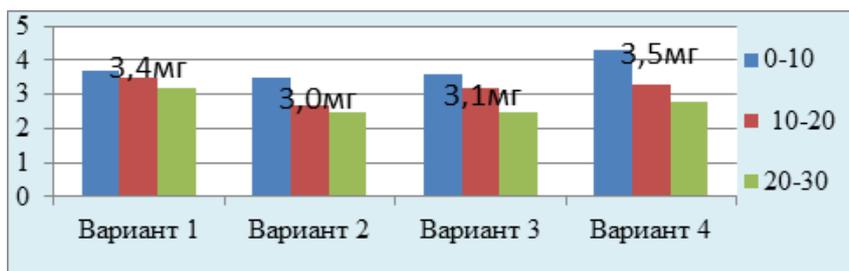


Рис. 1 – Влияние обработки почвы на содержание подвижного фосфора при посевах, мг/100 г почвы



Учёт урожая показал, что максимальная урожайность озимого ячменя и кукурузы (36,6 и 23,4 ц/га соответственно) формировалась при сочетании поверхностных обработок с глубокой вспашкой (вариант 3) (рис.2). При прямом посеве эти

культуры формировали минимальную урожайность (32, 0 и 17,5 ц/га). Урожайность подсолнечника не зависела от глубины и способа обработки почвы.

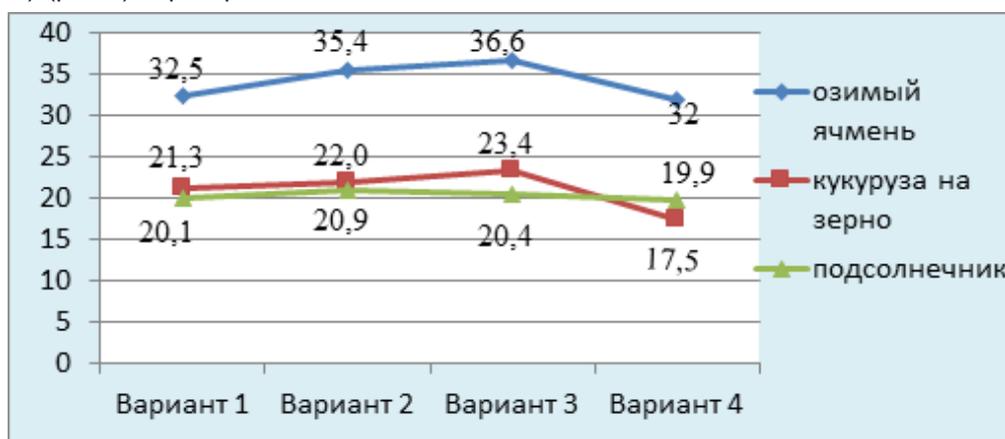


Рис. 2 – Влияние обработки почвы на урожайность отдельных культур севооборота по вариантам опыта (НСР₀₅ т/га: озимый ячмень – 1,7, кукуруза на зерно – 1,8, подсолнечник – 0,7)

Для более полной оценки изучаемых приемов обработки почвы всю полученную в вариантах опыта продукцию переводили в зерновые и кормовые единицы в соответствии с существующими коэффициентами [5]. Их количество в вариантах 1-3 было примерно на одном уровне:

35,8-36,6 ц/га зерновых и 46,8-48,1 кормовых единиц, при среднем 36,1 и 47,4 ц/га соответственно (рис.3). В варианте 4, при применении прямого посева количество зерновых и кормовых единиц было меньше на 3,0 и 3,5 ц/га соответственно.

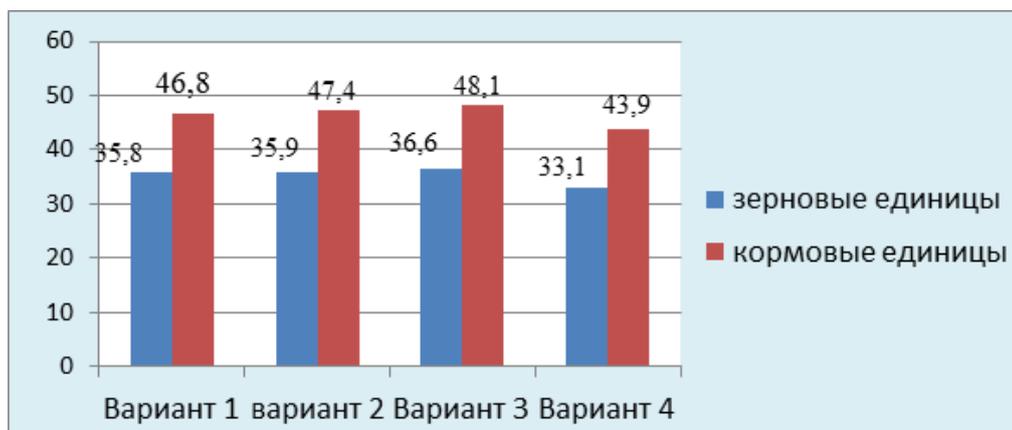


Рис. 3 – Количество зерновых и кормовых единиц в центнерах на 1 га севооборотной площади по вариантам

Выводы

На основании проведенных исследований были сделаны следующие выводы. Плотность сложения почвы не зависела от способа обработки почвы и была в пределах оптимальной для сельскохозяйственных культур севооборота – 1,0-1,3 г/см³. Наибольшее количество продуктивной влаги накапливалось к посеву озимых зерновых по чистому пару – в 1,4-2,2 раза больше по сравнению с другими предшественниками. По способам обработки почвы доказуемая прибавка в слое 0-150 см в варианте с мелким рыхлением – 8,40-17,3 мм при НСР₀₅ – 3,62 мм. Под посев яровых культур достоверная прибавка при мелком рыхлении в посевном слое – от 2 до 3,2 мм, и в слое -100 см– от 11,4 до 17,6 мм.

Засоренность по всем изучаемым способам

обработки почвы была выше экономического порога вредоносности, что требовало применения гербицидов.

Количество нитратного азота наиболее высоким было при минимализации глубины и мульчировании почвы – 8,2 мг.

При почвозащитных обработках без оборота пласта усиливалась дифференциация фосфора по слоям.

Наибольшее количество зерновых и кормовых единиц получилось в варианте с сочетанием мелких и поверхностных обработок с глубокой вспашкой в поле черного пара.

Для более полной оценки обработки почвы всю полученную в вариантах опыта продукцию переводили в зерновые и кормовые единицы. В среднем за годы исследований наибольшее ко-



личество зерновых и кормовых единиц имели в варианте сочетания мелких и поверхностных обработок с глубокой вспашкой в поле черного пара.

Результаты этих исследований легли в основу рекомендаций по обработке почвы под основные сельскохозяйственные культуры в степной зоне Крыма, которые используются по настоящее время.

Список литературы

1. Безручко, И. Н. Довідник по ґрунтозахистному землеробству [Текст] / И. Н. Безручко, Л. Я. Мільчевська. - Київ «Урожай». - 1990. - С. 6.
2. Дзенс-Литовская, Н.Н. Почвы и растительность степного Крыма [Текст] / Н. Н. Дзенс-Литовская. - Л.: Наука, 1970. - 157 с.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст]. - 5-е изд., доп. и перераб. - М.: Агропромиздат, 1985. - 351с.
4. Женченко, К. Г. Влияние длительного применения поверхностной обработки на плодородие почв в Степном Крыму [Текст] / К. Г. Женченко // Обработка почв и защита их от дефляция: Сборник науч. трудов. - К.: 1983. - С.60-65.
5. Зинченко, В. И. Оптимизация строения почвы в посевах озимых культур [Текст] / В. И. Зинченко, К. Г. Женченко // Аграрная наука. - 1994. - С. 48-51.
6. Зинченко, В. И. Рациональные способы основной обработки почвы под черный пар [Текст] / В. И. Зинченко, К.Г. Женченко // Вестник сельскохозяйственной науки. - 1986. - № 8. - С. 22-25.
7. Зинченко, В. И. Поверхностная подготовка почвы под озимые зерновые [Текст]: Информационный листок / К. Г. Женченко, И. Т. Губиев, В. И. Зинченко. - С.: Крым ИНТИ, 1979. - №74.
8. Зинченко, В. И. Ефективність різних способів основної обробітки ґрунту під кукурудзу і ячмінь [Текст] / В. И. Зинченко, К. Г. Женченко, Т. И. Губиев // Землеробство. - 1982. - Вип. 55. - С. 54-57.
9. Зинченко, В.И. Рекомендации по законченном научно-исследовательском работам Крымской государственной сельскохозяйственной опытной станции [Текст] / В. И. Зинченко, К. Г. Женченко, Т. И. Губиев. - Симферополь, 1983. - С. 31.
10. Зинченко, В. И. Земледелие Крыма – почвозащитную агротехнику [Текст] / В. И. Зинченко, К. Г. Женченко, Н. В. Угнивенко // Земледелие. - 1990 - №8. - С. 34-36.
11. Карпусь, М. М. Деталізована поживність кормів зони Степу України [Текст] / М. М. Карпусь, М. А. Лапа, Г. М. Мартинюк. - Довідник. - К.: УкрІНТЕІ, 1993. - 192 с.
12. Научные основы современных систем земледелия [Текст] / А. Н. Каштанов, И. П. Макаров, В. В. Бузмаков [и др.]. - М.: Агропромиздат, 1998. - С. 255.
13. Крайнюк, М. С. Показники родючості ґрунту і врожайність при довготривалому застосуванні ґрунтозахистного обробітку ґрунту в передгірному Криму «Тезиси доповідей з-ї всесоюзної науково-технічної конференції молодих вчених / М.С. Крайнюк // Дніпропетровськ. - 1981, - С. 107-108
14. Можейко, Г. А. Оценка почвозащитной эффективности агротехнических приемов и некоторых почвообрабатывающих машин [Текст] / Г. А. Можейко, В. И. Зинченко, К. Г. Женченко // Сб. Агротехника и почвоведения. - Вип.48. - К. Урожай, 1985. - С.46-52.
15. Нейков, Ф. К. Шаг за шагом к высокому урожаю [Текст] / Ф. К. Нейков, К. Г. Женченко // Земледелие. - 1990. - № 2. - С. 20-21.
15. Паштецкий, В. С. Влияние неблагоприятных природных явлений на деградацию почв и агропромышленный комплекс Крыма [Текст] / В. С. Паштецкий, К. Г. Женченко, А. В. Приходько // Бюллетень Почвенного института. - 2015. - 77. - С. 94-106.
17. Праменко, С. Г. Технология получения высоких урожаев [Текст] / С. Г. Праменко, К. Г. Женченко // Масличные культуры. - 1986. - № 4. - С. 19.
18. Совершенствовать системы обработки почв в севооборотах применительно к различным почвенно-климатическим зонам Крымской области [Текст]: Заключ. отчет за 1977-1986 гг. - Крымское НПО «Элита»/ Руковод. В.И. Зинченко, К.Г. Женченко; ФР 74066143; Инв. 0287.0053100. - Клепичино, 1987. - 72 с.
19. Чехов, А.В. Сучасні технології вирощування польових культур в Криму [Текст] / А.В. Чехов, К.Г. Женченко // Вісник аграрної науки, 1998. - №7. - С. 5-11.
20. Чехов, А.В. Совершенствование систем земледелия в Крыму [Текст] / А.В. Чехов, К.Г. Женченко // Науч. труды: Проблемы современности земледелия и животноводства и пути их решения. - К.: Вип. 2. - 1993. - С. 164-171.
21. Яровенко, В. В. Влияние длительного применения поверхностной обработки на плодородие почвы и продуктивность в степных районах Крымской области [Текст] / В. В. Яровенко, К. Г. Женченко // Вестник сельскохозяйственной науки. - 1984. - № 2 - С. 11-15.
22. Яровенко, В. В. Способи обробітку ґрунту і розміщення насіння бур'янів по шарах ґрунту [Текст] / В.В. Яровенко, К.Г. Женченко // Вісник аграрної науки. - 1997. - С.5-17.
23. Яровенко, В.В. Ґрунтозахистний обробіток в передгірному Криму [Текст] / В.В. Яровенко, Р.Е. Зильберварг, М.С. Крайнюк // Земледелие. - 1984. - № 8. - С. 26-28.

IMPROVEMENT OF SOIL TILLAGE TECHNIQUES IN THE CRIMEA

Turin, Evgeniy N., and Sc. (Agr.), senior research scientist of the Laboratory of agriculture of FSBSI "Research Institute of Agriculture of Crimea"; e-mail: turin_e@niishk.ru

Zhenchenko, Klara G., research scientist of the Laboratory of agriculture of the FSBSI "Research Institute of Agriculture of Crimea"; e-mail: klara.zhenchenko@mail.ru

The main environmental concern related to soil preparation is erosion. More and more land areas are being under tillage nowadays, so the danger of wind and water erosion is increasing. The result of dust storms in



1969, 1972 and 1974 was a considerable loss of the fertile topsoil of the Crimean arable lands, which led to the necessity to develop soil-protective and energy-saving science based system of soil tillage for the conditions of the steppe Crimea, contributing to the accumulation and preservation moisture content and preserving natural fertility of the soil. To meet these objectives, some stationary experiment to study and improve soil cultivation systems, which included 17 variants, was laid down in the fields of the Crimean Regional State Agricultural Experimental Station in 1975. Different systems of soil tillage were studied in a ten-course grain-and-fallow row-crop rotation with the following crop change: bare fallow- winter wheat - winter barley - corn (milky-wax ripeness) - winter wheat - cropped fallow or sown fallow (triticale + winter vetch) - winter wheat - corn for grain - spring barley - sunflower. The objective was to study wind resistance and agrophysical properties of soil, some elements of water and nutrient regimes, weed infestation and productivity of crops. It was established that the combination of no-till farming and direct sowing protects soil from wind erosion. The density of southern low-humus chernozems does not exceed the optimal parameters for the studied crops, regardless of the method of soil tillage. Differentiated soil tillage creates the best conditions for moisture accumulation in the 0-150 cm layer. The content of mobile elements of nitrogen and phosphorus for plant nutrition varies insignificantly in the context of studied methods of mechanical tillage. After transition to direct sowing, a decrease in the nitrogen content and phosphorus stratification in the horizons was recorded compared to the different-depth plowing. The highest productivity within crop rotation was identified in case of combining shallow tillage and deep plowing to obtain black fallow, and the lowest – after direct sowing.

Key words: soil tillage, productive moisture, weed infestation within crop rotation, soil structure, yield

Literatura

1. Bezruchko, I.N. Dovidnik po gruntozahistnomu zemlerobstvu / I.N. Bezruchko, L.JA. Mil'chevs'ka. - Kiiv «Urozhaj». - 1990. - S. 6.
2. Dzents-Litovskaja, N.N. Pochvy i rastitel'nost' stepnogo Kryma / N.N. Dzents-Litovskaja. - L.: Nauka, 1970. - 157 s.
3. Dospehov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) Izd. 5-e, dop. i pererab. M.: Agroprom izdat., 1985. - 351s.
4. ZHenchenko, K.G. Vlijanie dlitel'nogo primenenija poverhnostnoj obrabotki na plodorodie pochv v Stepnom Krymu / K.G. ZHenchenko // Sbornik nauch. trudov «Obrabotka pochv i zashhita ih ot defljacija». - K.: 1983. - S.60-65.
5. Zinchenko, V.I. Optimizacija stroenija pochvy v posevah ozimyh kul'tur / V.I. Zinchenko, ZHenchenko, K.G. - K., Agrarnaja nauka. - 1994. - S. 48-51.
6. Zinchenko, V.I. Racional'nye sposoby osnovnoj obrabotki pochvy pod chernyj par / V.I. Zinchenko, K.G. ZHenchenko // Vestnik sel'skohozjajstvennoj nauki. - 1986. - №8. - S. 22-25.
7. Zinchenko, V.I. Poverhnostnaja podgotovka pochvy pod ozimye zernovye / K.G. ZHenchenko, I.T. Gubiev, V.I. Zinchenko. - Informacionnyj listok. - S.: Krym INTI, 1979. - №74.
8. Zinchenko, V.I. Efektivnist' ruznih sposobiv osnovnogo obrobitku gruntu pid kukurudzu i jachmin' / V.I. Zinchenko, K.G. ZHenchenko, T.I. Gubiev // Zemlerobstvo. - 1982. - Vip. 55. - S. 54-57.
9. Zinchenko, V.I. Rekomendacii po zakonchennym nauchno-issledovatel'skim robotam Krymskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj opytnoj stancii / V.I. Zinchenko, K.G. ZHenchenko, T.I. Gubiev. - Simferopol'. - 1983. - S. 31.
10. Zinchenko, V.I. Zemledelie Kryma – pochvozashhitnuju agrotehniku / V.I. Zinchenko, K.G. ZHenchenko, N.V. Ugnivenko // Zemledelie. - 1990 - №8. - S.34-36.
11. Karpus', M.M. Detalizovana pozhivnist' kormiv zoni Stepu Ukraïni / M.M. Karpus', M.A. Lapa, G.M. Martinjuk. - Dovidnik. - K.: UkrINTEI, 1993. - 192 s.
12. Kashtanov, A.N. Nauchnye osnovy sovremennyh sistem zemledelija / A.N. Kashtanov, I.P. Makarov, V.V. Buzmakov i dr. - M.: Agropromizdat, 1998. - S. 255.
13. Krajnjuk, M.S. Pokazniki rodjuchosti gruntu i vrozhajnist' pri dovgotrivalomu zastosuvanni gruntozahistnogo obrobitku gruntu v peredgirnomy Krymu «Tezisi dopovidej z-i vsesojuznoj naukovo-tehnicnoj konferencii molodih vchenih / M.S. Krajnjuk. // Dnipropetrovs'k. - 1981, - S. 107-108
14. Mozhejko, G.A. Ocenka pochvozashhitnoj jeffektivnosti agrotehniceskikh priemov i nekotoryh pochvoobrabatyvajushhij mashin / G.A. Mozhejko, V.I. Zinchenko, K.G. ZHenchenko // Sb. Agrohimiya i pochvovedenija. - Vip.48. - K. Urozhaj, 1985. - S.46-52.
15. Nejkov, F.K. SHag za shagom k vysokomu urozhaju / F.K. Nejkov, K.G. ZHenchenko // Zemledelie. - 1990. - №2. - S. 20-21.
15. Pashtekij, V.S. Vlijanie neblagoprijatnyh prirodnyh javlenij na degradaciju pochv i agropromyshlennyj kompleks Kryma / V.S. Pashtekij, K.G. ZHenchenko, A.V. Prihod'ko. - Bjulleten' Pochvennogo instituta. - 2015. - 77. - S. 94-106.
17. Pramenko, S.G. Tehnologija poluchenija vysokih urozhaev / S.G. Pramenko, K.G. ZHenchenko // Maslichnye kul'tury. - 1986. - №4. - S. 19.
18. Sovershenstvovat' sistemy obrabotki pochv v sevooborotah primenitel'no k razlichnym pochvenno-klimaticeskim zonam Krymskoj oblasti. - Zakljuch. otchet za 1977-1986 gg. - Krymskoe NPO «JElita». Rukovod. V.I. Zinchenko, K.G. ZHenchenko; FP 74066143; Inv. 0287.0053100. - Klepinino, 1987. - 72 s.
19. CHEhov, A.V. Suchasni tehnologii viroshhuvannja pol'ovih kul'tur v Krymu / A.V. CHEhov, K.G. ZHenchenko



// *Visnik agrarnoi nauki*, 1998. - №7. - S. 5-11.

20. СНегов, А.В. Sovershenstvovanie sistem zemledelija v Krymu / А.В. СНегов, К.Г. ЗНеченко // *Nauch. trudy: Problemy sovremennosti zemledelija i zhivotnovodstva i puti ih reshenija*. - К.: Vip. 2. - 1993. - S. 164-171.

21. JArovenko, V.V. Vlijanie dlitel'nogo primenenija poverhnostnoj obrabotki na plodorodie pochvy i produktivnost' v stepnyh rajonah Krymskoj oblasti / V.V. JArovenko, K.G. ZHenchenko // *Vestnik sel'skhozajstvennoj nauki*. - 1984. - №2 - S. 11-15.

22. JArovenko, V.V. Sposobi obrabotku gruntu i rozmishennja nasinnja bur'janiv po sharah gruntu / V.V. JArovenko, K.G. ZHenchenko // *Visnik agrarnoi nauki*. - 1997. - S.5-17.

23. JArovenko, V.V. Gruntozahistnij obroitok v peredgirnomu Krimu / V.V. JArovenko, R.E. Zil'bervarg, M.S. Krajnjuk // *Zemledelie*. - 1984. - №8. - S. 26-28.



УДК 636.084

ФОРМИРОВАНИЕ МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ БЫЧКОВ АБЕРДИН-АНГУССКОЙ ПОРОДЫ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА

ШЕВХУЖЕВ Анатолий Фoaдович, д-р с.-х. наук, профессор, гл. научн. сотрудник ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», г. Михайловск, shevkhuzhevaf@yandex.ru

ПОГОДАЕВ Владимир Аникеевич, д-р с.-х. наук, профессор, ВНИИОК – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», г. Ставрополь, pogodaev_1954@mail.ru

СМАКУЕВ Дагир Рамазанович, д-р с.-х. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия» г. Черкесск

ШАХТАМИРОВ Иса Янарсаевич, д-р б.наук, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции Чеченского государственного университета, г. Грозный

ДЕЛАЕВ Усман Амхатович, д-р с.-х., наук профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции Чеченского государственного университета. г. Грозный

Целью работы было изучение влияния различных уровней кормления по периодам выращивания и откорма и длительности производственного цикла на рост, особенности формирования мясной продуктивности. Научно-хозяйственный опыт проводился в ООО «ХАММЕР» Карачаево-Черкесской Республики в 2016–2017гг. Для опыта были отобраны бычки абердин-ангусской породы в возрасте 20-40 дней и сформированы 3 группы аналогов, по 20 голов в каждой. Длительность периодов и продолжительность производственного цикла были следующие: первый период колебался по группам – 138, 155, 178 дней; второй период – 145, 163, 186 дней; третий период – 143, 161, 182 дня. Уровень кормления по периодам выращивания и откорма при различной длительности производственного цикла оказал влияние на мясную продуктивность бычков абердин-ангусской породы. Наибольшую массу туши в конце доращивания имели бычки III-й группы (162,1кг) – выше, чем I-й группы на 6,7 кг (на 4,3%) и II-й – на 8,4кг (на 5,5%). К концу откорма туши животных всех групп оценены первой категорией качества. Средняя масса парной туши по группам составила 235,8-240,4 кг, они имели хороший жировой полив туш (16,8-18,5 баллов) и убойный выход туш (53,4-54,0%). За период опыта количество мякоти в тушах увеличилось с 69,0 до 75,3-78,4%, а костей снизилось с 31,0 до 19,7-17,4%. В результате чего коэффициент мясности повысился с 2,20 до 4,07-4,74, или на 85,0-115,5%. Рекомендуем специализированным хозяйствам проводить выращивание и откорм молодняка с разделением производственного цикла на три периода в едином производственном цикле и, в зависимости от кормовых возможностей хозяйств, устанавливать возраст реализации 14-18 месяцев с живой массой 420-440 кг, что обеспечивает хорошее использование кормов и получение полномясных туш.

Ключевые слова: абердин-ангусская порода, уровень кормления, мясные качества, убой, морфологический состав туши.

Введение

По данным Министерства сельского хозяйства Российской Федерации поголовье специализированного и помесного скота в 2016 году достигло 3468,6 тыс. голов.

По данным Ежегодника по племенной работе в мясном скотоводстве в хозяйствах РФ (2017г.) произведено скота и птицы на убой в живой массе 13939,1 тыс. тонн, по сравнению с 2013 годом увеличение составило 1716,2 тыс. тонн или 14% [2].



В настоящее время в большинстве регионов страны скотоводство в основном развивается за счёт разведения отечественных мясных пород – казахской белоголовой и калмыцкой, из импортных пород – абердин-ангусской и герфордской, которые характеризуются выносливостью, неприхотливостью к кормам, хорошим использованием пастбищ, высокой адаптационной пластичностью. Они хорошо оплачивают корм приростом, как при нагуле, так и при откорме, дают большой выход мяса и тяжёлого кожевенного сырья [1,3,7,9].

Что касается изменения численности скота мясных пород за последние четыре года, то прослеживается тенденция увеличения абсолютной и относительной численности животных абердин-ангусской породы (на 177,1 тысячи голов или на 39,3%). Наряду с увеличением относительной численности скота абердин-ангусской породы произошло снижение аналогичного показателя пород крупного рогатого скота мясного направления продуктивности: герфордской, симментальской, лимузинской, шаролеизской [2,8].

В целом, самой динамично развивающейся и востребованной можно считать абердин-ангусскую породу, относительная численность животных которой увеличилась с 7,94% в 2012 году до 51,9% в 2016 году [2].

Высокий уровень кормления молодняка за весь период выращивания и откорма имеет боль-

шое преимущество, так как позволяет полнее использовать биологические особенности молодого организма к интенсивному росту тканей тела и эффективному превращению кормового белка в белок тела и на том же количестве кормов производить больше говядины [4,5,6].

Целью нашей работы было изучение влияния различных уровней кормления по периодам выращивания и откорма и длительности производственного цикла на рост, особенности формирования мясной продуктивности.

Материалы и методы исследований

Научно-хозяйственный опыт проводился в ООО фирма «ХАММЕР» Карачаево-Черкесской Республики в 2016-2017 годах.

Для опыта были отобраны бычки абердин-ангусской породы в возрасте 20-40 дней и сформированы 3 группы аналогов по 20 голов в каждой.

Опыт проводили по схеме, представленной в таблице 1.

Длительность периодов и продолжительность производственного цикла были следующие: первый период колебался по группам – 138, 155, 178 дней; второй период – 145, 163, 186 дней; третий период – 143, 161, 182 дня.

Контрольный убой провели на Черкесском мясокомбинате (ОАО РАПП «Кавказ-мясо»).

Таблица 1 – Схема опыта

| Показатели | Группа | | |
|---|--------|------|------|
| | I | II | III |
| Количество животных в группе, гол. | 20 | 20 | 20 |
| Продолжительность производственного цикла, дней | 546 | 479 | 426 |
| Удельный вес концентратов по питательности, % | 30 | 40 | 50 |
| Питательность кормов за цикл, корм.ед. | 3233 | 3045 | 2914 |
| Среднесуточный прирост за цикл, г | 680 | 780 | 880 |
| Живая масса в конце цикла, кг | 420 | 420 | 420 |

Убойные и мясные качества изучали по общепринятым методикам.

Результаты исследований

В результате контрольных убоев молодняка установлены высокие показатели мясной продуктивности (табл. 2).

Наибольшую массу туши в конце доращивания имели бычки III-й группы – выше, чем I-й группы на 6,7 кг (на 4,3%) и II-й – на 8,4кг (на 5,5%). По содержанию внутреннего жира разница между III-й и I-й, III-й и II-й группами была соответственно 1,6 кг (20,3%) и 2,1 кг (28,4%).

Достоверная разница наблюдалась по убойному выходу между бычками III-й и I-й, III и II групп. Так, убойный выход бычков III-й группы превышал аналогичный показатель I-й группы на 4,4% ($P < 0,05$), II-й группы – на 3,6% ($P < 0,05$).

К концу откорма все туши бычков были оценены первой категорией, и достоверной разницы по результатам контрольных убоев между группами как по массе, так и убойному выходу не было. Средняя масса парных туш была по группам 235,8-240,4 кг,

убойный выход колебался в пределах 56,3-57,7%, выход внутреннего жира – 2,8-3,9%, масса парной шкуры – 36,3-37,5 кг. При визуальной оценке жирового полива по пятибалльной шкале туши получили оценку от 16,8 до 18,5 балла.

В нашем опыте в конце технологического цикла полномышность туш (отношение массы охлажденной туши к ее длине) была оценена в 112,3-115,9%, обмускуленность бедра (отношение массы бедра к его длине) в пределах 137,2-144,9%.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что кормление бычков I-й и II-й групп не ухудшило формирования мясной продуктивности, характера роста и развития и обеспечило получение животных с высокой мясной продуктивностью при различной длительности производственного цикла.

Результаты обвалки правых полутуш показали на различия между группами (табл. 3).

Установлено, что с возрастом, вследствие более интенсивного роста мышечной ткани и отложения жира в мясе по сравнению с костной



тканью, в тушах подопытных животных увеличивалась масса мускулатуры по отношению к костяку.

Так, за период опыта количество мякоти в тушах увеличилось с 69,0 до 75,3-78,4% а костей снизилось с 31,0 до 19,7-17,4%. В результате чего коэффициент мясности повысился с 2,20 до 4,07-4,74, или на 85,0-115,5%. Содержание сухожилий и хрящей за период доращивания и откорма снизилось в I-й группе с 5,1 до 5,0%. Особенно значи-

тельно уменьшается относительное содержание сухожилий и хрящей у бычков II-й и III-й групп.

Площадь поперечного сечения длиннейшей мышцы спины в конце откорма колебалась по группам от 119 до 128 см² (различия статистически не достоверны). Эти показатели характеризуют индивидуальные различия животных и не отражают общих закономерностей формирования мясности и полномясности туш животных.

Таблица 2 – Убойные качества молодняка

| Показатели | В конце доращивания | | | В конце откорма | | |
|-------------------------------|---------------------|------------|-------------|-----------------|------------|------------|
| | Группа | | | | | |
| | I | II | III | I | II | III |
| Число животных, гол. | 3 | 3 | 3 | 20 | 16 | 20 |
| Возраст убоя, дней | 394 | 348 | 313 | 576 | 509 | 456 |
| Съемная масса, кг | 316,0±2,89 | 306,7±10,0 | 306,±6,95 | 444,1±5,05 | 445,3±8,76 | 441,5±7,11 |
| Предубойная масса, кг | 312,3±2,89 | 296,0±8,66 | 296,7±10,33 | 434,3±5,26 | 430,8±8,90 | 426,4±6,73 |
| Масса парной туши, кг | 155,4±4,06 | 153,7±3,89 | 162,1±5,12 | 237,6±2,86 | 240,4±4,96 | 235,8±3,22 |
| Масса внутреннего жира, кг | 7,9±1,37 | 7,4±1,14 | 9,5±1,66 | 12,6±1,39 | 16,7±2,63 | 17,0±1,26 |
| Выход туши, % | 49,2±0,79 | 50,1±0,72 | 53,0±0,83 | 53,5±0,30 | 54,0±0,37 | 53,4±0,99 |
| Выход внутреннего жира, % | 2,5±0,42 | 2,4±0,31 | 3,1±0,56 | 2,8±0,35 | 3,8±0,52 | 3,9±0,27 |
| Убойный выход, % | 51,7±1,12 | 52,5±0,80 | 56,1±0,37 | 56,3±0,56 | 57,7±0,92 | 57,3±0,64 |
| Оценка полива туши (в баллах) | 12,2±0,43 | 11,0±0,50 | 12,8±0,83 | 16,8±0,18 | 17,3±0,60 | 18,5±0,50 |
| Масса парной шкуры, кг | 23,8±1,10 | 24,7±0,68 | 23,3±1,77 | 37,3±1,32 | 36,3±0,70 | 37,5±1,01 |

Таблица 3 – Морфологический состав полутуш подопытного молодняка

| Показатели | При постановке на откорм | В конце доращивания | | | В конце откорма | | | |
|----------------------------|--------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------------|------------|------------|-----------|
| | | Группа | | | | | | |
| | | I | II | III | I | II | III | |
| Число животных, гол. | 2 | 3 | 3 | 3 | 20 | 16 | 20 | |
| Возраст убоя, дней | 30 | 394 | 348 | 313 | 576 | 509 | 456 | |
| Масса охлажденной туши, кг | 30,3±0,80 | 75,4±2,77 | 76,0±2,42 | 78,9±3,11 | 118,7±2,04 | 121,1±3,31 | 117,0±2,27 | |
| Мякоть | кг | 20,9±0,20 | 55,6±2,64 | 58,4±2,12 | 60,6±2,24 | 89,4±2,16 | 94,0±2,64 | 91,7±1,68 |
| | % | 69,0±1,30 | 73,7±1,29 | 76,8±0,41 | 76,8±0,41 | 75,3±0,91 | 77,6±0,63 | 78,4±0,58 |



| | | | | | | | | |
|---|----|-----------|------------|------------|------------|--------------|-------------|-------------|
| Кости | кг | 9,4±0,40 | 15,9±0,61 | 13,8±0,15 | 14,2±0,47 | 23,4±0,55 | 21,3±0,91 | 20,4±0,37 |
| | % | 31,0±1,30 | 21,2±1,13 | 18,2±0,48 | 18,0±0,59 | 19,7±0,22 | 17,6±0,48 | ±17,40,02 |
| Сухожилия | кг | - | 3,9±0,34 | 3,8±0,23 | 4,1±0,59 | 5,9±0,62 | 5,8±0,28 | 4,9±0,61 |
| | % | - | 5,1±0,33 | 5,0±0,15 | 5,2±0,59 | 5,0±0,58 | 4,8±0,22 | 4,2±0,50 |
| Коэффициент мясности | | 2,2±0,10 | 3,74±0,18 | 4,51±0,08 | 4,56±0,06 | 4,07±0,12 | 4,69±0,13 | 4,74±0,12 |
| Площадь «мышечного глазка», см ² | | - | 78,75±5,83 | 74,32±4,58 | 79,22±5,79 | 120,09±16,02 | 128,72±9,73 | 119,54±3,24 |

Удельная масса анатомических частей туш и выход в них мякоти на 1 кг костей в конце откорма приведены в таблице 4.

Разная длительность производственного цикла при одинаковой конечной живой массе молодняка в определенной степени повлияла на соотно-

шение мякоти и костей в различных частях туш. Результаты исследований показали, что наибольший выход мякоти на 1 кг костей в конце откорма во всех группах подопытного молодняка был получен в тазобедренной и спинно-грудной анатомических частях.

Таблица 4 – Удельная масса анатомических частей туш и выход в них мякоти на 1 кг костей в конце откорма

| Анатомические части туши | Группа (n = 3) | | | | | |
|--------------------------|----------------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|
| | I | | II | | III | |
| | % | МЯКОТЬ КОСТИ | % | МЯКОТЬ КОСТИ | % | МЯКОТЬ КОСТИ |
| Шейная | 9,0 | 6,6 | 9,5 | 6,7 | 8,7 | 7,5 |
| Плечелопаточная | 18,4 | 4,1 | 19,1 | 4,3 | 17,4 | 4,3 |
| Спинно-грудная | 32,5 | 3,5 | 30,0 | 4,3 | 32,2 | 3,9 |
| Поясничная | 6,0 | 2,8 | 8,0 | 3,2 | 6,8 | 4,3 |
| Тазобедренная | 34,1 | 5,0 | 33,4 | 5,7 | 34,9 | 5,6 |
| Всего | 100,0 | 4,1 | 100,0 | 4,7 | 100,0 | 4,7 |

Наибольший выход тазобедренной части был получен у бычков в III-й группе – 34,9% против 34,1 и 33,4% в I-й и II-й группах; по выходу спинно-грудной части животные I-й и III-й групп составили 32,5 и 32,2%, а II-й группы – 30,0%, Удельный вес менее ценных плече-лопаточной и шейной частей был самым низким у животных III-й группы – 17,4 и 8,7%, а в I-й и II-й группах он был соответственно 18,4 и 9,0%, 19,1 и 9,5%. Это, видимо, связано с тем, что шло развитие вторичных половых признаков бычков.

Коэффициент мясности по всем анатомическим частям туш был выше у животных III-й группы, что связано с уровнем кормления по периодам производственного цикла. Более низкий уровень кормления животных I-й группы привел к значительному снижению коэффициента мясности как в шейной, плече-лопаточной, спинно-грудной, поясничной, тазобедренной частях, так и в туше в целом.

Заключение

Уровень кормления по периодам выращивания и откорма при различной длительности производственного цикла оказал влияние на мясную продуктивность бычков. С повышением интен-

сивности кормления и снижением возраста убоя полнотелость туши возросла и она колебалась от 4,7 в III-й группе до 4,1 в I-й группе.

Список литературы

1. Амерханов Х.А., Каюмов Ф.Г. Мясное скотоводство. М. 2016. 314с.
2. Ежегодник по племенной работе в мясном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2016). ВНИИплем, М., 2017. 469с..
3. Кибкало Л. Выращивание бычков в молочный период // Животноводство России. 2013. №4. С. 45-48.
4. Погодаев В.А., Айсанова Б.А. Использование комплексного иммуномодулятора в скотоводстве // Зоотехния. 2008. № 7. С 10 – 12.
5. Химический и аминокислотный состав травостоя альпийских и субальпийских лугов горной зоны Северного Кавказа / Погодаев В. А., Шевхужев А.Ф., Дубровин А.И., Карташов С.Н // Известия Северо-Кавказской государственной гуманитарно-технологической академии. 2011. №1. С. 44-47.
6. Шевхужев А.Ф., Мамбетов М.М., Шевхужев Л.А. Мясная продуктивность помесей в различных технологических условиях // Молочное и мясное скотоводство. 2000. № 1. С. 5-8



7. Шевхужев А.Ф., Нагул и откорм скота абердин-ангусской породы // Зоотехния. 1996. № 1. С. 20-21.

8. Шевхужев А.Ф., Погодаев В. А., Сaitова Ф.Н. Влияние технологии содержания на химический состав мышечной ткани бычков швицкой породы// Рациональные пути решения социально-экономических и научно-технических проблем региона: матер. IV региональной научно-практической конференции.- Черкесск, 2006.- часть I.-С.17-18

9. Шевхужев А.Ф., Погодаев В.А., Смакуев Д.Р. Продуктивность бычков симментальской породы различных типов при горно-отгонном содержании // Актуальные вопросы развития отечественного мясного скотоводства в современных условиях: материалы международной научно-практической конференции (в свете подписания договора о создании Евразийского экономического союза). Орал. 2014. С. 221-229.

FORMATION OF MEAT PRODUCTIVITY IN BULL-CALVES OF ABERDIN-ANGUSS BREED AT DIFFERENT DURATION OF THE PRODUCTION CYCLE

Shevkuzhev Anatoly F., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution "North-Caucasian FSAC", Mikhailovsk, E-mail: shevkuzhevaf@yandex.ru

Pogodaev Vladimir A., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, FSBSI "All - Russian Research Institute of Sheep and Goat breeding", Stavropol, E-mail: pogodaev_1954@mail.ru

Simachev Dagir R., D. S.-H. D., Professor, FGBOU VO "North-Caucasian state humanitarian-technological Academy", Cherkessk

Shakhtamirov Isa Ya., Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Production Technology and Processing of Agricultural Products of Chechen State University

Delaev Usman A., Doctor of Agricultural Sciences, Professor at the Department of Agricultural Production Technology and Processing of Chechen State University. the city of Grozny

The aim of the work was to study the influence of different feeding levels on the rearing and fattening periods and the duration of the production cycle on growth, particular qualities of the meat productivity formation. Scientific and economic experience was conducted in LLC the firm "HAMMER" of the Karachay-Cherkess Republic in 2016–2017. For the experiment, bull-calves of Aberdeen-Angus breed at the age of 20 – 40 days were selected and 3 groups of analogs on 20 heads in each were formed. The duration of the periods and the duration of the production cycle were as follows: the first period ranged in groups-138, 155, 178 days; the second period was 145, 163, 186 days; the third period was 143, 161, 182 days. The level of feeding for the periods of rearing and fattening at different duration of the production cycle had an impact on the meat productivity of the Aberdeen-Angus bull-calves. The largest weight of carcass at the end of rearing had bull-calves of group III (162.1 kg, it was higher than in the 1st group with 6.7 kg (4.3%) and in the 2nd group – 8.4 kg (5.5%). By the end of fattening carcasses of animals in all groups are evaluated by the 1st category of quality. The average weight of the fresh carcasses on the groups has made 235.8-240.4 kg, they had good external fat (16.8-18.5 points) and slaughter yield of carcasses (53.4-54.0%). During the period of experience, the amount of flesh in carcasses increased from 69.0 to 75.3 (78.4%), and the amount of bones decreased from 31.0 to 19.7 (17.4%). As a result the coefficient of meatness increased from 2.20 to 4.07–4.74, or 85.0–115.5%. We recommend that specialized farms carry out rearing and fattening of young animals with the division of the production cycle into three periods in a single production cycle and, depending on the forage capacity of farms, set therealization age of 14-18 months with a live weight of 420-440 kg, which ensures good feed utilization and full-meat carcasses.

Key words: Aberdeen-Angus breed, feeding level, meat qualities, slaughter, morphological composition of carcass.

Literatura

1. Amerhanov H.A., Kajumov F.G. Mjasnoe skotovodstvo. M. 2016. 314s.
2. Ezhegodnik po plemennoj rabote v mjasnom skotovodstve v hozjajstvax Rossijskoj Federacii (2016). VNIIPlem, M., 2017. 469s..
3. Kibkalo L. Vyrashhivanie bychkov v molochnyj period // ZHivotnovodstvo Rossii. 2013. №4. S. 45-48.
4. Pogodaev V.A., Ajsanova B.A. Ispol'zovanie kompleksnogo immunomoduljatora v skotovodstve // Zootehnija. 2008. № 7. S 10 – 12.
5. Himicheskij i aminokislotnyj sostav travostoja al'pijskix i subal'pijskix lugov gornoj zony Severnogo Kavkaza / Pogodaev V. A., Shevkuzhev A.F., Dubrovin A.I., Kartashov S.N // Izvestija Severo-Kavkazskoj gosudarstvennoj gumanitarno-tehnologicheskoi akademii. 2011. №1. S. 44-47.
6. Shevkuzhev A.F., Mambetov M.M., Shevkuzheva L.A. Mjasnaja produktivnost' pomesej v razlichnyh tehnologicheskix uslovijah// Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo. 2000. № 1. S. 5-8
7. Shevkuzhev A.F., Nagul i otkorm skota aberdin-angusskoj породы // Zootehnija. 1996. № 1. S. 20-21.
8. Shevkuzhev A.F., Pogodaev V. A., Saitova F.N. Vlijanie tehnologii soderzhanija na himicheskij sostav myshechnoj tkani bychkov shvickej породы// Racional'nye puti reshenija social'no-jekonomicheskix i nauchno-tehnicheskix problem regiona: mater. IV regional'noj nauchno-prakticheskoi konferencii.- Cherkessk, 2006.-



chast' I.-S.17-18

9. Shevhuzhev A.F., Pogodaev V.A., Smakuev D.R. Produktivnost' bychkov simmental'skoj porody razlichnyh tipov pri gorno-otgonnom sodержanii // Aktual'nye voprosy razvitija otechestvennogo mjasnogo skotovodstva v sovremennyh uslovijah: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (v svete podpisanija dogovora o sozdanii Evrazijskogo jekonomicheskogo sojuza). Oral. 2014. S. 221-229.



GROWTH PERFORMANCE AND MEAT QUALITY OF SOME INDIGENOUS CHICKEN BREEDS IN VIETNAM

NGUYEN Thao Nguyen, NGUYEN Thi Hong Tuoi, Do VoAnhKhoa

Cantho university, Department of Animal Science, Campus II, 3/2 street, Cantho city, Vietnam
Tel.: +84-0909101006; E-mail: justforwings@gmail.com

Abstract: The objective of the paper was to introduce indigenous/native breeds of chickens in Vietnam for the growth performance and meat quality, which are playing an important role in rural economies. Those breeds is perceived to be more tasty and well-resisted to some pathogens. The tendency of consumption of meat product from local chickens has been increasing in Vietnam and consumers are willing to pay higher price. As a nutritive and medicine sources in Vietnam, there are some indigenous breeds with specific quality features such as Ri, Mia, Ho, H'mong, Tau Vang, Noi, Ac and Dong Tao. Some growth performance and meat quality indicators were observed in several local breeds such as body weight, FCR, pH, drip loss, cooking loss, color (lightness- L^* , redness- a^* , yellowness- b^*) and tenderness. The growth and meat characteristics of native breeds were different levels with some imported one. The body weight of observed breeds were almost smaller than others whereas their feed conversion rates were opposite trends. The values of L^* , redness a^* , and yellowness b^* evidenced for darker meat as a distinctive features of some traditional medicine breeds. Those indicators were important for initial selection of raw meat products in the market and final evaluation of consumers.

Key words: Vietnamese local chicken breeds, growth, Meat quality

Introduction

Vietnam is located in Southeast Asia with a high population of over 90 million of inhabitants and poultry production systems have been in existence for a long time and owned privately. Chicken is one of the major poultry species raised in Viet Nam. The two river deltas (Red and Mekong rivers) are the main poultry producing regions. Native chickens are being growing for some purposes such as home consumption, traditional medicine and fighting cocks. Vietnam is one of the developing countries with substantial changes in meat consumption trends. Native chickens were bred for economic traits to improve their productivity for self-sufficient supply against food crisis. Chicken meat consumption was to 13.69 kg per capital in the year 2017 [5]. Chickens are easy to raise at many different scales (small, medium or large) and in various systems (non-intensive, semi-intensive, backyard, semi-backyard or industry). However, those economic (fast-growing meat) strains of chicken have some characters such

as a very low degree of adaptation and resistance to natural environment [12] in compared with the local (slow-growing) strains. Afterwards not only did this process result in better productivity, but it also decreased genetic diversity [16]. Interestingly, among those slow-growing genotypes there are several local chicken breeds that showed interesting meat quality traits (e.g. colour and flavour) [2]. Recently the interest in local genotypes has increased observably because of their chewy texture and good meat taste. The present mini review will generally introduce the growth and meat characteristics of local chicken breeds in Vietnam.

Vietnamese local chicken breeds

Some of Vietnamese chicken breeds (H'mong, DongTao and Ac chickens) have special characteristics whose products made variable to the premium quality food, like health recovery and treatment. Others breeds have not only good-quality meat reached consumers' demand, but also using as game fighting purpose in traditional festival.

Table 1: Information of some Vietnamese local chicken breeds

| Breeds | Origin | Distribution | Special feature |
|--------|--------------------------------------|------------------|----------------------|
| Ri | Red River Delta | North and Centre | |
| H'mong | Northwest and North Central Coast | North and Centre | Traditional medicine |



The rest of the table 1

| | | | |
|----------|---------------------|--------------------|----------------------|
| Mia | Red River Delta | Red River Delta | |
| Ho | Red River Delta | Red River Delta | |
| Dong Tao | Red River Delta | Red River Delta | Short and thick legs |
| Noi | South Central Coast | Across the country | Game cock |
| Tau Vang | Mekong Delta | Mekong Delta | |
| Ac | Mekong Delta | North and South | Traditional medicine |



Fig 1. Ri chickens



Fig 2. H'mong chickens



Fig 3. Mia chickens



Fig 4. Ho chickens



Fig 5. Dong Tao chickens



Fig 6. Noi chickens



Fig 7. Tau Vang chickens



Fig 8. Ac chickens

Growth performance traits

The survey showed that the body weight of local chickens ranged from 1,055 to 1,649 grams/head in 12-14 weeks old period. Thus, indigenous breeds almost have slow-growing characteristic and small body weight as compare to those of external ones. Especially, Dong Tao chicken presented the highest growth performance among other domestic breeds with body weight of 2,491.67 g at 24 weeks old. This is the most famous domestic breed are conserving with large weight, beautiful feathers, big shanks. The

body weight of Noi one was 1,770 g at 30 weeks old with special feature of game cock.

The low rate of growth characteristics combine with farming conditions (e.g. semi-scavenging system and free-range system primarily), as a result, the feed conversion ratio (FCR) for local recorded breeds ranged from 2.99 to 3.36 that were higher than those industrial chickens. However, those breeds are easy to raise, tasty meat, and low in cholesterol, which meets domestic statistically consumers and potential for exportation.

Table 2: Growth performance traits of some Vietnamese local chicken breeds

| Traits | Breeds | Value | Age | References |
|-----------------|----------|-------------------|----------|------------|
| Body weight (g) | Ri | 1,055±47.4 | 14 weeks | [7] |
| | H'mong | 1,125±52.84 | 14 weeks | [7] |
| | Mia | 1,230 | 12 weeks | [8] |
| | Ho | 1,250.2 - 1,350.2 | 12 weeks | [1] |
| | Dong Tao | 2,491.67±117.20 | 24 weeks | [6] |
| | Noi | 1,770±2.89 | 30 weeks | [9] |
| | Tau Vang | 1,649±218.5 | 13 weeks | [10] |
| FCR | Ri | 3.2 | 12 weeks | [3] |
| | H'mong | 3.1 | 12 weeks | [10] |
| | Mia | 2.99 | 12 weeks | [8] |
| | Ho | 3.23 | 12 weeks | [1] |
| | Dong Tao | 3.1 | 12 weeks | [8] |
| | Tau Vang | 3.36 | 13 weeks | [3] |

Qualitative meat characteristics

It is well documented that native breeds of slow-growing chickens have good-quality meat, which increases consumer interest [17]. Some meat quality indicators were observed in several local breeds such as pH, drip loss, cooking loss, color (lightness-L*, redness- a*, yellowness-b*) and tenderness. In poultry, the pH value of normal breast meat is in the range of 5.8 to 6.0 [13]. Particularly, the pH value at 24 hours postmortem of Dong Tao chicken was 5.6 whereas that of the Ri, H'mong and TauVang

breeds were in acceptable range of 5.69, 5.68 and 5.93, respectively. The pH index is closely related to water-holding capacity and antibacterial properties in meat. The pH of the examined chickens decreased on storage time duration measured at 15 minutes and 24 hours postmortem as a result of glycolysis, lactic acid formation and the reduction of oxygen liability in muscles. minutes and 24 hours postmortem as a result of glycolysis, lactic acid formation and the reduction of oxygen liability in muscles.

Table 3: Meat quality traits of some Vietnamese local chicken breeds

| Traits | Breeds | Value | Age | References |
|-----------------------|----------|-----------|----------|------------|
| pH15 (15' postmortem) | Ri | 6.02±0.07 | 14 weeks | [7] |
| | H'mong | 6.06±0.08 | 14 weeks | [7] |
| | Dong Tao | 5.72±0.09 | 24 weeks | [6] |
| | Tau Vang | 6.02±0.35 | 13 weeks | [4] |



The rest of the table 3

| | | | | |
|-----------------------------------|----------|------------|----------|-----|
| pH ₂₄ (24h postmortem) | Ri | 5.69±0.03 | 14 weeks | [7] |
| | H'mong | 5.68±0.03 | 14 weeks | [7] |
| | Dong Tao | 5.60±0.09 | 24 weeks | [6] |
| | Tau Vang | 5.93±0.31 | 13 weeks | [4] |
| Drip loss (%) | Ri | 2.37±0.19 | 14 weeks | [7] |
| | H'mong | 2.40±0.17 | 14 weeks | [7] |
| | Dong Tao | 3.96±1.03 | 24 weeks | [6] |
| | Tau Vang | 6.18±3.80 | 13 weeks | [4] |
| Cooking loss (%) | Ri | 20.67±0.64 | 14 weeks | [7] |
| | H'mong | 24.54±0.82 | 14 weeks | [7] |
| | Dong Tao | 20.96±0.76 | 24 weeks | [6] |
| Lightness (L*) | Ri | 49.68±0.40 | 14 weeks | [7] |
| | H'mong | 42.94±1.22 | 14 weeks | [7] |
| | Dong Tao | 59.72±1.18 | 24 weeks | [6] |
| Redness (a*) | Ri | 7.80±0.18 | 14 weeks | [7] |
| | H'mong | 7.14±3.40 | 14 weeks | [7] |
| | Dong Tao | 8.20±0.58 | 24 weeks | [6] |
| Yellowness (b*) | Ri | 8.29±0.40 | 14 weeks | [7] |
| | H'mong | 4.37±0.52 | 14 weeks | [7] |
| | Dong Tao | 15.41±1.33 | 24 weeks | [6] |
| Tenderness (kg) | Ri | 2.69±0.12 | 14 weeks | [7] |
| | H'mong | 2.47±0.12 | 14 weeks | [7] |
| | Dong Tao | 28.66±1.78 | 24 weeks | [6] |

pH results, the drip loss and cooking loss of Dong Tao chicken was higher than that of other domestic breeds were 3.96 and 24.54, respectively. The normal cooking loss is ranged from 17.9 to 19% in chicken meat [14]. Thus, the cooking loss of Ri and H'mong chickens were higher than the average chicken meat were recorded 20.67 and 24.54, respectively.

It is classified chicken meat into three color groups: light ($L^* > 53$), normal ($48 < L^* < 53$) and dark ($L^* < 48$) [11]. The meat color of Dong Tao chicken was superior to that of other chickens ($L^* = 59.72$, $a^* = 8.2$, $b^* = 15.41$). Thus, Dong Tao's meat was so redder color than others. H'mong chicken has unique characteristics with black skin, black meat, black bone ($L^* = 42.94$, $a^* = 7.14$, $b^* = 4.37$), so there is a clear difference in color between the H'mong chicken and other local chicken breeds. Although H'mong chicken color reached not as well as white meat, it is a precious feature of functional foods.

The post-mortem tenderization is a complex process, affected by a large number of variables such as age, nutrition and rearing condition. Ri and H'mong examined chickens were not so tough (range in 2.47-2.69 kg) because of the tenderness < 4.5 kg [15]. For Dong Tao chicken, tenderness index was 28.66 kg slaughtering at 24 weeks old which was higher than the breeds were slaughtered at 14 weeks old. From the consumers' point of view, these breeds offer a unique feature and have aroused likely interest in

national markets.

Conclusion

The obtained review softly presented the growth performance and meat quality of indigenous chicken breeds in Vietnam consumed as a nutritive and medicinal food. Desirable color and flavor of those breeds' meat were showed which are attracted by consumers who are willing to pay premium price for buying these chicken meats.

Literature

1. Bui, H.D. & Nguyen, V.L. A survey on distribution, conformation, growth and productivity of Ho chicken. J. Agri. Sci. and Tech., Vietnam National University of Agriculture, 2006. (in Vietnamese with English summary)
2. De Marchi, M., Cassandro, M., Targhetta, C., Baruchello, M. & Notter, D.R. Conservation of poultry genetic resource in the Veneto region of Italy. Animal, 2006a.
3. Do, V.A.K. Growth performance and feed conversion efficiency of Tau Vang chicken. J. Sci. and Tech., No. 199, 2012, 30-36 s. (in Vietnamese with English summary)
4. Do, V.A.K. Meat quality of Tau Vang chicken. J. Sci. and Tech., No. 204, 2012, 45-50 s. (in Vietnamese with English summary)
5. <https://www.statista.com/statistics/756932/vietnam-meat-consumption-per-capita-by-type/>
6. Le, T.T., Nguyen, X.T., Vo, V.T., Doan, T.H.,



- Do, V.S, Vu, D.T., Dang, V.B. Growth, Carcass Yield and Meat Quality of Dong Tao Chickens. Vietnam J. Agri. Sci., Vol. 14, No. 11, 2016, 1716-1725 s. (in Vietnamese with English summary)
7. Le, T.T., Tran, T.K.A. & Nguyen, T.H.H. Dressing and meat quality of Ri and H'mong chicken. J. Anim. Sci. and Tech., National Institute of Animal Science, No.25, August 2010, Hanoi, Vietnam, 2010. (in Vietnamese with English summary)
8. Nguyen, A.D. & Tran, A. Poultry production systems in Vietnam. FAO, GCP/RAS/228/GER Working Paper No.4. Rome, 2008.
9. Nguyen, T.N., Chau, T.V., Nguyen, T.M., Huynh, C.N., Nguyen, V.H., Nguyen, V.Q., Nguyen, H.X. & Nguyen, T.H.N. Phenotypic characterization of local Noi chicken in the Mekong Delta. J. Sci., Can Tho University, Vol 203, 2016, 7-14 s. (in Vietnamese with English summary)
10. Nguyen, T.P., Nguyen, V.D. & Vu, D.T. The Growth and Meat quality of H'mong chicken raised by industrial farming. Vietnam J. Agr. Sci. 2017, Vol.15, No.4, 2017, 438-445 s. (in Vietnamese with English summary)
11. Quiao M., Fletcher D.L., Smith D.P., Northcutt J.K. The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity and emulsification. Poult. Sci., Vol. 80, 2001, 676-680 s.
12. Reiter, K. & Bessei, W. Effect of the distance between feeder and drinker on behaviour and leg disorders of broilers. In Proceedings of 30th International Congress of Applied Ethology, Guelph, Canada, 1996, 131 s.
13. Rose, S.P. Principles of Poultry Science. International walling Ford Oxon UK, 1997, 36-40 s.
14. Schilling, M.W., Daigle, S.P., Alvarado, C.Z., Marriott N.G. & Wang, H. Effects of collagen addition on the functionality of PSE-like and normal broiler breast in a chunked and formed deli roll. J. Muscl. Foods, Vol.16, 2005, 46-53 s.
15. Schilling, M.W., Radhakrishnan, V., Thaxton, Y.V., Christensen, K., Thaxton, J.P. & Jackson V. The effects of broiler catching method on breast meat quality. Meat Sci., Vol 79, 2008, 163-171 s.
16. Tadano, R., M. Sekino, M. Nishibori & Tsudzuki M. Microsatellite marker analysis for the genetic relationship among Japanese long-tailed chicken breeds. Poult. Sci., 2007, 460-469 s.
17. Walley K., Parrot P., Custance P., Meledo-Abraham P., Bourdin A. A review of French consumers purchasing patterns, perceptions and decision factors for poultry meat. World Poultry Sci. J., No. 71, 2015, 5-14 s.





ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 631.363.258/638.178

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ВОСКОВОГО СЫРЬЯ

БЫШОВ Дмитрий Николаевич, канд. техн. наук, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, university@rgatu.ru

КАШИРИН Дмитрий Евгеньевич, д-р техн. наук, доцент кафедры электроснабжения, kadm76@mail.ru

ПАВЛОВ Виктор Вячеславович, аспирант кафедры электроснабжения, vikr76@mail.ru
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

МАКАРОВ Валентин Алексеевич, д-р техн. наук, профессор, гл. науч. сотр. отдела концептуальных проблем механизации агрохимического обеспечения сельскохозяйственного производства Всероссийского НИИ механизации и информатизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства, gnu@vnims.rzn.ru

БОРИСОВ Геннадий Александрович, д-р техн. наук, профессор кафедры технологии металлов и ремонта машин, gennadiyborisov@mail.ru

КРАВЧЕНКО Андрей Михайлович, д-р техн. наук, профессор кафедры «Строительство инженерных сооружений и механика», kam@62.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Целью данного исследования является аналитическое описание рабочего процесса измельчения восковой основы пчелиных сотов, являющегося одним из этапов технологии очистки воскового сырья от органических водорастворимых загрязнений, а также технологии извлечения перги из перговых сотов. В статье описаны конструктивно-технологическая схема и принцип работы штифтового измельчающего устройства. Произведена теоретическая оценка времени, затрачиваемого на процесс измельчения, в основу которой положен вероятностный подход без учета прочностных и тепло-физических свойств материала и при минимальном рассмотрении кинематической составляющей процесса измельчения. На основании полученной вероятностной модели проведено численное моделирование времени измельчения сотов. Результат численного моделирования показал, что на начальном этапе измельчения, когда количество кусков сотов, находящихся в рабочей камере мало, а размер их относительно велик, вероятность соударения на каждом обороте рабочего вала максимальна. С увеличением количества кусков, а соответственно, уменьшением их размеров, вероятность соударения монотонно уменьшается. Размещение на рабочем валу более 6 штифтов не представляется целесообразным, так как время измельчения при этом сокращается незначительно. При значении оборотов рабочего вала 1250 об/мин и трех установленных на валу штифтах время измельчения куска сотов до частиц с заданными геометрическими размерами составит 13 секунд. Полученная математическая модель может быть использована при проектировании штифтовых измельчающих аппаратов.

Ключевые слова: пчелиные соты, восковое сырье, воск, перга, очистка, измельчение, штифтовый измельчитель.

Введение

Воск – важнейший продукт пчеловодства, получивший широкое распространение в различных отраслях промышленности, медицине и фармацевтике [1, 2, 3]. Спрос на этот продукт с каждым годом увеличивается, в том числе в связи с тем, что производство его невелико. Кроме того, значительная часть производимого воска уходит на воспроизводство сотового хозяйства, то есть потребляется на самих пасаках [4-6]. Одним из путей решения проблемы дефицита качественного воска может быть совершенствование технологий переработки воскового сырья, что обеспечит возможность получения этого продукта в больших объемах и значительно лучшего качества [7]. Одна из наиболее ответственных операций в предложенных нами способах переработки воскового сырья [8, 9] заключается в его измельчении, например, с

использованием измельчителей штифтового типа [10-15].

Для выполнения этой операции предназначена установка [15], схема которой представлена на рисунке 1. Установка состоит из цилиндрической рабочей камеры 1 с загрузочной горловиной 2 и расположенным внутри в подшипниковой опоре 3 рабочим валом 4, на конце которого установлен шнек 5 и рабочие органы в виде штифтов 6, закрепленные попарно между витками шнека так, что угол между штифтами в горизонтальной проекции составляет 120°. Дно рабочей камеры выполнено в виде решета 7 с круглыми пробивными отверстиями диаметром 9 мм, под которым установлен выгрузной отсек 8 с наклонным дном, связанный с циклоном (на рисунке не показан) через переходный патрубок 9 и аспирационный канал 10. В стенке рабочей камеры 1, непосред-



ственно над решетом 7, имеется щелевидный вырез 11, образуемый двумя горизонтальными секущими плоскостями и вертикальной секущей плоскостью, проходящей через центральную ось цилиндрической рабочей камеры 1.

При работе в режиме измельчения куски сотов, подлежащие переработке в качестве воскового сырья, охлаждаются и загружаются в горловину 1. При установившейся частоте вращения рабочего вала в установку через загрузочную горловину 2 порционно загружаются куски сотов, предварительно отделенные от деревянных рамок и охлажденные до температуры $-1 \dots -6^\circ \text{C}$, массой 50-70 г, которые внутри рабочей камеры 1 подвергаются ударному воздействию штифтов 6, измельчаются и проникают через круглые отверстия решета 7 в выгрузной отсек 8, откуда через переходной патрубков 9 выводятся в аспирационный канал 10 и подвергаются пневмосепарированию при включенном циклоне, создающем в аспирационном канале восходящий воздушный поток, скорость которого немного превышает скорость витания отделившихся от перги восковых частиц. В результате выполнения этой операции получается масса измельченного воскового сырья и загрязнений в виде перги.

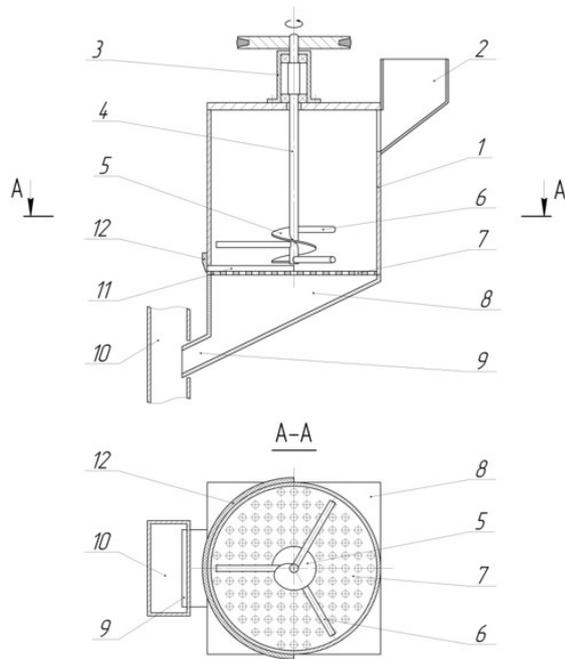


Рис. 1 – Конструктивно-технологическая схема штифтового измельчителя

Важнейшими показателями любого технического устройства являются производительность и энергоемкость осуществляемого им процесса. Для определения этих параметров необходимо знать время, в течение которого перерабатываемый продукт достигает требуемых свойств. В данной работе приведено описание математической модели, позволяющей оценить время рабочего процесса измельчения пчелиных сотов до достижения определенного размера измельченных частиц. Построение этой модели реализовано на

вероятностном подходе без учета прочностных и тепло-физических свойств материала и при минимальном рассмотрении кинематической составляющей процесса измельчения.

Теоретическая оценка времени измельчения

Допустим, что справедлива аппроксимация отдельной ячейки пчелиных сотов прямой шестиугольной призмой, в основании которой лежит правильный шестиугольник. Тогда объем ячейки V_0 , м^3 составит:

$$V_0 = 6 \cdot \frac{1}{2} \cdot a^2 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{3}\right) \cdot h = \frac{3\sqrt{3}}{2} \cdot a^2 \cdot h, \quad (1)$$

где a – длина ребра основания ячейки сотов (сторона правильного шестиугольника), м;

h – длина бокового ребра ячейки сотов (высота призмы), м.

Площадь полной поверхности одной ячейки сотов S_0 , м^2 составит:

$$S_0 = 6 \cdot a \cdot h + \frac{3\sqrt{3}}{2} \cdot a^2 \quad (2)$$

По окончании процесса измельчения образуются чешуйки восковой основы, геометрия которых аппроксимируются кругом радиуса r , см. Площадь чешуйки s составит

$$s = \pi \cdot r^2 \quad (3)$$

Распределение измельчаемого материала внутри рабочей камеры измельчителя определяется его конструктивными параметрами и режимом работы. В дальнейшем будем использовать следующие величины: высота рабочей камеры L , м; диаметр рабочей камеры D , м; количество штифтов N , шт.; длина штифта l , м; диаметр штифта d , м; толщина воздушно-продуктового слоя b , м; вовлекаемого в движение вращающимся ротором; частота вращения вала ротора Ω , с^{-1} ; линейная скорость конца штифта v , м/с.

Последний показатель определяется выражением

$$v = 2 \cdot \pi \cdot l \cdot \Omega \quad (4)$$

Далее понадобится выражение средней линейной скорости штифта. Этот показатель определяется как средняя арифметическая линейных скоростей конца штифта и той его части, которая расположена на внутренней границе воздушно-продуктового слоя толщиной b :

$$v_{cp} = 2 \cdot \pi \cdot \left(l - \frac{b}{2}\right) \cdot \Omega \quad (5)$$

Если количество отдельных ячеек в куске сотов (число элементарных объемов) равно $n_0 = [V/V_0]$, где V – первоначальный объем куска сотов, загружаемого в рабочую камеру измельчителя, то полная поверхность восковой основы (без учета граничных эффектов) составит $S_0 \cdot n_0$. Поскольку каждая грань поверхности разделяет две ячейки, то полученную величину следует разделить на два. В ито-



ге получаем общую эффективную площадь всех чешуек восковой основы в куске сотов (символ $[x]$ означает целую часть действительного числа x):

$$S = \frac{1}{2} \cdot S_0 \cdot \left[\frac{V}{V_0} \right] \quad (6)$$

Далее необходимо оценить количество ударов, наносимых по куску сотов рабочими органами измельчителя, достаточное для образования чешуек восковой основы заданной средней площади, определяемой по выражению (3). Предполагается, что при одном ударе штифта исходный кусок сотов делится на две части. В результате получают два куска сотов. Каждый из двух кусков сотов, в свою очередь, разбивается вновь на два куска. В итоге получаем, что после трех ударов исходный кусок разбит на четыре части. Таким образом, в результате ударов сотов о штифт образуются чешуйки восковой основы.

Оценка полного количества ударов штифта по кускам сотов определяется выражением

$$N_y = S/s - 1 \quad (7)$$

Для расчетов воспользуемся вероятностным подходом. Сделаем допущение, что каждый удар и, соответственно, дробление на две части не зависит от результатов предыдущих соударений. Также допустим, что конструктивные особенности устройства таковы, что при соударении штифта с куском сотов угловая скорость штифта не меняется (масса штифта много больше массы куска сотов).

Вероятность соударения куска сотов со штифтом определяется, с одной стороны, геометрическими размерами кусков сотов и объемом воздушно-продуктового слоя, в котором вращаются штифты, а с другой стороны – размерами штифтов. Произведем расчет этой вероятности на одном обороте вала.

Объем воздушно-продуктового слоя в камере измельчителя равен

$$V_c = \pi \cdot L \cdot \left(\left(\frac{D}{2} \right)^2 - \left(\frac{D}{2} - b \right)^2 \right) \quad (8)$$

Объем слоя, в котором вращается один штифт внутри воздушно-продуктового слоя, равен

$$V_{c1} = \pi \cdot d \cdot \left(l^2 - \left(l - \left(\frac{D}{2} - b \right) \right)^2 \right) \quad (9)$$

Допустим, что исходный кусок сотов разделен на n частей. Тогда объем каждой части куска сотов равен V/n . Если предположить, что каждая часть аппроксимируется шаром, то в зависимости от величины n радиус шара $\rho(n)$ составит

$$\rho(n) = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot V}{4 \cdot \pi \cdot n}} \quad (10)$$

Столкновение штифта с куском сотов произойдет, когда центр куска будет удален от края штиф-

та на расстояние не больше радиуса $\rho(n)$. Объем этого слоя определяется выражением

$$V_{c2} = \pi \cdot (d + \rho(n)) \cdot \left((l + \rho(n))^2 - \left(l + \rho(n) - \left(\frac{D}{2} - b \right) \right)^2 \right) \quad (11)$$

Вероятность столкновения одного штифта с куском сотов на одном обороте вала $P_1(n)$, при условии, что справедлива формула геометрической вероятности, составит

$$P_1(n) = \frac{V_{c2}}{V_c} = \frac{(d + \rho(n)) \cdot \left((l + \rho(n))^2 - \left(l + \rho(n) - \left(\frac{D}{2} - b \right) \right)^2 \right)}{L \cdot \left(\left(\frac{D}{2} \right)^2 - \left(\frac{D}{2} - b \right)^2 \right)} \quad (12)$$

Если на валу ротора установлено N штифтов, тогда геометрическая вероятность соударения куска сотов хотя бы с одним из них, то есть вероятность разрушения $P_p(n)$, определяется выражением

$$P_p(n) = 1 - (1 - P_1(n))^N \quad (13)$$

Рассчитаем количество оборотов ротора измельчителя, необходимое для дробления кусков сотов до частиц с заданными геометрическими параметрами, и определим время измельчения.

Предположим, что вероятность одного соударения не зависит от иных условий и определяется только количеством кусков в рабочей камере. Тогда справедлива схема независимых испытаний (схема Бернулли). Значение числа соударений определяется выражением

$$M(n) = n \cdot P(n) \quad (14)$$

Выполним еще одно усреднение по количеству кусков сотов, предполагая, что произвольное число кусков внутри рабочей камеры равновероятно.

Среднее значение числа соударений на одном обороте вала с одним штифтом равно

$$N_{cp} = \frac{1}{n_0} \cdot \sum_{i=1}^{n_0} M(i) \quad (15)$$

Тогда требуемое количество оборотов рабочего вала определяется следующим образом (символ $[x]$ означает верхнее округление действительного числа x):

$$N_{об} = \left\lceil \frac{N_y}{N_{cp}} \right\rceil \quad (16)$$

Среднее время работы измельчителя t_{cp} , с. при измельчении куска сотов заданного первоначального объема V , м³ составит

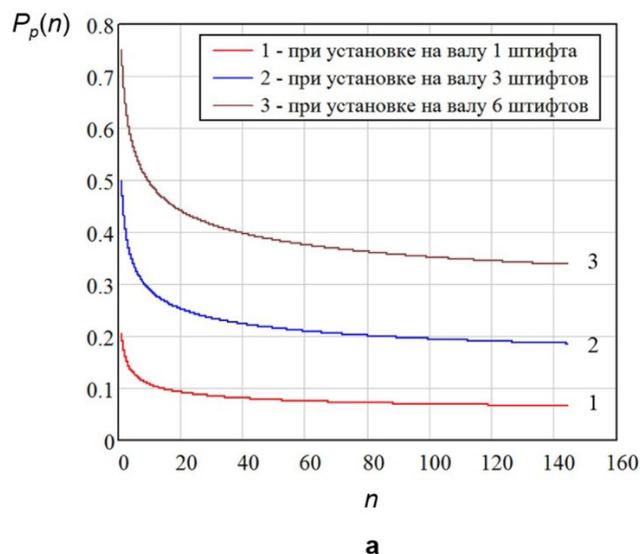
$$t_{cp} = \left\lceil \frac{N_y}{N_{cp}} \cdot \frac{1}{\Omega} \right\rceil \quad (17)$$



Полное время работы измельчителя при переработке требуемого количества воскового сырья определяется выражением

$$t = \frac{M_c}{\gamma \cdot V} \cdot \left[\frac{N_y}{N_{cp}} \cdot \frac{1}{\Omega} \right], \quad (18)$$

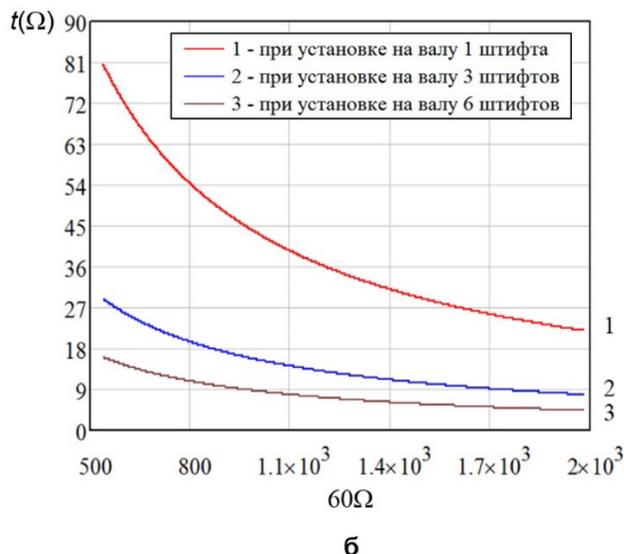
где M_c – масса перерабатываемого сырья, кг;
 γ – плотность сырья, кг/м³.



Результаты исследования

Численное моделирование времени измельчения сотов проводили с использованием математического пакета Mathcad 14.0. Числовые параметры модели (исходные данные):

$V = 7,5 \cdot 10^{-5}$ м³; $a = 0,0048$ м; $h = 0,0087$ м;
 $r = 0,0015$ м; $D = 0,19$ м; $L = 0,3$ м; $d = 0,01$ м;
 $l = 0,095$ м; $N = \{1,3,6\}$ шт; $b = 0,04$ м. Результаты моделирования представлены в виде графических зависимостей на рисунке 2.



а – зависимость вероятности разрушения куска сотов $P_p(n)$ на одном обороте вала от мгновенного значения количества кусков, находящихся в рабочей камере измельчителя; б – зависимость времени измельчения сотов, t , с. от частоты вращения рабочего вала Ω , с⁻¹

Рис. 2 – Результаты численного моделирования времени измельчения пчелиных сотов в штифтовом измельчителе при различном количестве штифтов, установленном на рабочем валу

Из представленных результатов следует, что при малом числе кусков сотов или, что одно и то же, при больших их размерах вероятность соударения на каждом обороте рабочего вала максимальна и составляет 0,21 для схемы с одним штифтом, 0,5 для трехштифтовой схемы и 0,76 для схемы с размещением шести штифтов на рабочем валу. С увеличением количества кусков, а соответственно, уменьшением их размеров, вероятность соударения монотонно уменьшается (рис. 2-а).

Время измельчения монотонно уменьшается при увеличении числа оборотов рабочего вала с установленными штифтами, при этом число установленных штифтов существенно влияет на время процесса измельчения только при малом их количестве (рис. 2-б). Размещение на рабочем валу более шести штифтов не представляется целесообразным, так как время измельчения при этом сокращается незначительно. Так, при значении оборотов рабочего вала 1250 об/мин и трех штифтах время измельчения куска сотов до частиц с заданными геометрическими размерами (см. исходные данные) составит 13 секунд.

Выводы

Получена вероятностная модель, оценивающая время измельчения сотов в зависимости от числа оборотов рабочего вала и количества установленных на нем рабочих органов – штифтов. Результат численного моделирования показал,

что при малом числе кусков сотов или, что одно и то же, при больших их размерах вероятность соударения на каждом обороте рабочего вала максимальна. С увеличением количества кусков, а соответственно, уменьшением их размеров, вероятность соударения монотонно уменьшается. Размещение на рабочем валу более шести штифтов не представляется целесообразным, так как время измельчения при этом сокращается незначительно. При значении оборотов рабочего вала 1250 об/мин и трех установленных штифтах время измельчения куска сотов до частиц с заданными геометрическими размерами составит 13 секунд. Полученная модель может быть использована при проектировании штифтовых измельчающих аппаратов.

Список литературы

1. Бышов, Д.Н. К вопросу механизации очистки воскового сырья. [Текст] / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // В сборнике: Продоольственная безопасность: от зависимости к самостоятельности Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – 2017. – С. 45-48.
2. Бышов, Д.Н. К вопросу механизированной очистки воскового сырья. [Текст] / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // В сборнике: Аграрная наука в инновационном развитии АПК Материалы международного молодежного аграрного форума. Сборник научных статей. Под редакцией В.А. Ба-



бушкина. – 2018. – С. 49-55.

3. К вопросу механической очистки перговых гранул. [Текст] / Д.Н. Бышов и др. // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 2 (34). – С. 57-61.

4. Повышение качества перги путем механической очистки. [Текст] / Д.Н. Бышов и др. // В сборнике: Проблемы и решения современной аграрной экономики Материалы конференции. – 2017. – С. 19-20.

5. Бышов, Н.В. Вопросы теории механизированной технологии извлечения перги из перговых сотов. [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Монография. – Рязань: Изд-во РГАТУ – 2012. – 113с.

6. Бышов, Н.В. Исследование отделения перги от восковых частиц. [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Техника в сельском хозяйстве – 2013. – №1. – С.26-27.

7. Исследование процесса получения воска из воскового сырья различного качества [Текст] / Н.В. Бышов и др. // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 6. – С. 145–149.

8. Пат. № 2483812 РФ. МПК В07В 1/40 А01К 59/00. Способ очистки пчелиных сотов / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин, А.В. Куприянов. – Заявл. 20.12.2011; опубл. 10.06.2013, бюл. № 16. – 4 с.

9. Пат. № 2656968 РФ. МПК А01К 51/00. Способ очистки воскового сырья. [Текст] / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, В.В. Павлов. – Заявл. 20.02.2017; опубл. 07.06.2018, бюл. № 16.

10. Исследование работы измельчителя воскового сырья. [Текст] / Д.Н. Бышов и др. // Сельский механизатор. – 2015. – № 8. – С. 28-29.

11. Бышов, Н.В. Вопросы теории энергосберегающей конвективной циклической сушки перги. [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Монография. – Рязань: Изд-во РГАТУ – 2012. – 70с.

12. Бышов, Н.В. Технологическое и теорети-

ческое обоснование конструктивных параметров органов вторичной сепарации картофельных комбайнов для работ в тяжелых условиях [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, Г.К. Рембалович, В.А. Павлов, Р.В. Безнасюк, А.А. Голиков - Вестник Рязанского государственного агро-технологического университета им. П.А. Костычева. – 2012. – № 4 (16). – С. 87-90.

13. Туболев, С.С. Инновационные машинные технологии в картофелеводстве России [Текст] / С.С. Туболев, Н.Н. Колчин, Н.В. Бышов, И.А. Успенский, Г.К. Рембалович, Тракторы и сельхозмашины - 2012. – № 10. – С.3-5.

14. Бышов, Н.В. Основные требования к техническому уровню тракторов, транспортных средств и прицепов на долгосрочную перспективу [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, И.А. Юхин, Н.В. Аникин, С.В. Колупаев, К.А. Жуков // В сборнике: Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции Доклады Международной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства и продовольствия республики Беларусь, Учреждение образования "Белорусский государственный аграрный технический университет", Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований. 2013. С. 200-202.

15. Бышов, Н.В. Методы определения рациональной периодичности контроля технического состояния тормозной системы мобильной сельскохозяйственной техники [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов, С.Н. Гусаров, Е.А. Панкова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. № 86. – С. 300-311.

THEORETICAL JUSTIFICATION OF WAX RAW MATERIALS GRINDING PROCESS

Byshov Dmitrij N., candidate of technical sciences, Associate Professor university@rgatu.ru

Kashirin Dmitrij E., doctor of technical sciences, Associate Professor, kadm76@mail.ru

Pavlov Viktor V., graduate student, vikp76@mail.ru

Ryazan State Agro-technological University Named after P.A. Kostychev

Makarov Valentin A., doctor of technical sciences, Professor, Chief Staff Scientist, All-Russian Research Institute of Mechanization and Informatization of Agrochemical Providing Agriculture, gnu@vnims.rzn.ru

Borisov Gennady A., Doctor of Technical Science, Full Professor of Metals Technology and Machine Maintenance Faculty, gennadiyborisov@mail.ru

Kravchenko Andrei M., Doctor of technical sciences, Full Professor, Professor of the Department "Building of engineering structures and mechanics", kam@62.ru

Ryazan State Agro-technological University Named after P.A. Kostychev

Objective of this research is the analytical description of working process of the crushing of a wax basis of bee sot which is one of stages of technology of purification of wax raw materials of organic water-soluble pollution and also technologies of extraction of a beebread from honeycombs. In article the constructive and technological scheme and the principle of operation of the bayonet crushing device are described. Theoretical assessment of time spent for crushing process which basis probabilistic approach without strength and warm physical properties of material is and by the minimum consideration of a kinematic component of process of crushing is made. On the basis of the received probabilistic model numerical modeling of time of crushing of sot is carried out. The result of numerical modeling has shown that at the initial stage of crushing when the quantity of pieces of the sot which are in the working camera aren't enough, and their size is rather big, the probability of impact on each turn of a working shaft is maximum. With increase in quantity of pieces, and respectively, reduction of their sizes, the probability of impact monotonously decreases. Placement on the worker more than 6 pins isn't advisable to a shaft as crushing time at the same time is reduced slightly. At value of turns of a working shaft of 1250 Rpm and three pins established on a shaft time of crushing of a piece of sot to particles with the set geometrical sizes will be 13 seconds. The received mathematical model can be used at design of the bayonet crushing devices.

Key words: honeycombs, wax raw materials, wax, beebread, cleaning, grinding, pin grinder.



Literatura

1. Byshov D.N. K voprosu mekhanizatsii ochistki voskovogo syria. [Tekst] / D.N. Byshov, D.E. Kashirin, V.V. Pavlov // V sbornike: *Prodovolstvennaia bezopasnost: ot zavisimosti k samostoiatel'nosti* Sbornik materialov Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. – 2017. – S. 45-48.
2. Byshov D.N. K voprosu mekhanizirovannoi ochistki voskovogo syria. [Tekst] / D.N. Byshov, D.E. Kashirin, V.V. Pavlov // V sbornike: *Agrarnaia nauka v innovatsionnom razvitii APK* Materialy mezhdunarodnogo molodezhnogo agrarnogo foruma. Sbornik nauchnykh statei. Pod redaktsiei V.A. Babushkina. – 2018. – S. 49-55.
3. Byshov D.N. K voprosu mekhanicheskoi ochistki pergovykh granul. [Tekst] / D.N. Byshov i dr. // Vestnik RGATU. – 2017. – № 2 (34). – S. 57-61.
4. Byshov D.N. Povyshenie kachestva pergi putem mekhanicheskoi ochistki. [Tekst] / D.N. Byshov i dr. // V sbornike: *Problemy i resheniia sovremennoi agrarnoi ekonomiki* Materialy konferentsii. – 2017. – S. 19-20.
5. Byshov N.V. Voprosy teorii mekhanizirovannoi tekhnologii izvlecheniia pergi iz pergovykh sotov. [Tekst] / N.V. Byshov, D.E. Kashirin // Monografiia. – Riazan: Izd-vo RGATU – 2012. – 113s.
6. Byshov N.V. Issledovanie otdeleniia pergi ot voskovykh chastits. [Tekst] / N.V. Byshov, D.E. Kashirin // Tekhnika v selskom khoziaistve – 2013. – №1. – S.26-27.
7. Byshov N.V. Issledovanie protsessa polucheniia voska iz voskovogo syria razlichnogo kachestva [Tekst] / N.V. Byshov i dr. // Vestnik KrasGAU. – 2015. – № 6. – S. 145–149.
8. Pat. № 2483812 RF. MPK V07V 1/40 A01K 59/00. Sposob ochistki pchelinykh sotov / N.V. Byshov, D.E. Kashirin, A.V. Kupriianov. – Zaiavl. 20.12.2011; opubl. 10.06.2013, biul. № 16. – 4 s.
9. Pat. № 2656968 RF. MPK A01K 51/00. Sposob ochistki voskovogo syria. [Tekst] / D.N. Byshov, D.E. Kashirin, V.V. Pavlov. – Zaiavl. 20.02.2017; opubl. 07.06.2018, biul. № 16.
10. Byshov D.N. Issledovanie raboty izmelchitelia voskovogo syria. [Tekst] / D.N. Byshov i dr. // Selskii mekhanizator. – 2015. – № 8. – S. 28-29.
11. Byshov N.V. Voprosy teorii jenergosberegajushhej konvektivnoj ciklicheskoj sushki pergi. [Tekst] / N.V. Byshov, D.E. Kashirin // Monografiia. – Rjazan': Izd-vo RGATU – 2012. – 70s.
12. Byshov N.V. Tehnologicheskoe i teoreticheskoe obosnovanie konstruktivnykh parametrov organov vtorichnoj separacii kartofel'nykh kombajnov dlja rabot v tjazhelykh uslovijah [Tekst] / N.V. Byshov, S.N. Borychev, I.A. Uspenskij, G.K. Rembalovich, V.A. Pavlov, R.V. Beznasjuk, A.A. Golikov - Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. - 2012. - № 4 (16). - S. 87-90.
13. Tubolev S.S. Innovacionnye mashinnye tekhnologii v kartofelevodstve Rossii [Tekst] / S.S. Tubolev, N.N. Kolchin, N.V. Byshov, I.A. Uspenskij, G.K. Rembalovich, Traktory i sel'hozmashiny - 2012. - № 10. - S.3-5.
14. Byshov N.V. Osnovnye trebovanija k tehničeskomu urovnju traktorov, transportnykh sredstv i pricepov na dolgosrochnuju perspektivu [Tekst] / N.V. Byshov, S.N. Borychev, I.A. Uspenskij, I.A. JUhin, N.V. Anikin, S.V. Kolupaev, K.A. ŽHukov // V sbornike: *Pererabotka i upravlenie kachestvom sel'skohozjajstvennoj produkcii* Doklady Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferencii. Ministerstvo sel'skogo hozjajstva i prodovol'stviia respublik Belarus', Uchrezhdenie obrazovanija "Belorusskij gosudarstvennyj agrarnyj tehničeskij universitet", Belorusskij republikanskij fond fundamental'nyh issledovanij. 2013. S. 200-202.
15. Byshov N.V. Metody opredelenija racional'noj periodičnosti kontrolja tehničeskogo sostojanija tormoznoj sistemy mobil'noj sel'skohozjajstvennoj tehniky [Tekst] / N.V. Byshov, S.N. Borychev, G.D. Kokorev, I.A. Uspenskij, I.N. Nikolotov, S.N. Gusarov, E.A. Pankova // Politematičeskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2013. № 86. - S. 300-311.





УДК 631.171:631.243.242

ИССЛЕДОВАНИЕ ДАЛЬНОМЕРОВ СКАНИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА В АГРЕГАТЕ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ НЕЗЕРНОВОЙ ЧАСТИ УРОЖАЯ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ

БЫШОВ Николай Владимирович, д-р техн. наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО РГАТУ, university@rgatu.ru,

БОГДАНЧИКОВ Илья Юрьевич, канд. техн. наук, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, SMY62.rgatu@mail.ru,

БАЧУРИН Алексей Николаевич, канд. техн. наук, доцент, декан инженерного факультета, bachurin62@mail.ru,

ДРОЖЖИН Константин Николаевич, канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, drozhin.k@ryazanagrohim.ru

МИХЕЕВ Александр Николаевич, студент магистратуры, SMY62.rgatu@mail.ru,

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Для решения проблем с эффективным использованием незерновой части урожая авторами предложен агрегат для её утилизации в качестве удобрения. Данная машина включает в себя: комплекс для подготовки к использованию незерновой части урожая; модуль для дифференцированного внесения рабочего раствора, который состоит из сканирующего устройства аналитического блока и исполнительного механизма; комплекс для заделки готового удобрения в почву. Целью исследования было определение наиболее эффективных дальномеров для использования их в конструкции сканирующего устройства агрегата для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения. Сканирующее устройство предназначено для определения профиля валка и представляет собой раму с установленными на ней тремя дальномерами, которые могут быть лазерными, инфракрасными или ультразвуковыми. Проведённые теоретические и лабораторные исследования позволили определить диапазоны рабочих скоростей и высоту расположения сканирующего устройства над поверхностью поля в предлагаемой машине. Изучены характеристики лазерных, инфракрасных и ультразвуковых дальномеров, получены эмпирические зависимости, которые описывают их работу. В ходе проведённых исследований установлено, что наибольшую точность показали лазерные и ультразвуковые дальномеры. Их применение в сканирующем устройстве возможно при рабочих скоростях МТА не более 2,78 м/с (10 км/ч), что соответствует диапазону рабочих скоростей предлагаемой машины. Использование инфракрасных дальномеров в конструкции сканирующего устройства возможно при высоте расположения от 0,65 до 0,9 м. над поверхностью почвы; эти дальномеры отличаются большой погрешностью измерений. Для изготовления сканирующего устройства рекомендуются к использованию ультразвуковые дальномеры HC-SR04 со значением измерительного угла 30° благодаря низкой стоимости (не более 250 руб.) и достаточной точности.

Ключевые слова: незерновая часть урожая, валок, солома, утилизация, удобрение, сканирующее устройство, ультразвук, лазер.

Введение

На кафедре эксплуатации машинно-тракторного парка Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева был разработан агрегат для утилизации незерновой части урожая (АДУ НЧУ) в качестве удобрения [1], в соответствии с Государственной программой развития сельского хозяйства на 2013-2020 годы. Агрегат включает в себя (рис. 1):

- комплекс для подготовки к использованию незерновой части урожая;
- модуль для дифференцированного внесения рабочего раствора, который состоит из сканирующего устройства (рис. 2), аналитического блока и исполнительного механизма;
- комплекс для заделки готового удобрения в почву.

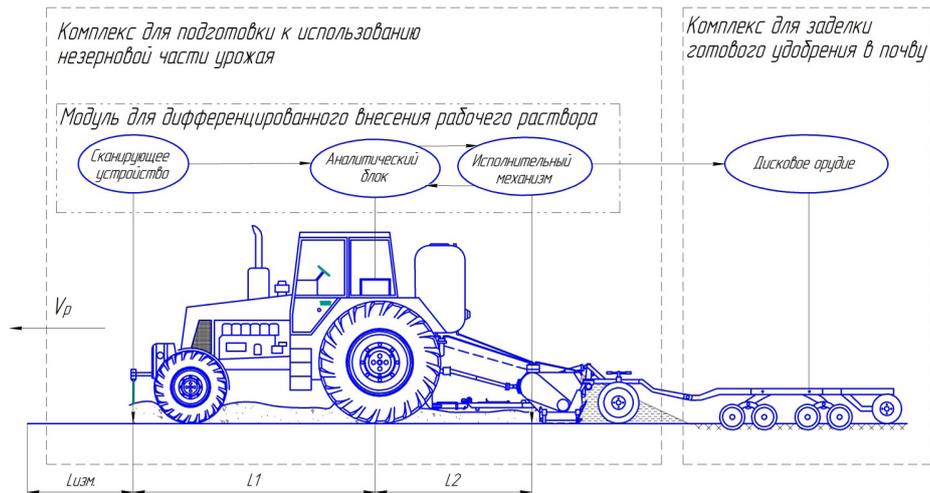
В данной статье рассмотрим работу сканиру-

ющего устройства, которое предназначено для определения профиля валка и представляет собой раму с установленными на ней тремя дальномерами, которые могут быть лазерными, инфракрасными или ультразвуковыми.

Целью данной статьи было определение наиболее эффективных дальномеров для использования их в конструкции сканирующего устройства в АДУ НЧУ в качестве удобрения.

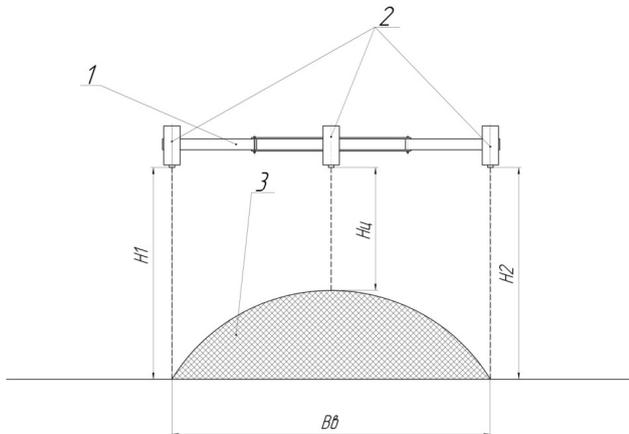
Задачи исследований:

- проведение испытаний лазерных дальномеров;
- проведение испытаний инфракрасных дальномеров;
- проведение испытаний ультразвуковых дальномеров;
- сопоставление и анализ результатов.



V_p – рабочая скорость машинно-тракторного агрегата, м/с; $L_{изм}$ – шаг измерения сканирующего блока, м; L_1 – расстояние между сканирующим блоком и аналитическим блоком, м; L_2 – расстояние между аналитическим блоком и исполняющим механизмом

Рис. 1 – Схема расположения оборудования



1 – рама сканирующего устройства; 2 – дальномер; 3 – валок НЧУ; $B_в$ – ширина валка, м; H_1 , H_2 – расстояние от дальномера до почвы по краю валка, м; $H_ц$ – расстояние от дальномера до центральной части валка, м.

Рис. 2 – Сканирующее устройство

Теоретические исследования

Рассмотрим работу агрегата для утилизации незерновой части урожая (АДУ НЧУ) в качестве удобрения в составе машинно-тракторного агрегата (МТА) (рис. 1) [2].

Пусть МТА движется со скоростью V_p , сканирующий блок производит сбор информации с шагом $L_{изм}$, (т.е. это расстояние между измерениями), информация по проводам передаётся в аналитический блок со скоростью близкой к скорости света ($\approx 3 \cdot 10^8$ м/с) [3, 4] на расстояние L_1 . В аналитическом блоке, по заданному алгоритму [5, 6], осуществляется расчёт требуемой нормы внесения рабочего раствора и подаётся необходимый сигнал к исполнительному механизму для регулировки нормы внесения (сигнал подаётся по проводам с той же скоростью на расстояние L_2 , однако для регулирования используются механические элементы, характеризующиеся более медленными скоростями). Исполнительному механизму требуется некоторое время t для того, чтобы установить

требуемую норму внесения рабочего раствора.

Таким образом, время принятия решения исполнительным механизмом можно определить из выражения:

$$t_{п.р.} = \frac{(L_{изм} + L_1 + L_2)}{V_p} = \frac{L_{изм} + L_{кон.}}{V_p}$$

где $t_{п.р.}$ – время принятия решения исполнительным механизмом, с;

$L_{изм}$ – шаг измерения сканирующего блока (расстояние между двумя измерениями), м;

L_1 – расстояние между сканирующим блоком и аналитическим блоком, м;

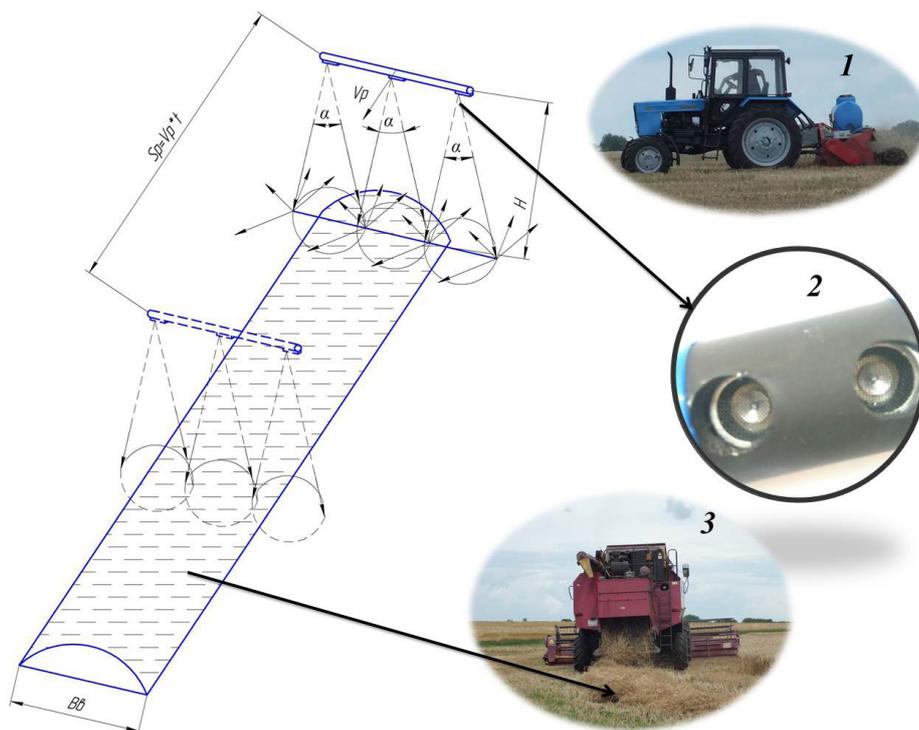
L_2 – расстояние между аналитическим блоком и исполняющим механизмом;

$L_{кон.}$ – конструктивное расстояние между оборудованием, $L_{кон.} = L_1 + L_2$, м (также обуславливает расположение сканирующего блока впереди трактора, а не впереди сельскохозяйственной машины);

V_p – рабочая скорость машинно-тракторного агрегата, м/с.

Анализируя выражение (1), видим, что на время принятия исполнительным механизмом решения влияют скорость, с которой движется МТА и шаг измерения. Конструктивное расстояние между оборудованием является величиной постоянной и зависит от компоновки МТА.

Принцип работы любого дальномера заключается в измерении времени отклика сигнала (т.е. времени от момента излучения сигнала до момента его считывания принимающим датчиком – «приёмником»). При движении МТА по валку со скоростью V_p (рисунки 1, 2, 3), сканирующий блок (для примера, оборудованный ультразвуковыми дальномерами) излучает звуковой сигнал с частотой 40 кГц. Отражённый сигнал проходит расстояние $2H$ со скоростью 340,29 м/с [7] за некоторое время t , однако за это же время рама сканирующего устройства перемещается на расстояние $S_p = V_p \cdot t$, что накладывает ограничение на рабочую скорость МТА для обеспечения работы сканирующего устройства.



1 – агрегат для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения; 2 – ультразвуковой дальномер HC-SR04; 3 – образование валка незерновой части урожая зерноуборочным комбайном; V_p – рабочая скорость машинно-тракторного агрегата, м/с; H – высота расположения сканирующего устройства, м; α – измерительный угол ультразвукового дальномера, °; S_p – пройденный машинно-тракторным агрегатом путь за время t , м

Рис. 3 – Схема работы сканирующего устройства оборудованного ультразвуковыми дальномерами

На рисунке 4 представлена графическая зависимость $t_{п.р.} = f(V_p, L_{изм})$ для МТЗ-82+АдУ НЧУ (выполненного на базе измельчителя-мульчировщика Kverneland fx 230), $L_{кон.} = 4,5$ м. Скорость на графике указана в м/с, варьировалась в диапазоне от 0,28-2,76 (1-10 км/ч).

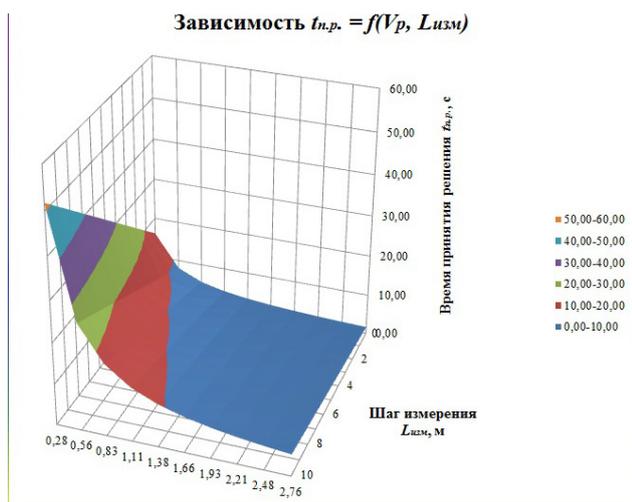


Рис. 4 – Зависимость $t_{п.р.} = f(V_p, L_{изм})$

В зависимости от используемого оборудования в качестве исполнительного механизма можно обеспечить его сочетание с цифровыми элементами за счёт варьирования рабочих скоростей МТА и шага измерения [8-11]. Теоретические исследо-

вания показали также, что наименьшая скорость отражённых сигналов будет у ультразвуковых дальномеров, поэтому на компьютере была смоделирована наихудшая ситуация (рис. 5) и показано, что максимальное смещение сканирующего устройства за время t (имеется ввиду время, за которое звуковой сигнал дальномера проходит расстояние $2H$) не превышает 0,02 м (2 см).

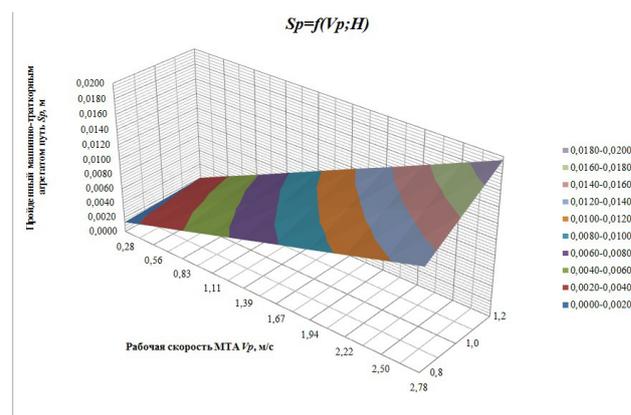


Рис. 5 – График зависимости $S_p = f(V_p; H)$ для ультразвуковых дальномеров

Методика исследований

В лабораторных условиях на столе создавали искусственный валок соломы шириной 0,6 м, и длиной 1м и при помощи дальномеров опреде-



ляли расстояние до объекта (высота измерения варьировалась от 0 до 1,2 метров): по ширине с шагом 0,1 м, по длине с шагом измерения 0,2 м. Полученные значения сравнивались с показателями, полученными контрольной линейкой. Конструктивно сканирующее устройство будет располагаться на высоте 1-1,2 метра от поверхности пола.

Для инфракрасных дальномеров дополнительно производили измерение выходного напряжения датчика в зависимости от расстояния до измеряемого объекта с целью определения наиболее благоприятных условий для работы [7, 12, 13]. Использовали инфракрасный дальномер Sharp GP2Y0A02YK0F.

Для ультразвуковых дальномеров определяли пятна максимального диаметра в момент отражения от объекта (валка НЧУ), что представляется как наихудшее условие. Полученные значения сравнивались со смещением сканирующего

устройства. Испытывались три датчика платформы Arduino, отличающиеся значением измерительного угла (датчик HS-15 (15°), HC-SR04 (30°), URM37 v3.2 (60°)).

Экспериментальная часть

В ходе лабораторных исследований получили зависимость выходного напряжения от расстояния до объекта для инфракрасного дальномера Sharp GP2Y0A02YK0F (рис. 6) [13].

На рисунке 7 представлен график зависимости диаметра сканирующего пятна ультразвукового дальномера от высоты расположения (расстояния до объекта).

На рисунке 8 показаны результаты измерения профиля валка при помощи лазерного, инфракрасного и ультразвукового дальномеров, контроль измерялся линейкой, при высоте расположения сканирующего устройства 1 м (здесь более наглядно видны расхождения полученных данных).

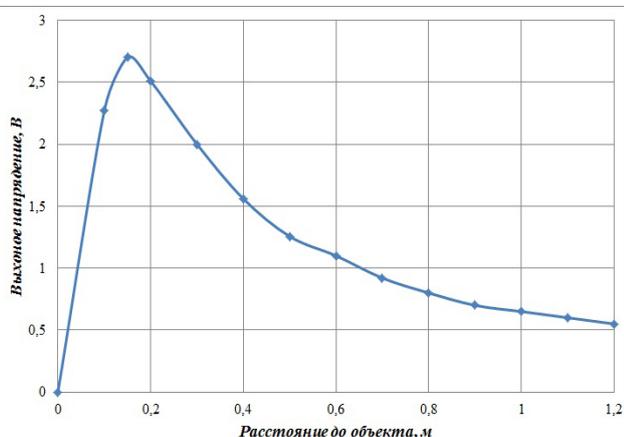


Рис. 6 – Зависимость выходного напряжения инфракрасного дальномера Sharp GP2Y0A02YK0F от расстояния до объекта

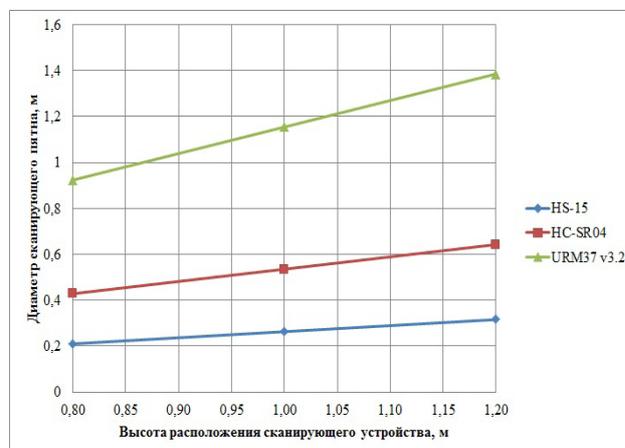


Рис. 7 – Зависимость диаметра сканирующего пятна от высоты расположения (расстояния до объекта)

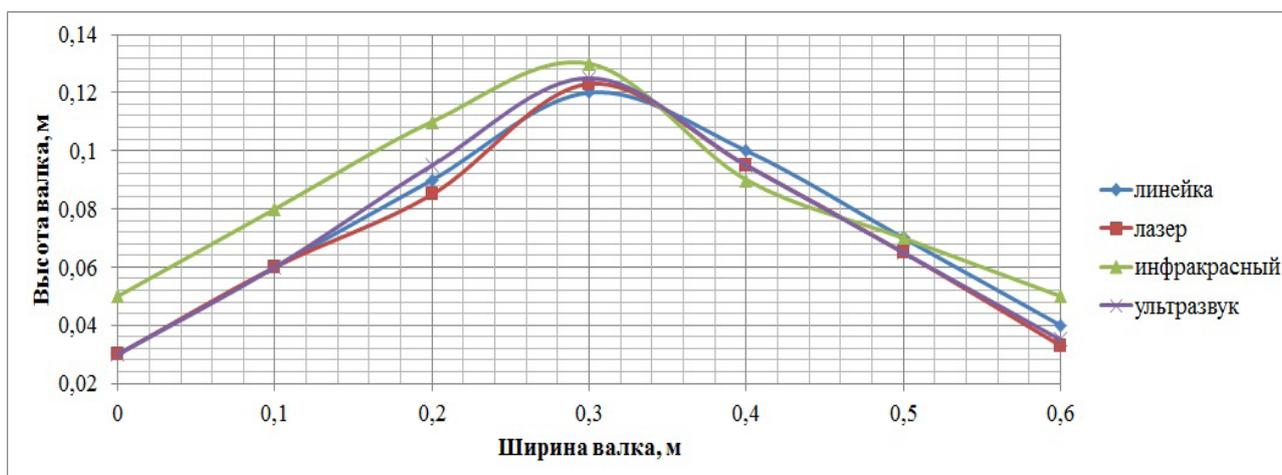


Рис. 8 – Результаты измерения профиля валка при помощи лазерного, инфракрасного и ультразвукового дальномеров, контроль измерялся линейкой (валок искусственный), высота расположения сканирующего устройства 1 м.



Результаты и выводы

Таким образом, наилучшую точность показали лазерные и ультразвуковые дальнометры. Их применение в сканирующем устройстве возможно при рабочих скоростях МТА не более 2,78 м/с (10 км/ч), что соответствует диапазону рабочих скоростей предлагаемой машины.

Использование инфракрасных дальнометров в конструкции сканирующего устройства возможно при высоте расположения от 0,65 до 0,9 м. над поверхностью почвы; они отличаются большой погрешностью измерений. Также была выявлена «слепая» зона в диапазоне от 0 до 0,2 м, что отмечалось в работе [7] в исследованиях с отражающей поверхностью в виде белого и серого листа бумаги.

Для изготовления сканирующего устройства рекомендуются к использованию ультразвуковые дальнометры HC-SR04 со значением измерительного угла 30° благодаря низкой стоимости (не более 250 руб.) и достаточной точности.

Список литературы

1. Пат. 179 685 Российская Федерация, СПК А01F 29/00 (2006.01); А01D 34/43 (2006.01). Агрегат для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения [Текст] / Богданчиков И.Ю., Иванов Д.В., Бышов Н.В., Бачурин А.Н., Качармин А.А. заявитель и патентообладатель Богданчиков И.Ю. - № 2017140290/13 (070001); заявл. 20.11.17; опубл. 22.05.18, Бюл. №15. - 2 с.

2. К вопросу о требованиях, предъявляемых к механизму регулирования нормы внесения рабочего раствора в устройстве для утилизации незерновой части урожая [Текст] / И. Ю. Богданчиков, Н. В. Бышов, А. Н. Бачурин [и др.] // Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса 25 апреля 2018 года : материалы 69-й междунар. науч. практ. конф. Часть 2. - Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2018. - С. 24-27.

3. Сивухин, Д. В. Общий курс физики. Т. III. Электричество [Текст]. - 4-е изд. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 656 с.

4. Каргин, В. А. Автоматизированная система информационной поддержки принятия решений по контролю в реальном времени состояния ракетно-космической техники [Текст] / В. В. Каргин, О. В. Майданович, М. Ю. Охтилев // Приборостроение. - 2010. - Т. 53. - № 11. - С. 20-23.

5. Богданчиков, И. Ю. Результаты исследований по вопросам дифференцированного внесения рабочего раствора в устройстве для утилизации незерновой части урожая [Текст] / И. Ю. Богданчиков, Н. В. Бышов, А. Н. Бачурин // Вестник Рязанского государственного агропромышленного университета имени П.А. Костычева. - 2016. - № 4. - С. 73-79.

6. Богданчиков, И. Ю. К вопросу о возможности определения массы соломы по профилю валка [Текст] / И.Ю. Богданчиков // Аграрная наука в инновационном развитии АПК : материалы международного молодежного аграрного форума : сб. науч. статей. - Мичуринск : Мичуринский ГАУ, 2018. - С. 38-42.

7. Петин, В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino [Текст] / В. А. Петин. - СПб. : БХВ-Петербург, 2014. - 400 с.

8. Федоренко, В. Ф. Интеллектуальные системы в сельском хозяйстве [Текст] : научн. аналит. обзор / В. Ф. Федоренко, В. Я. Гольяпин, Л. М. Колчина. - М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. - 156 с.

9. Акимов, В. В. Инновационная система контроля технологического процесса подачи зернового вороха [Текст] / В. В. Акимов, Р. В. Безносюк, В. В. Фокин // Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона : сборник материалов 66 международной научно-практической конференции. - Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2015. - С. 15-18.

10. Гусев, А. С. Система контроля зерноуборочного комбайна [Текст] / А. С. Гусев, Р. В. Безносюк, В. В. Фокин // Студенческая наука: современные технологии и инновации в АПК : материалы студенческой научно-практической конференции. - Рязань, 2015. - С. 10-12.

11. Костенко, М. Ю. Теоретические исследования эффективности функционирования контроля технологического процесса зерноуборочного комбайна [Текст] / М. Ю. Костенко, Г. К. Рембалович, Р. В. Безносюк, В. В. Фокин // Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона : Сборник 67-ая международная научно-практическая конференция. - Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. - Вып. 1. - С. 13-17.

12. Дементьев, В. Е. Алгоритмы оценивания координат летательных аппаратов с помощью пространственных дальнометров [Текст] / В. Е. Дементьев, Х. А. Абдулкадим // Автоматизация процессов управления. - 2017. - № 1(47). - С. 53-57.

13. Богданчиков, И. Ю. К вопросу использования инфракрасных дальнометров для сканирования профиля валка соломы [Текст] / И. Ю. Богданчиков // Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе : материалы междунар. науч.-практ. конф. 6-7 июня 2018 года. научн. тр. - Часть 2. - Воронеж : ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 2018. - С. 22-27.

RESEARCH OF RANGE FINDERS OF THE SCANNER IN THE AGGREGATE FOR UTILIZATION OF NOT GRAIN PART OF THE HARVEST AS FERTILIZER

*Byshov Nikolay V. Dr. Tech. sciences, professor, rector FGBOU VO RGATU,
Bogdanchikov Ilya Yu. of Cand.Tech.Sci., associate professor of operation of the machine and tractor park, CMY62.rgatu@mail.ru,*



Bachurin Alexey N. of Cand.Tech.Sci., associate professor, dean of engineering faculty,
Drozhdzhin Konstantin N. edging. agricultural sciences, associate professor, associate professor of operation of the machine and tractor park,
Mikheyev Alexander N., student of a magistracy.
Ryazan state agrotechnological university of P.A. Kostychev

For the problem resolution with effective use of not grain part of a harvest, authors offered the aggregate for its utilization as fertilizer. This machine includes: a complex for preparation for use of not grain part of a harvest; the module for the differentiated introduction of working solution which consists of the scanner of the analytical block and the executive mechanism; a complex for seal of ready fertilizer to the soil. A research purpose was, determination of the most effective range finders for their use in an aggregate scanner design for utilization of not grain part of a harvest as fertilizer. The scanner is intended for determination of a profile of a roll and represents a frame with three range finders established on it which can be laser, infrared or ultrasonic. The conducted theoretical and laboratory researches allowed to determine the ranges of working speeds and height of an arrangement of the scanner over the surface of the field in the offered machine. Characteristics of laser, infrared and ultrasonic range finders are studied, empirical dependences which opisyyvayut their work are received. During the conducted researches it is established that the best accuracy was shown by laser and ultrasonic range finders. Their application in the scanner is possible at working speeds of MTA no more than 2,78 m/s (10 km/h) that corresponds to the range of working speeds of the offered machine. Use of infrared range finders in a design of the scanner is possible with a height of arrangement from 0,65 to 0,9 m over the surface of the soil, differ in a big error of measurements. For production of the scanner ultrasonic range finders of HC-SR04 with value of a measuring corner 30 ° are recommended for use (in a type of low cost (no more than 250 rub) and sufficient accuracy).

Key words: not grain part of a harvest, roll, straw, utilization, fertilizer, scanner, ultrasound, laser.

Literatura

1. Pat. 179 685 Rossijskaya Federaciya, SPK A01F 29/00 (2006.01); A01D 34/43 (2006.01). Agregat dlya utilizacii nezernovoj chasti urozhaya v kachestve udobreniya [Tekst] / Bogdanchikov I.YU., Ivanov D.V., Byshov N.V., Bachurin A.N., Kacharmin A.A. zayavitel' i patentoobladatel' Bogdanchikov I.YU. - № 2017140290/13 (070001) ; zayavl. 20.11.17 ; opubl. 22.05.18, Byul. №15. – 2 s.
2. K voprosu o trebovaniyah, pred'yavlyayemyh k mekhanizmu regulirovaniya normy vneseniya rabocheho rastvora v ustrojstve dlya utilizacii nezernovoj chasti urozhaya [Tekst] / I.YU. Bogdanchikov, N.V. Byshov, A.N. Bachurin [i dr.] // Materialy 69-j mezhdunar. nauchn. prakt. konf. «Innovacionnoe nauchno-obrazovatel'noe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa» 25 aprelya 2018 goda: Sb. nauchn. tr. CHast' 2. – Ryazan': FGBOU VO RGATU, 2018. – S. 24-27.
3. Sivuhin, D.V. Obshchij kurs fiziki. T. III. EHlektrichestvo. 4-e izd. -M.: FIZMATLIT, 2004. -656 s.
4. Kargin, V.A. Avtomatizirovannaya sistema informacionnoj podderzhki prinyatiya reshenij po kontrolyu v real'nom vremeni sostoyaniya raketno-kosmicheskoy tekhniki [Tekst] / V.V. Kargin, O.V. Majdanovich, M.YU. Ohtilev // Priborostroenie. – 2010. – T. 53. – № 11. – S. 20-23.
5. Bogdanchikov, I.YU. Rezul'taty issledovanij po voprosam differencirovannogo vneseniya rabocheho rastvora v ustrojstve dlya utilizacii nezernovoj chasti urozhaya [Tekst] / I.YU. Bogdanchikov, N.V. Byshov, A.N. Bachurin // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. – 2016. – №4. – S. 73-79.
6. Bogdanchikov, I.YU. K voprosu o vozmozhnosti opredeleniya massy solomy po profilyu valka [Tekst] / I.YU. Bogdanchikov // Agrarnaya nauka v innovacionnom razvitii APK: materialy mezhdunar. molodezhnogo agrarnogo foruma: Sb. nauchn. statej. – Michurinsk: Michurinskij GAU, 2018. – S. 38-42.
7. Petin, V.A. Proekty s ispol'zovaniem kontrollera Arduino. – SPb.: BHV-Peterburg, 2014. — 400 s.
8. Fedorenko V.F., Gol'tyapin V.YA., Kolchina L.M. Intellektual'nye sistemy v sel'skom hozyajstve: nauchn. analit. obzor. – M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2017. – 156 s.
9. Akimov, V.V. Innovacionnaya sistema kontrolya tekhnologicheskogo processa podachi zernovogo voroha [Tekst] / V.V. Akimov, R.V. Beznosyuk, V.V. Fokin // Sbornik materialov 66 mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Agrarnaya nauka kak osnova prodovol'stvennoj bezopasnosti regiona» – Ryazan': FGBOU VO RGATU, 2015. – S. 15-18.
10. Gusev, A.S. Sistema kontrolya zemouborochnogo kombajna [Tekst] / A.S. Gusev, R.V. Beznosyuk, V.V. Fokin // Sbornik studencheskaya nauka: sovremennye tekhnologii i innovacii v APK. Materialy studencheskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, 2015. – S. 10-12.
11. Kostenko, M.YU. Teoreticheskie issledovaniya ehffektivnosti funkcionirovaniya kontrolya tekhnologicheskogo processa zemouborochnogo kombajna [Tekst] / M.YU. Kostenko, G.K. Rembalovich, R.V. Beznosyuk, V.V. Fokin // Sbornik 67-aya mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya "innovacionnye podhody k razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa regiona" – Ryazan': FGBOU VO RGATU, 2016. – Vyp. 1. – S. 13-17.



12. Dement'ev, V.E. Algoritmy ocenivaniya koordinat letatel'nyh apparatov s pomoshch'yu prostranstvennyh dal'номеров [Tekst] / V.E. Dement'ev, H.A. Abdulkadim // Avtomatizatsiya processov upravleniya. – 2017. – № 1(47). – S. 53-57.

13. Bogdanchikov, I.YU. K voprosu ispol'zovaniya infrakrasnyh dal'номеров dlya skanirovaniya profilya valka solomy [Tekst] / I.YU. Bogdanchikov // Materialy mezhdunar. nauchn. prakt. konf. «Ehnergoehffektivnost' i ehnergoberezhenie v sovremennom proizvodstve i obshchestve» 6-7 iyunya 2018 goda: Sb. nauchn. tr. CHast' 2. – Voronezh: FGBOU VO «Voronezhskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni imperatora Petra I», 2018. – S. 22-27.



УДК 631.675.2:631.879.2

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕЛИОРАНТА НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ СЕМЯОЧИСТИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЫ ПРИ ПОДПОЧВЕННОМ УВЛАЖНЕНИИ

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

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

Длительная и интенсивная эксплуатация мелиорируемых торфяных почв привела к деградации, изменению их водно-физических, агрохимических и биологических свойств, что ухудшило их продуктивность. Для сработанных торфяных почв характерна неустойчивость водного режима корнеобитаемого слоя. Цель исследований – обоснование использования мелиоранта на основе отходов семяочистительного завода для повышения продуктивности сработанных торфяных почв при подпочвенном увлажнении. Экспериментальная работа проводилась на мелиорируемом объекте «Тинки-II» ОПХ «Полково» Рязанской области. В опыте использовался органо-минеральный мелиорант, приготовленный на основе отходов семяочистительного завода – половы как основного компонента. Методика исследований общепринятая. Агротехника однолетних трав общепринятая для региона. Сработанная торфяная почва имела слабокислую рН в пределах 5,0-5,5. Сумма поглощенных оснований колеблется от 5,5 до 9,5 мг-экв. на 100 г почвы. По содержанию подвижных соединений фосфора и калия почва отнесена к слабообеспеченным. По гранулометрическому составу сработанная торфяная почва, которую можно назвать агроземом, относится к рыхло- и связно-песчаным. Урожайность вико-овсяной смеси в 2-2,5 раза выше контрольного варианта. Наблюдалось увеличение всех исследуемых показателей по вариантам опыта и их превышение зоотехнической нормы, что не свидетельствует о неблагоприятном влиянии мелиоранта и проведения шлюзования. Наиболее агрономически эффективным является вариант с внесением мелиоранта дозой 60 т/га при шлюзовании.

Ключевые слова: торфяная почва, мелиорант, шлюзование, агрохимические свойства, целлюлозоразрушение, урожайность, качество продукции

Введение

В России 21%, или 369,1 млн га, составляют болотные и заболоченные земли, складывающиеся в природные комплексы. Одним из них является Мещерская низменность [2].

«Концепция развития гидромелиорации сельскохозяйственных земель России на 2010-2015 годы и на периоды до 2020 и 2025 годов» преследует цель обеспечения продовольственной безопасности за счет восстановления и развития мелиоративного комплекса АПК страны и обеспечения его эффективного и устойчивого развития. Перспектива развития сельско-

го хозяйства на современном этапе зависит от рационального использования торфяных запасов в качестве органических удобрений и дополнительных площадей сельскохозяйственных угодий [5, 6]. Торфяные почвы экологически неустойчивы после осушения: быстро разрушается органическое вещество, уменьшается (сработка) мощность торфяной залежи вплоть до полного её исчезновения [1]; происходит их эволюция в менее плодородные по продуктивности антропогенные минеральные земли [1, 3]. Им свойственно колебание водного режима корнеобитаемого слоя из-за недостатка атмосферных осадков, промыв-



ного режима грунтовых вод, водоудерживающих свойств остаточного слоя торфа, разрыва капилляров на границе с подстилающей породой [3, 7].

Позитивные перемены на сработанных торфяных почвах создают удобрительные средства, в том числе мелиоранты [4], действие которых значительно повышается при регулировании водного режима почв подпочвенным увлажнением (шлюзованием) [5].

Изучением подпочвенного увлажнения шлюзованием занимались видные ученые нашей страны, например, А. Х. Якобсон, А.Д. Дубах, В. С. Доктуровский, П. С. Пиотровский, Б. Г. Гейтман, Н. Ф. Лебедевич, А. И. Ивицкий, С. П. Михайлов, А. Н. Костяков, А.Д. Брудастов, С.Ф. Аверьянов, В.П. Кравченко, Х.Н. Стариков, А.М. Янголь, Н.И. Штакала, Б.С. Маслов, Ф.Р. Зайдельман, А.И. Еськов, П.И. Пыленок, А.И. Голованов и другие [3, 6]. Ранее свои идеи А.И. Голованов и Ю.И. Сухарев воплотили в виде математической модели влагопереноса «Шлюзование» с введением в нее рельефа местности опытного участка [4], к которой мы прибегли при проведении гидравлических расчетов.

Объекты и методы исследований

Цель исследований – обоснование использования мелиоранта на основе отходов семяочистительного завода для повышения продуктивности сработанной торфяной почвы при подпочвенном увлажнении.

В задачи исследований входило измерение уровня грунтовых вод (УГВ) и влажности почвы (W_p) в корнеобитаемом слое, расчет притока воды в магистральный канал при шлюзовании и зоны увлажнительного действия одиночного канала при шлюзовании, сравнение теоретических и фактических процессов сработки и осадки торфа, определение агрохимических, мелиоративных свойств почвы, урожайности и качества продукции.

Исследования велись на мелиорируемом объекте «Тинки-II» ОПХ «Полково» Рязанской области в 2011-2018 гг. Культура – однолетние травы в севообороте (вика+овес; рис. 1) на корм.



Рис. 1 – Общий вид участка

Почвенный покров участка представлен сработанной торфяной почвой (срок использования в сельскохозяйственном производстве более 50 лет) с яркими признаками деградации. Агрохимические показатели сработанной торфяной почвы следующие: содержание $N_{\text{общ}}$ – 0,66%, фосфор валовый – 0,11%, калий валовый – 0,08%. Кф (коэффициент фильтрации) = 4 м/сут., что соответствует среднезернистым древнеаллювиальным пескам.

Варианты опыта с выращиванием вико-овсяной смеси на зеленый корм заложены в трехкратной повторности: 1) контроль без удобрений; 2) $N_{30}P_{45}K_{60}$ – фон; 3) фон + УМ 40 т/га; 4) фон + УМ 60 т/га; 5) фон + УМ 80 т/га.

В опыте использовался мелиорант на основе отходов семяочистительного завода, в основе которого полова [6] – отбросы после молотыбы растений, состоящие из мелких, легкопадающих частей растений, семенной кожуры, обрывков стеблей и пр. Технология приготовления мелиоранта осуществлялась компостированием отдельных компонентов, что ускоряло разложение остатков под действием аэрации, влажности, температуры до усвояемых форм питания растений.

Подготовка мелиоранта проводилась на открытой асфальтированной площадке при смешивании всех компонентов с последующей укладкой в бурты (рис. 2), сверху покрытые пленкой для созревания в течение зимнего периода.



Рис. 2 – Бурты мелиоранта на площадке возле семяочистительного завода в Полково

Влажность смеси 60-70%, температура – от 18 до 53° С. Мелиорант вносился осенью под зяблевую вспашку и весной во время предпосевной обработки. Технологическая схема внесения в почву мелиоранта представлена в таблице 1.

Мелиоративный объект имел в своем составе осушительно-увлажнительную систему с открытым магистральным каналом и пластмассовым дренажем. Дренажный сток регулировался шлюзом-регулятором.



Таблица 1 – Технология внесения в почву удобрительного мелиоранта

| № п/п | Операции | Технологические параметры | Технологические средства |
|-------|------------------------------------|--|---|
| 1 | Предварительная обработка почвы | Вспашка, выравнивание поверхности почвы | Плуг ПЛН -5-35 Планировщик ПЭ-3, ОП-2,8; П-4 |
| 2 | Внесение удобрительного мелиоранта | Равномерное разбрасывание на поверхность почвы | Машина для внесения удобрений РПН-4; МВУ-8Б |
| 3 | Заделка мелиоранта в почву | Дискование в два следа, глубокое фрезерование | Борона БДТ-3,0, фреза ФБ-2,0 |

Технология управления водным режимом шлюзованием коррелировала с объемом воды, привлекаемой для увлажнения культур [4, 5]. Регулирование водного режима почвы при подпочвенном увлажнении осуществлялось с учетом требований однолетних трав к водному режиму, исключая как переувлажнение, так и почвенную засуху. Оптимальные для трав УГВ были определены водобалансовыми уравнениями. В опыте учитывался возможный подъем УГВ в засушливый период на длительный срок использованием циклической технологии подачи воды в корнеобитаемый слой почвы – не выше 0,4-0,5 м и продолжительности их стояния на такой глубине в течение двух суток.

Критериями оценки подпочвенного увлажнения значились УГВ и W_p . Замеры УГВ хлопущкой и W_p тензиометром производили каждые три дня, причем УГВ – первичный фактор, а W_p – вторичный. Увлажнение корнеобитаемого слоя почвы шлюзованием одиночного канала не обеспечивало равномерного водного режима по всей площади участка вследствие неоднородности почвогрунта, снижения гидравлического напора, удаленности от магистрального канала. Если на расстоянии до 75 м от канала создаются оптимальные условия водного режима, то с удалением от канала увлажнение затухало. При проведении исследований учитывался приток воды в магистральный канал не менее

$$q=0,116 / E, \quad (1)$$

где q – требуемый приток, л/сек на 1 га; E – суммарное испарение, мм в сутки.

Для торфяной почвы водоотдачу определяли по формуле А.И. Ивицкого:

$$\mu = 0,115k^{3/8} N^{3/4}, \quad (2)$$

где μ – водоотдача (безразмерная величина, в долях от единицы); k – коэффициент фильтрации, м/сут; N – глубина, на которую понизили уровень грунтовых вод, м.

Ежегодную сработку торфа высчитали по формуле:

$$h_c = \frac{A}{B^x} + C, \quad (3)$$

где h_c – сработка торфа, см/год, x – показатель степени, напрямую связанный с временем, прошедшим после осушения болота, A , B , C – величины, зависящие от вида сельскохозяйственного использования земель.

Основными видами мероприятий по эксплуатации осушительно-увлажнительной системы на объекте «Тинки-II» являлись надзор, уход, ремонт и регулирование водного режима почвы. Особое внимание уделялось контролю противопожарного состояния территории и учету требований охраны торфяных почв.

Технологическая схема шлюзования освещена ранее [3, 6], маневрирование осуществлялось подъемом и опусканием затвора шлюза-регулятора. Наполнение системы производилось снизу вверх: прежде всего заполнялась нижняя часть системы с минимальными отметками земной поверхности, после этого – вышележащие каналы. Строго отслеживались непрерывность подпочвенного увлажнения, влагозапасы и УГВ в пределах оптимума от начала вегетации до укоса. Оптимальные УГВ для вико-овсяной травосмеси по фазам развития растений – от 70 до 85 см.

Отбор почвенных проб проводился в соответствии с ГОСТ 28168-89. Для определения водно-физических свойств почв использовались стандартные методики: рН – по ГОСТ 26483-85, содержание фосфора и калия – по ГОСТ 26207-91, содержание общего азота – по Кьельдалю. Микроэлементы в почве и растениях определялись атомно-абсорбционной спектроскопией. Для анализа отбирались типичные надземные органы вики и овса в фазу начала цветения.

Агротехника однолетних трав общепринятая для региона. Укос трав – газонокосилкой с последующим сбором в снопы.

Экономическая эффективность (\mathcal{E}) подсчитана по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta\Pi}{K} = \frac{\mathcal{U}C}{K}, \quad (4)$$

где $\Delta\Pi$ – дополнительная прибыль за счет мероприятия; \mathcal{U} – стоимость годового объема дополнительной продукции; C – себестоимость годового объема дополнительной продукции; K –



величина затрат на работы.

Достоверность исследований подтверждена обработкой результатов в компьютерной программе STATISTIK 10.

Результаты исследований

Агрохимический анализ мелиоранта помог сравнить его с другими видами органических удобрений, что отображено в таблице 2

Таблица 2 – Агрохимическая характеристика удобрительного мелиоранта в сравнении с другими видами органических удобрений

| Показатель | Ед. измерения. | Торф низинный | Навоз подстилочный | Удобрительный мелиорант |
|-------------------------------|----------------|---------------|--------------------|-------------------------|
| pH | | 5,8-7,0 | 6,5-7,5 | 9,0 |
| Влажность | % | 65-70 | 70-77 | 60 |
| Орг. в-во | % | 86-93 | 85-90 | 85 |
| Азот общий | % | 2,0-3,8 | 1,6-1,9 | 2,4 |
| P ₂ O ₅ | мг/100г почвы | 0,3-0,5 | 0,7-1,0 | 55,0 |
| K ₂ O | мг/100г почвы | 0,1-0,2 | 2,0-2,2 | 57,0 |
| Медь | мг/100г почвы | - | 0,5-0,9 | 3,6 |

По данным таблицы 2 видно, что мелиорант по агрохимическим свойствам превосходит торф и навоз. Это удобрение, содержащее макро- и микроудобрения, в том числе медь, которая в торфяных почвах отсутствует, а другие микроэлементы – в минимуме [7].

Измерение УГВ выявило значительные колебания, связанные с погодой и развитием растений. УГВ понижался за счет расхода воды на испарение и транспирацию. При шлюзовании растения за счет гидротропизма не испытывали дефицита почвенной влаги, оптимально аэрировались за счет биологических особенностей: корни вики сильно развиты вширь и вглубь почвы (главный корень – до двух метров, придаточные корни – до 60 см), что позволяет поглощать влагу и полезные питательные вещества из глубоких слоев почвы, а корни овса имеют повышенную усваивающую способность за счет 120-ти см в длину и 80-ти см в ширину. Так, минимальный УГВ был отмечен на отметке 33±0,454 см в сухие и жаркие периоды вегетации, максимальный – 110±0,002 см – в дождливые и прохладные. В среднем УГВ поддерживался на отметках 75-78±0,118 см. Влажность почвы колебалась от 36 до 122% от полной влагоемкости; средняя по годам исследований – 41-44%, что свидетельствовало о дефиците влаги в почве и необходимости ее восполнения.

Равномерность увлажнения, инерционность системы, почвенные и гидрологические условия, параметры магистрального канала, возможность подачи воды на заданное расстояние учитывались при проведении гидравлических расчетов. Расчет по формуле (1) установил оптимальную зону увлажнения корнеобитаемого слоя торфяной почвы, подстилаемой песками, путем шлюзования одиночного канала, равную 90 см. Эффективность шлюзования и его пространственное действие повышались вследствие врезания дна канала на 0,3-0,5 м в песок.

Учитывалась большая амплитуда колебания температуры верхних горизонтов торфяных почв в

течение суток: в солнечную погоду на поверхности почвы температура ≈ 50-60° С, ведущая к сильному иссушению верхнего слоя и потере способности к смачиванию.

Теоретические расчеты по формуле (1) доказали, что при испарении 4-6 мм в сутки приток воды должен быть 0,5-0,7 л/сек на 1 га при рабочем состоянии всех элементов осушительной системы.

Водоотдача, зависящая от водопроницаемости торфяной почвы и высоты слоя, с которого она стекает, определенная по формуле А.И. Ивицкого (2), на варианте 4 приближалась к 7,02%; на контроле – 6,32% при коэффициенте фильтрации 0,4-0,5 м/сут.

Анализ научных отчетов за 1967-2017 гг. о сработке и осадке торфа показал резкое проявление этих процессов в результате действия осушительной системы: в первые пять лет до 8 см/год, далее – 1,5 см/год. За 50 лет эксплуатации плотность торфа под лугами зарегистрирована равной ≈ 20 см. Снижение суммарной осадки торфа до 0,6 см/год за 30 лет – важная проблема сохранения органического вещества, как указывал корифей осушительной мелиорации Б.С. Маслов. Нами установлено фактическое снижение величины осадки торфа за 8 лет в 1,2 раза, значит, есть резерв для мелиоративного земледелия. Проведенный расчет сработки торфа по формуле (3) показал соотношение 1,2:1,0 при сравнении теоретических и фактических величин. Это объясняется, по нашему мнению, созданием более рыхлой структуры при внесении мелиоранта.

Стадийное преобразование и сработка торфяной почвы сопровождались ростом зольности, объемной массы пахотного горизонта, снижением полной влагоемкости, валовых запасов фосфора и калия. При использовании мелиоранта и подпочвенного увлажнения возможно предотвратить рост негативных процессов.

Рисунок 3 иллюстрирует динамику накопления НРК в почве на варианте 4.

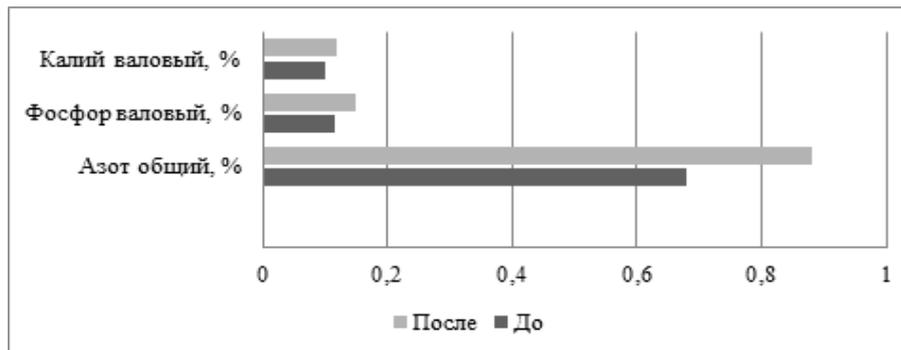


Рис. 3 – Содержание NPK в торфяной почве до и после внесения мелиоранта и шлюзования на варианте 4

По диаграмме рисунка 3 установлен рост концентрации валовых форм фосфора и калия до 40%, азота общего – до 33%. Глубина торфяной залежи за 8 лет исследований изменилась с 0,8 до 0,11 м, объемная масса снизилась на 34%.

Статистическая обработка результатов мелиоративного анализа почвы выявила обратную зависимость увеличения суммы поглощенных оснований (+72%) и снижения зольности торфа (-17%) при $R=0,81$. Установлена кривая зольности, выразившая динамику изменения процесса по фактическим данным (рис. 4).

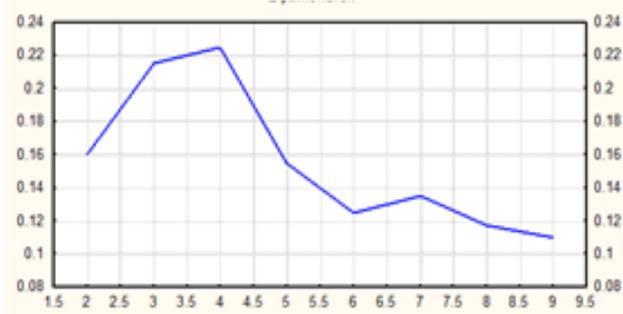


Рис. 4 – Динамика скользящей зольности торфа на вариантах опыта

Таблица 3 – Концентрация микроэлементов в торфяной почве при внесении мелиоранта и подпочвенном увлажнении

| Вариант опыта | Микроэлементы в торфяной почве, мг на 100 г почвы | | | |
|-------------------------------|---|------|------|------|
| | Cu | Mn | Mo | Co |
| 1) контроль без удобрений | 1,3 | 37,5 | 0,33 | 0,15 |
| 2) $N_{30}P_{45}K_{60}$ - фон | 2,5 | 42,9 | 0,43 | 0,20 |
| 3) фон + УМ 40 т/га | 2,8 | 50,2 | 0,51 | 0,22 |
| 4) фон + УМ 60 т/га | 3,0 | 59,5 | 0,58 | 0,24 |
| 5) фон + УМ 80 т/га | 3,4 | 67,5 | 0,65 | 0,27 |

Из приведенной в таблице 3 информации прослеживается насыщенность почвы микроэлементами, концентрация которых выросла в среднем на величину: Cu – 100-162%, Mn – 13-80%, Mo – 12-50%, Co – 33-80%. Убывающий ряд микроэлементов можно выразить, как $Cu > Co > Mn > Mo$.

Коэффициенты концентрации составили на варианте 2: $KcCu=1,9$; $KcCo=1,3$; $KcMn=1,1$; $KcMo=1,3$; суммарное содержание $Z=5,4$; на варианте 3: $KcCu=2,2$; $KcCo=1,5$; $KcMn=1,3$; $KcMo=1,5$; суммарное содержание $Z=6,5$; на

варианте 4: $KcCu=2,3$; $KcCo=1,6$; $KcMn=1,6$; $KcMo=1,8$; суммарное содержание $Z=7,3$; на варианте 5: $KcCu=2,6$; $KcCo=1,8$; $KcMn=1,8$; $KcMo=2,0$; суммарное содержание $Z=8,2$. Из приведенных расчетов прослеживается достоверная прямая связь содержания микроэлементов в почве в зависимости от дозы вносимого мелиоранта при шлюзовании.

Уравнения регрессионно-корреляционного анализа зависимости величины зольности (Z) от дозы внесенного мелиоранта (x) имели вид:

вариант 1 $Z=0,12 - 0,005x$ (5)
вариант 2 $Z=0,15 - 0,008x$ (6)
вариант 3 $Z=0,28 + 0,0073x$ (7)
вариант 4 $Z=0,18 + 0,0012x$ (8)
вариант 5 $Z=0,22 + 0,0012x$ (9)

По наличию подвижных соединений фосфора и калия почва отнесена к слабообеспеченным; по гранулометрическому составу – к связно-песчаным.

Отмечено накопление валовых значений фосфора на 30% и калия на 20%. Кислотность почвы изменилась в нейтральную сторону до 5,9-6,0, что благоприятно для вики и овса.

Непосредственное внесение мелиоранта в почву содействовало накоплению необходимых для нормального роста и развития растений микроэлементов (табл. 3).

Результаты корреляционно-регрессионного анализа зависимости концентрации Cu, Co, Mn, Mo в почве от дозы мелиоранта на варианте 4 отображены уравнениями линейной регрессии:



$$\text{Cu: } Y=11,63+7,5x, \quad R=0,78 \quad (10)$$

$$\text{Co: } Y=0,016+0,65x, \quad R=0,93 \quad (11)$$

$$\text{Mn: } Y=23,57+1,97x, \quad R=0,78 \quad (12)$$

$$\text{Mo: } Y=0,59+3,5x, \quad R=0,80 \quad (13)$$

Торфяные почвы целесообразно использовать преимущественно под сеяные злаковые травы (одно-двух- или многокомпонентные) с приоритетом луговоедческого направления, на что указывал Б.С. Маслов [1]. Урожайность вико-овсяной смеси в севообороте составила 285-310 ц/га зеленой массы, или 70-78 ц/га сухой массы (при $\text{HCP}_{05} = 12,3$ ц зеленой массы на га), что в 2,5 раза выше контрольной.

С целью установления определяющих факторов проведен корреляционный анализ тесноты связи урожайности трав (Y) с дозой мелиоранта (ДМ) с демонстрацией надежной положительной связи $R=0,79$.

Зависимость урожайности трав от дозы внесения мелиоранта и подпочвенного увлажнения дала связь $R=0,81$ (рис. 5), на котором находим соответствие темно-красного цвета максимальной урожайности трав на вариантах 4 и 5. Уравнение корреляции записано формулой:

$$Y=65,793+0,06\text{ДМ}+2,804\text{ПУ} \quad (14)$$

Поверхность отклика по Доспехову подтвердила вывод корреляционно-регрессионного анализа с обработкой фактических данных урожайности

(x), дозы мелиоранта (z) и подпочвенного увлажнения (y). Намечено использование выращенной продукции на корм, поэтому важно содержание в ней питательных веществ в усвояемой форме, не оказывающих вредного действия на состояние животных. При оценке технологических (хозяйственных) свойств корма важны слагаемые питательности, от чего зависит его поедаемость животными. Качество продукции показано в табл. 4.

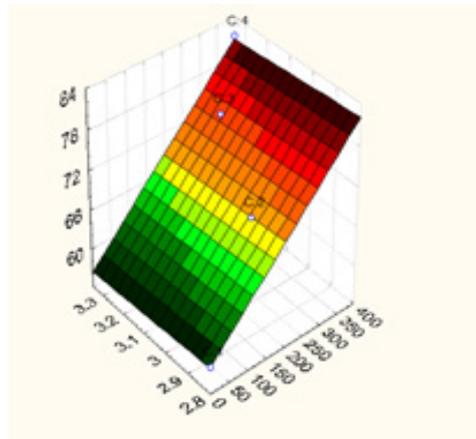


Рис. 5 – Корреляционно-регрессионная зависимость урожайности (Y , т/га) от дозы мелиоранта (ДМ, т/га) и подпочвенного увлажнения (ПУ, %)

Таблица 4 – Качество продукции растениеводства, сено (в среднем за 8 лет исследований)

| Вариант | Химический состав | | | | Питательность на 1 кг сена | | |
|----------------------|-------------------|--------------------|---------------|----------------|----------------------------|----------------------|----------------------|
| | сырой протеин, % | сырая клетчатка, % | сырая зола, % | каротин, мг/кг | к.ед. | обмен. энергия (МДж) | перевар. протеин (г) |
| Контроль | 11,30 | 23,00 | 5,90 | 34,00 | 0,67 | 8,88 | 71,00 |
| Вариант 2 | 12,75 | 23,30 | 6,90 | 17,00 | 0,67 | 8,83 | 83,00 |
| Вариант 3 | 11,80 | 24,00 | 7,10 | 18,20 | 0,67 | 8,80 | 79,80 |
| Вариант 4 | 11,52 | 24,00 | 7,40 | 21,00 | 0,67 | 8,84 | 73,00 |
| Вариант 5 | 10,50 | 24,60 | 5,50 | 22,50 | 0,67 | 8,84 | 72,60 |
| Зоотехническая норма | 11,40 | 30,60 | 6,76 | 11,00 | 0,49 | 7,10 | 52,50 |

Обсуждение данных таблицы 4 позволило отследить увеличение всех исследуемых показателей по вариантам опыта. Так, на варианте 4 содержание сырой клетчатки поднялось на треть, каротина – в два раза. Питательность продукции возросла за счет увеличения обменной энергии корма на 0,5 МДж и переваримого протеина – на 3%.

Травосмесь складывалась из двух видов растений: *Vicia sativa* сем. Fabaceae и *Avena sativa* сем. Poaceae, при совместном произрастании проявляющих разную степень устойчивости. Химический анализ растений выявил соотношение Cu , Co , Mn , Mo в растениях с сосредоточением их в почве: на варианте 4 надземные части вики накопили до 20,2 мг/кг Mn ; 1,1 мг/кг Co ; 1,7 мг/кг Cu ; 0,1 мг/кг Mo ; овса: больше на 18% Mn , 8% Co , 20% Cu , 6% Mo . Коэффициенты

концентрации микроэлементов рассчитывались как суммарное их количество в растительных тканях на варианте 2: $\text{KcCu}=1,8$; $\text{KcCo}=1,1$; $\text{KcMn}=1,3$; $\text{KcMo}=1,1$; суммарное содержание $Z=5,3$; варианте 3: $\text{KcCu}=2,4$; $\text{KcCo}=1,4$; $\text{KcMn}=1,5$; $\text{KcMo}=1,3$; суммарное содержание $Z=6,5$; варианте 4: $\text{KcCu}=2,8$; $\text{KcCo}=1,6$; $\text{KcMn}=1,6$; $\text{KcMo}=1,4$; суммарное содержание $Z=7,4$; варианте 5: $\text{KcCu}=2,9$; $\text{KcCo}=1,9$; $\text{KcMn}=1,8$; $\text{KcMo}=1,5$; суммарное содержание $Z=8,1$, что подтверждает вывод о достоверной прямой связи концентрации микроэлементов в почве и растениях из-за перевода труднорастворимых соединений в растворимые и усвояемые формы при внесении мелиоранта и нормализации водного режима. Количество микроэлементов в растениях было значительно ниже норматива.

В экономическом расчете кормовая травосмесь



трактовалась по питательной ценности по закупочной цене кормовой единицы в зерне овса по формуле (4) Э = 175-240 тыс. руб. при рентабельности 42%.

Выводы

Восполнение дефицита питания и влаги на сработанной торфяной почве в условиях Мещерской низменности возможно за счет внесения мелиоранта при подпочвенном увлажнении шлюзованием на основании улучшения агрохимических и мелиоративных свойств почвы из-за снижения зольности торфа на 17%, объемной массы – на 18 г/см³, повышения содержания валовых фосфора и калия, азота общего; роста урожайности вико-овсяной смеси в 2-2,5 раза по сравнению с контролем и улучшения качества продукции.

Наиболее агрономически эффективным, на наш взгляд, оказался вариант 4 – внесение мелиоранта дозой 60 т/га, который и был рекомендован к внедрению в производство.

Перспективы дальнейших исследований направлены на разработку с учетом особенностей сработанной торфяной почвы почвозащитного севооборота, который способен выдать урожай луговых трав в 600-900 ц/га зеленой массы, на что указывал академик Б.С. Маслов.

Список литературы

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

2. Захарова, О. А. Режим органического вещества в мелиорированной почве [Текст] / О. А. Захарова, Я. В. Костин. – Рязань: РГАТУ, 2013. – 116 с.

3. Удобрительный мелиорант и подпочвенное увлажнение как факторы повышения урожайности однолетних трав [Текст] / Н. А. Иванникова, К. Н. Евсенкин, С. В. Перегудов, А. В. Нефедов // Мелиорация и водное хозяйство. - 2015. - № 4. – С. 2-5.

4. Ильинский, А. В. Некоторые аспекты обоснования системы комплексного контроля при проведении мероприятий по реабилитации техногенно загрязненных земель [Текст] / А. В. Ильинский, Д. В. Виноградов, П. Н. Балабко // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. - 2015. - № 4 (28). – С. 10-15.

5. Крештанова, В. Н. Генетические особенности и оценка плодородия выработанных торфяников России [Текст] / В. Н. Крештанова // Повышение эффективности мелиорации сельскохозяйственных земель : докл. Межд. научн.-практ. конфер. – Минск, 2005. – С. 178–179.

6. Оценка загрязнения мелиорируемого агроландшафта азотсодержащими веществами и методы их снижения [Текст] / Ф. А. Мусаев, К. Н. Евсенкин, Ю. П. Добрачев, О. А. Захарова. – Рязань : РГАТУ, 2014. – 158 с.

7. Vollenweider, R. A. Assessment of mass balance [Текст] // Principles of lake management / S.E. Jorgensen and R.A. Vollenweider, eds.). (Guidelines of lake management Vol. 1.) Shiga, Japan: ILEC/ UNEP Publ., 1989. – P. 53-69.

SUBSTANTIATING THE USE OF AMELIORANT ON THE BASIS OF WASTE FROM THE SEED CLEANING PLANT TO INCREASE THE PRODUCTIVITY OF THE PEAT SOILS THAT HAVE BEEN WORKED OUT UNDER SUBSOIL MOISTENING

Zakharova, O.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"

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

The prolonged and intensive use of meliorated peat soils led to degradation, some change of their water-physical, agrochemical and biological properties, which worsened their productivity. The worked out peat soils are characterized by unstable moisture regime of the root layer. The aim of the research is to justify the use of an ameliorant based on waste from the seed cleaning plant to increase the productivity of the peat soils that have been worked up during subsoil moistening. The experiment took place on the reclaimed object "Tinky-II" at EPF "Polkovo" in Ryazan oblast. An organo-mineral ameliorant prepared on the basis of chaff waste from the seed cleaning plant was used in the experiment. The research methodology is generally accepted. The annual grass agriculture is common for the region. The worked out peat soil had a weakly acidic pH within 5.0 – 5.5. The total absorbed bases vary from 5.5 to 9.5 mg eq. per 100 g of soil. According to the content of mobile compounds of phosphorus and potassium, the soil is referred to poorly provided. According to the aggregate-size distribution, the worked out peat soil, which can be called agrozem, refers to loosely and cohesive-sandy. The yield of the vetch-oat mixture is 2-2.5 times higher than that of the control variant. There was an increase in all the studied parameters according to the variants of the experiment and their excess of the zootechnic norm, which does not indicate any unfavorable effect of the ameliorant and sluicing. The most agronomical effective option is the introduction of an ameliorant with a dose of 60 t / ha while sluicing.

Key words: peat soil, ameliorant, sluicing, agrochemical properties, yield, products quality

Literatura

1. Il'inskij, A.V., Nekotorye aspekty obosnovaniya sistemy kompleksnogo kontrolya pri provedenii meropriyatij po reabilitacii tekhnogenno zagryaznyonnyh zemel' [Текст] / A.V. Il'inskij, D.V. Vinogradov, P.N. Balabko // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P. A. Kostycheva, 2015. - № 4 (28). – S. 10-15.

2. Ivannikova, N.A. Udobritel'nyj meliorant i podpochvennoe uvlazhnenie kak faktory povysheniya



urozhajnosti odnoletnih trav [Tekst] / N.A. Ivannikova, K.N. Evsenkin, S.V. Peregudov, A.V. Nefedov // *Melioraciya i vodnoe hozyajstvo*, 2015. – № 4. – S. 2-5.

3. Kreshtanova, V.N. Geneticheskie osobennosti i ocenka plodorodiya vyrabotannyh torfyanikov Rossii [Tekst] / V.N. Kreshtanova // *Povyshenie ehffektivnosti melioracii sel'skohozyajstvennyh zemel'. Dokl. Mezhd. nauchn.-prakt. konfer.* – Minsk, 2005. – S. 178–179.

4. Musaev, F.A., Ocenka zagryazneniya melioriruемого agrolandshafta azotosoderzhashchimi veshchestvami i metody ih snizheniya [Tekst] / F.A. Musaev, K.N. Evsenkin, YU.P. Dobrachev, O.A. Zaharova. – Ryazan': RGATU, 2014. – 158 s.

5. Zaharova, O. A. Mikrobcenoz pochvy pri raznyh urovnayah antropogennogo vozdejstviya [Tekst] / O.A. Zaharova, L. V. Kirejcheva, YU. A. Mazhajskij. – Ryazan': RGSKHA, 2004. – 159 s.

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

7. Vollenweider, R. A. Assessment of mass balance // *Principles of lake management / S.E. Jorgensen and R.A. Vollenweider, eds.* (Guidelines of lake management // Vol. 1.) Shiga, Japan: ILEC/UNEP Publ., 1989. – P. 53-69.



УДК 62-799

ПРОВЕРКА СИСТЕМЫ НАДДУВА НЕПОСРЕДСТВЕННО НА ДВИГАТЕЛЕ В СБОРЕ БЕЗ ЗАПУСКА ДВС

ИНШАКОВ Александр Павлович, д-р техн. наук, профессор кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин имени профессора А.И. Лещанкина, kafedra_mes@mail.ru

КУРБАКОВ Иван Иванович, канд. техн. наук, доцент кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин имени профессора А.И. Лещанкина, mrsu2@mail.ru

КУРБАКОВА Мария Сергеевна, аспирант кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин имени профессора А.И. Лещанкина, m.s.kurbakova@mail.ru

ЛАДИКОВ Сергей Александрович, аспирант кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин имени профессора А.И. Лещанкина, plut0131@rambler.ru

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», г. Саранск

ПОНОМАРЕВ Андрей Григорьевич, вед. научн. сотрудник, 9057095230@mail.ru

ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», г. Москва

Цель исследований – диагностирование системы наддува автотракторного двигателя – представляет непростую задачу в первую очередь из-за того, что выполнение процесса диагностирования на специализированных стендах из-за конструктивных особенностей системы в сборе провести не представляется возможным, при этом оценить техническое состояние с невысокой достоверностью можно на функционирующем двигателе. В связи с этим авторами статьи поставлена цель совместить преимущества стендовой оценки с моторными испытаниями. В качестве объекта исследования был выбран турбокомпрессор ТКР-6.1, установленный на двигателе Д-245. Предлагается осуществлять проверку системы наддува по представленному алгоритму с использованием разработанного устройства для раскрутки ТКР в автономном режиме. Реализация алгоритма и использование предложенных средств для его осуществления в итоге позволит исключить случаи демонтажа исправного ТКР с двигателя, провести проверку линии впуска и выпуска на герметичность, что в совокупности приведёт к снижению затрат и времени устранения неисправности.

Ключевые слова: дизельный двигатель, турбокомпрессор, впуск, выпуск, турбокомпрессор, диагностирование.

Введение

В практике поиска неисправностей наиболее широко применяется метод безразборного диагностирования системы наддува, основанный на измерении давления наддува. Этот метод позволяет отслеживать эффективность функционирования турбонаддува непосредственно в процессе эксплуатации дизеля, т. е. под нагрузкой. В большинстве предложенных методик диагноз базируется на сравнении измеренной информации

с эталонной, и делается заключение об исправности или неисправности системы. Снижение же давления наддува может быть следствием многих неисправностей, таких как засорение воздухоочистителя, наличие гидравлических утечек воздуха после компрессора, прорыв газов перед турбиной, противодавление на выпуске и т.д.

По исследованиям, проведенным авторами статьи, отмечается, что наибольшее влияние на качество работы системы наддува влияет на-



рушение герметичности соединений входящих в неё элементов. В качестве примера на рисунках 1,2 приведен сравнительный анализ показателей работы двигателя с наддувом при наличии утечек

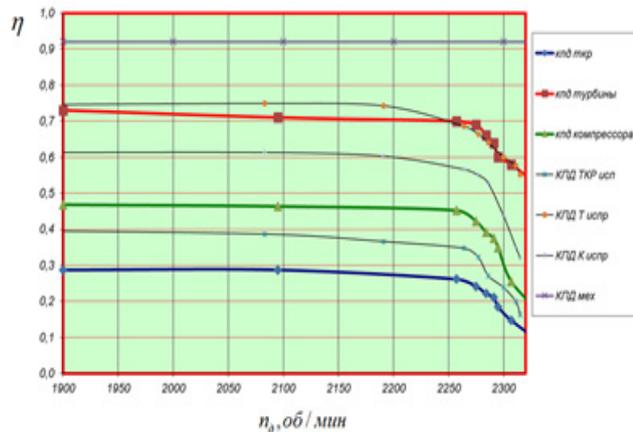


Рис. 1 – Показатели функционирования ТКР-6.1 в условиях регуляторной характеристики двигателя (неисправность линии впуска – утечки воздуха после компрессора)

Из характеристик видно, что наличие данного рода неисправностей сильно снижает эффективность работы системы наддува, происходит снижение мощностных показателей, увеличение расхода топлива, ухудшение экологических показателей. В свою очередь выявление утечек из-за конструктивных особенностей и плотной компоновки современных ДВС сильно усложняется.

В связи с этим целью исследования является разработка эффективного метода диагностирования системы наддува на наличие утечек на линии впуска и выпуска.

Задача исследования – разработка оборудования и способа, позволяющих проводить проверку системы наддува непосредственно на двигателе в сборе без запуска ДВС и разработка методики его применения.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследования был выбран турбокомпрессор ТКР-6.1, установленный на двигателе Д-245.

Для выполнения поставленных целей и задач предлагается использовать разработанное устройство для раскрутки ТКР в автономном режиме. Принципиальная схема устройства представлена на рисунке 3.

Устройство включает в себя блок подачи газа 4; устройство, обеспечивающее отжатие клапанов 1 с целью открытия газовой связи и объединения линии впуска и выпуска двигателя; устройство обеспечения автономной системы смазки при диагностировании 3; датчик частоты вращения 2; устройство регистрации (плата АЦП) 5; персональный компьютер 6 и программное обеспечение PowerGraph 7.

Результаты исследований

При диагностировании системы наддува параметры двигателя влияют на параметры ТКР. С целью исключения данного факта нами предлага-

различного рода с исправным состоянием, полученных на модернизированном тормозном стенде КИ 5543 ГОСНИТИ.

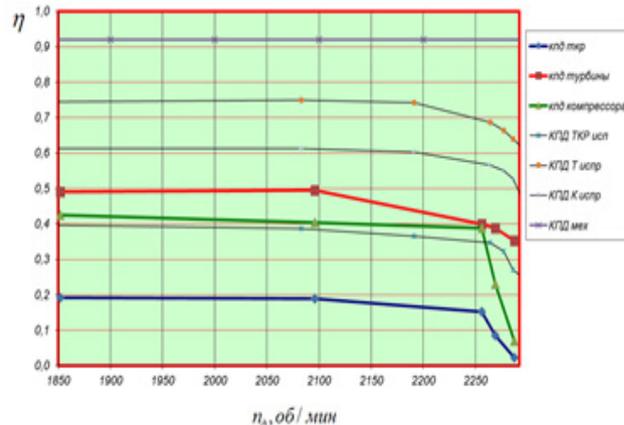


Рис. 2 – Показатели функционирования ТКР-6.1 в условиях регуляторной характеристики двигателя (неисправность линии выпуска – утечки газа перед турбиной)

ется проведение диагностирования осуществлять по следующему алгоритму (рис. 4).

Предлагаемый алгоритм позволяет установить уровень работоспособности системы наддува без запуска ДВС в сборе. Для осуществления алгоритма необходимо произвести ряд операций с использованием специально разработанного оборудования.

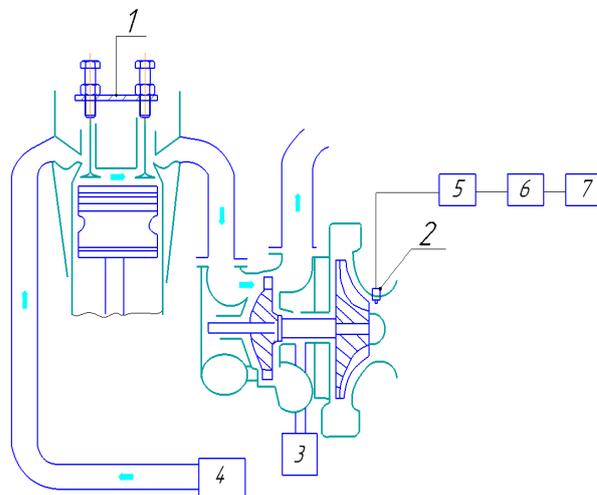


Рис. 3 – Схема устройства раскрутки

- 1 – устройство отжатия клапанов;
- 2 – датчик частоты вращения;
- 3 – блок автономной системы смазки;
- 4 – блок подачи газа; 5 – плата АЦП;
- 6 – персональный компьютер;
- 7 – программное обеспечение PowerGraph

Предложенный алгоритм диагностирования включает в себя возможность как моторных, так и стендовых испытаний. Изначально процесс диагностирования основывается на первичной информации, полученной в сервисной службе.



Обычно причиной обращения в сервисную службу является снижение мощностных показателей, увеличение расхода топлива, ухудшение экологических показателей, посторонние шумы. Первоначально в таких ситуациях производится общая диагностика двигателя с целью исключения влияния различных систем двигателя: топливоснабжения, управления, охлаждения, масляной и др. При их исправном состоянии задача мастера-диагноста состоит в определении параметров

турбокомпрессора. Если в процессе нахождения неисправности на каком-то этапе был демонтирован ТКР с двигателя, наилучшим последующим шагом будет проверка его на специализированных стендах. При не обнаружении различного рода неисправности в стендовых условиях или при обнаружении параметров в допуске, ТКР можно в дальнейшем эксплуатировать, при этом особое внимание уделяется установке его на двигатель.

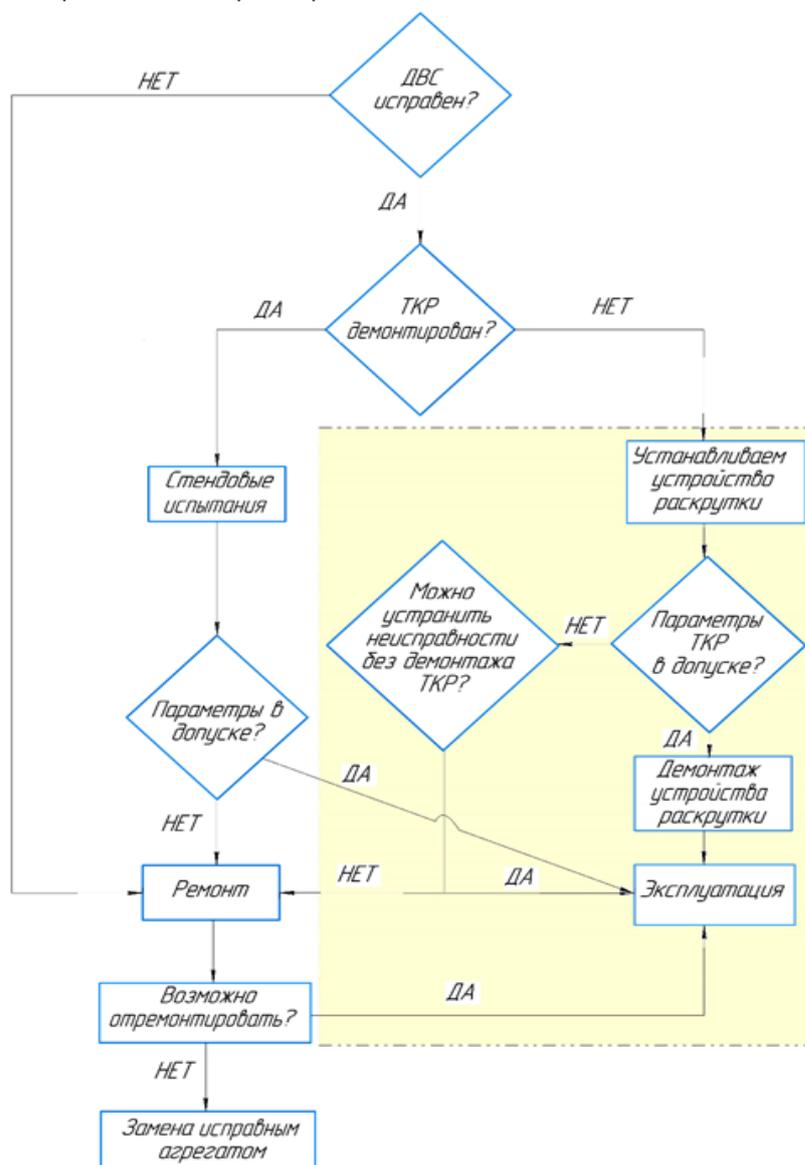


Рис. 4 – Алгоритм диагностирования

В случае отклонения параметров от допустимых или наличия таких неисправностей, как повышение дисбаланса, утечка масла через уплотнения, повреждение колеса турбины или компрессора, ТКР отправляется в ремонт. При целесообразности ремонта следует его ремонтировать. В противном случае требуется замена агрегата на новый.

В случае, когда ТКР не демонтирован, нами предлагается использовать совокупность

устройств, представленных в статье, для обеспечения раскрутки ТКР без запуска двигателя.

Для осуществления процесса диагностирования необходимо установить коленчатый вал в положение верхней мертвой точки для первого цилиндра и зафиксировать в этом положении. Закрепить устройство отжатия клапанов над клапанами второго и третьего цилиндров, находящихся на тактах выпуска и сжатия (рис. 5).



Рис. 5 – Расположение устройства

Размещается устройство так, чтобы два соосных отверстия располагались над впускным и выпускным клапанами (метки должны быть точно по центру коромысел).

Под действием внешней нагрузки, создаваемым посредством устройства, коромысло начинает воздействовать на клапан, тем самым происходит открытие газовой связи между впускным и выпускным трактами двигателя (рис. 6).

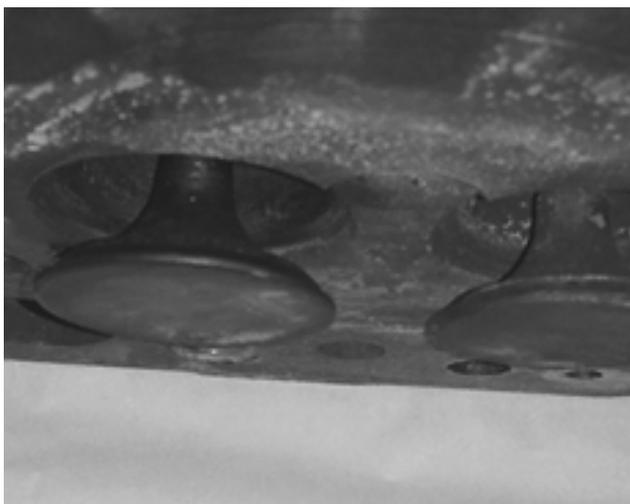


Рис. 6 – Открытие клапанов

Подключаем автономный источник системы смазки. Для этого отсоединяем масляную трубку, ведущую от фильтра картера до турбокомпрессора, и подключаем блок автономной системы смазки к отверстию в турбокомпрессоре.

Роль резервуара для хранения моторного масла выполняет емкость с нагревательным элементом. Активным элементом системы смазки является насос, обеспечивающий непрерывную циркуляцию рабочей жидкости. В действие он приводится от электродвигателя через муфту. В данной системе смазки применяем насосы шестеренчатого типа. Перепускной клапан позволяет стабилизировать давление; если давление превышает установленную норму, происходит его сброс. Масляный фильтр предназначен для очистки мас-

ла от засорений. Модуль измерения параметров позволяет контролировать температуру и давление масла.

Затем подключается блок подачи газа и осуществляется проверка системы наддува через образовавшуюся газовую связь. При проверке контролируется частота вращения вала турбокомпрессора, осуществляется проверка системы на герметичность (рис. 7).



Рис. 7 – Подсоединение блока подачи воздуха к впускному коллектору

Утечки газа на линии впуска и выпуска могут быть определены различными методами (например, с применением индикаторов герметичности конструкции ГОСНИТИ, а также обмыливанием доступных соединений, пропусканием дыма или газа, светящегося в различных спектрах света). При отсутствии таких неисправностей следует определить скоростные параметры вала ТКР и сравнить их с таковыми в исправном состоянии. Если параметры находятся в допуске, а неисправность заключается в некорректной регулировке ТКР, то следует устранить неисправность и перейти к эксплуатации. Если параметры не в допуске, то есть частота вращения и время выхода на максимальную скорость снижены и причину устранить не удалось, либо при диагностировании был обнаружен посторонний шум, либо негерметичность подшипника, то следует ТКР демонтировать с двигателя и отправить на ремонтное предприятие.

Заключение

Таким образом, реализация алгоритма и использование предложенных в статье средств для его осуществления в итоге позволяют исключить случаи демонтажа исправного ТКР с двигателя, провести проверку линии впуска и выпуска на герметичность, что в совокупности приведёт к снижению затрат и времени устранения неисправности.

Список литературы

1. Определение неисправностей газотурбинного наддува двигателя [Текст] / А. П. Иншаков, А. Н. Кувшинов, И. И. Курбаков, М. С. Курбакова, С. А. Ладиков // Сельский механизатор. – 2018. – № 1. – С. 34-35.



2. Иншаков, А. П. Информационные средства для повышения надежности использования мобильной техники [Текст] / А. П. Иншаков, С. С. Капитонов, В. А. Филин, И. И. Курбаков, А. Н. Кувшинов, М. С. Курбакова // Сельский механизатор. – 2018. – № 1. – С. 41–43

3. Использование динамических характеристик двигателя и турбокомпрессора для диагностирования систем газотурбинного наддува [Текст] / А. П. Иншаков, И. И. Курбаков, М. С. Курбакова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 34–39

4. Встроенная система диагностирования тур-

бокомпрессоров дизелей [Электронный ресурс] / В. В. Лянденбургский, А. П. Иншаков, И. И. Курбаков, А. Н. Кувшинов, В. В. Судьев // Наукоеведение : интернет-журнал. – 2015. – Том 7. – № 4 – Режим доступа : <http://naukovedenie.ru/PDF/114TVN415.pdf> (доступ свободный). – Загл. с экрана.

5. Иншаков, А. П. Способ диагностирования системы воздухоподачи тракторного дизеля [Текст] / А. П. Иншаков, И. И. Курбаков, А. Н. Кувшинов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 3. – С. 67–71.

CHECK SYSTEM BOOST DIRECTLY ON THE ENGINE ASSEMBLY WITHOUT RUNNING THE ENGINE

Inshakov Alexander P., doctor of technical sciences, professor department of Mobile Energy Means and Agricultural Machines named after Professor A.I. Leshankina, kafedra_mes@mail.ru

Kurbakov Ivan I., Ph.D., Associate Professor of the Department of Mobile Power Means and Agricultural Machines named after Professor A.I. Leshankina, ivankurbakov@mail.ru

Kurbakova Maria S., post-graduate student of the Department of Mobile Energy Facilities and Agricultural Machines named after Professor A.I. Leshankina, m.s.kurbakov@mail.ru

Ladikov Sergey A., post-graduate student of the Department of Mobile Energy Facilities and Agricultural Machines named after Professor A.I. Leshankina, plum0131@rambler.ru

Ogarev Mordovia State University, Saransk

Ponomarev Andrey G., leading researcher exercising the scientific, Federal Research Agro-engineering Center VIM, 9057095230@mail.ru

The purpose of the research is to diagnose the supercharging system of the motor-tractor engine presents a difficult task in the first place due to the fact that the implementation of the diagnosis process on specialized stands because of its design features in the Assembly is not possible, while it is possible to assess the technical condition with low reliability on a functioning engine. In this regard, the authors aim to combine the advantages of bench evaluation with motor tests. As the object of study was chosen turbocharger TKP-6.1, mounted on the engine D–245. It is proposed to test the boost system according to the presented algorithm with the use of the developed device for the promotion of the TCR in offline mode. The implementation of the algorithm and the use of the proposed means for its implementation will eventually allow to eliminate the cases of dismantling the serviceable TKR from the engine, to check the intake and exhaust lines for tightness, which together will lead to a reduction in costs and time to eliminate the malfunction.

Key words: diesel engine, turbocharger, intake, output, turbocharger, diagnosis.

Literatura

1. Inshakov A.P. Opredelenie neispravnostej gazoturbinnogo nadduva dvigatelja / A. P. Inshakov, A. N. Kuvshinov, I. I. Kurbakov, M. S. Kurbakova, S. A. Ladikov // Sel'skij mehanizator. – 2018. – № 1. – С. 34–35.

2. Inshakov A.P. Informacionnye sredstva dlja povyshenija nadezhnosti ispol'zovanija mobil'noj tehnik / A. P. Inshakov, S. S. Kapitonov, V. A. Filin, I. I. Kurbakov, A.N. Kuvshinov, M. S. Kurbakova // Sel'skij mehanizator. – 2018. – № 1. – С. 41–43

3. Ispol'zovanie dinamicheskikh harakteristik dvigatelja i turbokompressora dlja diagnostirovanija sistem gazoturbinnogo nadduva Inshakov A.P., Kurbakov I.I., Kurbakova M.S. Izvestija Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii. 2017. № 3. S. 34–39

4. Ljandenburskij V.V. Vstroennaja sistema diagnostirovanija turbokompressorov dizelej / V.V. Ljandenburskij, A. P. Inshakov, I. I. Kurbakov, A. N. Kuvshinov, V. V. Sud'ev // Internet-zhurnal «NAUKOVEDENIE» Tom 7, №4 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/114TVN415.pdf> (dostup svobodnyj). Zagl. s jekrana. JAz. rus., angl. DOI:10.15862/114TVN415

5. Inshakov A. P. Sposob diagnostirovanija sistemy vozduhopadachi traktornogo dizelja / A. P. Inshakov, I. I. Kurbakov, A. N. Kuvshinov // Izvestija Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii. – 2014. – № 3. – С. 67–71.



**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ВОСКОВОГО СЫРЬЯ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПРИ ИНТЕНСИВНОМ МЕХАНИЧЕСКОМ ПЕРЕМЕШИВАНИИ В ВОДЕ**

КАШИРИН Дмитрий Евгеньевич, д-р техн. наук, доцент кафедры электроснабжения, kadm76@mail.ru

ПАВЛОВ Виктор Вячеславович, аспирант кафедры электроснабжения, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, vikr76@mail.ru

УСПЕНСКИЙ Иван Алексеевич, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой технической эксплуатации транспорта, yuival@rambler.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

МАКАРОВ Валентин Алексеевич, д-р техн. наук, профессор, гл. науч. сотр. отдела концептуальных проблем механизации агрохимического обеспечения сельскохозяйственного производства Всероссийского НИИ механизации и информатизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства, gnu@vnims.rzn.ru

БОРИСОВ Геннадий Александрович, д-р техн. наук, профессор кафедры технологии металлов и ремонта машин, genyadiyborisov@mail.ru

КРАВЧЕНКО Андрей Михайлович, д-р техн. наук, профессор кафедры «Строительство инженерных сооружений и механика», kam@62.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Целью данного исследования является теоретическое обоснование параметров процесса влажной очистки воскового сырья от перги путем ее растворения при интенсивном механическом перемешивании измельченных пчелиных сотов в воде. В основу построения модели легли основные идеи новейшей пленочно-пенетрационной теории, определяющие уравнения массоотдачи при растворении частиц твердой фазы в жидкости. Результаты численного моделирования показали, что коэффициент массоотдачи монотонно возрастает при увеличении интенсивности перемешивания. В соответствии с принятой моделью при заданных исходных параметрах, наибольший темп увеличения коэффициента массоотдачи наблюдается при изменении интенсивности перемешивания от 0 до 2500 Вт/м³, далее рост замедляется. На время полного растворения твердого дисперсного компонента (перги) существенное влияние оказывает начальный гранулометрический состав. При значении интенсивности перемешивания 10000 Вт/м³ и коэффициента массоотдачи $1,025 \cdot 10^{-5}$ м/с, навеска перги, состоящая из частиц с начальным средним размером 2 мм, полностью растворяется через 300-350 секунд, тогда как для полного растворения крупных фракций измельченного материала требуется более 10 мин. Теоретически установлено, что при увеличении интенсивности значительно сокращается время полного растворения. При значении 19000 Вт/м³ навеска, состоящая из частиц со средним размером 3,8 мм, полностью растворяется менее чем через 10 минут. Результаты исследований могут быть использованы при проектировании перемешивающих аппаратов, в частности устройств для очистки воскового сырья.

Ключевые слова: пчелиные соты, восковое сырье, воск, перга, очистка, перемешивание, интенсивность, растворение.

Введение

Технология производства пчелиного воска как в пасечных, так и в заводских условиях предполагает обязательную тепловую переработку воскового сырья, включающую нагрев суши сотов выше температуры плавления воска сухим или влажным способом, либо разваривание вторичного воскового сырья (вытопок и мервы) в горячей воде перед прессованием [1, 2]. Присутствие в сотах каких-либо посторонних включений, таких как перга, прополис, экскременты пчел, механические примеси и т. п. существенно снижает не только качество вытапливаемого воска, загрязняя его, но и приводит к связыванию свободно стекающего воска в процессе перетопки, уменьшая тем самым выход готового продукта [3, 4, 5]. Применяемые в настоящее время способы повышения качества воска и очистки его от примесей основаны преимущественно на обработке готового воска уже после его получения. Сюда относится,

прежде всего, отстаивание расплавленного воска над поверхностью горячей воды в течение достаточно продолжительного времени. В ряде случаев применяют отбеливание воска, однако такой воск уже является несортным. Прессовой воск, полученный при отжатии разваренных вытопок на специальных прессах, как правило, сильно загрязнен и также является некондиционным, низкого качества воском [4, 5]. Значительный потенциал повышения качества и выхода товарного воска кроется в возможности очистки воскового сырья до его горячей переработки, то есть удаления перги и других загрязнений из сотов перед вытопкой воска [6, 7]. Однако данное направление на сегодняшний день недостаточно исследовано и в реальных производственных условиях практически не применяется. В связи с вышесказанным, целью настоящего исследования является обоснование параметров процесса влажной очистки воскового сырья от перги путем ее растворения в воде при



интенсивном механическом перемешивании [8-12]. Предполагается, что пчелиные соты заранее измельчены до заданного гранулометрического состава и перемешиваются в емкости с водой, оборудованной мешалкой с двумя прямыми лопастями и снабженной отражательными перегородками. При этом содержащиеся в восковом сырье загрязнения в виде перги с течением времени растворяются. В основу исследования легли идеи достаточно новой пленочно-пенетрационной теории, определяющие основные уравнения массоотдачи при растворении твердых тел в жидкости [13, 14, 15].

Теоретическое обоснование процесса растворения частиц твердой фазы в жидкости

При изучении процессов в аппарате с мешалкой дополнительную трудность представляет определение скорости фаз. Поле скоростей движения жидкости в данном случае очень сложное, и единственной измеряемой величиной для сравнения может служить окружная скорость концов лопастей мешалки.

В связи с вышесказанным, аналитический расчет коэффициентов массоотдачи в ряде случаев представляет неразрешимую задачу, и для их определения необходимо прибегать к экспериментальным исследованиям.

Для определения массы m_n , кг компонента твердой фазы – перги, растворенной в воде за время τ , с., применим приближенное уравнение Хиксона и Боума [13, 15]:

$$m_n = k_c \cdot \overline{F} \cdot \overline{\Delta C_n} \cdot \tau, \tag{1}$$

где k_c – коэффициент массоотдачи, м/с;
 \overline{F} – средняя площадь поверхности массообмена, м² для периода τ ;

$\overline{\Delta C_n} = \left(\overline{C_n^* - C_n} \right)$ – средняя разность концентраций для периода τ , (движущая сила процесса), кг/м³;

C_n^* – предельная концентрация растворенной перги на межфазной поверхности (концентрация насыщения), кг/м³;

C_n – концентрация растворенной перги в растворе, кг/м³.

За время $d\tau$, растворится dm_n кг перги:

$$dm_n = k_c \cdot F \cdot \Delta C_n \cdot d\tau, \tag{2}$$

где F – мгновенное значение площади межфазной поверхности, м²;

ΔC_n – мгновенное значение разности концентраций.

Мгновенная разность концентраций (движущая сила процесса) определяется как:

$$\Delta C_n = C_n^* - C_n \tag{3}$$

Для установления зависимости растворенной массы от времени процесса растворения необходимо проинтегрировать выражение (1) и опреде-

лить величины k_c , \overline{F} и $\overline{\Delta C_n}$. Для этого необходимо ввести следующие допущения. Рассмотрим два случая.

1. Растворяемый компонент представляет собой труднорастворимые твердые частицы, поверхность F которых с течением времени изменяется незначительно. Вводимые допущения: $F = \text{const}$; $dC_n \neq \text{const}$. В этом случае изменение (уменьшение) массы твердой фазы dm_n следует выразить через изменение (увеличение) концентрации раствора на величину dC_n :

$$dm_n = V \cdot dC_n, \tag{4}$$

где V – объем раствора, м³.

$$\text{Учитывая, что } dC_n = d(C_n^* - \Delta C_n) = -d(\Delta C_n),$$

так как $dC_n^* = 0$ (концентрация насыщения не изменяется), перепишем уравнение (4) в следующем виде:

$$dm_n = -V \cdot d(\Delta C_n), \tag{5}$$

Приравняв правые части (4) и (5) и разделяя переменные, интегрируем полученное уравнение (учитывая, что $k_c = \text{const}$, $F = \text{const}$, $V = \text{const}$):

$$-\int_{\Delta C_{n1}}^{\Delta C_{n2}} \frac{d(\Delta C_n)}{\Delta C_n} = \int_0^\tau \frac{k_c \cdot F}{V} d\tau,$$

где ΔC_{n1} и ΔC_{n2} – разность концентраций растворенного компонента соответственно в начале процесса и через время τ .

В результате интегрирования получим:

$$\ln \frac{\Delta C_{n1}}{\Delta C_{n2}} = \frac{k_c \cdot F \cdot \tau}{V}$$

В полученном выражении умножим обе части на m_n и с учетом (1) после преобразований получим выражение для нахождения массы перги, растворенной за время τ :

$$m_n = k_c \cdot F \cdot \tau \cdot \frac{\Delta C_{n1} - \Delta C_{n2}}{\ln \frac{\Delta C_{n1}}{\Delta C_{n2}}} \tag{6}$$

Так как по условию $F = \text{const}$, то средняя поверхность массообмена равна мгновенному ее значению, и из уравнения (6) путем деления обеих его частей на $k_c \cdot F \cdot \tau$ выражаем среднюю движущую силу процесса $\overline{\Delta C_n}$ как среднюю логарифмическую величину за период τ :

$$\overline{\Delta C_n} = \frac{\Delta C_{n1} - \Delta C_{n2}}{\ln \frac{\Delta C_{n1}}{\Delta C_{n2}}} \tag{7}$$

2. Растворяемый компонент представляет собой легкорастворимые твердые частицы, при этом количество растворителя велико по сравнению с содержанием дисперсной фазы, концентрация которой изменяется незначительно. Вводимые допущения: $F \neq \text{const}$; $dC_n = \text{const}$.

Воспользуемся зависимостью между площадью поверхности шара F , м² и его объемом V , м³:



$$F = \alpha \cdot V^{\frac{2}{3}}, \quad (8)$$

где $\alpha = (6 \cdot \sqrt{\pi})^{\frac{2}{3}}$

Подставив выражение F в виде (8) в уравнение (2), получим

$$dm_{II} = k_c \cdot \alpha \cdot \sqrt[3]{V_{II}^2} \cdot \Delta C_{II} \cdot d\tau, \quad (9)$$

где V_{II} – объем зерна растворяющейся твердой фазы (перги), м³.

Выразим приращение массы через приращение объема:

$$dm_{II} = \gamma_{II} \cdot dV_{II}, \quad (10)$$

где γ_{II} – плотность компонента твердой фазы (перги), кг/м³.

Приравняем правые части (9) и (10) и разделим переменные. После интегрирования выражаем

постоянный коэффициент $k_c \cdot \Delta C_{II} \cdot \tau$:

$$k_c \cdot \Delta C_{II} \cdot \tau = \frac{3 \cdot \gamma_{II} \cdot (\sqrt[3]{V_{II1}} - \sqrt[3]{V_{II2}})}{\alpha} \quad (11)$$

Учитывая, что $\Delta C_{II} = const$ по условию, и

$m_{II} = (V_{II1} - V_{II2}) \cdot \gamma_{II}$ выразим постоянный коэффициент $k_c \cdot \Delta C_{II} \cdot \tau$:

$$k_c \cdot \Delta C_{II} \cdot \tau = \frac{(V_{II1} - V_{II2}) \cdot \gamma_{II}}{\bar{F}} \quad (12)$$

С учетом (8) объем твердой фазы в растворе

равен $V = (F/\alpha)^{\frac{3}{2}}$

Тогда, приравнявая правые части (11) и (12), можно выразить среднюю поверхность массообмена \bar{F} за время τ :

$$\bar{F} = \frac{\sqrt{F_1^3} - \sqrt{F_2^3}}{3 \cdot (\sqrt{F_1} - \sqrt{F_2})}, \quad (13)$$

где нижний индекс означает состояние поверхности массообмена в начальный момент растворения (F_1) и через время τ , то есть (F_2)

В общем случае в процессе растворения изменяется как площадь поверхности массообмена, так и движущая сила процесса (разность концентраций). Учитывая полученные выражения для средних значений этих величин (7) и (13), запишем приближенную формулу (1) для расчета количества массы, растворенной за время τ в следующем виде:

$$m_{II} = \frac{(\sqrt{F_1^3} - \sqrt{F_2^3}) \cdot (\Delta C_{II1} - \Delta C_{II2}) \cdot k_c \cdot \tau}{3 \cdot (\sqrt{F_1} - \sqrt{F_2}) \cdot \ln \frac{\Delta C_{II1}}{\Delta C_{II2}}} \quad (14)$$

При полном растворении перги $F_2 = 0$, и выражение (14) примет вид:

$$m_{II} = \frac{F_1 \cdot (\Delta C_{II1} - \Delta C_{II2}) \cdot k_c \cdot \tau}{3 \cdot \ln \frac{\Delta C_{II1}}{\Delta C_{II2}}} \quad (15)$$

Произведем оценку коэффициента массоотдачи [15]:

$$k_c = C \cdot Re^A \cdot Sc^B \cdot \frac{D_A}{l_1}, \quad (16)$$

где Sc – критерий Шмидта;

A, B, C – эмпирические константы [15].

В качестве линейного размера l_1 примем диаметр элемента дисперсной фазы (зерна пыли) d_r .

Существует множество модификаций критерия Рейнольдса Re. Для случая перемешивания дисперсных систем в аппарате с мешалкой воспользуемся модификацией, предложенной Оямой, Коларжем и Кольдербанком [14, 15]:

$$Re = \frac{d_r^{2/3} \cdot \gamma^{1/3}}{\eta^{1/2}} \cdot \left(\frac{N(n)}{V} \right)^{1/3} = \frac{d_r^{2/3} \cdot \gamma^{1/3}}{\eta^{1/2}} \cdot I(n)^{1/3} \quad (17)$$

где γ – плотность растворителя (воды), кг/м³;

η – динамическая вязкость растворителя (воды), Па·с;

$N(n)$ – полезная мощность мешалки в зависимости от частоты вращения, Вт;

$I(n) = N(n)/V$ – интенсивность перемешивания, Вт/м³.

Данное определение Re позволяет избежать зависимости от типа мешалки, поскольку влияние геометрии мешалки уже учтено в полезной мощности N.

Для определения величины коэффициента диффузии D_A примем допущение, что диффундирующий с поверхности массообмена компонент, состоящий из зерен пыли, представляет собой броуновские частицы. Тогда величина D_A определяется выражением (формула Эйнштейна):

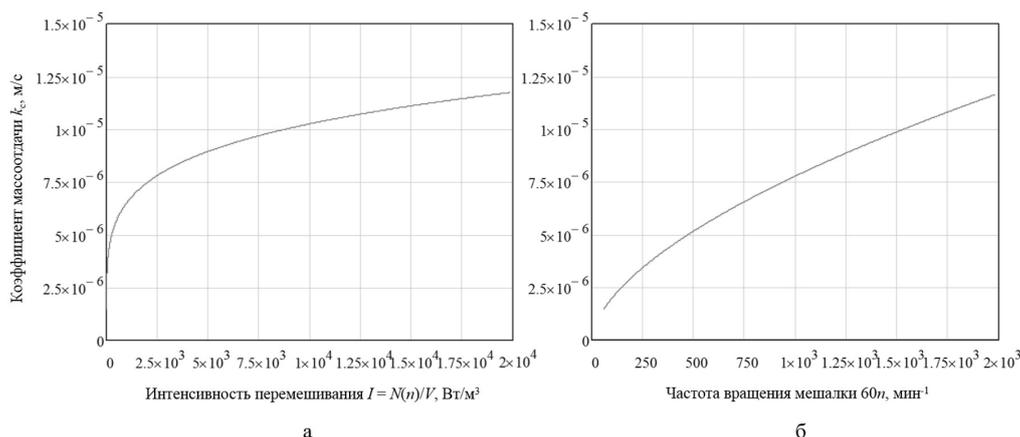
$$D_A = \frac{k \cdot T}{3 \cdot \pi \cdot \eta \cdot d_r}, \quad (18)$$

где k – постоянная Больцмана, Дж/К;

T – температура воды, К.

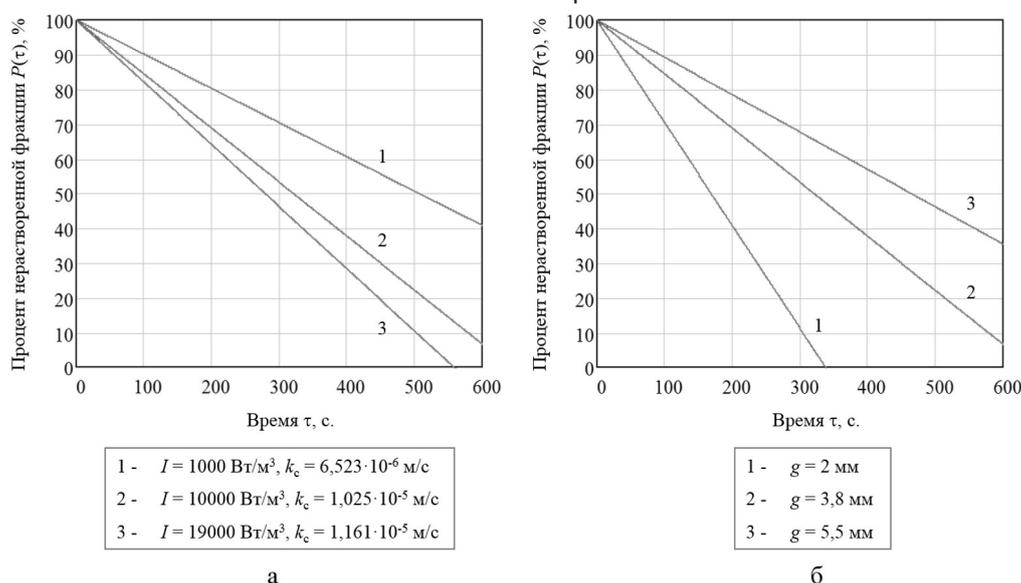
Результаты исследований

Численное моделирование процесса массоотдачи проводили с использованием программы Mathcad 14.0. Результаты моделирования представлены в виде графических зависимостей на рисунках 1,2. Зависимыми переменными являются коэффициент массоотдачи, определенный по выражению (18) и процент нерастворенной твердой фазы от первоначальной массы навески m, кг, найденный из выражения (1) путем преобразования: $P(\tau) = (1 - m_n(\tau)/m) \cdot 100$.



а – зависимость коэффициента массоотдачи от интенсивности перемешивания; б – зависимость коэффициента массоотдачи от частоты вращения мешалки в аппарате с заданными геометрическими параметрами

Рис. 1 – Результаты численного моделирования процесса растворения перги в воде при интенсивном механическом перемешивании



а – зависимость процента нерастворенной перги P , % от времени перемешивания при различных значениях интенсивности перемешивания I , Вт/м³ и коэффициента массоотдачи k_c , м/с для фракции с начальным средним размером частиц $g = 3,8$ мм; б – зависимость процента нерастворенной перги P , % от времени перемешивания при различных начальных значениях гранулометрического состава растворяемого компонента g , мм и значениях интенсивности перемешивания $I = 10000$ Вт/м³ и коэффициента массоотдачи $k_c = 1,025 \cdot 10^{-5}$, м/с

Рис. 2 – Результаты численного моделирования процесса растворения перги в воде при интенсивном механическом перемешивании

Как следует из полученных теоретических зависимостей, коэффициент массоотдачи k_c монотонно возрастает при увеличении интенсивности перемешивания. В соответствии с принятой моделью при заданных исходных параметрах наибольший темп увеличения коэффициента массоотдачи наблюдается при изменении интенсивности от 0 до 2500 Вт/м³, далее рост замедляется (рис. 1-а).

На время полного растворения дисперсного компонента (перги) существенное влияние оказывает начальный гранулометрический состав. Так, при значении интенсивности перемешивания $I = 10000$ Вт/м³ и коэффициента массоотдачи $k_c = 1,025 \cdot 10^{-5}$ м/с, навеска, состоящая из частиц с начальным средним размером 2 мм, полностью растворяется через 300-350 секунд (рис.

2-б, линия 1), тогда как для полного растворения крупных фракций измельченного материала требуется более 10 мин (рис. 2-б, линии 2 и 3).

Увеличение интенсивности значительно сокращает время полного растворения.

При значении $I = 19000$ Вт/м³ навеска, состоящая из частиц со средним размером 3,8 мм, полностью растворяется менее чем через 10 минут (рис. 2-а, линия 3).

Выводы

Проведено численное моделирование процесса массообмена в системе «жидкость-дисперсная фаза» при растворении перги в воде в результате механического перемешивания. Как следует из полученных теоретических зависимостей, коэффициент массоотдачи монотонно возрастает при



увеличении интенсивности перемешивания. В соответствии с принятой моделью при заданных исходных параметрах наибольший темп увеличения коэффициента массоотдачи наблюдается при изменении интенсивности от 0 до 2500 Вт/м³, далее рост замедляется. На время полного растворения дисперсного компонента (перги) существенное влияние оказывает начальный гранулометрический состав. Так, при значении интенсивности перемешивания $I = 10000$ Вт/м³ и коэффициента массоотдачи $k_c = 1,025 \cdot 10^{-5}$ м/с, навеска, состоящая из частиц с начальным средним размером 2 мм, полностью растворяется через 300-350 секунд, тогда как для полного растворения крупных фракций требуется более 10 мин. Теоретически установлено, что при увеличении интенсивности значительно сокращается время полного растворения. При значении $I = 19000$ Вт/м³ навеска, состоящая из частиц со средним размером 3,8 мм, полностью растворяется менее чем через 10 минут. Результаты исследований могут быть использованы при проектировании перемешивающих аппаратов, в частности, устройств для очистки воскового сырья.

Список литературы

1. Бышов, Н.В. Исследование процесса получения воска из воскового сырья различного качества [Текст] / Н. В. Бышов, Д.Н. Бышов, Д. Е. Каширин, И.А. Успенский, В.В. Павлов // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 6. – С. 145–149.
2. Бышов, Н.В. Исследование отделения перги от восковых частиц. [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Техника в сельском хозяйстве – 2013. – №1. – С.26-27.
3. Бышов, Д.Н. К вопросу механизации очистки воскового сырья. [Текст] / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // В сборнике: Продовольственная безопасность: от зависимости к самостоятельности Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – 2017. – С. 45-48.
4. Бышов, Д.Н. К вопросу механизированной очистки воскового сырья. [Текст] / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // В сборнике: Аграрная наука в инновационном развитии АПК Материалы международного молодежного аграрного форума. Сборник научных статей. Под редакцией В.А. Бабушкина. – 2018. – С. 49-55.
5. К вопросу механической очистки перговых гранул. [Текст] / Д.Н. Бышов и др. // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 2 (34). – С. 57-61.
6. Пат. № 2483812 РФ. МПК В07В 1/40 А01К 59/00. Способ очистки пчелиных сотов / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин, А.В. Куприянов. – Заявл. 20.12.2011; опублик. 10.06.2013, бюл. № 16. – 4 с.
7. Пат. № 2656968 РФ. МПК А01К 51/00. Способ очистки воскового сырья. [Текст] / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, В.В. Павлов. – Заявл. 20.02.2017; опублик. 07.06.2018, бюл. № 16.
8. Бышов, Н.В. Исследование гигроскопических свойств перги [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин, М.Н. Харитонов // Вестник КрасГАУ – 2013. – №2. – С.122-124.
9. Бышов, Н.В. Исследование гигроскопических свойств перги. [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин, А.В. Куприянов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета №2-2, 2011. С.14-15.
10. Бышов, Н.В. Вопросы теории механизированной технологии извлечения перги из перговых сотов. [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Монография. – Рязань: Изд-во РГАТУ – 2012. – 113с.
11. Бышов, Н.В. Вопросы теории энергосберегающей конвективной циклической сушки перги. [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Монография. – Рязань: Изд-во РГАТУ – 2012. – 70с.
12. Бышов, Н.В. Технологическое и теоретическое обоснование конструктивных параметров органов вторичной сепарации картофельных комбайнов для работ в тяжелых условиях [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, Г.К. Рембалович, В.А. Павлов, Р.В. Безнасюк, А.А. Голиков - Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2012.- № 4 (16). - С. 87-90.
13. Туболев, С.С. Инновационные машинные технологии в картофелеводстве России [Текст] / С.С. Туболев, Н.Н. Колчин, Н.В. Бышов, И.А. Успенский, Г.К. Рембалович, Тракторы и сельхозмашины - 2012.- № 10. - С.3-5.
14. Бышов, Н.В. Основные требования к техническому уровню тракторов, транспортных средств и прицепов на долгосрочную перспективу [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, И.А. Юхин, Н.В. Аникин, С.В. Колупаев, К.А. Жуков // В сборнике: Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции Доклады Международной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства и продовольствия республики Беларусь, Учреждение образования "Белорусский государственный аграрный технический университет", Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований. 2013. С. 200-202.
15. Бышов, Н.В. Методы определения рациональной периодичности контроля технического состояния тормозной системы мобильной сельскохозяйственной техники [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов, С.Н. Гусаров, Е.А. Панкова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2013. № 86. - С. 300-311.

THEORETICAL RESEARCH OF WAX RAW MATERIALS PURIFICATION AT INTENSIVE MECHANICAL MIXING IN WATER

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, vikip76@mail.ru



Uspensky Ivan A., doctor of technical sciences, Professor, head of Department of technical exploitation of transport, yuival@rambler.ru

Makarov Valentin A., doctor of technical sciences, Professor, Chief Staff Scientist, All-Russian Research Institute of Mechanization and Informatization of Agrochemical Providing Agriculture, gnu@vnims.rzn.ru

Borisov Gennady A., doctor of Technical Science, Full Professor of Metals Technology and Machine Maintenance Faculty, gennadyborisov@mail.ru

Kravchenko Andrei M., doctor of technical sciences, Full Professor, Professor of the Department "Building of engineering structures and mechanics", kam@62.ru

The purpose this study is the theoretical substantiation of the parameters wet cleaning of waxy materials from the beebread by dissolving it with intensive mechanical stirring of crushed bee honeycombs in water. The basis for building the model was the basic ideas of the latest film-penetration theory, which determine the mass transfer equations for dissolving solid particles in a liquid. The results of numerical simulation showed that the mass transfer coefficient increases monotonically with increasing mixing intensity. In accordance with the accepted model with the given initial parameters, the highest rate of increase in the mass transfer coefficient is observed when the mixing intensity changes from 0 to 2500 W/m³, then the growth slows down. At the time of complete dissolution of the solid dispersed component (pollen) a significant effect is made by the initial particle size distribution. If the mixing intensity is 10,000 W/m³ and the mass transfer coefficient is 1.025·10⁻⁵ m/s, the weed mixture consisting of particles with an initial average size of 2 mm completely dissolves after 300–350 s, whereas for complete dissolution of the large fractions of the crushed material it takes more than 10 minutes. It is theoretically found that increasing the intensity significantly reduces the time for complete dissolution. With a value of 19,000 W/m³, the sample consisting of particles with an average size of 3.8 mm completely dissolves in less than 10 minutes. The research results can be used in the design of mixing devices, in particular devices for cleaning wax materials.

Key words: honeycombs, wax raw materials, wax, beebread, cleaning, mixing, intensity, dissolution.

Literatura

1. Byshov N.V. Issledovanie protsessa polucheniia voska iz voskovogo syria razlichnogo kachestva [Tekst] / N. V. Byshov, D.N. Byshov, D. E. Kashirin, I.A. Uspenskii, V.V. Pavlov // Vestnik KrasGAU. – 2015. – № 6. – S. 145–149.
2. Byshov N.V. Issledovanie otdeleniia pergi ot voskovykh chastits. [Tekst] / N.V. Byshov, D.E. Kashirin // Tekhnika v selskom khoziaistve – 2013. – №1. – S.26-27.
3. Byshov D.N. K voprosu mekhanizatsii ochistki voskovogo syria. [Tekst] / D.N. Byshov, D.E. Kashirin, V.V. Pavlov // V sbornike: Prodovolstvennaia bezopasnost: ot zavisimosti k samostoiatel'nosti Sbornik materialov Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. – 2017. – S. 45-48.
4. Byshov D.N. K voprosu mekhanizirovannoi ochistki voskovogo syria. [Tekst] / D.N. Byshov, D.E. Kashirin, V.V. Pavlov // V sbornike: Agrarnaia nauka v innovatsionnom razvitii APK Materialy mezhdunarodnogo molodezhnogo agrarnogo foruma. Sbornik nauchnykh statei. Pod redaktsiei V.A. Babushkina. – 2018. – S. 49-55.
5. Byshov D.N. K voprosu mekhanicheskoi ochistki pergovykh granul. [Tekst] / D.N. Byshov i dr. // Vestnik RGATU. – 2017. – № 2 (34). – S. 57-61.
6. Pat. № 2483812 RF. MPK V07V 1/40 A01K 59/00. Sposob ochistki pchelinykh sotov / N.V. Byshov, D.E. Kashirin, A.V. Kupriianov. – Zaiavl. 20.12.2011; opubl. 10.06.2013, biul. № 16. – 4 s.
7. Pat. № 2656968 RF. MPK A01K 51/00. Sposob ochistki voskovogo syria. [Tekst] / D.N. Byshov, D.E. Kashirin, V.V. Pavlov. – Zaiavl. 20.02.2017; opubl. 07.06.2018, biul. № 16.
8. Byshov N.V. Issledovanie gigroskopicheskikh svoistv pergi [Tekst] /N.V. Byshov, D.E. Kashirin, M.N. Kharitonova // Vestnik KrasGAU – 2013. – №2. – S.122-124.
9. Byshov N.V. Issledovanie gigroskopicheskikh svoistv pergi. [Tekst] / N.V. Byshov, D.E. Kashirin, A.V. Kupriianov // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta №2-2, 2011. S.14-15.
10. Byshov N.V. Voprosy teorii mehanizirovannoi tehnologii izvlecheniia pergi iz pergovykh sotov. [Tekst] /N.V. Byshov, D.E. Kashirin // Monografija. – Rjazan': Izd-vo RGATU – 2012. – 113s.
11. Byshov N.V. Voprosy teorii jenergosberegajushhej konvektivnoj ciklicheskoj sushki pergi. [Tekst] /N.V. Byshov, D.E. Kashirin // Monografija. – Rjazan': Izd-vo RGATU – 2012. – 70s.
12. Byshov N.V. Tehnologicheskoe i teoreticheskoe obosnovanie konstruktivnykh parametrov organov vtorichnoj separacii kartofel'nykh kombajnov dlja rabot v tjazhelykh uslovijah [Tekst] /N.V. Byshov, S.N. Borychev, I.A. Uspenskij, G.K. Rembalovich, V.A. Pavlov, R.V. Beznasjuk, A.A. Golikov - Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. - 2012.- № 4 (16). - S. 87-90.
13. Tubolev S.S. Innovacionnye mashinnye tehnologii v kartofelevodstve Rossii [Tekst] /S.S. Tubolev, N.N. Kolchin, N.V. Byshov, I.A. Uspenskij, G.K. Rembalovich, Traktory i sel'hozmashiny - 2012.- № 10. - S.3-5.
14. Byshov N.V. Osnovnye trebovaniia k tehničeskomu urovnju traktorov, transportnykh sredstv i pricepov na dolgosrochnuju perspektivu [Tekst] /N.V. Byshov, S.N. Borychev, I.A. Uspenskij, I.A. JUhin, N.V. Anikin, S.V. Kolupaev, K.A. Zhukov // V sbornike: Pererabotka i upravlenie kachestvom sel'skohozjajstvennoj produkcii Doklady Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferencii. Ministerstvo sel'skogo hozjajstva i prodovol'stviia Respubliki Belarus', Uchrezhdenie obrazovaniia "Belorusskij gosudarstvennyj agrarnyj tehničeskij universitet", Belorusskij respublikanskij fond fundamental'nykh issledovanij. 2013. S. 200-202.
15. Byshov N.V. Metody opredeleniia racional'noj periodičnosti kontrolya tehničeskogo sostojaniia tormoznoj sistemy mobil'noj sel'skohozjajstvennoj tehniki [Tekst] /N.V. Byshov, S.N. Borychev, G.D. Kokorev,



УДК 663.18

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНСЕРВАЦИИ СОКОВ

КИСЕЛЕВА Татьяна Федоровна, д-р техн. наук, профессор кафедры технологии бродильных производств и консервирования, tf@kemtipp.ru

ВЕЧТОМОВА Елена Александровна, канд. техн. наук, доцент, vechtomowa.lena@yandex.ru

КОЖЕМЯКО Анастасия Владимировна, аспирант, asy42@bk.ru

Кемеровский государственный университет

В представленной работе было проведено маркетинговое исследование рынка соковой продукции г. Кемерово. Выявлены предпочтения жителей при покупке сока, и отношение кемеровчан к новинкам соковой продукции из овощей с учетом вкусовых особенностей. По результатам исследования дана характеристика рынка сока г. Кемерово. Целью работы явилась разработка технологии получения овощных лактоферментированных напитков. В качестве овощного сырья выбран сок моркови и свеклы, а в качестве плодово-ягодного – сок яблок, облепихи и черной смородины. Рецепт напитка составлялась в соответствии с органолептическими и физико-химическими показателями. Приведено обоснование выбора комбинированной закваски и определены параметры сбраживания овощных напитков. Для определения эффективности процесса брожения были проведены опыты с различным количеством вводимых в напиток дрожжевых клеток: при увеличении нормы введения прессованных дрожжей до 40 млн кл./см³ (против 10 млн л./см³) продолжительность сбраживания напитка сократилась с 10-11 часов до 5-6 часов. В исследованиях использовали закваску бифидобактерий (ацидофильная палочка) и молочнокислых бактерий. Для производства лактоферментированных сброженных напитков готовят сыворотку на основе морковного сока. Готовую сыворотку вносят в продукт в количестве 5% от предполагаемого объема продукта, предназначенного для брожения. Содержание сухих веществ в готовых напитках находится в пределах 7,8-8,2%. Это является нормой для разрабатываемых лактоферментированных напитков. В ходе брожения и по его истечению произведены физико-химический и органолептический анализы образцов. Характеристику нового продукта по оценке вкуса, цвета и аромата проводили методом дегустации. Все образцы обладали приятным гармоничным вкусом, свойственным сырью, из которого они изготовлены, легкой кислинкой с привкусом молочной кислоты; цвет готовых напитков яркий, характерный для данного вида овощей.

Ключевые слова: консервирование, микробиологическая консервация, лактоферментированные напитки, бифидобактерии, комбинированная закваска, овощные соки.

Введение

Общая численность населения России на 1 января 2018 года составляет 146 880 432 человек по данным Росстата. Городское население Российской Федерации на 1 января 2018 года составляет 109 326 899 человек, сельское - 37 553 533 человек (рис. 1) [1].



Рис. 1 – Численность населения Российской Федерации на 1 января 2018 года



2/3 жителей страны проживает в городской среде. Это означает отсутствие возможности самостоятельно выращивать продукты питания растительного и животного происхождения в количестве, необходимом для поддержания полноценной жизнедеятельности. Платить за плоды цивилизации современному человеку приходится ежедневным употреблением продуктов, прошедших термическую обработку.

Свежие продукты, подвергшиеся температурной или химической обработке, переходят в группу продуктов длительного хранения. Увеличить срок хранения продукта можно только применяя один из способов консервирования.

В тенденции развития пищевой промышленности прослеживается единая ее направленность во всех отраслевых подразделениях. Каждая отрасль пищевой промышленности стремится создать не только востребованный продукт по органолептическим характеристикам, но и продукт с увеличенным сроком годности, подвергшийся минимальным технологическим воздействиям.

Консервирование продуктов питания – это технологический процесс обработки продуктов, позволяющий угнетать жизнедеятельность микроорганизмов, понижать активность ферментов самих продуктов с целью уменьшения порчи при длительном хранении. На рисунке 2 приведены все известные на сегодняшний день методы консервирования и сохранения пищи.

К методам, увеличивающим сроки хранения такого продукта как натуральный сок из фруктов и овощей, относятся: пастеризация, горячий розлив, асептика, стерилизующее фильтрование, атмосферное и биологическое консервирование. Меньше всего из всех перечисленных изучен метод биологического консервирования.

Биологическая консервация – это метаболический процесс регенерации АТФ и преобразования пирувата, акцепторами и донорами водорода одновременно служат продукты расщепления субстрата. Стандартными продуктами биологической консервации (брожения) выступают углекислый газ, водород, молочная кислота, винный спирт (этанол). Продукты брожения подвержены неполному окислению, т.е. содержат химическую энергию и по своей природе считаются отходами, т.к. не подвергаются последующему метаболизму и в результате выводятся из клетки.

К основным типам биологического консервирования относятся:

- спиртовое брожение – реакция биохимического брожения, преобразование под действием микроорганизмов (в большинстве случаев дрожжами) углеводов в углекислый газ и этанол;

- молочнокислое брожение – анаэробный процесс окисления углеводов молочнокислыми бактериями; конечным продуктом выступает молочная кислота;

- уксуснокислое брожение – биохимическое окисление винного спирта и углеводов до уксуса, в

аэробных условиях, уксуснокислыми бактериями.

Природа двух методов – квашения и биологической консервации – сходна в использовании видов бактерий и их действии на процесс окисления органических веществ. Принципиальная разница между квашением и биологическим консервированием заключается во фракционном различии продуктов или полуфабрикатов, подвергающихся процессам брожения: для квашения используют целые или резанные на части овощи, плоды, а при биологическом консервировании – жидкие продукты различной природы (соки, молоко, сусло и т.д.). Разница наблюдается также в контроле над процессом брожения. При квашении процесс брожения имеет самопроизвольный характер и временные режимы с разницей от нескольких дней до месяцев. При биологической консервации процесс брожения строго контролируемый. Различие есть и в дополнительных компонентах, вводимых перед началом брожения, они не являются обязательными, но благоприятно влияют на развитие чистых культур бактерий и пагубно – на патогенную микрофлору. Примером выступает поваренная соль при квашении.

Биологическая консервация по своей природе может существовать в симбиотической форме. Подобная форма взаимодействия микроорганизмов наблюдается между дрожжами и молочнокислыми бактериями. Молочнокислые бактерии продуцируют молочную кислоту, создавая тем самым благоприятную среду для жизнедеятельности дрожжей; в свою очередь дрожжи производят витамины, необходимые для функционирования молочнокислых бактерий.

Классическим примером выступают молочнокислые продукты, такие как кефир, кумыс и сыр. А в растительном сырье используется симбиотическая форма брожения при производстве кваса и лактоферментированных соков.

Первым отечественным кисломолочным продуктом на основе морковного, капустного и свекольного соков, ферментированных лактобациллами, был продукт лечебного питания «Эколакт», разработанный в 70-х годах нижегородскими и московскими специалистами. Эколакт представлял собой напиток свекольного цвета с приятным вкусом и запахом, свойственным молочнокислым бактериям и овощам, из которых он был приготовлен. Позднее на основе селекционированных штаммов *Lactobacillus plantarum* и *Streptococcus faecium* получен продукт лечебного действия «Напиток свекольный», который сохранял полезные свойства сока столовой свёклы. Клиническая апробация напитка на больных, ранее работавших в условиях производственных вредностей и страдающих различными нарушениями обмена веществ, показала, что «Напиток свекольный» нормализует микробный ценоз кишечника, регулирует его моторную функцию, улучшает деятельность сердечно-сосудистой системы.

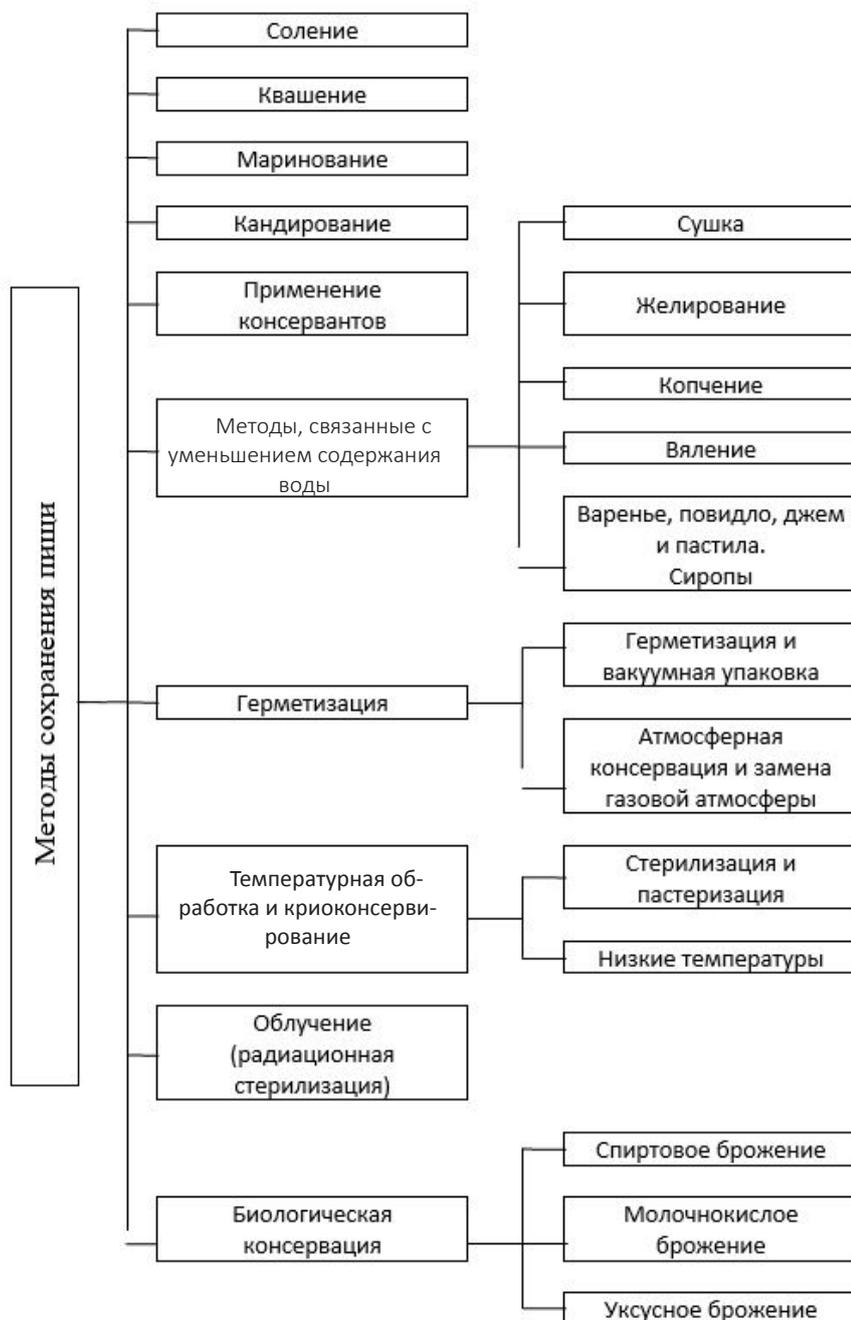


Рис. 2 – методы консервирования

В Московском государственном университете пищевых производств разработана технология производства морковного и свекольного напитков, ферментированных бифидобактериями (*Bifidobacterium bifidum* 1, 791 или ЛВА-3) и лактобациллами (*Lactobacillus acidophilus* 6) [2]. В полученных напитках отмечалось повышенное содержание, по сравнению с исходными соками, органических кислот, свободных аминокислот, витаминов С, В1, В2 и β -каротина, других биологически активных соединений. Ферментированные смесью бифидобактерий и лактобацилл соки обладали ингибирующей активностью в отношении ряда потенциально патогенных микроорганизмов [3].

Лактоферментированные овощные соки — перспективные продукты лечебно-профилактического питания. Разработка технологии и производство таких соков является важной и актуальной задачей. Для изготовления овощных лактоферментированных напитков с использованием молочнокислых бактерий наиболее часто применяется капустный, морковный, свекольный, картофельный, топинамбуровый и сельдереевый соки [4].

Объекты и методы

Разрабатываемые в Кемеровском Государственном Университете на кафедре «Технология бродильных производств и консервирования» продукты питания отличаются полезностью, на-



туральностью и актуальностью. Студентами магистратуры и аспирантуры был проанализирован потребительский рынок напитков и соков из овощного сырья г. Кемерово. По результатам рыночного анализа был сделан вывод: потребительский рынок отличается крайне скудным ассортиментом соков и напитков на основе овощей и полным отсутствием лактоферментированных овощных соков.

На фоне необходимости обновления продуктового ассортимента продуктами питания, обладающими повышенным содержанием микро- и макроэлементов, пищевых волокон, аминокислот, биологически активных элементов, возникает необходимость создания продуктов функционального и профилактического назначения с учетом специфики сельскохозяйственной политики области и природно-климатических условий выращивания сельскохозяйственных культур.

В Кемеровской области созданы все необходимые условия для выращивания высоких урожаев овощей открытого грунта, но возникают трудности с переработкой. В подобной ситуации уместна разработка технологии комплексной – безотходной – переработки овощей открытого грунта. А готовый продукт на выходе будет обладать не только высокой сенсорной оценкой, но и сохранит природную полезность. Примером использования подобной технологии выступает лактоферментированный овощной напиток, что является объектом исследования в данной работе. Студентами КемГУ разработана технология производства «Лактоферментированного – сброженного овощного сока». Существенное отличие нового продукта от выше описанных лактоферментированных напитков заключается в использовании методов комплексной закваски из молочнокислых бактерий и дрожжей и рецептурной композиции.

Экспериментальная часть

Векторная схема производства лактоферментированного – сброженного напитка приведена на рисунке 3. Ниже приведено описание векторной схемы с уточнением температурных и временных режимов технологических операций.

Поступление овощного сырья на предприятие осуществляется автомобильным транспортом. На предприятии овощное сырье хранится навалом не более суток. Мойка овощей проходит в два этапа, на первом этапе удаляются минеральные загрязнения, на втором производят ополаскивание. Для удаления минеральных загрязнений овощи поступают в моечно-щеточную машину, а для ополаскивания используют моечно-встряхивающую. Если сырье поступает сильно загрязненное, то предварительно его замачивают в специализированных ваннах. Чистые овощи инспектируют на ленточном конвейере. В процессе инспекции удаляются овощи, не соответствующие требованиям ГОСТ [5]. Очистку овощей производят механическим способом с использованием типового агрегата.

Вымытая и очищенная морковь измельчается в

молотковой дробилке перед подачей на дальнейшую переработку. Измельченную морковь бланшируют паром. Далее мезгу охлаждают в трубчатом нагревателе-охладителе до температуры 55° С и подают в емкость, где она подвергается ферментативной обработке. Раствор ферментных препаратов в дозировке 0,001% подается в мезгу, тщательно с ней смешивается и выдерживается при pH от 4,0 до 4,5 в течение определенного времени (не превышающего 2 ч). По окончании ферментативной обработки мезга с помощью насоса выгружается из емкости и для инактивации ферментного препарата мякоть моркови подвергается нагреву в трубчатом теплообменнике при температуре 90-100° С в течение 1,5-2 минут. После чего полуфабрикат поступает на пресс-фильтры, где и происходит непосредственный отжим.

Согласно технологии полученный сок подвергают мгновенной тепловой обработке сверхвысокочастотным излучением (СВЧ) до 80° С. тепловую обработку производят для создания чистого микробиологического состояния полуфабриката [6].

Фруктово-ягодные соки поступают на предприятие в концентрированном виде в пластиковых канистрах по 25 литров.

Подготовленный овощной полуфабрикат подвергают купажированию фруктово-ягодным сырьем и сахарным сиропом. Сахарный сироп готовят следующим образом: рассчитанное количество воды наливают в сироповарочный котел и нагревают до кипения. Затем при непрерывно работающей мешалке вносят сахар, после полного его растворения доводят раствор до кипения и кипятят в течение 30 минут. Готовый сироп пропускают через фильтр и насосом передают через противоточный теплообменник, где он охлаждается до 70° С, в сборник сиропа для инверсии сахарозы. Этот сборник должен иметь теплоизоляцию для поддержания температуры на уровне 70° С. В сборник вносят 55%-й раствор лимонной кислоты из расчета 750 г на каждые 100 кг сахара и при непрерывном перемешивании выдерживают смесь 2 часа. Затем останавливают мешалку и насосом перекачивают сироп через противоточный теплообменник, где он охлаждается до 10-20° С, в сборник на хранение. Полученный сироп должен содержать не более 55% инертного сахара от общего количества содержащегося в нем сахара.

В бродильной промышленности для приготовления слабоалкогольных напитков принято подвергать брожению материалы, в которых содержание сухих веществ находится в диапазоне от 8 до 14,5%, активная кислотность (pH) – от 7,5 до 5,5. На основании этого было решено приготовить напитки для сбраживания с физико-химическими показателями, указанными в таблице 1. Напитки с данными показателями обладают приятным и слаженным вкусом.

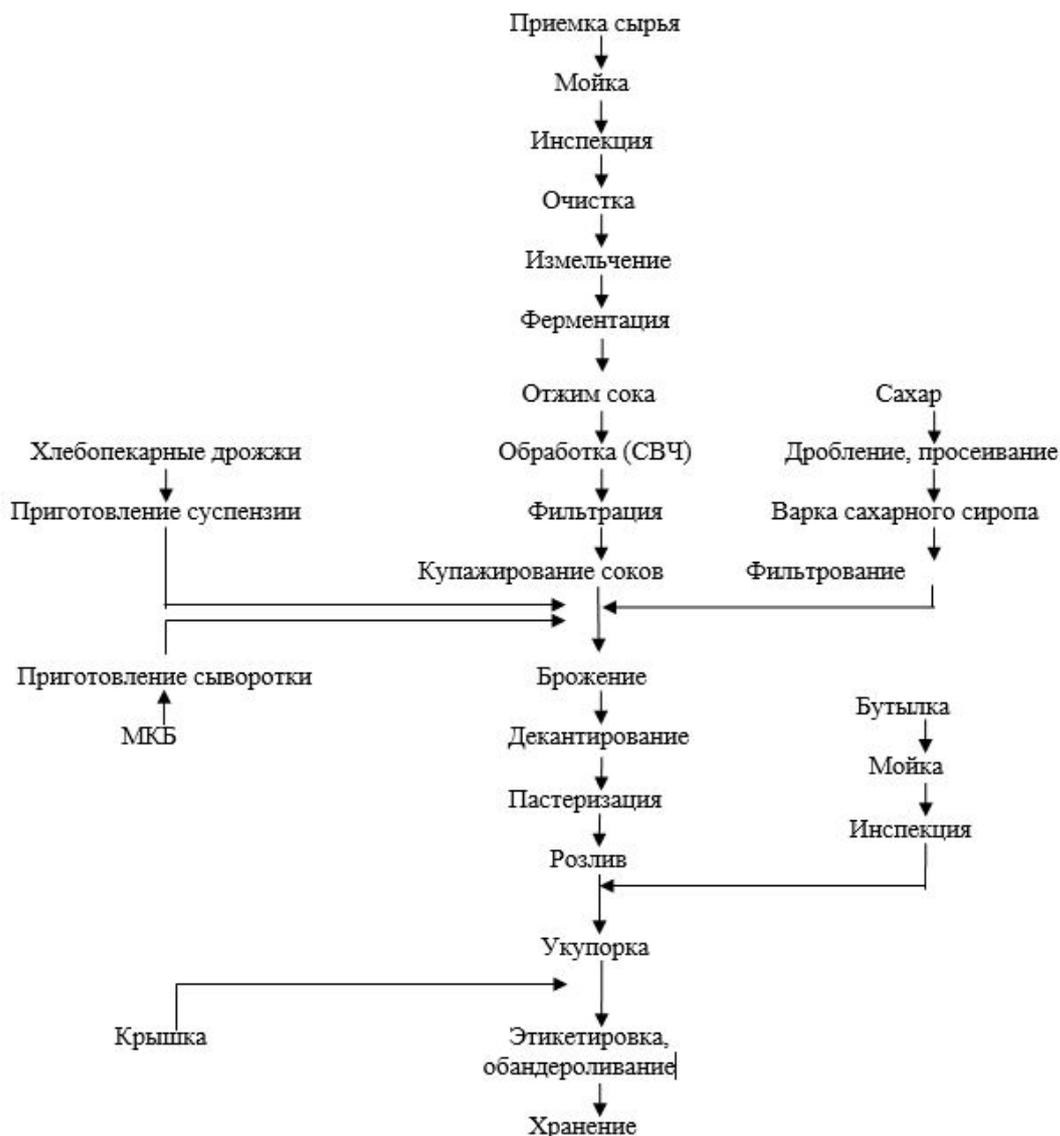


Рис. 3 – Векторная схема производства лактоферментированного-сброженного напитка

Таблица 1 – Физико-химические показатели образцов напитков до брожения

| Показатели | Образцы напитков | | | | | |
|---------------------------|------------------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Сухие вещества, % | 10,00±0,25 | 10±0,25 | 10±0,25 | 10,1±0,10 | 10,1±0,10 | 10,2±0,10 |
| Активная кислотность (рН) | 7,26 | 6,62 | 5,94 | 7,39 | 6,65 | 5,59 |
| Титруемая кислотность, % | 11,5 | 11 | 38,5 | 5 | 9,5 | 45 |

Рецептура напитков составлялась в соответствии с органолептическими и физико-химическими показателями. Физико-химические показатели напитков соответствуют нормам и требованиям, необходимым для процесса брожения. Для разно-

образия товарной линейки напитков разработано 6 образцов лактоферментированных напитков. Рецептуры разработанных напитков представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Рецептуры напитков на основе моркови и свёклы на 100 дал

| Образец | Сок моркови | Сок свёклы | Сок яблочный | Сок облепиховый | Сок черной смородины | Сахар | Вода |
|---------|-------------|------------|--------------|-----------------|----------------------|-------|------|
| 1 | 980 | - | - | - | - | 20 | - |
| 2 | 488 | - | 243 | - | - | 26 | 243 |
| 3 | 884 | - | - | 98 | - | 18 | - |



| | | | | | | | |
|---|---|-----|-----|---|----|----|-----|
| 4 | - | 497 | - | - | - | 42 | 479 |
| 5 | - | 496 | 248 | - | - | 8 | 248 |
| 6 | - | 488 | - | - | 97 | 25 | 39 |

В бродильной технологии дрожжи вносятся двумя способами: количественным и по массе. Наиболее точным и объективным методом является количественный. В технологии по разработке нового напитка мы использовали именно этот метод ввода дрожжей. Согласно нормам введе-

ния дрожжей разрешенное количество дрожжевых клеток на 1 см^3 составляет до 40 млн кл. Для определения эффективности процесса брожения были проведены опыты с различным количеством вводимых дрожжевых клеток в напиток. Результаты эксперимента приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Влияние нормы введения прессованных хлебопекарных дрожжей на продолжительность брожения напитка

| Норма введения дрожжей, млн кл./ см^3 | Продолжительность брожения, час | |
|--|---------------------------------|-------------|
| | 1-й образец | 4-й образец |
| 10 | 10 | 10-11 |
| 20 | 7-8 | 8-9 |
| 30 | 5,5-6 | 7-7,5 |
| 40 | 5 | 6 |

Проведенные исследования влияния нормы введения прессованных дрожжей на продолжительность сбраживания напитка показали: с увеличением нормы введения от 10 млн кл./ см^3 до 40 млн кл./ см^3 продолжительность брожения сократилась с 10-11 часов до 5-6 часов.

В подготовленный напиток вносят дрожжи в виде суспензии в количестве 40 млн клеток/ см^3 и кисломолочные бактерии в виде подготовленной

закваски в количестве 5% от объема сока.

Процесс брожения протекает при температуре 30°C в течение 5-5,5 часов. После брожения в соке определяют содержание сухих веществ (СВ должно быть на 2% меньше, чем до брожения). Динамика процесса брожения по убыли СВ и нарастанию активной кислотности приведена на рисунках 4 и 5, на примере рецептуры образцов 1 и 4.

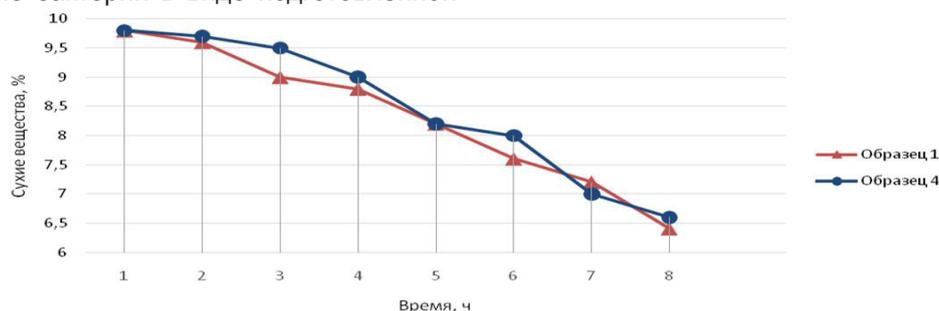


Рис. 4 – Динамика содержания сухих веществ напитков в процессе брожения

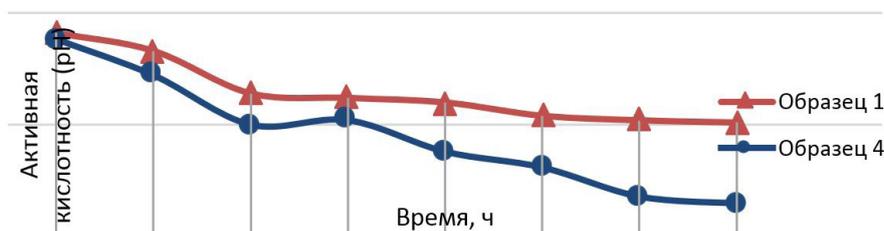


Рис. 5 – Динамика активной кислотности процесса брожения напитков

После окончания процесса брожения проводят декантирование полученного напитка, пастеризацию при температуре 95°C в течение 1 минуты, розлив в стеклянные бутылки объемом 0,5 л. Используемые бутылки предварительно моют и инспектируют с помощью светового экрана. Окончательным этапом технологического процесса является этикетирование и обандероливание готового продукта. После чего готовый напиток отправляется на хранение.

В готовых напитках подвергали измерению те же физико-химические показатели, что и в напит-

ках до брожения (табл. 4). Содержание сухих веществ в готовых напитках находится в пределах 7,8-8,2%. Это является нормой для разрабатываемых лактоферментированных напитков. Активная кислотность в готовых напитках понижена, а титруемая повышена за счет образования органических кислот в ходе жизнедеятельности молочнокислых бактерий и дрожжей. Готовый напиток отличался более вязкой консистенцией по отношению к начальному состоянию. В свою очередь, плотность напитка уменьшилась.



Таблица 4 – Физико-химические показатели сброженных напитков

| Показатели | Образцы напитков | | | | | |
|---------------------------|------------------|--------|----------|----------|----------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Сухие вещества, % | 7,8±0,25 | 8±0,25 | 7,8±0,25 | 8,2±0,10 | 7,8±0,10 | 8,2±0,10 |
| Активная кислотность (рН) | 6,42 | 6,06 | 5,84 | 6,28 | 6,32 | 5,71 |
| Титруемая кислотность, % | 50 | 38 | 70 | 22,5 | 26,5 | 68 |

Результаты и выводы

В ходе брожения и по его истечении произведены физико-химические анализы разработанных напитков. Все образцы обладали приятным гармоничным вкусом, свойственным сырью, из которого они изготовлены, легкой кислинкой с привкусом молочной кислоты; цвет готовых напитков яркий, характерный для данного вида овощей.

Завершающим этапом явилась дегустационная оценка готовых лактоферментированных напитков. Дегустаторы особо отметили яркий цвет напитков и отсутствие земляно-сырого привкуса и запаха, свойственного свежесжатым овощным сокам. Во вкусе приятно проявлялась кислинка молочной кислоты.

Готовый напиток является напитком с незаконченным спиртовым и молочнокислым брожением, что позволило получить продукт со специфическим вкусом, ароматом и комплексными свойствами бифидогенного характера.

Список литературы

1. Федеральная служба государственной статистики [http://www.gks.ru].
2. Теркун, Е.П. Криостабильность бифидобактерий в молочных и сыровоточных средах с овощными добавками / М.А. Кожухова, О.В. Холошенко // Известия вузов. Пищевая технология. - 2012. - № 1. - С.51-53.
3. Догаева, Л.А. Классификация и идентификационные признаки функциональных безалкогольных напитков / Л.А. Догаева, Н.Т. Пехтерева // Пиво и напитки. - 2011. - № 5. - С. 62 - 65.
4. Развязная, И.Б. Использование тыквы при получении напитков функционального назначения / И.Б. Развязная, В.Н. Тимофеева, Н.И. Титенкова // Пиво и напитки. - 2008. - № 3. - С. 22-24.
5. Огнева, О.А. Разработка технологий фруктово-овощных продуктов с бифидогенными свойствами: дис. канд. тех. наук. - М. - 2015. - 159 с.

MICROBIOLOGICAL METHOD OF JUICES CONSERVATION

Kiseleva Tatyana F., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technology of Fermentation and Conservation, tf@kemtipp.ru

Vechtomova Elena A., Candidate of Technical Science, Associate Professor, vechtomowa.lena@yandex.ru

Kozhemyako Anastasiya V., post-graduate student, asy42@bk.ru
Kemerovo State University

In this paper, market research results of juice products in Kemerovo are presented. It is identified preferences of the residents when they buying juice and their attitude to the novelties of vegetable juice products, considering their tastes. Due to the obtained data of the research, the characteristics of the juice market in Kemerovo are given. The aim of the work is to develop a technology for obtaining vegetable lactofermented beverages. As a vegetable raw material, it is taken juices of carrots and beets, and as fruit and berries raw materials it is taken juice of apples, sea buckthorn and currant. The drinks are formulated in accordance with organoleptic and physicochemical parameters. Justification of the choice of the combined ferment is given and the parameters of the fermentation of vegetable drinks are determined. To determine the efficiency of the fermentation process it is conducted experiments with a different amount of injected yeast cells into the beverage. When researching the effect of the amount of introduced compressed yeast on the duration of fermentation of the drink it is found: increasing the amount of yeast from 10 mln kl./cm³ to 40 mln kl./cm³, the duration of fermentation decreased from 10-11 hours to 5-6 hours. In the studies it is used bifidus bacteria (acidophilus bacillus) and lactic acid bacteria. For the production of lacto fermented beverages, serum based on carrot juice is prepared. The ready-made serum is added to the product in an amount of 5% from the estimated volume of the product intended for fermentation. The content of dry substances in ready-made beverages is in the range of 7.8-8.2%. This is the norm for the developed lactofermented beverages. During fermentation and at its expiration, physico-chemical and organoleptic analyzes of the samples are carried out. Evaluation of the taste, color and aroma of the new product is carried out by tasting method. All samples have a pleasant harmonious taste, typical for the raw material from which they are made, light sour with a taste of lactic acid, the color of the ready-made beverages is bright, typical for this type of vegetable.

Key words: conservation, microbiological preservation, lactofermented beverages, bifidobacteria, combined ferment, vegetable juices.

Literatura

1. Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki [http://www.gks.ru]. (vse-ravno oformleno ne po GOST)
2. Теркун, Е.П. Криостабильность бифидобактерий в молочных и сыровоточных средах с овощными добавками / М.А. Кожухова, О.В. Холошенко // Известия вузов. Пищевая технология. - 2012. - № 1. - С.51-53.



3. Dogaeva, L.A. Klassifikacija i identifikacionnye priznaki funkcional'nyh bezalkogol'nyh napitkov / L.A. Dogaeva, N.T. Pehtereva // Pivo i napitki. - 2011. - № 5. - S. 62 - 65.

4. Razvjaznaja, I.B. Ispolzovanie tykvy pri poluchenii napitkov funkcional'nogo naznachenija / I.B. Razvjaznaja, V.N. Timofeeva, N.I. Titenkova // Pivo i napitki. - 2008. - № 3. - S. 22-24.

5. Ogneva O.A. Razrabotka tehnologij fruktovo-ovoshhnyh produktov s bifidogennymi svojstvami: dis. kand. teh. nauk. - M. - 2015. - 159 s.



УДК 631.3

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИКИ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ

КОЛЧИН Николай Николаевич, д-р техн. наук, профессор, гл. научн. сотрудник ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», kolchin@mail.ru

ТУБОЛЕВ Сергей Семенович, Генеральный директор ООО «КОЛНАГ»

ЗЕРНОВ Виталий Николаевич, канд. техн. наук, вед. научн. сотрудник ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», techagromash@yandex.ru

Прирост населения Земли требует увеличения производства продовольствия в достаточном количестве для обеспечения в перспективе им почти 10 млрд человек. Требуется снизить сравнительно высокий уровень потерь продовольствия, в том числе из-за недостатка емкостей хранения на местах производства сельскохозяйственной продукции, на пути от поля до потребителя; потери составляют в настоящее время в нашей стране до 15%. Ликвидированы многие заводы, специализированные конструкторские бюро и всемирно известный головной научно-исследовательский институт отрасли – Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственного машиностроения. На долю Российской Федерации приходится 2% населения от общемирового, но она обладает 9-ю процентами пашни всего мира, что представляет собой уникальные возможности развития собственного сельского хозяйства. Следует отметить его специфические особенности: многозональность, ограниченный период развития сельхозкультур в северных регионах страны и недостаточное развитие инфраструктуры на местах. Для реализации имеющегося потенциала необходимо комплексное решение, в том числе развитие современного отечественного сельскохозяйственного машиностроения. Одной из важнейших продовольственных культур является картофель. Основными тенденциями создания, организации и развития производства техники для сельского хозяйства и ее эффективного использования являются: широкая номенклатура и «гибкие» технологии применения машин в сельском хозяйстве; выполнение требований экологии; применение специальных транспортных средств; наличие соответствующих кадров специалистов; экономическая заинтересованность всех участников продовольственной цепочки производства картофеля и продуктов его переработки; высокое качество машин и др. Необходим рациональный подбор составов комплексов техники для различных условий. Будущее сельского хозяйства России должно быть ориентировано на использование современной, в том числе автоматизированной и роботизированной, техники в хозяйствах разных форм и упаковок, включая малые формы, на основе эффективных машинных технологий.

Ключевые слова: комплекс машин, машинная технология, технологическая операция, модификация, автоматизация производства, сельское хозяйство, междуурядная обработка, семена.

Введение

При нынешних темпах прироста населения Земли через 40 лет на планете будут проживать почти 10 млрд человек. Возникает необходимость устойчивого производства продовольствия в достаточном количестве и высокого качества. Возрастает также потребность в аграрном сырье, в том числе для производства энергии.

На 66-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН были рассмотрены перспективы развития мирового сельского хозяйства и признана необходимость увеличения к 2050 г. на 70% производства продовольствия на основе инновационных технологий с

учетом местных условий и опыта.

По подсчетам ООН в производственной цепочке от поля до потребителя (производители, переработчики, продавцы и пр.) теряется до 15% продовольствия. Мы теряем не только продовольствие, а также и потраченные на его производство ресурсы, включая воду, энергию и удобрения. При общем объеме его производства в 2017 г. это принесло убытки в размере более 5 трлн руб.

В Китае, Индии, странах ЕС уже не первый год работают госпрограммы, направленные на снижение потерь в агрокомплексе. В России с 2012 г. работает госпрограмма строитель-



ства современных овощехранилищ. Ее реализация к 2020 г. позволит увеличить мощности хранения с 9,2 до 18 млн тонн. При этом индикаторами программы предусматривается снижение потерь продукции с 15-18% до 5-7% [1].

Анализ состояния производства картофеля в сельском хозяйстве России

Сельское хозяйство нашей страны имеет многозональную структуру с широким диапазоном условий его ведения со сравнительно суровыми климатическими условиями, в том числе с зонами рискованного земледелия [2]. Вместе с тем, Россия обладает уникальным аграрным потенциалом. При 2-х процентах от численности населения земного шара она имеет 9% мировой пашни, 55% черноземных почв, 20% запасов пресной воды и является одним из крупнейших производителей сельскохозяйственной продукции в мире. Ключевыми факторами повышения эффективности производства продукции сельского хозяйства являются современная и надежная сельскохозяйственная техника и инновационные машинные технологии ее применения при строгом и бережном обращении с имеющимися природными ресурсами и с окружающей средой.

Однако в нашей стране практически перестали существовать активно работавшая отрасль сельскохозяйственного машиностроения и система создания и массового производства новой техники. Ликвидированы многие заводы, специализированные ГСКБ и всемирно известный головной научно-исследовательский институт отрасли – ВИСХОМ, выпускавшие и создававшие современные машины для комплексной механизации работ в сельском хозяйстве страны [3].

На сохранившихся отдельных заводах отрасли сельхозмашиностроения сегодня по заявкам изготавливаются, подчас по устаревшей технической документации, малые серии и единичные образцы машин. Возник недостаточно организованный импорт техники без должных ее испытаний из Германии, Нидерландов, Бельгии, Белоруссии, Польши и других стран [4].

Одной из важнейших для питания человека сельскохозяйственных культур является картофель. Он выращивается более чем в 100 странах мира. Несмотря на неблагоприятные экономические условия в аграрном секторе России, производство картофеля по сравнению с другими сельскохозяйственными культурами за прошедший период снизилось незначительно. За последнее время ежегодно в нашей стране производится порядка 30 млн тонн картофеля и 12 млн тонн овощей [5].

Теоретические предпосылки и основные тенденции развития современной сельскохозяйственной техники

Следует отметить основные тенденции развития машин для возделывания, уборки, послеуборочной доработки, механизации хранилищ и подготовки к реализации картофеля и овощей, и особенности их конструкции.

● Наблюдается рост количества и номенклатуры машин, применяемых в производстве картофе-

ля и овощей, в том числе однотипных. Это вызвано экономической целесообразностью замены ручного труда, подчас тяжелого, цена которого высока. В овощеводстве рост номенклатуры техники в значительной степени объясняется большим разнообразием культур, что определяют специфику и набор технологических операций производства продукции, включая ее выращивание в хозяйствах малых форм собственности. При этом убранная продукция доводится до товарного вида в процессе уборки и отправляется сразу на реализацию в различной таре, поставляемой на места уборки. Это обеспечивает высокую сохранность товарных качеств продукции.

● Расширяются возможности применения техники в различных условиях на основе «гибких» технологий за счет использования модификаций машин, сменных приспособлений и регулирования их рабочих органов. В машинах, в том числе и стационарном оборудовании, широко используются гидропривод и электропривод с современными средствами автоматизации, обеспечивающими требуемые параметры процессов, диапазоны их регулирования и высокую маневренность мобильных агрегатов.

● Наблюдается развитие конструкций сравнительно больших и высокопроизводительных машин в модификациях с различной вместимостью бункеров-накопителей. С целью повышения сепарирующей способности уборочных машин увеличиваются площади их элеваторов и конвейеров, расширяется применение рабочих органов с выносной сепарацией почвенных и растительных примесей. Используются дополнительные пульта управления на рабочих местах, например, на переборочных столах. В овощеуборочных машинах повышение производительности достигается также путем увеличения их рядности и количества модификаций.

● На сортировальных пунктах для картофеля и овощей рост их производительности достигается путем перехода на «минимальную» послеуборочную доработку убранного продукта. При этом из поступающего от уборочных машин вороха выделяются примеси и некондиция и, в отдельных случаях, мелкие клубни. При этом снижаются механические повреждения клубней. Наблюдается увеличение рабочей ширины полотна приемных бункеров до 2,0-2,4 м. Все большее распространение получают фотозлектронные отделители примесей и некондиционной продукции, заменяющие ручной труд на доработке картофеля и ряда овощей и фруктов, в том числе их модели для применения в полевых условиях, включая предпосадочную подготовку семенного материала [6].

● Эффективное использование высокопроизводительной техники на сравнительно небольших по размерам полях европейских стран достигается за счет создания экономической заинтересованности всех исполнителей технологической цепочки производства продукции от поля до потребителя, высокой организации работ по разнообразным технологиям, в том числе с широким применением различных контейнеров и тары. Все большее



применение находит технология с использованием контейнеров для транспортировки и хранения убранный продукции, единичная вместимость которых повышается до 3-5 тонн.

- Шире используются электронные системы управления машинами, в т.ч. дистанционные, с автоматизацией многих их функций и с показом операторам состояния рабочего процесса машин и его контролем, показателей отдельных параметров и результатов работы.

- В целях снижения повреждений продукции в процессе уборки и доработки обеспечиваются минимальные высоты перепадов в местах ее передачи и перегрузки при помощи различных скатов, амортизаторов гасителей скоростей, амортизирующих экранов и др.

- Для перевозки убранный продукции с полей получают распространение специальные транспортные средства, в том числе большегрузные с кузовами с подвижным дном вместимостью до 40 т. Они имеют многоосные ходовые системы с широкопрофильными шинами для снижения давления на почву. В последнее время в них стали устанавливаться различные рабочие органы для сепарации при разгрузке оставшихся в продукции примесей.

- В машинах используется широкая гамма высококачественных комплектующих изделий. Большое их разнообразие по номенклатуре и типоразмерам, оперативная поставка их изготовителям и потребителям, применение современных конструкционных материалов, в том числе неметаллических, – все это повышает надежность и качество их работы, расширяет технологические возможности.

- Обеспечиваются высокое качество изготовления и современный дизайн машин и оборудования, улучшаются условия труда работающего персонала.

Результаты экспериментальных работ и их значимость для отечественного сельскохозяйственного машиностроения

Ранее в нашей стране существовало развитое производство техники для возделывания картофеля в Рязани. Там же было и известное специализированное конструкторское бюро. К сожалению, их постигла тяжёлая участь – прекратили свое существование. Но, надо отметить, сейчас ряд Российских предприятий совместно с зарубежными партнёрами пытаются возродить это производство уже на новом уровне. Так, перечисленные выше тенденции развития современной сельскохозяйственной техники в полной мере характеризуют комплексы машин для механизации работ в картофелеводстве и овощеводстве, выпускаемые в настоящее время фирмами Amazone Euronetchnika (Россия г. Самара), Колнаг (Россия г. Коломна), и рядом Белорусских производителей. Производимые ими машины и оборудование хорошо зарекомендовали себя в хозяйствах различных субъектов Российской Федерации (рис. 1-3).

Передовые Российские производители машин отслеживают тенденции развития рынка, постоянно получают отзывы о работе на полях выпускаемой их предприятиями техники, развивают дилер-

скую сеть, создают сервисную службу; сотрудники коммерческих отделов закрепляются за регионами. Постоянное участие в государственных приёмочных и периодических испытаниях своей техники, выставочных мероприятиях, обучающих семинарах для специалистов хозяйств – всё это способствует укреплению связей с сельхозпроизводителями, своевременному реагированию на изменения потребности рынка машин и их совершенствованию.

Сравнение материалов государственных испытаний выпускаемых в разные годы машин показывает, что основные рабочие параметры этих машин за прошедшее время значительно улучшились. Так, например, вместимость бункера на прицепных комбайнах повышена до 8 т, на самоходных – до 15т. Комбайны, как правило, выпускаются в разных модификациях, отличающихся параметрами отдельных рабочих органов или их компоновкой.

В настоящее время отечественные производители по лицензии фирмы AVR (Бельгия) освоили ещё одну современную модель – двухрядный прицепной комбайн Spirit 6200 (рис.2). В отличие от двухъярусной прямооточной схемы этот комбайн имеет поворотную одноярусную схему, в которой используется более ёмкий бункер и рабочие органы выносной сепарации почвы. Работает комбайн в режиме бокового подкopa. Производственные испытания комбайна на полях ООО «Правда» Истринского района Московской области показали его превосходство по ряду качественных показателей и производительности над немецкими комбайнами фирмы Grimme. Транспортёры комбайна установлены под меньшим углом наклона, высота перепадов уменьшена, следовательно, процент повреждённых клубней минимален. За месяц комбайном Spirit 6200 было убрано 180 гектаров картофеля.

Современный послеуборочный этап машинных технологий производства картофеля характеризуется совмещением в едином стационарном комплексе доработки клубней после машинной уборки с их хранением и реализацией. В этот комплекс, располагающийся в зоне выращивания картофеля, при необходимости может быть включено и оборудование для переработки картофеля в различные продукты и полуфабрикаты. В ряде хозяйств уже работают опытные стационарные комплексы разных типов.

Рациональный подбор состава комплексов, наборов и отдельных машин по конкретным условиям хозяйств обеспечивается за счет различных их модификаций, применения имеющихся приспособлений и предусмотренных регулировок основных параметров машин.

Успешная и эффективная реализация машинных технологий производства картофеля и овощей с получением продукции высокого качества в необходимом количестве достигается выполнением производителем сельскохозяйственной продукции всех предусмотренных технологическим циклом работ в оптимальные агротехнические сроки.



Рис. 1 – Культиватор для междурядных обработок и посадок картофеля КГП-4



Рис. 2 – Прицепной двухрядный картофелеуборочный комбайн бункерного типа Spirit 6200



Рис.3 – Загрузчик хранилищ навального типа серии ML

Заключение

Будущее сельского хозяйства России – в преимущественном использовании современной техники в хозяйствах разных форм и укладов на основе эффективных машинных технологий с соответствующим ее набором, как средств обеспечения продовольственной безопасности и повышения жизненного уровня населения страны, роста конкурентоспособности российского продовольствия на внутреннем и мировом рынках.

Список литературы

1. Около трети продуктов теряют при хранении // Газета «Аргументы недели», 2018. № 5 (598), с. 24.
2. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного про-

изводства на период до 2020 года. Сельскохозяйственные машины и технологии, 2013. №6. С. 6-10.

3. Туболев С.С. Инновационные машинные технологии в картофелеводстве России/С.С. Туболев, Н.Н. Колчин, Н.В. Бышов, И.А. Успенский, Г.К. Рембалович// Тракторы и сельхозмашины.–2012.–№10.–С.3-5

4. Туболев С.С., Колчин Н.Н. Развитие отечественного сельскохозяйственного машиностроения на примере производства специальной техники для картофелеводства и овощеводства – М. ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – С.68.

5. Колчин Н.Н., Елизаров В.П., Михеев В.В., Пономарев А.Г. Современные технологии и техника для подготовки семенного материала. Картофель и овощи, - 2014. - № 5. С. 27–29.

DEVELOPMENT TRENDS AND MAIN FEATURES OF MACHINES FOR INDUSTRIAL PRODUCTION OF POTATOES AND VEGETABLES

Kolchin Nikolaj N., glavnyj nauchnyj sotrudnik Federal'nogo gosudarstvennogo byudzhethnogo nauchnogo uchrezhdeniya «Federal'nyj nauchnyj agroinzhenernyj tsentr VIM» g. Moskva, doktor tekhnicheskikh nauk, professor, kolchinnn@mail.ru

Tubolev Sergej S., general'nyj direktor OOO «Kolnag», info@kolnag.ru

Zernov Vitalij N., vedushhij nauchnyj sotrudnik Federal'nogo gosudarstvennogo byudzhethnogo nauchnogo uchrezhdeniya «Federal'nyj nauchnyj agroinzhenernyj tsentr VIM», g. Moskva, kandidat tekhnicheskikh nauk, techagromash@yandex.ru

The growth of the World's population requires an increase in food production in sufficient numbers to provide for almost 10 billion people in the future. It is necessary to reduce the relatively high level of food losses, including due to the lack of storage capacity in the field of agricultural production on the way from the field to



the consumer, which is currently in our country to 15%. Many factories, specialized design companies and world-famous head scientifically - research institute of industry - All-Russian research Institute of agricultural machinery are liquidated. The Russian Federation accounts for 2% of the world's population, but it has 9% of the world's arable land, which is a unique opportunity to develop its own agriculture. It should be noted its specific features: multi-zone, limited period of development of crops in the Northern position of the country and the lack of infrastructure development in the field. For realization of available potential the complex decision is necessary, including to have the developed modern domestic agricultural mechanical engineering. One of the major cultures for the person is the potato. The basic tendencies of creation, the organization and development of production of technique for agriculture and its effective utilization are: its wide nomenclature and "flexible" technologies of application of machines, in our agriculture with performance of requirements of ecology with application of special vehicles, presence of corresponding shots of experts, economic interest of all participants of a food chain of production of a potato and products of its processing; high quality of machines, etc. rational selection of structures of complexes of technique is necessary for various conditions. The future of agriculture in Russia should be focused on the use of modern, including automated and robotic equipment in farms of different forms and structures, including their small forms, based on effective machine technologies.

Key words: Machinery complex, machine technology, technological operation, modification, production automation, agriculture, inter-row cultivation, seeds.

Literatura

1. Okolo treti produktov terjajut pri hranenii // Gazeta «Argumenty nedeli», 2018. № 5 (598), s. 24.
 2. Izmajlov A.JU., Lobachevskij JA.P. Sistema mashin i tehnologij dlja kompleksnoj mehanizacii i avtomatizacii sel'skhozajstvennogo proizvodstva na period do 2020 goda. Sel'skhozajstvennye mashiny i tehnologii, 2013. №6. S. 6-10.
 3. Kolchin N.N., Zvolinskij V.N. I vnov' o dele chrezvychajnoj gosudarstvennoj vazhnosti // Traktory i sel'hozmashiny, 2017. № 8. – S.13–16.
 4. Tubolev S.S., Kolchin N.N. Razvitie otechestvennogo sel'skhozajstvennogo mashinostroenija na primere proizvodstva special'noj tehniki dlja kartofelevodstva i ovoshhevodstva – M. FGBNU «Rosinformagroteh», 2011. – S.68.
- Tubolev S.S. Innovatsionnyye mashinnyye tekhnologii v kartofelevodstve Rossii/S.S. Tubolev. N.N. Kolchin. N.V. Byshov. I.A. Uspenskiy. G.K. Rembalovich// Traktory i selkhoz mashiny.–2012.–№10.–S.3-5



УДК 631.348.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЕМЯН С РАСПРЕДЕЛЯЮЩИМ И ОТРАЖАЮЩИМ УСТРОЙСТВАМИ

МАЧНЕВА Оксана Юрьевна, аспирант кафедры «Механизация технологических процессов в АПК»

КАБЛУКОВ Василий Сергеевич, аспирант кафедры «Механизация технологических процессов в АПК»

КУХАРЕВ Олег Николаевич, д-р техн. наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ

МАЧНЕВ Алексей Валентинович, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Механизация технологических процессов в АПК», mav700@mail.ru

МАЧНЕВ Валентин Андреевич, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Основы конструирования механизмов и машин»

Пензенский государственный аграрный университет

Цель исследований – теоретическое обоснование параметров движения семян от дозатора до распределяющего устройства и реализация применения протравливателя семян, оснащенного лепестковым дозатором, двухдисковым распределяющим устройством и ступенчатым отражателем. Теоретические исследования базировались на законах классической механики, а лабораторные исследования – на изучении подачи семян, их дробления и неравномерности подачи. Обработка экспериментальных данных выполнялась с применением прикладной программы Microsoft Excel. Установлены основные типы серийных протравливателей семян и их характеристики. Это позволило выявить недостатки в их работе и предложить экспериментальный протравливатель с лепестковым дозатором, двухдисковым распределяющим устройством и отражающим экраном.



Получено уравнение движения семени от лепесткового дозатора до распределяющего устройства с учетом силы сопротивления воздуха. Определены скорость и время движения семени, которые равны 0,99 м/с и 0,404 с; средняя скорость движения составила 0,495 м/с. Установлена скорость подачи семян в зависимости от диаметра выходного отверстия дозатора 30, 50, 70, 90, 110, 130 и 150 мм, необходимая при настройке. Максимальная подача семян 5,98 кг/с соответствует диаметру выходного отверстия дозатора 150 мм, при этом дробление семян составило 0,05%, а неравномерность их подачи – 2-3%. Дробление семян экспериментальным протравливателем не превысило 0,12%, а при открытии лепесткового дозатора на 110, 130 и 150 мм зафиксированы наименьшие значения дробления семян, которые соответственно составили 0,06, 0,05 и 0,05%. Выявлена зависимость неравномерности распределения семян, которая при диаметре выходного отверстия 110-150 мм оставалась практически неизменной и в среднем составляла около 2,28%.

Ключевые слова: семя, подача семян, дробление, взаимодействие, распределяющее устройство, лепестковый дозатор, ступенчатый экран

Введение

В общем комплексе технологических операций по возделыванию сельскохозяйственных культур существенная роль отводится своевременной подготовке семян к посеву и опрыскиванию, качество проведения которых должно отвечать агротехническим требованиям [1-3]. Подготовка семян к посеву позволяет довести каждую партию семян до лучших посевных кондиций, уничтожить возбудителей болезней и вредителей. Она включает в себя следующие приемы: протравливание, инкрустацию, дражирование, воздушно-тепловой обогрев, инокуляцию, калибрование, проращивание, намачивание, гидротермическую обработку, барбатирование и скарификацию.

Протравливание семян – это прием подготовки семян к посеву, направленный на борьбу с возбудителями различных болезней культурных растений [4-6]. Проводится сухим, мокрым, термическим, мелкодисперсным способами и позволяет не только обеззаразить семена от возбудителей болезней, но и повысить их жизнеспособность и всхожесть, а также снизить недобор урожая [6, 8-11]. Кроме того, протравливание семян в современных условиях возделывания сельскохо-

зяйственных культур является обязательным и наиболее эффективным приемом подготовки семян к посеву. Это связано с использованием небольшого количества действующего вещества и быстрорастворяющихся в почве рабочих жидкостей [8, 12-16].

При протравливании необходимо соблюдать следующие агротехнические требования: полнота протравливания 100±20%; дробление семян не более 0,5 %; неравномерность подачи семян в камеру протравливания не более 5%; повышение влажности семян после протравливания не более 1%; неравномерность подачи рабочей жидкости в камеру протравливания не более ±5%; неравномерность концентрации рабочей жидкости не более ±5%. Перед протравливанием семян особо тщательно следует провести очистку и сортировку посевного материала [8, 17-19].

Постановка задачи

На сегодняшний день для протравливания семян заводы-производители выпускают протравливатели ПС-5, ПСШ-5, ПС-10АМ, ПСК-15, ПС-20, Mobitox Super, RT 153, SBI-2, СТ Vario и другие, основные характеристики которых представлены в таблице 1 [6, 18-19].

Таблица 1 – Основные характеристики протравливателей семян

| № п/п | Наименование протравливателя | Потребляемая мощность, кВт | Емкость бака, л | Расход рабочей жидкости, л/мин | Производительность, т/ч |
|-------|--|----------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------|
| 1 | ПС-5, ООО «Ремком» | 2,0 | 120 | 0-1,5 | 1-5 |
| 2 | ПСШ-5, ООО «Комбайновый завод Ростсельмаш» | 3,5 | 120 | 0-1,5 | 1-5 |
| 3 | ПС-10АМ, ООО «Гатчинск-Сельмаш» | 6,8 | 200 | 0,5-3,5 | до 22 |
| 4 | ПСК-15, ООО НПП «Белама плюс» | 6,0 | 200 | 0,5-4,0 | 5-20 |
| 5 | ПС-20, ООО «Ремком» | 5,0 | 200 | 0-4,2 | 5-22 |
| 6 | ПС-25, ООО «Завод Автотехнологий» | 6,6 | 120 | н/д | до 25 |
| 7 | ПНУ-10 | 1,9 | 125 | 1,0-3,8 | 6-15 |
| 8 | Mobitox Super, Farmgem | 4,0 | 190 | 0,1-4,1 | до 20 |
| 9 | RT 153, Dorez | 8,1 | 150 | н/д | 2,5-3,5 |
| 10 | R 1000, NoroGard | 35 | 200 | до 20 | до 30 |
| 11 | ПСМ-25М-01, Klever | 10,05 | 120 | н/д | до 20 |
| 14 | СТ Vario, Petcus | 12,3 | 300 | до 25 | до 50 |



Изучение их конструкций показало, что по агрегатированию они могут быть стационарными или передвижными, а по принципу действия – шнековыми, камерными и порционными. Причем в условиях хозяйств (отделений) средних размеров – 5-7 тыс. га посевных площадей – наибольшее распространение получили передвижные камерные протравливатели семян из-за возможности их маневрирования, достаточно простой конструкции, низкой стоимости, простоты в эксплуатации и обслуживании. Однако качество обработки семян камерными протравливателями не в полной мере отвечает агротехническим требованиям [5, 8, 18-19]. Повысить качество их работы можно применением дозаторов с равномерной подачей семян на распределяющие устройства, двухдисковых распределяющих устройств семян, а также формирователей потока семян, способствующих образованию равномерного семенного потока перед обработкой рабочими жидкостями. Поэтому исследования, направленные на установление закономерностей воздействия на семена при выходе их из дозатора, а также определение скорости подачи семян, степени их дробления и неравномерности подачи в лабораторных условиях экспериментальным протравливателем своевременны.

Описание экспериментального протравливателя

С учетом выявленных путей повышения каче-

ства работы камерных протравливателей нами разработан и сконструирован экспериментальный протравливатель семян, который, в отличие от передвижных протравливателей, включает в себя бункер семян (рис. 1), камеру смешивания, между которыми установлены лепестковый дозатор, двухдисковое распределяющее устройство с криволинейными рабочими поверхностями (различного диаметра) и ступенчатый отражающий экран, с распыливающим устройством. Привод распределяющего устройства осуществляется электромотором через приводной вал внутри бункера, привод распыливающего устройства – от электромотора внутри камеры протравливания.

Применение экспериментального протравливателя позволит более точно осуществлять подачу семян к распределяющему устройству, формирующему за счет использования двух дисков различного диаметра два потока, направляющихся на двухступенчатый отражающий экран. Это приведет к улучшению подачи семян, снижению дробления и неравномерности их подачи, что в конечном счете должно положительно сказаться на полноте протравливания. Для подтверждения наших предположений проводили теоретические исследования воздействия на семена при выходе их из лепесткового дозатора с распределяющим устройством и лабораторные исследования экспериментального протравливателя.



а)



б)

Рис. 1 – Общий вид: а) – экспериментальный протравливатель; б) – лепестковый дозатор семян

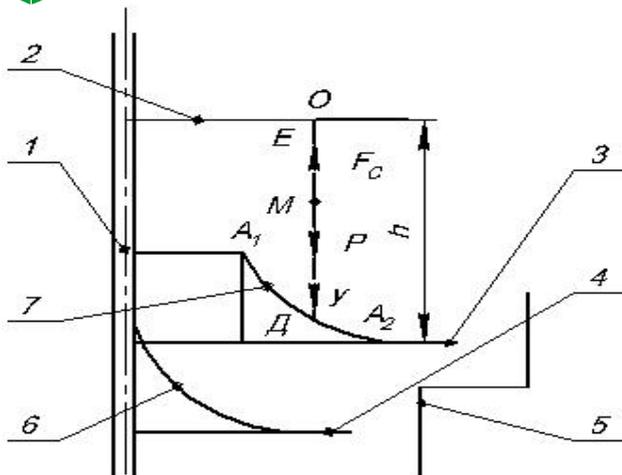
Методика исследований

Методика исследования воздействия на семена при выходе их из лепесткового дозатора с распределяющим устройством базируется на представлении семени в виде материальной точки и применении законов классической механики для получения уравнения движения семени от лепесткового дозатора до распределяющего устройства, скорости и времени падения семени на распределяющий диск. Лабораторные исследования экспериментального протравливателя проводились согласно методике СТО АИСТ 10.4-2004 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины для подготовки семян. Методы оценки функциональных показателей» для определения скорости и не-

равномерности подачи семян, их дробления. Обработка экспериментальных данных выполнялась с применением прикладной программы Microsoft Excel.

Теоретическая часть

Рассмотрим движение семени, принимая его за материальную точку M массой m (рис. 2), от лепесткового дозатора 1 до середины криволинейной поверхности A_1A_2 верхнего разбрасывающего диска 3, обозначая эту точку D . Материальная точка M (семя) проходит расстояние ED , где касается криволинейной поверхности A_1A_2 , которое обозначим через r . Выберем ось координат Ox с началом в точке E [1, 3, 4, 6, 9-10].



1 – вал; 2 – лепестковый дозатор; 3 – верхний диск распределяющего устройства; 4 – нижний диск распределяющего устройства;

5 – ступенчатый отражающий экран

Рис. 2 – Схема сил, действующих на семя, находящееся в движении от лепесткового дозатора до верхнего диска распределяющего устройства

Семя движется под действием двух сил: силы тяжести $P = mg$ и силы сопротивления F_C , которая изменяется по закону:

$$F_C = -k^2 P v^2 = -k^2 m g v^2,$$

где F_C – сила сопротивления, Н;
 k – коэффициент сопротивления;
 P – сила тяжести семени, Н;
 v – скорость движения семени, м/с.

Учитывая, что семя движется из начала координат в точке E без начальной скорости, начальными условиями ее движения будут при $t=0$, $v=0$ и $y=0$.

Изобразив семя в т. M в текущем положении на оси координат и приняв коэффициент сопротивления $k=0,1$, составим дифференциальное уравнение движения семени в проекции на ось y :

$$m\ddot{y} = P - F_C$$

Подставим в него $P=mg$ и F_C

$$m\ddot{y} = mg - k^2 m g v^2.$$

Разделим левую и правую части уравнения на m

$$\ddot{y} = g - k^2 g v^2.$$

Теперь из правой части вынесем g и получим:

$$\ddot{y} = g(1 - k^2 v^2). \quad (1)$$

Уравнение (1) называется дифференциальным уравнением движения семени. В нем \ddot{y} представляет собой вторую производную от координаты y , которая, с другой стороны, равна проекции ускорения на координатную ось y .

Записав дифференциальное уравнение (1) с

учетом $\ddot{y} = \frac{dv}{dt}$, выразив v , получим, что скорость имеет выражение

$$v = \frac{1}{k} \cdot \frac{1 - e^{-2kgt}}{e^{kgt} + e^{-2kgt}}.$$

Или с учетом того, что $v = \dot{x}$

$$v = \frac{1}{k} \sqrt{g(1 - e^{-2k^2x})}. \quad (2)$$

где h – высота падения семени, м.

Подставив в последнее выражение величины $k=0,1$ и $g=9,81$ м/с², получим

$$v = \frac{1}{0,1} \sqrt{9,81(1 - e^{-2 \cdot 0,1^2 h})} = 10 \sqrt{9,81(1 - e^{-0,02h})}.$$

Если в выражении (2) принять значение высоты падения $h=0,2$ м, то скорость в точке падения на поверхность, т.е. в точке D , будет

$$v = \frac{1}{0,1} \sqrt{9,81(1 - e^{-2 \cdot 0,1^2 \cdot 0,2})} = 10 \sqrt{9,81(1 - e^{-0,004})} = 0,99 \text{ м/с}.$$

Среднюю скорость движения семени на участке определим по выражению:

$$v_{cp} = \frac{v_0 + v_D}{2},$$

где v_{cp} – средняя скорость движения семян на участке, м/с;

v_0 – начальная скорость движения семени, м/с;

v_D – конечная скорость движения семени при попадании в точку D на поверхности отражателя, м/с

Подставляя числовые значения, будем иметь

$$v_{cp} = \frac{0 + 0,99}{2} = 0,495 \text{ м/с}.$$

Время движения на участке $OD=h$ определим как

$$t = \frac{OD}{v_{cp}} = \frac{0,2}{0,495} = 0,404 \text{ с},$$

где t – время падения семени из начала координат в точку D , с,

OD – высота участка падения, м.

Определим среднее значение ускорения на участке по формуле:

$$a = \frac{v_t - v_0}{t},$$

где a – среднее ускорение при падении семени на поверхность, то есть в точке D , м/с²;

v_t – конечная скорость, скорость семени в точке D , м/с.

t – время падения, с.

Подставляя в последнее выражение $v_0=0$, $v_t=0,99$ м/с, $t=0,404$ с имеем

$$a = \frac{0,99 - 0}{0,404} = 2,45 \text{ м/с}^2.$$

Если бы семя двигалось без сопротивления воздуха, то скорость в точке D составляла бы при падении с высоты 0,2 м



$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,2} = 1,98 \text{ м/с}.$$

На поверхность падения семени будет действовать сила Q , которая, согласно второму закону Ньютона, равна

$$Q = ma = 2,45 \text{ м}.$$

То есть в точке D будет действовать сила Q , направленная вертикально вниз.

Результаты лабораторных исследований экспериментального протравливателя

Для проверки предположений о возможности применения экспериментального протравливателя семян на выходе из бункера поочередно изменяли размер выходного окна лепесткового дозатора (30, 50, 70, 90, 110, 130 и 150 мм). Затем засыпали семена в бункер, запускали в работу и, при достижении установившегося режима работы для каждого положения лепестков, замеряли одновременно подачу семян, их дробление и неравномерность распределения, при этом продолжительность эксперимента составляла 1 минуту, повторность опыта – пятикратная. Подачу семян ПС определяли взвешиванием массы семян, поступивших на распределяющее устройство, и массы отходов по формуле

$$ПС = \frac{M_c + M_{отх.}}{t},$$

где M_c – масса семян, поступивших на распределяющее устройство, кг;

$M_{отх.}$ – масса отходов за опыт, кг;

t – продолжительность повторности опыта, с.

Так как конструкция экспериментального протравливателя семян имеет возможность независимой регулировки подачи, определяли и неравномерность подачи семян лепестковым дозатором, которая характеризуется коэффициентом вариации и определяется по выражению:

Для определения дробления брали две навески массой 50 г, в пятикратной повторности выде-

ляли дробленые и целые семена и рассчитывали дробление D по формуле:

$$D = \frac{m_{др}}{m_H} 10^2,$$

где $m_{др}$ – масса дробленых семян, выделенных из навески, г;

m_H – общая масса навески, г.

Результаты исследований

Результаты определения влияния диаметра выходного отверстия дозатора на подачу семян, дробление семян и неравномерность подачи экспериментального протравливателя приведены на рисунке 3.

Анализ результатов лабораторных исследований (рис. 3, а) показал, что при диаметре 30 мм подача семян к распределяющему устройству составляет 0 кг/с, что связано с установкой приводного вала распределяющего устройства внутри бункера и соприкосновением лепестков дозатора с приводным валом. Максимальная подача семян 5,98 кг/с установлена при диаметре выходного отверстия дозатора 150 мм, что соответствует производительности экспериментального протравливателя 21,5 т/ч. Наибольший темп нарастания подачи семян наблюдался при открытии лепестков дозатора 90-150 мм. Кроме того, установлено, что дробление семян экспериментальным протравливателем не превысило 0,12% (рис. 3, б), а при открытии лепесткового дозатора на 110, 130 и 150 мм зафиксированы наименьшие значения дробления семян, которые соответственно составили 0,06, 0,05 и 0,05%. Это связано, по-видимому, с уменьшением воздействия семян на рабочие органы протравливателя. Выявлена зависимость неравномерности распределения семян, которая при диаметрах выходного отверстия 110-150 мм оставалась практически неизменной и в среднем составляла около 2,28%; наибольшая неравномерность подачи семян наблюдалась при диаметре выходного окна 50 мм и составила почти 3,4%.

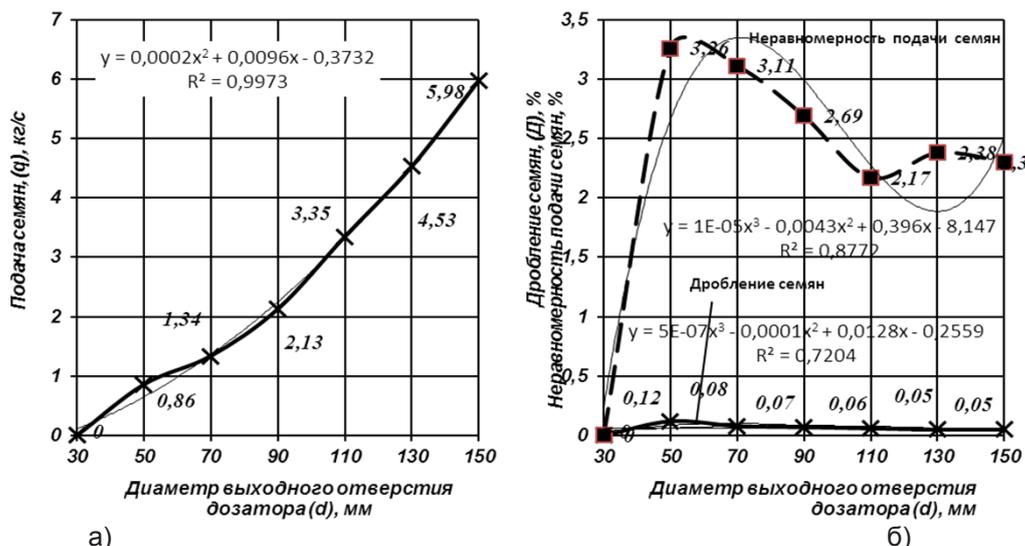


Рис. 3 – Влияние диаметра выходного отверстия дозатора на: а) подачу семян (q); б) дробление семян и неравномерность подачи



Заключение

Проведенные исследования позволили получить дифференциальное уравнение движения семени при выходе семян из лепесткового дозатора до взаимодействия с верхним распределяющим диском; аналитические выражения для определения скорости и времени падения семени до распределяющего устройства, которые соответственно составили 0,99 м/с и 0,404 с, с учетом сопротивления воздуха. Экспериментально установлена графическая зависимость подачи семян от диаметра выходного отверстия дозатора, необходимая при настройке протравливателя на нужные режимы работы. Максимальная подача семян составила 5,98 кг/с при диаметре выходного отверстия дозатора 150 мм, при этом дробление семян не превысило 0,05%, а неравномерность их подачи – 2,3%. Таким образом, подтверждена эффективность применения экспериментального протравливателя семян

Список литературы

1. Расчетное определение базовой нормы путевого расхода топлива автомобиля [Текст] / В. В. Салмин, И. А. Якубович, В. А. Мачнев, А. В. Мачнев // Грузовик. – 2017. – № 3. – С. 13-18.
2. Мачнев, А. В. Полевые исследования сеялки с кулисно-рычажным механизмом распределителей семян [Текст] / А. В. Мачнев, Н. П. Ларюшин // Нива Поволжья. – 2011. – № 3 (20). – С. 70-74.
3. Мачнев, А. В. Влияние поперечных смещений комбинированного сошника на качество посева [Текст] / А. В. Мачнев // Нива Поволжья. – 2010. – № 4. – С. 41-44.
4. Мачнев, А. В. Движение семени по семяпроводу сеялки [Текст] / А. В. Мачнев // Аграрный научный журнал. – 2010. – № 9. – С. 11-12.
5. Кухарев, О. Н. Техническое решение для шлифования семян сельскохозяйственных культур [Текст] / О. Н. Кухарев, И. Н. Семов // Инновационная техника и технология. – 2016. – № 1 (06). – С. 36-40.
6. Мачнев, А. В. Исследования взаимодействия семени с направителем двухдискового распределяющего устройства протравливателя семян [Текст] / А. В. Мачнев, В. С. Каблуков, О. Ю. Мачнева // Наука в центральной России. – 2016. – № 4 (22). – С. 40-51.
7. Влияние смазки на амплитуду вибрационных сигналов коробок передач тракторов [Текст] / А. В. Мачнев, В. А. Комаров, В. А. Мачнев, М. В. Рыблов, Р. Р. Кадеркаев // Нива Поволжья. – 2016. – № 2 (39). – С. 82-88.
8. СТО АИСТ 10.4-2004. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины для подготовки семян. Методы оценки функциональных показате-

лей [Текст]. - Введ. 01.06.2005. – М. : ФГНУ «РосНИИТиМ», 2005. – 39 с.

9. Формирование вибрационных сигналов в коробке передач трактора [Текст] / В. А. Мачнев, А. В. Мачнев, В. А. Комаров, В. В. Салмин // Нива Поволжья. – 2015. – № 1 (34). – С. 50-55.

10. Вибрационные процессы при работе коробки передач тракторов [Текст] / А. В. Мачнев, В. А. Мачнев, В. А. Комаров, И. М. Зябилов // Нива Поволжья. – 2014. – № 4 (33). – С. 91-94.

11. Мачнев, В. А. Обоснование возможности применения направителя-распределителя семян при подпочвенно-разбросном посеве [Текст] / В. А. Мачнев, А. В. Мачнев, М. А. Ларин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 3. – С. 13-19.

12. Мачнев, В. А. Сеялка-культиватор для подпочвенно-разбросного посева с направителями-распределителями семян [Текст] / В. А. Мачнев, А. В. Мачнев, М. А. Ларин // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 8. – С. 16-17.

13. Исследование движения семени по поверхности равноходового червяка катушечного высевающего аппарата [Текст] / А. В. Мачнев, А. М. Данилов, В. А. Мачнев, П. Н. Хорев и А. Н. Хорев // Нива Поволжья. – 2013. – № 4 (29). – С. 48-53.

14. Результаты лабораторных исследований высевающего аппарата с несимметричным профилем желобков катушки [Текст] / А. В. Мачнев, В. А. Мачнев, П. Н. Хорев, А. Н. Хорев // Нива Поволжья. – 2014. – № 2 (31). – С. 76-84.

15. Ларюшин, Н. П. Результаты лабораторных исследований сошника с подпружиненным распределителем и копирующим устройством дна борозды [Текст] / Н. П. Ларюшин, А. В. Мачнев // Научное обозрение. – 2015. – № 17. – С. 33-39.

16. Результаты полевых исследований сеялки, оснащенной высевающими аппаратами с несимметричным профилем желобков катушки [Текст] / А. В. Мачнев, В. А. Мачнев, П. Н. Хорев, А. Н. Хорев // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – № 3. – С. 33-37.

17. Мачнев, А. В. Сошник с направителем-распределителем семян для посева зерновых культур [Текст] / А. В. Мачнев, М. А. Ларин // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 7. – С. 42-43.

18. Методы научных исследований [Текст] : учебное пособие / В. В. Шумаев, А. В. Поликанов, А. В. Мачнев [и др.]. – Пенза : РИО ПГСХА, 2016. – 245 с.

19. Технологии и средства механизации сельского хозяйства [Текст] / А. В. Мачнев, Н. П. Ларюшин, Н. И. Стружкин [и др.]. – Пенза : РИО ПГСХА, 2016. – 43 с.

RESEARCH OF THE INTERACTION OF SEEDS WITH DISTRIBUTING AND REFLECTING DEVICES

Machneva Oksana Y., postgraduate student,

Kablukov Vasili S., postgraduate student,

Kukharev Oleg N., doctor of technical sciences, professor,

Machnev Alexey V., doctor of technical sciences, associate professor, mav700@mail.ru,

Machnev Valentin A., doctor of technical sciences, professor,

Federal State Budgetary Education Institution of Higher Education «Penza State Agrarian University»



The purpose of the research was the theoretical substantiation of the parameters of the movement of seeds from the dispenser to the distributing device and the practical implementation of the use of a seed treater equipped with a lobe dispenser, a two-disc distributing device and a stepped reflector. Theoretical studies were based on the laws of classical mechanics, and laboratory studies - on the study of seed supply, crushing and uneven supply. Processing of experimental data was performed using the application program Microsoft Excel. The main types of serial seed treaters and their characteristics are established. This made it possible to reveal their shortcomings in the work and to propose an experimental treater with a lobe dispenser, a double-disk distributing device and a reflecting screen. The equation of the seed movement from the petal batcher to the distributing device taking into account the air resistance force is obtained. The speed and time of the seed movement were determined, which is equal to 0.99 m / s and 0.404 s, and the average speed of movement was 0.495 m / s. The seed feed is set, depending on the diameter of the outlet of the dispenser 30, 50, 70, 90, 110, 130 and 150 mm, which is required during adjustment. The maximum seed supply of 5.98 kg / s corresponds to the diameter of the outlet of the metering device 150 mm, while the crushing of seeds was 0.05%, and the irregularity of their supply is 2, 3%. Crushing of seeds with an experimental treater did not exceed 0.12%, and when opening a petal dispenser at 110, 130 and 150 mm, the lowest values of seed crushing were recorded, which respectively amounted to 0.06, 0.05 and 0.05%. The dependence of the uneven distribution of seeds, which with the diameter of the outlet 110-150 mm, remained almost unchanged and averaged about 2.28%.

Key words: seed, seed feed, splitting up, interaction, distribution device, petal dispenser, stepped screen

Literatura

1. Raschetnoe opredelenie bazovoj normy putevogo rashoda topliva avtomobilja / V.V. Salmin, I.A. Jakubovich, V.A. Machnev, A.V. Machnev // *Gruzovik*. – 2017. – № 3. – S. 13-18.
2. Machnev, A.V. Polevye issledovanija sejalki s kulisno-rychazhnym mehanizmom raspredelitel' semjan / A.V. Machnev, N.P. Larjushin // *Niva Povolzh'ja*. – 2011. – № 3 (20). – S. 70-74.
3. Machnev, A.V. Vlijanie poperechnyh smeshhenij kombinirovannogo soshnika na kachestvo poseva / A.V. Machnev // *Niva Povolzh'ja*. – 2010. – № 4. – S. 41-44.
4. Machnev, A.V. Dvizhenie semeni po semjaprovodu sejalki / A.V. Machnev // *Agrarnyj nauchnyj zhurnal*. – 2010. – № 9. – S. 11-12.
5. Kuharev, O.N. Tehnicheskoe reshenie dlja shlifovanija semjan sel'skohozjajstvennyh kul'tur / O.N. Kuharev, I.N. Semov // *Innovacionnaja tehnika i tehnologija*. – 2016. – № 1 (06). – S. 36-40.
6. Machnev, A.V. Issledovanija vzaimodejstvija semeni s napravitelem dvuhdiskovogo raspredel'ajushhego ustrojstva protravlivatelja semjan / A.V. Machnev, V.S. Kablukov, O.JU. Machneva // *Nauka v central'noj Rossii*. – 2016. – № 4 (22). – S. 40-51.
7. Vlijanie smazki na amplitudu vibracionnyh signalov korobok peredach traktorov / A.V. Machnev, V.A. Komarov, V.A. Machnev, M.V. Rybl'ov, R.R. Kaderkaev // *Niva Povolzh'ja*. – 2016. – № 2 (39). – S. 82-88.
8. STO AIST 10.4-2004. Ispytanija sel'skohozjajstvennoj tehniki. Mashiny dlja podgotovki semjan. Metody ocenki funkcional'nyh pokazatelej. Vved. 01.06.2005. – M.: FGNU «RosNIITiM», 2005. – 39 s.
9. Formirovanie vibracionnyh signalov v korobke peredach traktora / V.A. Machnev, A.V. Machnev, V.A. Komarov, V.V. Salmin // *Niva Povolzh'ja*. – 2015. – № 1 (34). – S. 50-55.
10. Vibracionnye processy pri rabote korobok peredach traktorov / A.V. Machnev, V.A. Machnev, V.A. Komarov, I.M. Zjabirov // *Niva Povolzh'ja*. – 2014. – № 4 (33). – S. 91-94.
11. Machnev, V.A. Obosnovanie vozmozhnosti primenenija napravitelja-raspredelitelja semjan pri podpochvenno-razbrosnom poseve / V.A. Machnev, A.V. Machnev, M.A. Larin // *Izvestija Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii*. – 2012. – № 3. – S. 13-19.
12. Machnev, V.A. Sejalka-kul'tivator dlja podpochvenno-razbrosnogo poseva s napraviteljami-raspredeliteljami semjan / V.A. Machnev, A.V. Machnev, M.A. Larin // *Traktory i sel'hozmashiny*. – 2012. – № 8. – S. 16-17.
13. Issledovanie dvizhenija semeni po poverhnosti ravnohodovogo chervjaka katushechnogo vysevajushhego apparata / A.V. Machnev, A. M. Danilov, V.A. Machnev, P.N. Horev i A.N. Horev // *Niva Povolzh'ja*. – 2013. – № 4 (29). – S. 48-53.
14. Rezul'taty laboratornyh issledovanij vysevajushhego apparata s nesimmetrichnym profilom zhelobkov katushki / A.V. Machnev, V.A. Machnev, P.N. Horev, A.N. Horev // *Niva Povolzh'ja*. – 2014. – № 2 (31). – S. 76-84.
15. Larjushin, N.P. Rezul'taty laboratornyh issledovanij soshnika s podpruzhinennym raspredelitelem i kopirujushhim ustrojstvom dna borozdy / N.P. Larjushin, A.V. Machnev // *Nauchnoe obozrenie*. – 2015. – № 17. – S. 33-39.
16. Rezul'taty polevyh issledovanij sejalki, osnashhennoj vysevajushhimi apparatami s nesimmetrichnym profilom zhelobkov katushki / A.V. Machnev, V.A. Machnev, P.N. Horev, A.N. Horev // *Traktory i sel'hozmashiny*. – 2015. – № 3. – S. 33-37.
17. Machnev, A.V. Soshnik s napravitelem-raspredelitelem semjan dlja poseva zernovyh kul'tur. / A.V. Machnev, M.A. Larin // *Traktory i sel'hozmashiny*. – 2012. – № 7. – S. 42-43.
18. Metody nauchnyh issledovanij: uchebnoe posobie / V.V. SHumaev, A.V. Polikanov, A.V. Machnev i dr. – Penza: RIO PGSHA, 2016. – 245 s.
19. Tehnologii i sredstva mehanizacii sel'skogo hozjajstva / A.V. Machnev, N.P. Larjushin, N.I. Struzhkin i dr. – Penza: RIO PGSHA, 2016. – 43 s.



РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВОГО ОПЫТА ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОД ПОСЕВ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

НИКИФОРОВ Максим Викторович, соискатель кафедры технологических и транспортных машин и комплексов, Тверская государственная сельскохозяйственная академия, mnikiforov@tvgscha.ru

ГОЛУБЕВ Вячеслав Викторович, д-р техн. наук, доцент, Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 135slava@mail.ru

ШЕМЯКИН Александр Владимирович, д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, shem.alex62@yandex.ru

ТЕРЕНТЬЕВ Вячеслав Викторович, канд. техн. наук, доцент кафедры организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, vvt62ryazan@yandex.ru

В комплексе мероприятий по возделыванию мелкосеменных культур особое место занимает качество выполнения технологических операций, связанных с подготовкой почвы под посев в весенний, предпосевной период. Существенное множество рабочих органов сельскохозяйственных машин для предпосевной обработки почвы определяет сложности при выборе оптимальных параметров и режимов рабочих органов, в зависимости от условий функционирования. Целью исследования является определение основных технологических режимов и конструктивных параметров существующих рабочих органов, применяемых для предпосевной обработки почвы под лён-долгунец в сравнении с инновационным выравнивателем полозовидного типа. На основании анализа научно-технической литературы и патентного поиска предложена конструкция рабочего органа для выравнивания поверхностного горизонта и уплотнения семенного ложа, соответствующего предъявляемым агротехническим требованиям. В соответствии со стандартными и частными методиками разработана и утверждена программа проведения полевого опыта, одним из элементов которого являются сравнительные испытания рабочих органов почвообрабатывающих машин. С применением метода математического планирования составлена план-матрица полнофакторного эксперимента 33, что позволило повысить информативность полученных данных при оптимальных затратах времени и средств. Полученные при проведении полевого опыта результаты обработаны статистически с применением лицензионных программных продуктов и получением регрессионных уравнений и поверхностей основных откликов – полевой всхожести, свойств почвы. Выполненный анализ результатов полевого опыта позволил определить оптимальные технологические режимы работы инновационного выравнивателя в составе блочно-модульного комбинированного адаптера БМКА-3,0В, исходя из максимального значения основного отклика – полевой всхожести льна-долгунца.

Ключевые слова: полевой опыт, предпосевная обработка почвы, полевая всхожесть, лён-долгунец, выравниватель, гребнистость, плотность, мелкосеменные культуры

Введение

В настоящее время возделывание льна-долгунца, ярового рапса, а также других мелкосеменных культур в Тверской области набирает все большую актуальность [1]. Качественная предпосевная обработка почвы приводит к равномерности глубины заделки семян, дружности произрастания, выровненности всходов, ускорению роста и развития растений, что в конечном итоге повышает эффективность производства растениеводческой продукции.

Из анализа современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, характеристик работы применяемых агрегатов для предпосевной обработки почвы установлено, что предъявляемые агротехнические требования по гребнистости, плотности почвы для мелкосеменных культур соблюдаются не в полной мере.

Вместе с тем известно, что рабочие органы

для выравнивания и уплотнения поверхностного горизонта почвы в наибольшей степени отвечают за финишную подготовку почвы под посев возделываемых сельскохозяйственных культур. На основании выполненных теоретических исследований, материалов патентного поиска и предварительных результатов лабораторно-полевых экспериментов нами предложен полозовидный выравниватель почвы локального действия в составе комбинированного агрегата.

Объекты и методы

В соответствии с планом проведения научно-исследовательской работы («Разработка адаптивных технологий выращивания льна-долгунца на дерново-подзолистых почвах в условиях ввода залежных земель в эксплуатацию», номер государственного учёта НИОКТР АААА-А18-118083090018-8) на кафедре технологических и транспортных машин и комплек-



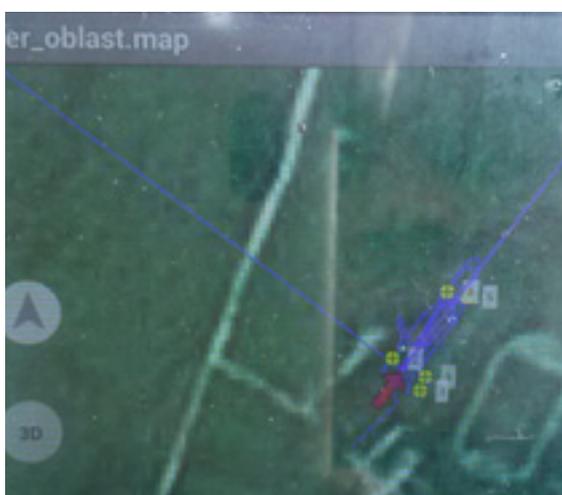
сов Тверской ГСХА разработана и утверждена методика проведения полевых исследований. В качестве объектов исследования выбраны культиватор КБН-8НУ, гладкий каток КВГ-1,4 и блочно-модульный комбинированный адаптер БМКА-3,0В [2], оснащённый инновационным выравнителем [3]. Агрофоном принята двухследная обработка дернины залежного поля бороной дисковой БДТ-3.

Методикой полевого опыта предусмотрено его проведение на агротехнологическом полигоне ФГБОУ ВО Тверская ГСХА. Размещение делянок осуществляется рандомизированным способом. Площадь одной учётной делянки принята 50 м². Общее количество учётных делянок – 27. Для сравнительных данных используются контрольные участки, где обработка почвы осуществлена комбинированным агрегатом РВК-3,6. Общая площадь опытного поля для проведения экспериментальных исследований в 2018 году составила 1,0 га.

Основным откликом проведения эксперимента принято значение полевой всхожести

льна-долгунца сорта Тверской. После прохода исследуемых почвообрабатывающих агрегатов определялась степень изменения свойств поверхностного слоя почвы – гребнистости, плотности, абсолютной влажности, твёрдости с применением стандартных методик [4] и уникального приборного обеспечения, разработанного на кафедре. Измерения проведены на поверхностном горизонте почвы на глубину до 50,0 мм. Повторность измерения отклика принята пятикратной методом конверта [5].

При разбивке опытного поля на участки с установленной правильной формой в виде прямоугольника с размерами 3,6 x 14 м использовалось современное приборное обеспечение с применением системы «ГЛОНАСС», что позволило оперативно определить границы учётных делянок, разворотных, контрольных и делительных полос для холостого перемещения почвообрабатывающих агрегатов (рис. 1).



а



б

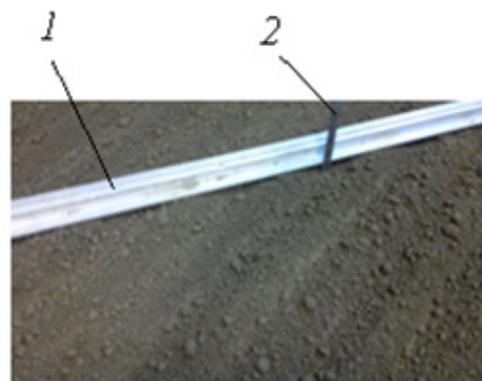
а – определение координат делянок; б – разбивка полевого опыта на учётные делянки

Рис. 1 – Разбивка полевого опыта на делянки

Для создания однообразного агрофона производили различную обработку почвы с использованием прикатывающих или рыхлительных рабочих органов с последующим проходом шаблонного рабочего органа, установленного на культиватор, для создания необходимого профиля поверхностного горизонта, отвечающего требованиям на весеннюю обработку почвы; это позволило повысить достоверность полученных результатов. При этом степень изменения гребнистости определяется по общепринятой методике с применением двух линеек (рис. 2).

Определение основного отклика – полевой всхожести – проводилось на каждой учётной и контрольной делянках измерением количества проросших стеблей в фазу четырёх листьев через две недели после проведения технологической операции посева с применением селекционной сеялки СН-16. Норма высева льна-долгунца сорта «Тверской» составила 120 кг/га с учётом лабораторной всхожести семян 98,5%. Для определения полевой всхожести подсчитывали количество

стеблей с пятикратной повторностью, используя измерительную рамку размером 50,0 x 50,0 см с последующим переводом значений к общей площади.



1 – рейка; 2 – измерительная линейка
Рис.2– Измерение гребнистости поверхностного горизонта почвы



Измерение абсолютной влажности почвы осуществляется с применением бюкса, сушильного шкафа СЭШ-3М, термометра ТР-2 и весов марки ВЛК-500. Значение плотности почвы определяется методом вырезных колец и одновременной фиксации её твёрдости. Коэффициент структурности почвы измеряется после взвешивания почвенных агрегатов методом просеивания в ситах с отверстиями различного размера [6].

На основании данных [7, 8] известно, что биологическая спелость почвы для произрастания льна-долгунца наступает, когда она качественно обработана, оптимально увлажнена и прогрета до температуры 7-8° С. Для измерения температуры, позволяющей в дальнейшем составить картограмму температурной характеристики опытного поля, нами предлагается использовать современное оборудование – тепловизор «testo 875-2i» (рис. 3).

Использование предложенной методики проведения полевого опыта позволяют провести эксперимент с достаточной степенью точности с последующей оптимизацией параметров и режимов рабочих органов для предпосевной обработки почвы при возделывании льна-долгунца и других мелкосеменных культур.

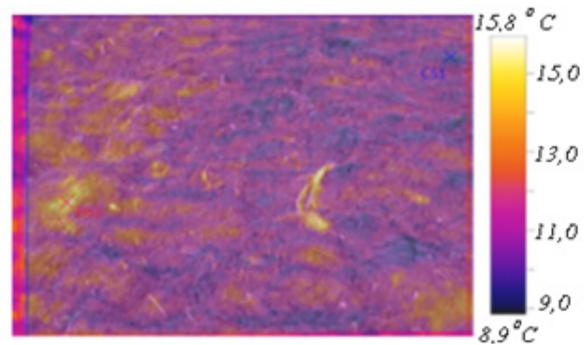


Рис. 3 – Результат измерения температуры поверхности почвы с применением тепловизора

Экспериментальная часть

Программа проведения опыта предусматривает сравнение серийных агрегатов с инновационными по плану многофакторного эксперимента. Фактор А представляет собой комбинации разных рабочих органов, фактор В – скорость движения комбинированного агрегата и фактор С – распределенная нагрузка на почву.

Таблица 1 – Матрица кодирования значений полнофакторного эксперимента типа 3³

| Исследуемые факторы | Уровни варьирования | | | Кодовое значение | | |
|----------------------------------|---------------------|---------|-----------|------------------|---------|--------------|
| | | | | минимальное | нулевое | максимальное |
| Комбинация рабочих органов | КБН-8НУ | КВГ-1,4 | БМКА-3,0В | -1 | 0 | +1 |
| Скорость движения агрегатов, м/с | 0,4 | 1,6 | 2,8 | -1 | 0 | +1 |
| Нагрузка на рабочий орган, Н | 0 | 25,0 | 50,0 | -1 | 0 | +1 |

При оптимизации количества опытов для большей информативности учитываемых уровней исследуемых факторов определения влияния скорости движения и распределенной нагрузки культиватора КБН-8НУ при предпосевной обработке на всхожесть льна-долгунца эксперимент проведён с использованием математического планирования [9], соответствующего требованиям воспроизводимости.

Результаты и выводы

На основании выполненного эксперимента получены данные изменения свойств почвы и значения полевой всхожести льна-долгунца от исследуемых факторов предпосевной обработки почвы. В соответствии с утверждённой методикой обработки полученных экспериментальных данных с применением программного обеспечения [10] проведена предварительная статистическая обработка значений с расчетом необходимых величин среднего значения, дисперсии и коэффициента вариации.

Результаты выполненного полевого опыта являются исходными для получения регрессионных уравнений зависимости полевой всхожести, свойств почвы от исследуемых параметров и режимов рабочих органов для предпосевной обработки почвы. Получены регрессионные зависи-

мости изменения значений плотности, гребнистости поверхностного слоя почвы, а также полевой всхожести льна-долгунца при использовании различных вариантов технологических операций по предпосевной обработке почвы.

Выполненная статистическая обработка значений указывает на достоверность полученных результатов, ошибка данных эксперимента не превышает 5,0%. Проверка произведена по критерию Кохрена, который составил 0,349, что меньше табличного значения, равного 0,358; следовательно, процесс воспроизводим. Значение критерия Стьюдента составило 2,59; показатель критерия Фишера неполного квадратного уравнения составил 0,67, что меньше табличного значения, равного 2,36, и свидетельствует об адекватности модели.

При оценке влияния скорости движения и распределенной нагрузки КБН-8НУ в составе с гладким водоналивным катком при предпосевной обработке на всхожесть льна-долгунца полученные значения проверены по критерию Кохрена, который составил 0,202, что меньше табличного значения 0,358; следовательно, процесс воспроизводим. Показатель критерия Стьюдента составил 2,57, а значение критерия Фишера неполного квадратного уравнения – 1,14, что также подтверждает адекват-



ность модели.

После предпосевной обработки почвы комбинированным адаптером БМКА-3,0В, включающим инновационный выравнитель, на разных скоростях и с изменением распределенной нагрузки, значения параметров полевой всхожести льна-долгунца проверены по критерию Кохрена, который составил 0,330, что меньше табличного значения 0,358. Сравнение показателей указывает на то, что процесс воспроизводим. Критерий Стьюдента составил 5,40, а критерий Фишера неполного квадратного уравнения составил 1,08, что меньше табличного значения 2,36, т.е. модель является адекватной.

В результате проведения полевого опыта получены и обработаны результаты, на основании которых установлены следующие регрессионные зависимости.

Для культиватора КБН-8НУ

$$\rho(V, G) = 0,8624 + 0,0965 \cdot V + 0,0965 \cdot V + 0,0037 \cdot G - 0,0274 \cdot V^2; \text{ г/см}^3 \quad (1)$$

где V – скорость движения агрегатов, м/с;
 G – нагрузка на рабочий орган, Н.

Для гладкого катка КВГ-1,4

$$\rho(V, G) = 1,273 + 0,1283 \cdot V - 0,003778 \cdot G - 0,03819 \cdot V^2 + 0,00016 \cdot G^2; \text{ г/см}^3. \quad (2)$$

Для комбинированного агрегата БМКА-3,0В

$$\rho(V, G) = 0,977 + 0,0952 \cdot V + 0,010 \cdot G - 0,0351 \cdot V^2 - 0,0001 \cdot G^2; \text{ г/см}^3. \quad (3)$$

В соответствии с выполненными полевыми исследованиями отмечается, что на изменение свойств почвы, в частности плотности поверхностного слоя, независимо от применяемого комплекта рабочих органов при предпосевной обработке почвы, значительное влияние оказывает скорость движения. Степень влияния распределенной нагрузки рабочего органа на почву имеет второстепенное значение.

Получены регрессионные зависимости изменения гребнистости почвы после прохода исследуемых рабочих органов, с учётом рассматриваемых факторов влияния.

Для культиватора КБН-8НУ

$$\Gamma(V, G) = 35,053 + 10,271 \cdot V + 0,3678 \cdot G + 2,4535 \cdot V^2 - 0,0041 \cdot G^2; \text{ мм}. \quad (4)$$

Для гладкого катка КВГ-1,4

$$\Gamma(V, G) = 46,439 - 4,347 \cdot V - 0,384 \cdot G + 0,003 \cdot G^2; \text{ мм}. \quad (5)$$

Для комбинированного агрегата БМКА-3,0В

$$\Gamma(V, G) = 23,570 + 0,763 \cdot V - 0,1944 \cdot G - 0,9028 \cdot V^2 + 0,0022 \cdot G^2; \text{ мм}. \quad (6)$$

Аналогичную картину можно наблюдать и при изменении гребнистости поверхностного слоя почвы, при этом можно отметить значительное влияние на изменение показателей типа применяемо-

го рабочего органа.

Изменение исходных свойств почвы исследуемыми рабочими органами влияет на основной отклик – полевую всхожесть, дружность произрастания и вегетационный период. Указанные критерии, принятые за основные отклики проведения полевого опыта, существенно зависят от степени изменения свойств почвы в предпосевной период.

Применение технологической операции выравнивания при комбинации КБН-8НУ гладким водоналивным катком КВГ-1,4 и инновационным выравнителем в составе БМКА-3,0В на режимах работы со скоростями движения от 0,4 м/с до 2,8 м/с при изменении создаваемой рабочими органами нагрузки на почву показало следующие результаты.

Для культиватора КБН-8НУ

$$pv(V, G) = 70,537 - 4,411 \cdot V - 0,283 \cdot G + 0,001 \cdot V^2 + 0,002 \cdot G^2; \%. \quad (7)$$

Для гладкого катка КВГ-1,4

$$pv(V, G) = 46,439 - 4,347 \cdot V - 0,384 \cdot G + 0,003 \cdot G^2; \%. \quad (8)$$

Для комбинированного агрегата БМКА-3,0В

$$pv(V, G) = 59,552 + 8,416 \cdot V + 1,620 \cdot G - 2,720 \cdot V^2 - 0,032 \cdot G^2; \%. \quad (9)$$

Анализ полученных регрессионных зависимостей показывает, что на полевую всхожесть в меньшей степени оказывает влияние распределенная нагрузка на почву во время обработки, а скорость и тип рабочего органа влияют значительно.

Таким образом, наиболее значимым фактором оказывается скорость движения агрегата при предпосевной обработке почвы. Тип рабочего органа больше влияет на показатели гребнистости и полевой всхожести, что свидетельствует о степени важности создания требуемой, равномерно распределенной глубины заделки семян в почву, с соблюдением агротехнических требований по плотности почвы. Величина распределенной нагрузки оказывает меньшее влияние в сравнении с остальными исследуемыми факторами.

Регрессионные зависимости послужили основой для построения трёхмерных графиков (рис.4, 5) с применением лицензионной программы MathcadPrime 3.0 (лицензионное соглашение № 464457 от 10.09.2014).

В отличие от регрессионного уравнения, на графиках зависимости плотности от скорости движения агрегата и распределенной нагрузки, передаваемой почве, наглядно видна значимость влияния типа применяемого агрегата и распределенной нагрузки. При этом в диапазон, соответствующий агротехническим требованиям, попадают только учётные делянки после обработки КБН-8НУ при скорости движения 1,2-2,0 м/с и распределенной нагрузке не менее 37,0 Н, а также БМКА-3,0В, включающий инновационный



выравниватель с распределённой нагрузкой не более 10,0 Н при аналогичной скорости движения агрегата. Почва, обработанная гладким цилиндрическим катком, даже при минимальной нагрузке

не соответствует предъявляемым к предпосевной обработке агротехническим требованиям под посев мелкосеменных культур.

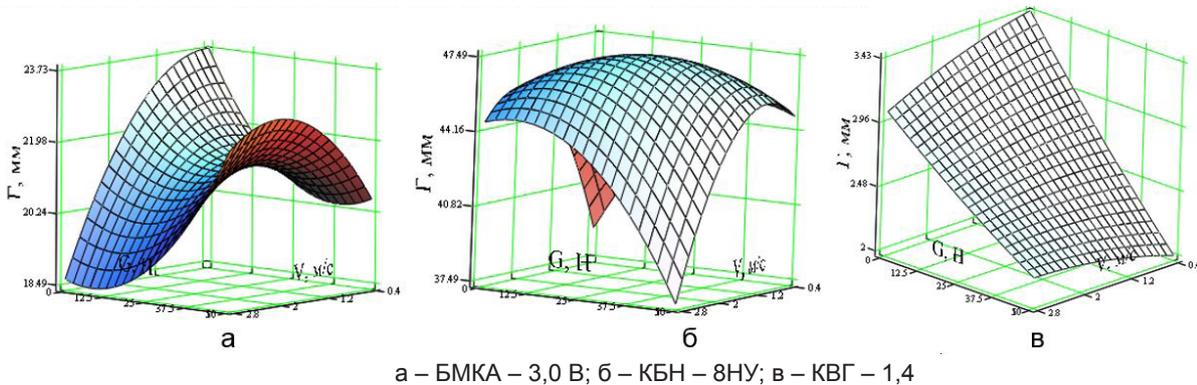


Рис.4 – Пространственные поверхности изменения гребнистости

Анализ полученных поверхностей, показанных на рис.4, позволил установить, что минимальная гребнистость, в отличие от плотности, достигается при предпосевной обработке почвы катком. По мере увеличения распределённой нагрузки гребнистость поверхностного слоя почвы стремится к нулевым значениям. Независимо от режима работы для культиватора КБН-8НУ получить требуемую гребнистость поверхности почвы для посева мелкосеменных культур не представляется возможным, в отличие от применения выравнивате-

ля, после обработки почвы которого, при скорости движения 2,6-2,8 м/с и распределённой нагрузке до 30,0 Н агротехнические требования соблюдаются.

Поскольку основным откликом принят показатель полевой всхожести мелкосеменных культур, выполненные экспериментальные исследования позволили построить пространственные графики поверхностей изменения данного показателя в зависимости от значений исследуемых факторов (рис.5).

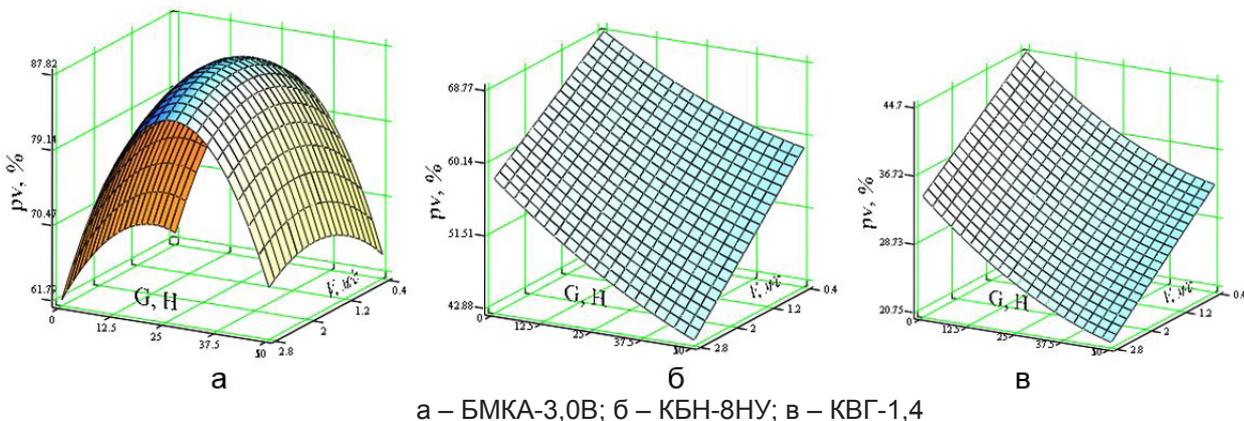


Рис.5 – Пространственные поверхности изменения полевой всхожести

Анализ графических зависимостей изменения полевой всхожести льна-долгунца показывает, что наибольшие значения достигаются при обработке почвы выравнивателем, а наименьшие – при обработке почвы гладким катком. При обработке почвы КБН-8НУ без дополнительных операций значение полевой всхожести занимает промежуточное положение.

Рациональные значения скорости движения агрегата для получения максимальной полевой всхожести при обработке почвы БМКА-3,0В, оборудованного инновационным выравнивателем, составляют 1,7-1,9 м/с при значении распределённой нагрузки 25,0 Н.

При обработке почвы КБН-8НУ с гладким кат-

ком оптимальное значение полевой всхожести льна-долгунца смещается в сторону снижения распределённой нагрузки и скорости движения по сравнению с выравнивателем почвы. Однако, даже при наилучших режимах работы исследуемый показатель не имел максимального значения, в сравнении с исследуемой рабочей поверхностью выравнивателя почвы.

Применение рабочих органов для предпосевной обработки почвы в условиях сельскохозяйственных предприятий не в полной мере обеспечивает выполнение предъявляемых требований по качеству подготовки под посев мелкосеменных культур. Испытанные в результате полевого опыта серийные машины – КБН-8 НУ, КВГ-1,4 не обеспе-



чивали ожидаемого значения по основному отклику – полевой всхожести, максимальное значение которого составило не более 69,0%. Вместе с тем, разработанная и изготовленная инновационная конструкция полозовидного выравнителя почвы позволяет обеспечить требуемое качество подготовки поверхностного горизонта и семенного ложа при рациональных параметрах: длина опорной поверхности – 220 мм, ширина – 100 мм, радиус загиба передней части – 78 мм, и режимах работы: скорость движения – 1,7-1,9 м/с, распределённая нагрузка – 25,0 Н. При установленных рациональных параметрах и режимах работы полозовидного выравнителя значение полевой всхожести увеличилось на 22,0-26,0% в сравнении с серийными машинами и составило 86,5-87,8%.

Заключение

Применение рациональных параметров и режимов работы полозовидного выравнителя в составе комбинированного адаптера БМКА-3,0В позволило повысить полевую всхожесть льна-долгунца за счёт качественно подготовленного поверхностного слоя и семенного ложа дерново-подзолистой почвы. Повышение полевой всхожести возделываемых мелкосеменных культур способствовало увеличению урожайности льносырья и номера полученного льноволокна, что подтверждается актами измерений. Проведённые расчёты энергетической эффективности использования полозовидного рабочего органа показали, что уменьшение энергетических затрат на выполняемые технологические процессы составило 431,0 МДж/га.

Следующим этапом исследования является проведение технико-экономической оценки выполненных сравнительных испытаний.

Список литературы

1. Стратегия развития льняного комплекса [Электронный ресурс] / Рослёнконопля, 2018. – Режим доступа: <https://www.rosflaxhemp.ru/news.html/id/2251>
2. Голубев, В. В. Блочно – модульный адаптер

БМКА – 3,0 [Текст] / Д. М. Рула, В. В. Голубев, В. С. Коробкин // Машинно–технологическая модернизация льняного агропромышленного комплекса на инновационной основе : сб. науч. тр. – Тверь : ВНИИМЛ, 2014. – С. 50 – 53.

3. Выравнивающий рабочий орган сеялки [Текст] : пат. 181973 РФ : МПК6А 01 С 7/20, А 01 В 35/02 / М.В. Никифоров, В.В. Голубев, А.С. Фирсов, А.В. Кудрявцев ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Тверская государственная сельскохозяйственная академия» (ФГОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия»). - № 2018111823; заявл. 02.04.2018 ; опублик. 30.07.2018, Бюл. № 22. – 9с.

4. ГОСТ 20915 – 2011 Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний [Текст]. – М. : Стандартиформ. – 2013. – 28 с.

5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта [Текст] / Б. А. Доспехов. - М. : Агропромиздат, 1985. – 352 с.

6. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почвы [Текст] / А. Ф. Вадюнина, З. Л. Корчагина. - М. : Агропромиздат, 1986. – 416 с.

7. Объедков, М. Г. Лён – долгунец [Текст] / М. Г. Объедков. - М. : Россельхозиздат, 1979. – 224 с.

8. Результаты полевого опыта выравнителя почвы при возделывании льна–долгунца [Текст] / М. В. Никифоров, А. С. Фирсов, А. Н. Андреев [и др.] // Агротехника и энергообеспечение. – 2018. – № 3. – С. 91-95.

9. Хайлис, Г. А. Исследования сельскохозяйственной техники и обработка опытных данных [Текст] / Г. А. Хайлис, М. М. Ковалев. - М. : Колос, 1984. – 174 с.

10. Кирьянов, Д. В. Mathcad 15/ MathcadPrime 1.0 [Текст] / Д. В. Кирьянов. - СПб. : БХВ – Петербург, 2012. – 432 с.

RESULTS OF FIELD EXPERIENCE OF PRE-SILLED TREATMENT OF SOIL UNDER FLAX CROPS

Nikiforov Maksim V., applicant for the department of technological and transport machines and complexes, Tver State Agricultural Academy, mnikiforov@tvgsa.ru

Golubev Vyacheslav V., Doctor of Technical Science, Associate Professor, Tver State Agricultural Academy, 135slava@mail.ru

Shemyakin Alexander V., Doctor of Technical Science, Associate Professor, Head of the Faculty of Organization of Transport Processes and Life Safety, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, shem.alex62@yandex.ru

Terentyev Vyacheslav V., Candidate of Technical Science, Associate Professor of the Faculty of Organization of Transport Processes and Life Safety, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, vvt62ryazan@yandex.ru

In the complex of measures for the cultivation of small-seeded crops, a special place is occupied by the quality of performing technological operations associated with preparing the soil for sowing in the spring, pre-sowing period. A significant set of working bodies, agricultural machines for pre-sowing tillage puts difficulties when choosing the optimal parameters and modes of working bodies, depending on the operating conditions. The aim of the study is to determine the main technological regimes and design parameters of existing working bodies used for pre-sowing tillage for flax in comparison with the innovative polosoid type equalizer. Based on the analysis of the scientific literature and patent search, a design of the working body for leveling the surface horizon and compacting the seed bed, corresponding to the requirements of agrotechnical requirements, is proposed. In accordance with standard and particular methods, a program of field experience has been



developed and approved, one of the elements of which is comparative testing of the working bodies of tillage machines. Using the method of mathematical planning, a plan has been compiled - a matrix of a full-factor experiment 33, which made it possible to increase the information content of the data obtained at the optimal time and cost. The results obtained during the field experiment were processed statistically using licensed software products and obtaining regression equations and the surfaces of the main responses - field germination, soil properties. The analysis of the results of field experience allowed us to determine the optimal technological modes of operation of an innovative equalizer in the composition of the block-modular combined adapter BMKA - 3.0 V, based on the maximum value of the main response - field germination of flax.

Key words: field experience, pre-sowing tillage, field germination, flax - dolgunets, equalizer, ridging, density, small seed crops

Literatura

1. Strategiya razvitiya l'nyanogo kompleksa [Elektronnyj resurs] / Roslyonkonoplya, 2018. - tochkadostupa: <https://www.rosflaxhemp.ru/news.html/id/2251>
2. Golubev, V.V. Blochno – modul'nyj adapter BMKA – 3,0 / D.M. Rula, V.V. Golubev, V.S. Korobkin // Mashinno – tekhnologicheskaya modernizatsiya l'nyanogo agropromyshlennogo kompleksa na innovatsionnoj osnove, sb. nauch. tr. – Tver'. – VNIIML. – 2014. – S. 50 – 53.
3. Vyravnivayushhij rabochij organ seyalki : pat. 181973 Ros.Federatsiya : MPK6A 01 C 7/20, A 01 B 35/02 / M.V. Nikiforov, V.V. Golubev, A.S. Firsov, A.V. Kudryavtsev ; zayavitel' ipatentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Tverskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyajstvennaya akademiya» (FGOU VO «Tverskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyajstvennaya akademiya»). - № 2018111823; zayavl.02.04.2018 ;opubl. 30.07.2018, Byul.№ 22. – 9s.
4. GOST 20915 – 2011 Ispytaniya sel'skokhozyajstvennoj tekhniki. Metody opredeleniya uslovij ispytaniy. M.: Standartinform. – 2013. – 28 s.
5. Dospikhov, B.A. Metodika polevogo opyta [Tekst] / B.A. Dospikhov / M.: Agropromizdat, 1985. – 352 s.
6. Vadyunina, A.F. Metodyi ssledovaniya fizicheskikh svoystv pochvy [Tekst] / A.F. Vadyunina, Z.L. Korchagina / M.: Agropromizdat. – 1986. – 416 s.
7. Ob"edkov, M.G. Lyon – dolgunets. [Tekst] / M.G. Ob"edkov / M.: Rossel'khozizdat. – 1979. – 224 s.
8. Nikiforov, M.V. Rezul'taty polevogo opyta vyravnivatelya pochvy pri vozdeleyvanii l'na – dolguntsa [Tekst] / M.V. Nikiforov, A.S. Firsov, A.N. Andreevi dr./Agrotekhnika i ehnergoobespechenie. – 2018. – № 3. – S. 91 – 95.
9. KHajlis, G.A. Issledovaniya sel'skokhozyajstvennoj tekhniki i obrabotka opytnykh dannykh [Tekst] / G.A. KHajlis, M.M. Kovalev / M.: Kolos, 1984. – 174 s.
10. Kir'yanov, D.V. Mathcad 15/ Mathcad Prime 1.0 [Tekst] / D.V. Kir'yanov/ SPb.: BKHV – Peterburg. – 2012. – 432 s.



УДК 637.03

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ДЕСЕРТНЫХ БЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

ОМАРОВ Руслан Сафербегович, канд. техн. наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Ставропольский государственный аграрный университет, dooctor@yandex.ru

АНТИПОВА Людмила Васильевна, д-р техн. наук, профессор кафедры технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, antipova.l54@yandex.ru

СЫЧЕВА Ольга Владимировна, д-р с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Ставропольский государственный аграрный университет, olga-sycheva@mail.ru

ШЛЫКОВ Сергей Николаевич, д-р биол. наук, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Ставропольский государственный аграрный университет, segwan@rambler.ru

В настоящее время актуальной задачей является разработка пищевых продуктов, нутриентно адекватных современным требованиям рационального питания. При этом отдельного внимания заслуживают вопросы создания белковых продуктов, в том числе на основе вторичного животного сырья. В данной статье представлены результаты изучения возможности использования плазмы



крови убойных животных для разработки желе с овощными соками. Изучение химического состава и физико-химических свойств плазмы крови показало целесообразность разработки белкового продукта на ее основе с внесением овощных соков. Экспериментально установлено, что лучшими структурными характеристиками обладали образцы с массовой долей соков до 40%. Предложена блок-схема технологического процесса производства белкового желеобразного продукта. Оценка качества полученного продукта показала, что белково-овощное желе обладает высокими органолептическими показателями: плотной упругой консистенцией, оригинальным вкусом, привлекательным внешним видом. Изделие содержит до 6% легкоусвояемого белка, является источником пищевых волокон, минеральных соединений и витаминов, а также имеет приемлемый срок хранения. Оценка биологической ценности продукта на основании изучения аминокислотного состава показала, что белок продукта является полноценным и имеет высокую степень сбалансированности незаменимых аминокислот, что говорит о его хорошей усвояемости. Это позволяет рекомендовать его для широкого круга потребителей в качестве источника эссенциальных нутриентов и для профилактики различных форм белковой недостаточности.

Ключевые слова: плазма крови убойных животных, овощные соки, желеобразование, белковые продукты

Введение

Рациональное использование всех пищевых компонентов сельскохозяйственного сырья является основой для создания устойчивой продовольственной базы государства, и при этом особую важность имеет поиск путей максимального использования в продуктах питания всех источников пищевого белка. Это обуславливается как чрезвычайной важностью белков и их структурных единиц в реализации ряда биологических процессов в организме человека, так и имеющимся дефицитом белка в питании существенной части населения планеты. При этом немаловажным аспектом является качество белка, предопределяющее его усвояемость и способность поддерживать гомеостаз организма [1]. Одним из важнейших ресурсов полноценного животного белка является плазма крови сельскохозяйственных животных. Ее получают путем сепарирования цельной стабилизированной крови, разделяя на форменные элементы ярко-красного цвета и неокрашенную плазму, которая содержит в среднем 90-92% воды, 6,5-7,0% белка, 0,69-0,9% неорганических соединений (табл.1).

Таблица 1 – Химический состав плазмы крови сельскохозяйственных животных

| Компоненты плазмы крови | Массовая доля, % | |
|-------------------------|----------------------|--------|
| | Крупный рогатый скот | Свиньи |
| Вода | 91,36 | 91,76 |
| в том числе: | 8,64 | 8,24 |
| Белок | 7,25 | 6,77 |
| Углеводы | 0,11 | 0,12 |
| Жир | 0,09 | 0,20 |
| Жирные кислоты | - | 0,08 |
| Холестерин | 0,12 | 0,04 |
| Фосфор в виде нуклеина | 0,001 | 0,002 |
| Натрий | 0,43 | 0,43 |
| Калий | 0,03 | 0,03 |
| Кальций | 0,01 | 0,01 |
| Магний | 0,005 | 0,005 |
| Хлор | 0,04 | 0,04 |

Использование продуктов убоя животных, особенно крови, чрезвычайно актуально, что объясняется богатым химическим составом, лечебными и биологическими свойствами [4, 5, 7]. Рядом исследователей установлено, что плазма крови содержит биологически активные амины, ферменты, свободные аминокислоты, гормоны и сотни других различных соединений белковой природы [4, 8, 10].

По качеству белка кровь убойных животных и ее фракции не уступают белкам мяса, которые являются одним из главных источников незаменимых аминокислот в питании человека. При этом важно учитывать существенные количества этого вторичного сырья, потенциальные возможности переработки которого реализованы недостаточно [6, 10].

Давая оценку функциональным свойствам плазмы крови, необходимо отметить высокую желеобразующую способность ее белков, которая превосходит по данному показателю соевый изолят. Белки плазмы крови формируют плотные, но при этом эластичные и стабильные гели при концентрации белка 8,0-8,5%, тогда как для прочих глобулярных белков необходима концентрация около 9-10%.

Положительно оценивая опыт использования плазмы в технологии пищевых продуктов, следует отметить ограниченность их ассортимента. В связи с этим практический интерес представляет создание желеобразных продуктов на основе плазмы.

Объекты и методы исследования

Цель работы – изучить условия желирования и предложить рецептурную композицию для создания новых видов белковых продуктов.

Экспериментальные исследования проводились на базе кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, а также в аккредитованной учебно-научной испытательной лаборатории Ставропольского ГАУ.

Объектами исследований являлись: плазма крови крупного рогатого скота, соответствующая ГОСТ 33674-2015, морковный и тыквенный соки, опытные образцы желе.

Массовую долю основных компонентов продукта – влаги, белка, золы – определяли по стандартным методикам, величину относительной вязкости измеряли на вискозиметре Энглера [3]. Аминокис-



лотный состав определяли на аминокислотном анализаторе AAA-400 по стандартным методикам, минеральный и витаминный состав – расчетным путем, согласно справочным данным. Повторность опытов трехкратная, математическая обработка проводилась в программе Microsoft Office Excel 2007.

Результаты и обсуждение

При исследовании влияния различных физико-химических факторов оценочным критерием интенсивности гелеобразования была выбрана относительная вязкость. Изучение влияния рН среды на гелеобразующую способность белков плазмы показало, что значения относительной вязкости (Э) плазмы крови имеют два оптимума, как при кислой реакции среды (рН 3,2-3,8), так и при щелочной (рН 13,8-14,6). При этом в области щелочных значений рН вязкость плазмы крови имеет более высокие значения (примерно на 20%) (рис. 1).

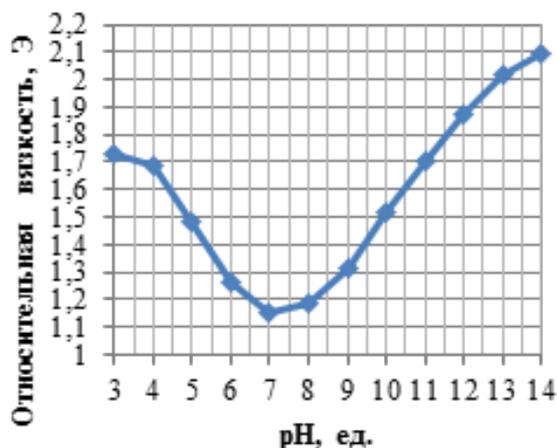


Рис. 1 – Влияние активной кислотности на гелеобразующую способность белков плазмы

Известно [1, 8], что при смещении рН от изоэлектрической точки белков плазмы изменяется и ее вязкость. Однако использование данной закономерности в технологии пищевых продуктов представляется нецелесообразным, так как употребление продуктов со щелочной реакцией может негативно сказаться на здоровье человека. Поэтому на следующем этапе исследований производили подбор реагентов, понижающих рН плазмы с образованием гелеобразной структуры и одновременно придающих вкус. Для этого применялись органические кислоты: виноградная, молочная, янтарная, яблочная.

С медико-биологической точки зрения высокие концентрации кислот нежелательны для организма человека, поэтому их содержание в растворе для образования геля стремились сделать минимальным. Изучение влияния органических кислот различных концентраций на гелеобразование плазмы крови показало, что при внесении 7-10%-й молочной кислоты происходит образование эластичного геля, остальные используемые кислоты оказались неэффективными.

Одним из дефицитных компонентов в рационе питания человека, наряду с полноценным белком, являются пищевые волокна, положительно влияющие на пищеварение человека, а также способствующие очищению организма от тяжелых металлов и токсинов, предупреждая тем самым развитие ряда заболеваний. Благодаря исследованиям В.Б. Толстогузова известно, что смеси полисахаридов и растворов белков при переводе их в гелеобразное состояние быстрее формируют пространственную сетку и характеризуются меньшим значением показателя критической концентрации гелеобразования [2, 7]. Это обусловило дальнейшее направление исследований, связанное с изучением целесообразности совместного использования плазмы крови и натуральных соков для получения стабильного желеобразного белкового продукта. В качестве сокового компонента были выбраны морковный и тыквенный соки с мякотью, богатые пищевыми волокнами, витаминами, микро- и макроэлементами. Результаты эффективности формирования желеобразных систем при внесении соков с мякотью отображены на рисунке 2.

Рис. 2 – Влияние овощных соков с мякотью на гелеобразующую способность белков плазмы

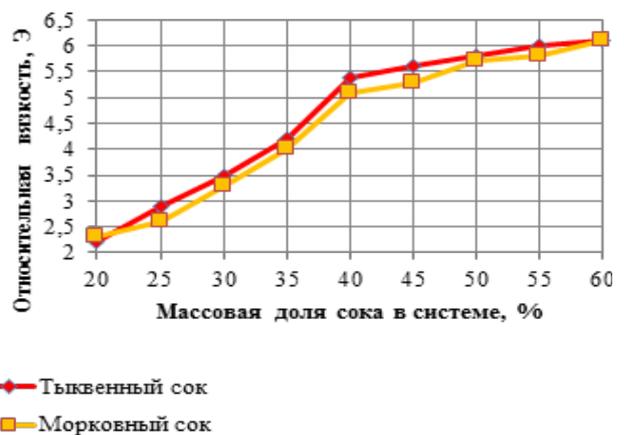


Рис. 2 – Влияние овощных соков с мякотью на гелеобразующую способность белков плазмы

Положительные результаты, полученные при добавлении в плазму морковного и тыквенного соков с мякотью, очевидно, связаны с взаимодействием белков плазмы с макромолекулами клетчатки, на долю которой в используемых соках приходится 1,2-1,4%.

Прочность структуры полученных гелей находится в прямой зависимости от содержания соков в составе изделия, однако при повышении массовой доли сока (свыше 40%) происходит снижение биологической ценности продукта в связи с разбавлением основной среды – плазмы крови. Блок-схема производства желе на основе плазмы крови и овощных соков представлена на рисунке 3.

Готовое к употреблению белково-овощное желе обладает хорошими органолептическими показателями: плотной упругой консистенцией, оригинальным вкусом, привлекательным внешним видом. Изделие имеет сравнительно длительный срок хранения, является ценным источником легкоусвояемого белка, углеводов (табл. 2), минеральных соединений и витаминов (табл. 3).

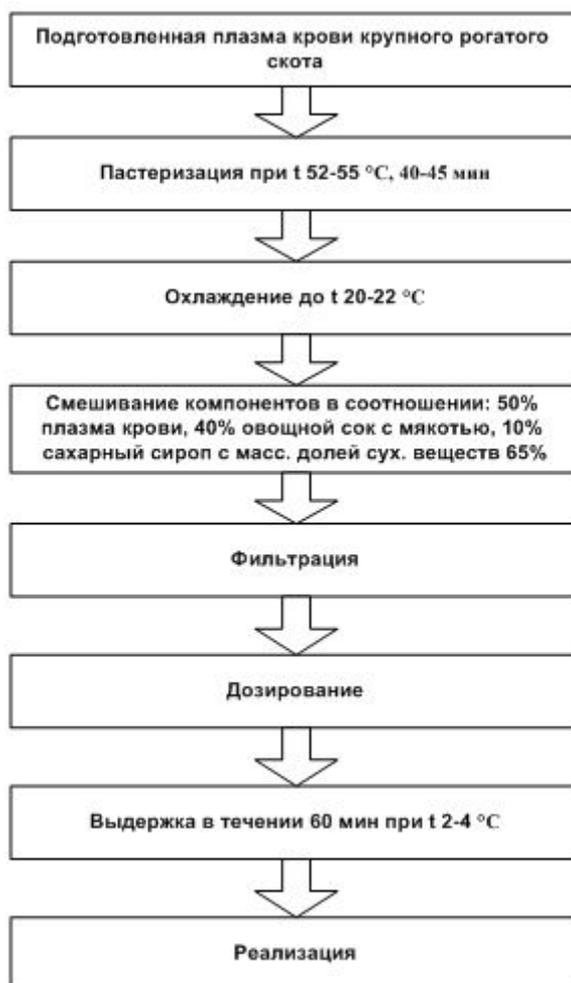


Рис. 3 – Блок-схема производства желейного продукта

Таблица 2 – Результаты изучения качественных характеристик белково-овощных желейных продуктов

| Показатель | Желейный продукт | |
|------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| | С морковным соком | С тыквенным соком |
| Содержание, %: | | |
| влаги | 80,65 | 84,78 |
| белка | 5,60 | 5,30 |
| редуцирующих сахаров | 7,12 | 4,10 |
| золы | 1,66 | 1,47 |
| пищевых волокон | 0,89 | 0,95 |
| Органолептические показатели | | |
| Консистенция | Плотная, эластичная, упругая | |
| Внешний вид | Гомогенная желеобразная масса | |
| Цвет | Светло-оранжевый | Соломенно-желтый |
| Вкус | Сладкий, без специфического привкуса | |
| Запах | Характерный для конкретного вида сока | |



Таблица 3 – Результаты анализа минерально-витаминного состава белково-овощных желейных продуктов

| Содержание | Желейный продукт | |
|--------------------------|-------------------|-------------------|
| | С морковным соком | С тыквенным соком |
| Минеральные вещества, %: | | |
| натрий | 0,451 | 0,434 |
| калий | 0,230 | 0,034 |
| кальций | 0,069 | 0,037 |
| магний | 0,059 | 0,018 |
| Витамины, мг%; | | |
| β-каротин | 9,00 | 1,50 |
| B1 | 0,07 | 0,05 |
| B2 | 0,08 | 0,06 |
| C | 1,00 | 0,05 |
| никотиновая кислота | 8,00 | 12,00 |

Для оценки биологической ценности полученного продукта было изучено содержание и сбалансированность незаменимых аминокислот.

Таблица 4 – Содержание незаменимых аминокислот в белково-овощных желейных продуктах

| Наименование аминокислоты | Содержание г/100 г белка морковного желе | Аминокислотный скор, % | Содержание г/100 г белка тыквенного желе | Аминокислотный скор, % |
|---------------------------|--|------------------------|--|------------------------|
| Лизин | 5,6 | 101,8 | 5,5 | 100,0 |
| Метионин+цистин | 3,6 | 94,7 | 3,4 | 97,1 |
| Треонин | 4,5 | 112,5 | 4,6 | 115,0 |
| Изолейцин | 3,9 | 92,5 | 3,8 | 95,0 |
| Лейцин | 7,2 | 102,9 | 7,5 | 107,1 |
| Триптофан | 1,2 | 120,0 | 1,1 | 110,0 |
| Валин | 4,8 | 96,0 | 4,9 | 98,0 |
| Фенилаланин+тирозин | 6,2 | 103,3 | 6,4 | 106,7 |

В результате установлено, что белок продукта содержит все незаменимые аминокислоты и имеет высокую степень сбалансированности, что позволяет говорить о его хорошей усвояемости.

Изучение способности к сохранению продукта показало, что при хранении желе в холодильнике (при температуре 2-4° С) общее микробное число через трое суток не превышает 1×10^3 - 1×10^4 КОЕ в 1 г продукта, рекомендуемое для аналогичных продуктов.

Выводы

Таким образом, разработанные белково-овощные желейные продукты характеризуются высокими качественными показателями, являются источником полноценного животного белка, витаминов, микро- и макроэлементов, что позволяет рекомендовать их для широкого круга потребителей в качестве источника эссенциальных нутриентов и для профилактики различных форм белковой недостаточности.

Список литературы

1. Антипова, Л. В. Использование нетрадиционных видов сырья при разработке лечебно-профилактических продуктов [Текст] / Л. В. Антипова, А. С. Пешков, А. Е. Куцова // Хранение и переработка

сельхозсырья. – 2009. – № 3. – С. 67-69.

2. Толстогузов, В. Б. Новые формы белковой пищи [Текст] / В. Б. Толстогузов. - М. : Агропромиздат, 1987.–289 с.

3. Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясопродуктов [Текст] / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов. – М. : Колос, 2004. – 571 с.

4. Антипова, Л. В. Возможность использования плазмы крови убойных животных в новых белковых продуктах [Текст] / Л. В. Антипова, А. Л. Кульпина // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. - 1998. - № 5-6. - С. – 53-55.

5. Научные основы здорового питания [Текст] / В.А. Тутельян [и др.]. – М. : Издательский дом «Панорама», 2010. – 816 с.

6. Кригер, О. В. Влияние способа предварительной обработки на выход и фракционный состав белков плазмы крови [Текст] / О. В. Кригер, А. В. Изгарышев, А. П. Лапин // Техника и технология пищевых производств. – 2012. - № 2. – С. 57-61.

7. Курбанова, М. Г. Функционально-технологические свойства белков [Текст] / М. Г. Курбанова // Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов : сб. науч. работ. – Кемерово, 2003. – Вып. 6. – С. 35-36.



8. Heat-induced gelation of porcine blood. Plasma proteins as affected by pH [Tekst] / Davila, E., Pares, D., Cuvelier, G., & Relkin, P. // *Meat Science*. - 2007. - 76(2). - pp. 216-225.

9. Biotechnological aspects in the development of functional food products [Tekst] / Omarov R.S., Antipova L.V., Konieva O.N., Meshcheryakov V.A., Shlykov S.N. // *Research Journal of Pharmaceutical,*

Biological and Chemical Sciences. - 2018. - T. 9. - № 3. - P. 751-755.

10. Yousif, A. M. Incorporation of bovine dry blood plasma into biscuit flour for the production of pasta [Tekst] / Yousif, A. M., Cranston, P., & Deeth, H. C. // *Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie-Food Science and Technology*. - 2003. - 36(3). - 295-302.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY DESSERT PROTEIN PRODUCTS BASED ON SECONDARY ANIMAL ORIGIN RAW MATERIALS

Omarov Ruslan S., candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of Technology Production and Processing of Agricultural Products, Stavropol State Agrarian University, dooctor@yandex.ru

Antipova Lyudmila V., doctor of technical sciences, Professor of the Department of Technology of Products of Animal Origin, Voronezh State University of Engineering Technologies, antipova.l54@yandex.ru

Sycheva Olga V., doctor of agricultural sciences, Professor, Head Department of Technology Production and Processing of Agricultural Products, Stavropol State Agrarian University, olga-sycheva@mail.ru

Shlykov Sergei N., doctor of biological sciences, Professor of the Department of Technology Production and Processing of Agricultural Products, Stavropol State Agrarian University, segwan@rambler.ru

Currently, the urgent task is the development of food products that are nutrient-adequate to the modern requirements of a balanced diet. In this case, special attention should be paid to the creation of protein products, including those based on secondary animal raw materials. This article presents the results of studying the possibility of using blood plasma of slaughter animals for the development of jelly with vegetable juices. The study of the chemical composition and physicochemical properties of blood plasma has shown the feasibility of developing a protein product based on it with the addition of vegetable juices. It was established experimentally that samples with a mass fraction of juices up to 40% had the best structural characteristics. A flowchart of the technological process for the production of a protein jelly product is proposed. Evaluation of the quality of the obtained product showed that the protein-vegetable jelly has high organoleptic characteristics: dense elastic texture, original taste, attractive appearance. The product contains up to 6% easily digestible protein, is a source of dietary fiber, mineral compounds and vitamins, and also has an acceptable shelf life. Evaluation of the biological value of the product based on the study of amino acid composition showed that the protein of the product is complete and has a high degree of balance of essential amino acids, which indicates its good digestibility. This allows recommending it to a wide range of consumers as a source of essential nutrients and for the prevention of various forms of protein deficiency.

Key words: blood plasma of slaughter animals, vegetable juices, gelation, protein products.

Literatura

1. Antipova, L.V. Ispol'zovaniye netraditsionnykh vidov syr'ya pri razrabotke lechebno-profilakticheskikh produktov / L.V. Antipova, A.S. Peshkov, A.Ye. Kutsova // *Khraneniye i pererabotka sel'khozsyrya*. - 2009. - №3. - S. 67-69.

2. Tolstoguzov, V. B. Novyye formy belkovoy pishchi / Tolstoguzov V. B. - M.: Agropromizdat, 1987.-289 s.

3. Antipova, L.V. Metody issledovaniya myasa i myasoproduktov / L.V. Antipova, I.A. Glotova, I.A. Rogov. - M.: Kolos, 2004. - 571 s.

4. Antipova, L.V., Kul'pina A.L. Vozmozhnost' ispol'zovaniya plazmy krovi uboynykh zhivotnykh v novykh belkovykh produktakh / L.V. Antipova, A.L. Kul'pina // *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya*. 1998. № 5-6. S. - 53-55.

5. Tutel'yan, V.A. Nauchnyye osnovy zdorovogo pitaniya / V.A. Tutel'yan i dr. - M.: Izdatel'skiy dom «Panorama», 2010. - 816 s.

6. Kriger, O.V. Vliyaniye sposoba predvaritel'noy obrabotki na vykhod i fraktsionnyy sostav belkov plazmy krovi / O.V. Kriger, A.V. Izgaryshev, A.P. Lapin // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*. - 2012. - № 2. - S. 57-61.

7. Kurbanova, M.G. Funktsional'no-tekhnologicheskkiye svoystva belkov / M.G. Kurbanova // *Produkty pitaniya i ratsional'noye ispol'zovaniye syr'yevykh resursov: sb. nauch. rabot* - Kemerovo, 2003. - Vyp. 6. - S. 35-36.

8. Davila, E., Pares, D., Cuvelier, G., & Relkin, P. Heat-induced gelation of porcine blood. Plasma proteins as affected by pH // *Meat Science*. 2007. - 76(2). - pp. 216-225.

9. Omarov R.S., Antipova L.V., Konieva O.N., Meshcheryakov V.A., Shlykov S.N. Biotechnological aspects in the development of functional food products // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018. - T. 9. - № 3. - P. 751-755.

10. Yousif, A. M., Cranston, P., & Deeth, H. C. Incorporation of bovine dry blood plasma into biscuit flour for the production of pasta // *Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie-Food Science and Technology*. 2003. - 36(3). - 295-302.



УДК 631.33

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОЧАГОВОГО ДВУХУРОВНЕВОГО ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ПОСЕВЕ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

ОРЕШКИНА Мария Владимировна, д-р техн. наук, профессор кафедры технических систем в агропромышленном комплексе, oreshkina.mariya@yandex.ru

КОШЕЛЕВА Юлия Фазуллаховна, магистрант кафедры технических систем в агропромышленном комплексе

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Статья посвящена замене разбросного способа внесения минеральных удобрений, очаговым двухуровневым двухсторонним способом внесения минеральных удобрений при посеве сахарной свеклы. Предложено устройство в виде посевной секции для очагового двухуровневого двухстороннего способа внесения минеральных удобрений. Каждая секция включает: механизм подвески секций, высевной аппарат, семенной и туковый сошники, загортачи и колеса, винт регулировочной глубины хода семенного сошника и подставку. На стойки параллелограммной подвески закреплены два диска. На внутренней стороне подвижных дисков жестко прикреплены дозаторы для удобрений. На каждом диске установлены двенадцать дозаторов сложной формы. На поверхности дисков установлены направляющие, которые закрывают удобрения. Диски для семян и удобрений получают вращение от приводного вала посевной секции. В верхней части диска дозаторы засыпаются, дойдя до конца направляющих, дозаторы освобождаются от минеральных удобрений. Приведены теоретические предпосылки к обоснованию некоторых конструктивных и кинематических параметров устройства для очагового внесения удобрений на двух уровнях и данные экспериментальной проверки количества минеральных удобрений, массы порции удобрений в очаге, объема дозатора диска, частоты вращения опорного колеса и окружной скорости диска.

Ключевые слова: сахарная свекла, сплошной и локальный способы внесения минеральных удобрений, очаговый односторонний двухуровневый и очаговый двухуровневый двухсторонний способы внесения минеральных удобрений

Введение

Сахарная свекла – важная техническая культура, корнеплод которой содержит 19-22% сахара и является основным сырьем для сахарной промышленности. Кроме сахара, в процессе переработки корнеплодов получают ценные дополнительные продукты – жом. Ботва сахарной свеклы – питательный корм для скота. Сахарная свекла имеет также большое агротехническое значение (благоприятно влияет на развитие всех культур в севообороте, повышает общую их продуктивность).

Агрохимической наукой доказано, что ту же прибавку урожая можно получить и половинной дозой, рекомендованной для разбросного внесения удобрений, но при внутрипочвенном локальном их внесении одновременно с посевом. Локальное внесение удобрений на двух уровнях в сравнении с одноуровневым внесением обеспечивает наибольшую прибавку урожая.

Стремление повысить урожайность сельскохозяйственных культур за счет применения минеральных удобрений требует совершенствования процесса их внесения.

Удобрения необходимо вносить в агротехниче-

ские сроки, соблюдать установленные дозы внесения, с максимально возможной равномерностью распределять удобрения по всей площади поля. Дозы внесения определяют агрохимики для каждого поля по картограммам, величине запланированного урожая и наличию удобрений в хозяйстве.

Исследованиями установлено, что одноразовое внесение полной дозы по 170 кг д. в./га NPK способствует повышению урожайности корнеплодов сахарной свеклы на 12% (с 350 до 390 ц/га), по сравнению с дробным (в 4 приема) их внесением значительно (на 40%) сокращаются затраты на внесение удобрений [1].

Очаговый двухуровневый способ внесения удобрений

В настоящее время в России при посеве сахарной свеклы используются сеялки как отечественного, так и зарубежного производства.

Примерами сеялок отечественного производства являются ССТ-12В, СТВТ-12/8М, УПС-12, и др. Эти сеялки предназначены для пунктирного посева калиброванных, дражированных и обычных семян сахарной и кормовой свеклы, кукурузы, подсолнечника, клецелины, сорго, сои, с одновременным, раздельным от семян внесением грану-



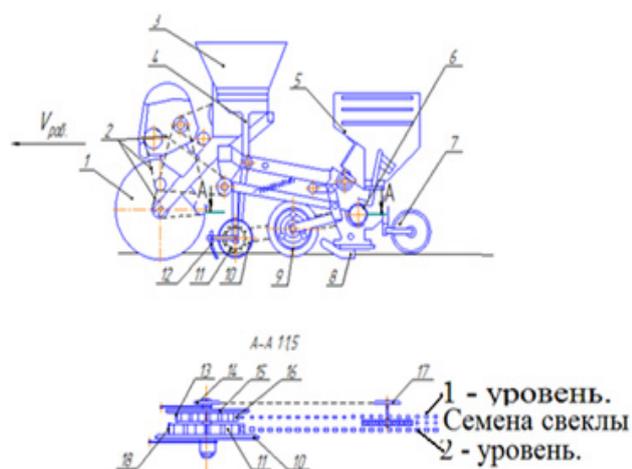
лированных минеральных удобрений и прикатыванием почвы в рядках.

Для обеспечения внесения удобрений в виде очагов на двух уровнях разработана конструктивно-технологическая схема посевной секции сеялки технических культур (рис. 1.), основными элементами которой являются устройство для очагового внесения удобрений на двух уровнях и высеваший семена аппарат. Кинематическая связь дисков для семян и удобрений состоит из цепей, а также звездочек привода их валов. Диски для семян и удобрений получают вращение от приводного вала посевной секции 6.

Основным элементом устройства для очагового внесения удобрений на двух уровнях являются диски. Дозаторы имеют сложную форму, с возможностью изменения объема. Диски имеют разные диаметры. Первый диск имеет диаметр 300 мм, а второй – 220 мм.

Устройство для очагового внесения удобрений на двух уровнях включает сошник 1 (рис.1). На стойке параллелограммной подвески закреплены два диска 10. На каждом диске установлены 12 дозаторов сложной формы. Над дозаторами имеется делитель потока минеральных удобрений 4, который делит поток на 30% и 70%.

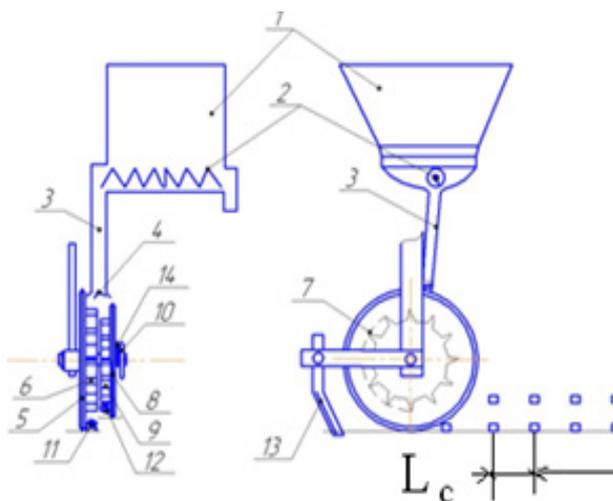
Из тукопровода, имеющего делитель потока, дозаторы заправляются минеральными удобрениями и затем отправляются в зону, где стоит направляющая, которая предотвращает потери. Дойдя до конца направляющей, дозаторы по очереди освобождаются от минеральных удобрений.



1 – опорно-приводное колесо; 2 – редуктор;
3 – бункер для минеральных удобрений; 4 – тукопровод; 5 – бункер семенной; 6 – высеваший аппарат; 7 – каток; 8 – сошник; 9 – колесо подвески; 10 – диск с дозаторами, вносящими минеральные удобрения на второй уровень; 11 – направляющая;

12 – сошник для нарезки щели диску с дозаторами

Рис. 1 – Схема очагового двухуровневого способа внесения удобрений при посеве сеялкой ССТ-12В



1 – бункер для минеральных удобрений;
2 – дозатор пружинный; 3 – тукопровод; 4 – делитель потока минеральных удобрений; 5 – диск; 6 – дозаторы второго уровня; 7 – направляющая; 8 – диск; 9 – дозаторы первого уровня; 10 – звездочка привода дисков; 11 – очаги минеральных удобрений второго уровня; 12 – очаги минеральных удобрений первого уровня; 13 – сошник

Рис. 2 – Схема устройства для очагового внесения удобрений на двух уровнях

На поверхности подвижных дисков 5 и 8 жестко прикреплены дозаторы 6 и 9 для удобрений (рис.2). На поверхности дисков установлены направляющие 7, которые закрывают удобрения. В верхней части диска дозаторы засыпаются, дойдя до конца направляющих, дозаторы освобождаются от минеральных удобрений.

Количество минеральных удобрений M_p вносимых на двух уровнях очагами при посеве свеклы на гектар, составит [4]

$$M_p = \frac{D_y}{Z_p \cdot n_d}, \quad (1)$$

где D_y – доза минеральных удобрений, кг;

Z_p – число рядков, $Z_p=12$;

n_d – количество дисков, $n_d=2$.

Определим массу m_0 порции удобрений в очаге [4]

$$m_0 = \frac{M_p}{Z_k \cdot n_d \cdot n} \quad (2)$$

где Z_k – число дозаторов на поверхности диска, $Z_k=12$;

n – частота вращения диска, $n=75 \text{ мин}^{-1}$

Объем дозатора диска V_R (м^3) с учетом коэффициента заполнения минеральными удобрениями определяется из выражения [4]

$$V_R = \frac{M_p \cdot a}{K \cdot m_0 \cdot \rho_y \cdot Z_k \cdot n} \quad (3)$$



где ρ_y – плотность удобрений, кг/м³
 k – коэффициент, учитывающий заполнение дозатора вращающего диска туками.

Определяем шаг пунктира (расстояние между семенами в рядке) из соотношения [3]

$$L_c = \frac{10 \cdot m_c}{Q \cdot a} \quad (4)$$

где m_c – масса одного семени, кг
 Q – норма внесения удобрений, кг.

Частота вращения опорного колеса равна [4]

$$n = \frac{V_p}{\pi \cdot D_k} \quad (5)$$

где V_p – рабочая скорость агрегата, м/с;
 D_k – диаметр колеса, м.

Определяем окружную скорость диска

$$V_{окр} = \sqrt{g \cdot R_d}, \quad (6)$$

где g – ускорение свободного падения, м/с²;
 R_d – радиус диска, м.

Глубина дозатора h рассчитывается из выражения [4]

$$h = \sqrt{\frac{Q \cdot a}{k \cdot n_c \cdot \rho_y \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot c}} \quad (7)$$

где α – угол наклона стенки дозатора, $\alpha = 30^\circ$
 c – ширина дозатора, м.

n_c – количество семян на одном погонном метре, шт./м.

Заключение

Используя эти выражения, определяем количество минеральных удобрений на гектар, вносимых очагами на двух уровнях при посеве сахарной свеклы.

Список литературы

1. Булаев, В. Е. О классификации приемов локального внесения минеральных удобрений [Текст] / В. Е. Булаев // Бюллетень ВИУА. - М., 1984. - № 63. - С. 3-7.

2. Кормановский, Л. П. Точное (прецизионное) земледелие и дифференциальное применение удобрений [Текст] / Л. П. Кормановский // Машинные технологии дифференцированного применения удобрений и мелиорантов : Труды 2-й Международной научно-практической конференции по проблеме дифференцированного применения удобрений в системе координатного земледелия. - Рязань, 2001. - С. 3-6.

3. Кленин, Н. Н. Сельскохозяйственные машины [Текст] / Н. Н. Кленин, С. Н. Киселев, А. Г. Левшин. – М. : КолосС, 2008. – 188 с.

4. Орешкина, М. В. Рабочая тетрадь для лабораторных работ по дисциплине «Сельскохозяйственные машины» для студентов направления подготовки «Агроинженерия» [Текст] / М. В. Орешкина, С. Е. Крыгин. - Рязань, 2015. - 19 с.

THE QUESTION OF DETERMINING THE FOCAL TWO-LEVEL MINERAL FERTILIZATION WHEN SUGAR BEET SOWING

Oreshkina, Mariya V., Doctor of Technical Science, Full Professor, the Faculty of Engineering Systems in Agro-Industrial Complex, oreshkina.mariya@yandex.ru

Kosheleva, Yuliya F., Master's Student, the Faculty of Engineering Systems in Agro-Industrial Complex Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

The article presents possibilities to replace the widespread method of mineral fertilization with a focal two-side two-level method of mineral fertilization when sowing the sugar beet. The device for a focal two-side two-level method of mineral fertilization is proposed. Each section includes: mechanism suspension sections, sowing machine, seed and fertilizer openers, earthing devices and wheels, adjusting screw depth speed seed Coulter and stand. Stand parallelogram pendants are fixed two discs. On the inner side of the movable disk is rigidly attached to the dosing of fertilizers. On each of the drives installed twelve dispensers of complex shape. On the disc surface are guides that cover the fertilizer. At the top of the disc dispensers are filled, when he reached the end of the guides, dispensers are exempt from mineral fertilizers Theoretical background for justifying some constructive and kinematic parameters of the device for focal two-level mineral fertilization and some experimental data of testing the amount of mineral fertilizers, the mass of the fertilizer portion, the volume of the disk dispenser, the rate speed of the support wheel, and the periphery speed of the disk are provided.

Key words: sugar beet, continuous and local ways of mineral fertilization, focal one- and two-side two-level mineral fertilization

Literatura

1. Bulaev V.E. O klassifikacii priemov lokal'nogo vnesenija mineral'nyh udobrenij /V.E. Bulaev //Bjulleten' VIUA. - M., 1984. - №63. - S. 3-7.

2.Kormanovskij L.P. Tochnoe (precizionnoe) zemledelie i differencial'noe primenenie udobrenij / L.P. Kormanovskij // Trudy 2-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii po probleme differencirovannogo primenenija udobrenij v sisteme koordinatnogo zemledelija «Mashinnye tehnologii differencirovannogo primenenija udobrenij i meliorantov». - Rjazan', 2001.- S.3-6.

3.Klenin N.N., Kiselev S.N., Levshin A.G. Sel'skohozjajstvennyye mashiny. – M.: KolosS, 2008. – 186...188 s.

4. Oreshkina M.V., Krygin S.E. Rabochaja tetrad' dlja laboratornyh rabot po discipline «Sel'skohozjajstvennyye mashiny» dlja studentov napravlenija podgotovki «Agroinzhenerija».- Rjazan', 2015.- 14...19 s.



УДК 621.1-1/-9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕГУЛИРОВОЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ ПРИ РАБОТЕ НА ТОПЛИВНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ С ДОБАВКАМИ РАПСОВОГО МАСЛА

ПЛОТНИКОВ Сергей Александрович, д-р техн. наук, профессор кафедры технологии машиностроения, PlotnikovSA@bk.ru

БУЗИКОВ Шамиль Викторович, канд. техн. наук, заведующий кафедрой машин и технологии деревообработки, shamilvb@mail.ru

КОЗЛОВ Илья Сергеевич, аспирант кафедры машин и технологии деревообработки, VZ-43@mail.ru

Вятский государственный университет

Целью исследований явилось экспериментальное определение оптимального значения установочного угла опережения впрыскивания топлива тракторного дизеля 4СН 11,0/12,5 при его работе на топливных композициях с добавками рапсового масла (РМ) и узкофункциональных присадок. Объект исследования – экспериментальная установка, состоящая из тракторного дизеля, установленного на электротормозной стенд RAPIDO SAK N670 с балансирной маятниковой машиной. Установочный угол опережения впрыскивания топлива изменялся путём углового перемещения полумуфты относительно шестерни привода топливного насоса высокого давления. Значение угла варьировалось в диапазоне от 14 до 34 градусов через каждые 4 градуса по мениску, т.е. с момента начала подачи цикловой дозы топлива секцией топливного насоса. Испытания проводились на трёх составах топливных композиций: состоящей из чистого дизельного топлива (ДТ) 100%; ДТ 80% + 20% РМ; ДТ 45% + РМ 55% с присадками специального назначения. В результате испытаний были установлены зависимости эффективных показателей работы, а также токсичности и дымности отработавших газов тракторного дизеля от значений установочного угла опережения впрыскивания топлива. Выявлено, что при угле впрыскивания $\theta_{\text{впр}} = 26^\circ$ значения дымности и токсичности отработавших газов, а также эффективных показателей работы тракторного дизеля являются оптимальными. Также определены зависимости эффективных показателей, токсичности и дымности отработавших газов тракторного дизеля от значения установочного угла опережения впрыска топлива и доли рапсового масла в топливной композиции. Результаты испытаний показали, что топливные композиции с добавками рапсового масла до 55% не вызывают отказов в работе систем тракторного дизеля, требуют незначительного увеличения угла опережения впрыскивания топлива, что позволяет дизелю работать без изменения штатных регулировок.

Ключевые слова: рапсовое масло, топливная композиция, дизель, система топливоподачи, эффективные показатели, показатели токсичности, дымность отработавших газов.

Введение

Долгое время теория и практика двигателестроения были направлены на усовершенствование конструкции, а также рабочего процесса двигателей, работающих на традиционных видах топлива [1]. Но истощаемость ископаемых видов топлива и усложняющаяся экологическая ситуация вынудили искать замену ископаемым топливам. На первый план выступает применение топлив, получаемых прежде всего из растительного сырья [1].

В настоящее время одним из наиболее перспективных источников тепловой энергии, используемых в качестве топлива в дизелях, являются всевозможные топливные композиции, в том числе получаемые путём предварительного смешивания товарного дизельного топлива (ДТ) и растительного масла [2, 3]. В качестве растительного масла в топливной композиции применяются касторовое, пальмовое, подсолнечное, соевое, горчичное, рыжиковое и другие масла [1-5]. Наиболее перспективными на сегодняшний день являются топливные композиции с добавками рапсового масла (РМ) [5]. Непосредственное использование РМ в дизелях затруднено из-за различия физико-химических и моторных свойств масла по сравнению с ДТ [6]. Недостатками РМ по сравнению с

ДТ являются высокая вязкость, плохие низкотемпературные свойства, высокая температура воспламенения, повышенная коксуемость, меньшая теплотворная способность [7, 8]. На данный момент имеется достаточный объём исследований по влиянию добавок РМ на эффективные показатели, токсичность и дымность отработавших газов [9, 10]. В то же время данные по оптимизации физико-химических и моторных свойств топливных композиций применением присадок и по их влиянию на показатели работы дизелей практически отсутствуют. В связи с этим определение данных показателей при работе тракторного дизеля на топливных композициях улучшенного состава с добавками РМ и присадок является весьма актуальной задачей [11, 12].

С целью определения регулировочных характеристик тракторного дизеля 4СН 11,0/12,5 по установочному углу опережения впрыскивания топлива при его работе на топливных композициях с добавками РМ и присадок направленного действия были проведены сравнительные испытания.

Объекты и методы

Экспериментальные исследования были проведены на нагрузочном электротормозном стенде RAPIDO (Германия) марки SAK N670 с балансир-



ной маятниковой машиной мощностью 250 кВт, в рамках выполнения договора о научно-техническом сотрудничестве, заключенного между ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет» и УО «Белорусская государственная орденов Октябрь-

ской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия». На рис. 1 представлен общий вид экспериментальной установки для проведения стендовых испытаний.

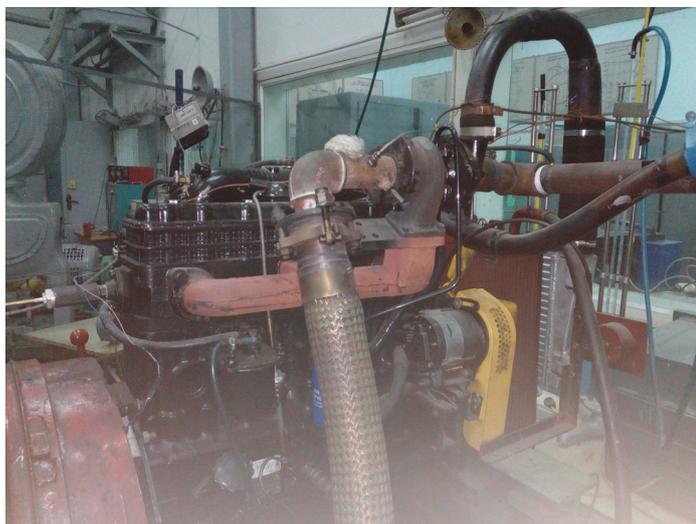


Рис. 1 – Общий вид тракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5, установленного на стенде

Испытательная установка располагалась в аккредитованной научно-исследовательской лаборатории испытаний двигателей внутреннего сгорания УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия». Стенд

для проведения испытаний был оборудован приборами, устройствами и приспособлениями для контроля эффективных показателей, дымности и токсичности отработавших газов двигателя, все приборы прошли государственную поверку (таб.1).

Таблица 1 – Приборы и оборудование, входящие в состав стенда

| Измеряемый параметр | Наименование прибора | Марка прибора | Отклонение от контроля, % (+/-) |
|--|----------------------|----------------|---------------------------------|
| Дымность отработавших газов | Дымомер | MDO 2 LON | ±1,50% |
| Токсичность отработавших газов | Газоанализатор | MGT 5 | ±3,00% |
| Частота вращения коленчатого вала дизеля | Тахометр | ТЭСА | ±0,02% |
| Расход топлива | Расходомер | AIP-50 | ±0,50% |
| Крутящий момент дизеля | Весовой механизм | SAK-N670 | ±0,50% |
| Расход воздуха | Трубка Вентури | ДК | ±0,04% |
| Температура отработавших газов | Потенциометр | КСП-4 | ±0,25% |
| Частота вращения коленчатого вала дизеля | Тахометр | AVL DISpeed492 | ±0,02% |
| Расход топлива | Объёмный датчик | ДРТ-5+СКРТ 31 | ±1,00% |

Исследования проводились на чистом ДТ, ДТ с добавкой 20% и 55% РМ и 2% присадки. Топливную композицию предварительно получали путём смешивания массовых долей составляющих, после чего производили заправку тракторного дизеля.

Экспериментальная часть

Оценка влияния топливной композиции улучшенного состава в зависимости от добавок рапсового масла на значение оптимального установочного угла опережения впрыскивания топлива производилась на основе анализа регулировочных характеристик (риунки 1, 2, 3). Снятие регу-



лировочных характеристик производилось в соответствии с методикой [13].

При использовании топливных композиций с добавками рапсового масла производилась пере-регулировка топливного насоса высокого давления (ТНВД) для увеличения цикловой подачи альтернативного топлива путём изменения активного хода плунжера с целью компенсации уменьшения теплоты, вносимой в тракторный дизель с этим топливом.

На рис. 2 показаны графики изменения эффективных показателей тракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 при различных значениях установочного угла опережения впрыскивания топлива, различном содержании рапсового масла, 2%-й присадки в топливной композиции при частоте вращения 1800 мин⁻¹.

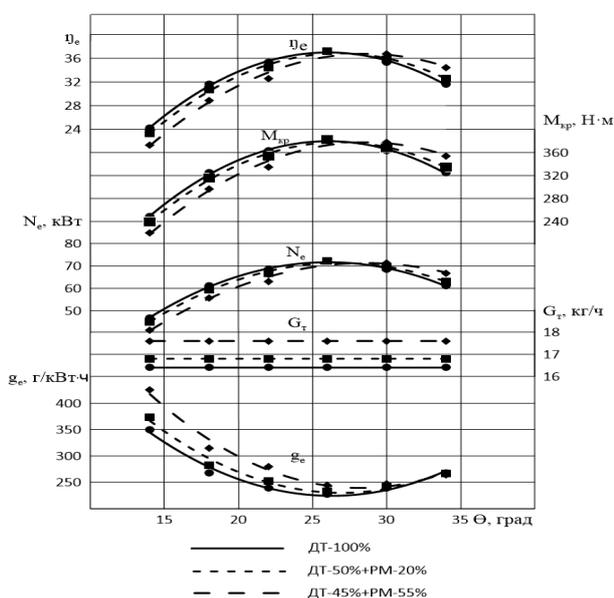


Рис. 2 – Регулировочная характеристика тракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 по установочному углу опережения впрыскивания топлива при $n=1800 \text{ мин}^{-1}$ (эффективные показатели):

— ДТ 100%; - - - ДТ 50% + РМ 20%; - · - ДТ 45% + РМ 55%

Из данных, представленных на графике (рис. 1) видно, что при работе на чистом дизельном топливе оптимальным установочным углом является угол, равный $\theta_{впр}=26^\circ$. При этом эффективная мощность дизеля составляет $N_e=72 \text{ кВт}$, а значение удельного эффективного расхода топлива $g_e=228 \text{ г/кВт·ч}$, что соответствует руководству по эксплуатации дизеля [14]. При этом значение эффективного КПД, учитывающего теплотворную способность топлива, также максимально и составляет $\eta_e=37\%$, значение крутящего момента равно $M_{кр}=382 \text{ Н·м}$.

При использовании топливных композиций с добавками рапсового масла характер кривых изменяется. Так, значения часового расхода топлива G_t увеличивались с 16,4 кг/ч при работе дизеля на чистом ДТ до 16,8 кг/ч при содер-

жании рапсового масла в топливной композиции 20% и 55%, соответственно. Увеличение часового расхода топлива обусловлено снижением низшей расчётной теплоты сгорания топливных композиций с добавками рапсового масла.

Значения удельного эффективного расхода топлива g_e также возрастали и составляли 233 г/кВт·ч и 244 г/кВт·ч, соответственно, при содержании рапсового масла в топливной композиции 20% и 55%. При этом минимум g_e сдвигался в сторону больших значений установочного угла опережения впрыскивания топлива и составлял $\theta_{впр}=27-28^\circ$ при использовании топливных композиций с добавками рапсового масла 20% и 55%.

Максимальные значения эффективной мощности, эффективного КПД и крутящего момента также сдвигались в сторону больших значений установочного угла опережения впрыскивания топлива.

Учитывая конструктивную невозможность установки данных значений установочного угла опережения впрыскивания топлива для данного ТНВД, в дальнейших испытаниях было установлено значение, равное $\theta_{впр}=26^\circ$ для всех исследуемых топливных композиций.

График показателей токсичности и дымности тракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 при различных значениях установочного угла опережения впрыскивания топлива и различном содержании рапсового масла в топливной композиции при частоте вращения 1800 мин⁻¹ представлен на рис. 2.

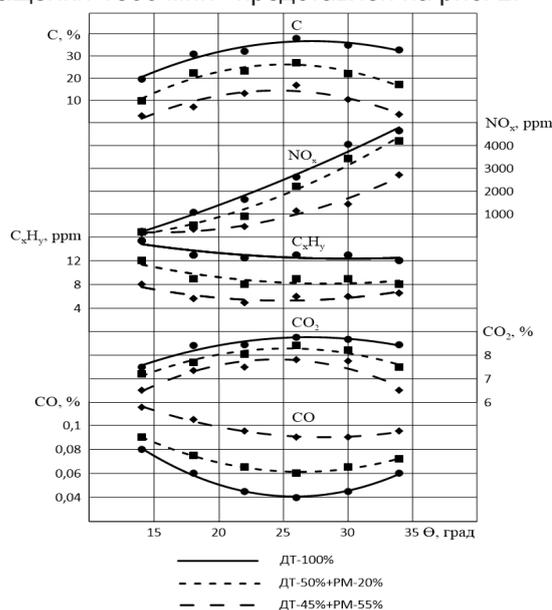


Рис. 3 – Регулировочная характеристика тракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 по установочному углу опережения впрыскивания топлива при $n=1800 \text{ мин}^{-1}$ (показатели токсичности и дымности):

— ДТ – 100%; - - - ДТ – 50% + РМ – 20%; - · - ДТ – 45% + РМ – 55%

На графике рис. 3 видно, что при изменении значений $\theta_{впр}$ как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения, содержание сажи C в отработавших газах при работе тракторного дизеля



на чистом ДТ и топливных композициях с добавками рапсового масла снижается. При значениях $\theta_{\text{впр}}=26^\circ$ концентрация сажи С составляла: на чистом ДТ $C_{\text{ДТ}100\%}=38,03\%$, топливных композициях $C_{\text{ДТ}80\%+\text{РМ}20\%}=27\%$ и $C_{\text{ДТ}45\%+\text{РМ}55\%}=16,80\%$, соответственно.

Концентрация оксидов азота NO_x при работе на чистом ДТ и топливных композициях с добавками рапсового масла повышается при увеличении значения установочного угла опережения впрыскивания топлива. Работа тракторного дизеля на топливных композициях с добавками рапсового масла сопровождалась снижением показателей выбросов оксидов азота. Значение NO_x при $\theta_{\text{впр}}=26^\circ$ и работе на чистом ДТ составило 2630 ppm, при работе на топливных композициях с содержанием рапсового масла 20% – 2225 ppm, а при 55% – 1145 ppm, соответственно.

При значении установочного угла, равном $\theta_{\text{впр}}=26^\circ$, значение C_xH_y снижалось с 13,00 ppm до 6,00 ppm при увеличении концентрации рапсового масла в топливной композиции до 55%.

При работе тракторного дизеля на чистом ДТ и топливных композициях с добавками рапсового масла 20% и 55%, а также изменении значений $\theta_{\text{впр}}$, отличных от оптимального, установленного заводом-изготовителем, наблюдалось уменьшение значений концентраций диоксида углерода CO_2 в отработавших газах. При $\theta_{\text{впр}}=26^\circ$ и работе на чистом ДТ концентрация $\text{CO}_2^{\text{впр}}$ составляла 8,77%, а на топливных композициях с добавками рапсового масла 20% и 55% – 8,40% и 7,80%, соответственно.

Значение концентраций монооксида углерода СО при увеличении доли рапсового масла в топливной композиции повышается. Минимальные значения СО как при работе на чистом ДТ, так и при работе на топливных композициях с добавками рапсового масла 20% и 55% соответствовали значению установочного угла опережения впрыскивания топлива $\theta_{\text{впр}}=26^\circ$ и составляли $\text{CO}_{\text{ДТ}100\%}=0,04\%$, $\text{CO}_{\text{ДТ}80\%+\text{РМ}20\%}^{\text{впр}}=0,06$, $\text{CO}_{\text{ДТ}45\%+\text{РМ}55\%}^{\text{впр}}=0,09\%$, соответственно.

Результаты и выводы

1. Топливные композиции улучшенного состава с добавками рапсового масла до 55% и узкофункциональной присадки до 2% не вызывают отказов в работе системы питания тракторного дизеля, могут быть рекомендованы к применению и позволяют улучшить некоторые эксплуатационные показатели дизеля.

2. Для всех исследуемых составов топливных композиций оптимальным значением установочного угла опережения впрыскивания топлива следует считать угол, равный $\theta_{\text{впр}}=26^\circ$. При этом наблюдаются оптимальные значения эффективных показателей, а также токсичности и дымности отработавших газов тракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5.

Список литературы

1. Карташевич, А. Н. Возобновляемые источники энергии [Текст] : науч.-практ. пособие / А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка. – Горки : БГСХА, 2007. – 264 с.

2. Инновационные технологии производства биотоплива второго поколения [Текст] / Федоренко В.Ф., Д. С. Буклагин, А. Н. Зазуля, С. А. Нагорнов, И. Г. Голубев, Л. Ю. Коноваленко. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 68 с.

3. Результаты испытаний и перспективы эксплуатации дизелей на биотопливе [Текст] / В. Ф. Федоренко, Д. С. Буклагин, А. Н. Зазуля, С. А. Нагорнов, И. Г. Голубев, А. П. Ликсутина. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 133 с.

4. Плотников, С. А. Определение влияния топливных присадок на кинематическую вязкость смесового топлива [Текст] / С. А. Плотников, Ш. В. Бузинов, И. С. Козлов // Общество. Наука. Инновации (НПК-2018) : сборник статей XVIII Всероссийской научно-практической конференции: в 3 томах. – Вятка : Вятский государственный университет, 2018. – С. 766-771.

5. Плотников, С. А. Улучшение смесей дизельного топлива с рапсовым маслом для использования в тракторных дизелях [Текст] / С. А. Плотников, А. Н. Карташевич, П. Н. Черемисинов // Двигателестроение. – 2017. – № 4 (270). – С. 21-24.

6. Плотников, С. А. Недостатки применения топлив на основе рапсового масла в дизельных двигателях [Текст] / С. А. Плотников, П. Н. Черемисинов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т. 3. – № 4-1 (15-1). – С. 97-101.

7. Карташевич, А. Н. Оптимизация параметров топливоподачи тракторного дизеля для работы на рапсовом масле [Текст] / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, В. С. Товстыка // Тракторы и сельхозмашины. – 2011. – №3 – С. 13-16.

8. Плотников, С. А., Черемисинов П.Н. Влияние присадок на кинематическую вязкость топлив на основе рапсового масла [Текст] / С. А. Плотников, П. Н. Черемисинов // Общество, наука, инновации (НПК-2016) : сборник статей. – 2-е издание, исправленное и дополненное. – Вятка : Вятский государственный университет, 2016. – С. 1378-1382.

9. Карташевич, А. Н. Применение топлив на основе рапсового масла в тракторных дизелях : монография [Текст] / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, В. С. Товстыка. – Киров : Авангард, 2014. – С. 144.

10. Плотников, С.А., Карташевич А.Н., Черемисинов П.Н. Определение оптимальных регулировок системы топливоподачи двигателя 4ч 11,0/12,5 при работе на смесях рапсового масла с дизельным топливом [Текст] // ОБЩЕСТВО. НАУКА. ИННОВАЦИИ (НПК-2017) : сборник статей. Всероссийской ежегодной научно-практической конференции. – Вятка : Вятский государственный университет. 2017. С. 1841-1847.

11. Плотников, С. А. Исследование свойств альтернативных топлив на основе рапсового масла [Текст] / С. А. Плотников, П. Н. Черемисинов // ОБЩЕСТВО. НАУКА. ИННОВАЦИИ (НПК-2017) : сборник статей Всероссийской ежегодной научно-практической конференции. – Вятка : Вятский государственный университет, 2017. – С. 1875-1881.

12. Плотников, С. А. Внедрение новых видов топлива [Текст] / С. А. Плотников, С. В. Мочалов



// ОБЩЕСТВО. НАУКА. ИННОВАЦИИ (НПК-2017) : сборник статей Всероссийской ежегодной научно-практической конференции. – Вятка : Вятский государственный университет, 2017. - С. 1854-1860. 13.ГОСТ 18509-88 Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний. 14.Дизели Д-245S2, Д-245.2S2, Д-245.5S2, Д-245.16S2, Д-245.16PS2, Д-245.42S2, Д-245.43S2 // РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ 245S2-0000100 РЭ – С. 112.

DEFINITION OF ADJUSTING PARAMETERS OF THE FUEL SYSTEM OF A TRACTOR DIESEL ENGINE WHEN OPERATING ON FUEL MIXTURES WITH ADDITIVES RAPESEED OIL

Plotnikov Sergey A., doctor of technical science, professor department of mechanical engineering technology, PlotnikovSA@bk.ru

Buzikov Shamil V., candidate of technical sciences, supervisor of the department of machines and technology of woodworking, shamilvb@mail.ru

Kozlov Ilya S., postgraduate of the department of machinery and wood technology, VZ-43@mail.ru Vyatka State University

The aim of the research was the experimental determination of the optimal value of the installation angle of advance injection of tractor diesel fuel 4CHN 11.0/12.5 when it works on fuel compositions with additives of rapeseed oil (RO) and highly functional additives. Object of study: experimental setup consisting of a tractor diesel engine mounted on an electric brake stand RAPIDO SAK N670 with a balancing pendulum machine. The installation angle of the fuel injection advance was changed by the angular displacement of the coupling half relative to the drive gear of the high-pressure fuel pump. The value of the angle varied from 14 to 34 degrees every 4 degrees meniscus, i.e. from the beginning of the fuel cycle dose supply by the fuel pump section. Tests were carried out on three compositions of fuel compositions consisting of pure diesel fuel (DF) – 100%, DF – 80%+20 RO, DF – 45% + RO – 55% with additives for special purposes. The results of the tests were effective indicators, as well as the toxicity and smokiness of the exhaust gases of the tractor diesel, depending on the values of the installation angle of advance of fuel injection. It was revealed that the $\theta_{\text{впр}}=26$ values of opacity and toxicity of exhaust gases and effective performance of tractor diesel are optimal. The dependences of the effective indicators, toxicity and smoke content of the exhaust gases of the tractor diesel engine on the value of the setting angle of advance of fuel injection and the share of rapeseed oil in the fuel composition were also determined. The test results showed that fuel compositions with additives of rapeseed oil up to 55% do not cause failures in the operation of tractor diesel systems; require a slight increase in the angle of advance of fuel injection, which allows the operation of the diesel engine without changing the standard adjustments.

Key words: rapeseed oil, fuel composition, diesel, fuel system, effective indicators, toxicity, smoke exhaust gases.

Literatura

1. Kartashevich A.N., Tovstyka V.S. *Vozobnovlyaemye istochniki ehnergii: nauch.-prakt. posobie.* - Gorki: BGSKHA, 2007. – S. 264.

2. Fedorenko V.F., Buklagin D.S., Zazulya A.N., Nagornov S.A., Golubev I.G., Konovalenko L.YU. *Innovatsionnye tekhnologii proizvodstva biotopliva vtorogo pokoleniya*, M.: FGNU «Rosinformagrotekh», 2009. S. 68.

3. Fedorenko V.F., Buklagin D.S., Zazulya A.N., Nagornov S.A., Golubev I.G., Liksutina A.P. *Rezultaty ispytaniy i perspektivy ehkspluatatsii dizelej na biotoplive*. M.: FGNU «Rosinformagrotekh», 2008. S. 133.

4. Plotnikov S.A., Buzikov SH.V., Kozlov I.S. *Opreделение vliyaniya toplivnykh prisadok na kinematicheskuyu vyazkost' smesevogo topliva V sbornike: Obshhestvo. Nauka. Innovatsii (NPK-2018) Sbornik statej XVIII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii: v 3 tomakh. Vyatskij gosudarstvennyj universitet.* 2018. S. 766-771.

5. Plotnikov S.A., Kartashevich A.N., CHeremisinov P.N. *Uluchshenie smesey dizel'nogo topliva s rapsovim maslom dlya ispol'zovaniya v traktornykh dizelyakh // Dvigatelistroenie.* 2017. № 4 (270). S. 21-24.

6. Plotnikov S.A., CHeremisinov P.N. *Nedostatki primeneniya topliv na osnove rapsovogogo masla v dizel'nykh dvigatelyakh. Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika.* 2015. T. 3. № 4-1 (15-1). S. 97-101.

7. Kartashevich A.N., Plotnikov S.A., Tovstyka V.S. *Optimizatsiya parametrov toplivopodachi traktornogo dizelya dlya raboty na rapsovom masle.* – *Traktory i sel'khoz mashiny*, 2011. - №3 – S. 13-16.

8. Plotnikov S.A., CHeremisinov P.N. *Vliyanie prisadok na kinematicheskuyu vyazkost' topliv na osnove rapsovogogo masla v sbornike: obshhestvo, nauka, innovatsii (NPK-2016) Sbornik statej 2-e izdanie, ispravlennoe i dopolnennoe.* Vyatskij gosudarstvennyj universitet. 2016. S. 1378-1382.

9. Kartashevich A.N., Plotnikov S.A., Tovstyka V.S. *Primeneniye topliv na osnove rapsovogogo masla v traktornykh dizelyakh. /Monografiya.* – Kirov: Tipografiya «Avangard», 2014. – S. 144.

10. Plotnikov S.A., Kartashevich A.N., CHeremisinov P.N. *Opreделение optimal'nykh regulirovok sistemy toplivopodachi dvigatelya 4ch 11,0/12,5 pri rabote na smesyakh rapsovogogo masla s dizel'nyim toplivom V sbornike: OBSHHESTVO. NAUKA. INNOVATSII (NPK-2017) sbornik statej. Vserossijskaya ezhegodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. Vyatskij gosudarstvennyj universitet.* 2017. S. 1841-1847.

11. Plotnikov S.A., CHeremisinov P.N. *Issledovanie svoystv al'ternativnykh topliv na osnove rapsovogogo masla*



V sbornike: OBSHHESTVO. NAUKA. INNOVATSII (NPK-2017) sbornik statej. Vserossijskaya ezhegodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. Vyatskij gosudarstvennyj universitet. 2017. S. 1875-1881.

12. Plotnikov S.A., Mochalov S.V. Vnedrenie novykh vidov topliva V sbornike: OBSHHESTVO. NAUKA. INNOVATSII (NPK-2017) sbornik statej. Vserossijskaya ezhegodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. Vyatskij gosudarstvennyj universitet. 2017. S. 1854-1860.

13. GOST 18509-88 Dizeli traktornye i kombajnovye. Metody stendovykh ispytaniy.

14. Dizeli D-245S2, D-245.2S2, D-245.5S2, D-245.16S2, D-245.16LS2, D-245.42S2, D-245.43S2 // RUKOVODSTVO PO ENKSPLUATATSII 245S2-0000100 REH – S. 112.



УДК 635.631.347

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ КАПЕЛЬ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ

РЕМБАЛОВИЧ Георгий Константинович, д-р техн. наук, зав. кафедрой технологии металлов и ремонта машин

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

ТРАВКИН Владислав Сергеевич, аспирант кафедры технологии металлов и ремонта машин, tmirm@yandex.ru

БЕЗНОСЮК Роман Владимирович, канд. техн. наук, доцент кафедры технологии металлов и ремонта машин, rotario345830@yandex.ru

ЮМАЕВ Дмитрий Михайлович, студент магистратуры, yumaeb@yandex.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева

При работе дождевальных машин важной характеристикой является угол падения капель, который способствует разрушению и смыву плодородного слоя. Обычно смыв плодородного слоя или почвенная эрозия наблюдается при работе дождевальных машин на склонах. В условиях теплиц уровень грунта обычно выровнен, однако возможны микронеровности, которые вызывают наклон дождевальной машины, что способствует изменению угла падения капель. Исследуем предельные углы наклона дождевальной установки, при которых возникают явления «смыва» почвы. Рассмотрим дождевальную установку, наклонно установленную на горизонтальной площадке. Для этого выберем неподвижную систему координат XOY и подвижную, закрепленную на крайней дождевальной насадке, $X_1O_1Y_1$. На каплю, вылетающую из круговой дождевальной насадки с дефлектором, будет действовать сила тяжести и сила сопротивления воздуха, пропорциональная квадрату скорости. Составим дифференциальное уравнение и найдем его решение. Построим траектории полета капли в программе Mathcad. Математическое моделирование показало, что незначительный наклон дождевальной установки существенно влияет на угол падения капель. Падающая капля несет с собой некоторую кинетическую энергию, которая зависит от массы, скорости капли и угла ее падения. При падении капли происходит удар, который вызывает разрушение капли и некоторого объема почвенного субстрата. Разлетающиеся брызги представляют смесь воды и разрушенных агрегатов почвы. Учитывая определенную связь между размером капли и скоростью ее падения, диаметр капли будет оказывать влияние на эрозию почвы. Для снижения воздействия капель на почвенный субстрат помимо выравнивания дождевальной машины необходимо ограничить размер капель.

Ключевые слова: дождевальная машина, эрозия почвы, траектория капли, капли дождя, угол падения капель.

Введение

При работе дождевальных машин важной характеристикой является угол падения капель, который способствует разрушению и смыву плодородного слоя. Обычно смыв плодородного слоя или почвенная эрозия наблюдается при работе дождевальных машин на склонах. В условиях теплиц уровень грунта обычно выровнен, однако

возможны микронеровности, которые вызывают наклон дождевальной машины, что способствует изменению угла падения капель. Исследуем предельные углы наклона дождевальной установки, при которых возникают явления «смыва» почвы [2].

Методика и исследования

Рассмотрим дождевальную установку, наклонно установленную на горизонтальной площадке.



Для этого выберем неподвижную систему координат XOY и подвижную, закрепленную на крайней дождевальная насадке – X₁ O₁ Y₁. На каплю, вылетающую из круговой дождевальной насадки с дефлектором, будет действовать сила тяжести и сила сопротивления воздуха, пропорциональная квадрату скорости.

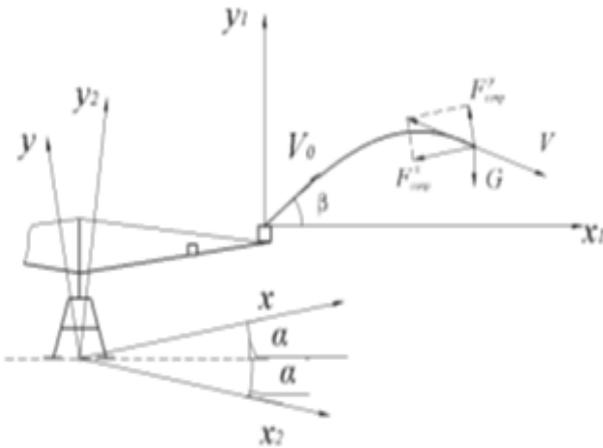


Рис. 1 – Расчетная схема к определению траектории капли, подаваемой дефлекторной дождевальной насадкой

Составим дифференциальное уравнение

$$\begin{cases} m \frac{d^2x}{dt^2} = F_{цб} \cos a - F_{сопр}^x \\ m \frac{d^2y}{dt^2} = +G \sin a + F_{сопр}^y \end{cases} \quad (1)$$

где

- m – масса капли, кг;
- F_{сопр} – сила сопротивления полету капли в воздухе (F_{сопр} = k * v²), Н;
- V – скорость полета капли, м/с;
- k – коэффициент сопротивления воздуха (k=0,5c * S * ρ), Н/(м/с²);
- c – коэффициент лобового сопротивления капли воды (c=0,4) [1,2];
- S – площадь поперечного сечения капли (S= $\frac{\pi d^2}{4}$), м²;
- D – диаметр капли (d = 0,5-0,6 мм), м;
- ρ – плотность воздуха (ρ = 1,29 кг/м³), кг/м³;
- G – вес капли (G = m*g), Н;
- G – ускорение свободного падения, м/с².

Рассчитаем коэффициент сопротивления воздуха

$$k = 0,5 * 0,4 * \pi * \frac{0,0005^2}{4} * 1,29 = 5,06 \cdot 10^{-8} \text{ Н/(м/с}^2\text{)}$$

Подставим значение сил в уравнение (1)

$$\begin{cases} m \frac{d^2x}{dt^2} = -kV_x^2 \\ m \frac{d^2y}{dt^2} = +mg \sin \alpha + kV_y^2 \end{cases} \quad (2)$$

Учитывая, что проекции скорости V_x = Vcos(β);

$$V_y = V \sin(\beta).$$

Преобразуем уравнение (2) и разделим переменные

$$\begin{cases} m \frac{dV_x}{dt} = -kV_x^2 \\ m \frac{dV_y}{dt} = -mg \sin \alpha + kV_y^2 \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} \frac{dV_x}{-\frac{k}{m}V_x^2} = dt \\ \frac{dV_y}{-g \sin \alpha + \frac{k}{m}V_y^2} = dt \end{cases} \quad (4)$$

Для упрощения преобразований введем обозначения

$$b^2 = \frac{gm \sin \alpha}{k}, \text{ тогда}$$

Уравнение (4) запишем в упрощенном виде и проинтегрируем

$$\begin{cases} \int_{V_{ox}}^{V_x} \frac{dV_x}{V_x^2} = -\frac{m}{k} \int_0^t dt \\ \int_{V_{oy}}^{V_y} \frac{dV_y}{V_y^2 - b^2} = -\frac{m}{k} \int_0^t dt \end{cases} \quad (5)$$

Окончательно получим

$$\begin{cases} -\frac{1}{V_x} \Big|_{V_{ox}}^{V_x} = -\frac{m}{k} * t \Big|_0^t \\ \frac{1}{2a} \ln \left| \frac{V_y - b}{V_y + b} \right| \Big|_{V_{oy}}^{V_y} = -\frac{m}{k} * t \Big|_0^t \end{cases} \quad (6)$$

Подставив пределы интегрирования, имеем:

$$\begin{cases} -\frac{1}{V_x} + \frac{1}{V_{ox}} = -\frac{m}{k} * t \\ \frac{1}{2a} (\ln \left| \frac{V_y - b}{V_y + b} \right| - \ln \left| \frac{V_{oy} - b}{V_{oy} + b} \right|) = -\frac{m}{k} * t \end{cases} \quad (7)$$

Так как дальнейший процесс интегрирования уравнений системы (7) существенно различается, рассмотрим отдельно каждое дифференциальное уравнение.

Проинтегрируем дифференциальное уравнение по оси абсцисс системы (7)

$$-\frac{1}{V_x} + \frac{1}{V_{ox}} = -\frac{m}{k} * t \quad (8)$$

Разделим переменные

$$\frac{1}{V_x} = \frac{m}{k} * t + \frac{1}{V_{ox}} \quad (9)$$

Преобразуем уравнение, выделив переменную V_x

$$\frac{1}{V_x} = \frac{mV_{ox}t + k}{kV_{ox}} \quad (10)$$

Запишем дифференциальное уравнение в виде

$$\frac{dx}{dt} = \frac{kV_{ox}}{mV_{ox}t + k} \quad (11)$$

Преобразуем полученное выражение

$$\int_{x_0}^x dx = \int_0^t \frac{kV_{ox}}{mV_{ox}t + k} dt \quad (12)$$



Проинтегрировав, получим

$$x - x_o = \frac{k}{m} (\ln |mV_{ox}t + k| - \ln |k|) \quad (13)$$

Окончательно имеем

$$x = x_o + \frac{k}{m} \ln \left| \frac{mV_{ox}t}{k} + 1 \right| \quad (14)$$

Учитывая, что значение постоянного коэффициента равно $b = \sqrt{\frac{gm \sin \alpha}{k}}$, в уравнении по оси ординат преобразуем разность логарифмов и разделим переменные.

$$\ln \left| \frac{(V_y - b)(V_{oy} + b)}{(V_y + b)(V_{oy} - b)} \right| = -\frac{2bm}{k} t \quad (15)$$

Произведем потенцирование уравнения

$$\frac{(V_y - b)(V_{oy} + b)}{(V_y + b)(V_{oy} - b)} = e^{-\frac{2bm}{k} t} \quad (16)$$

Перенесем постоянный множитель в правую часть уравнения

$$\frac{V_y - b}{V_y + b} = \frac{V_{oy} - b}{V_{oy} + b} * e^{-\frac{2bm}{k} t} \quad (17)$$

Преобразуем уравнение (17) в следующий вид

$$V_y - b = (V_y + b) \frac{V_{oy} - b}{V_{oy} + b} e^{-\frac{2bm}{k} t} \quad (18)$$

Выразим переменную составляющую V_y

$$V_y \left(-1 - \frac{V_{oy} - b}{V_{oy} + b} e^{-\frac{2bm}{k} t} \right) = b \frac{V_{oy} - b}{V_{oy} + b} e^{-\frac{2bm}{k} t} + b \quad (19)$$

Поделим обе части уравнения на сомножитель при переменной

$$V_y = \frac{b \frac{V_{oy} - b}{V_{oy} + b} e^{-\frac{2bm}{k} t} + b}{-1 - \frac{V_{oy} - b}{V_{oy} + b} e^{-\frac{2bm}{k} t}} \quad (20)$$

$$V_y = b \frac{V_{oy} \left(e^{-\frac{2bm}{k} t} + 1 \right) - b \left(e^{-\frac{2bm}{k} t} - 1 \right)}{-V_{oy} \left(e^{-\frac{2bm}{k} t} - 1 \right) + b \left(e^{-\frac{2bm}{k} t} + 1 \right)} \quad (21)$$

Заменим составляющие уравнения гиперболическими синусом и косинусом

$$V_y = b \frac{V_{oy} 2e^{-\frac{2bm}{k} t} \operatorname{ch} \left(-\frac{2bm}{k} t \right) - 2be^{-\frac{2bm}{k} t} \operatorname{sh} \left(-\frac{2bm}{k} t \right)}{-V_{oy} 2e^{-\frac{2bm}{k} t} \operatorname{sh} \left(-\frac{2bm}{k} t \right) + 2be^{-\frac{2bm}{k} t} \operatorname{ch} \left(-\frac{2bm}{k} t \right)} \quad (22)$$

Сократив постоянные, получим

$$V_y = b \frac{V_{oy} \operatorname{ch} \left(-\frac{2bm}{k} t \right) - b \operatorname{sh} \left(-\frac{2bm}{k} t \right)}{V_{oy} \operatorname{sh} \left(-\frac{2bm}{k} t \right) + b \operatorname{ch} \left(-\frac{2bm}{k} t \right)} \quad (23)$$

$$V_y = \frac{2k}{m} \frac{b \operatorname{ch} \left(-\frac{2am}{k} t \right) - V_{oy} \operatorname{sh} \left(-\frac{2bm}{k} t \right)}{b \operatorname{ch} \left(-\frac{2am}{k} t \right) - V_{oy} \operatorname{sh} \left(-\frac{2bm}{k} t \right)} \quad (24)$$

Так как числитель правой части уравнения (24) является производной от знаменателя правой части, то выражение можно записать в виде

$$dy = \frac{df}{f dt} * dt = \frac{df}{f} \quad (25)$$

Учитывая, что при дифференцировании знаменателя появляется дополнительный коэффициент, разделим на него правую часть выражения и проинтегрируем

$$\int_{y_o}^y dy = -\frac{2k}{m} * \int_o^t \ln \left| b * \operatorname{ch} \left(-\frac{2bm}{k} t \right) - V_{oy} \operatorname{sh} \left(-\frac{2bm}{k} t \right) \right| \quad (26)$$

Проинтегрировав, получим

$$y - y_o = -\frac{2k}{m} \ln \left| b * \operatorname{ch} \left(-\frac{2bm}{k} t \right) - V_{oy} \operatorname{sh} \left(-\frac{2bm}{k} t \right) \right| - \ln |b| \quad (27)$$

Окончательно имеем

$$y = y_o - \frac{2k}{m} \ln \left| \operatorname{ch} \left(-\frac{2bm}{k} t \right) - \frac{V_{oy}}{b} \operatorname{sh} \left(-\frac{2bm}{k} t \right) \right| \quad (28)$$

Подставим их в уравнение (14) и (28)

$$\begin{cases} x = x_o + \frac{k}{m} \ln \left| \frac{mV_{ox}t}{k} + 1 \right| \\ y = y_o - \frac{2k}{m} \ln \left| \operatorname{ch} \left(-2\sqrt{\frac{gm^3 \sin \alpha}{k^3}} t \right) - \frac{V_{oy}}{\sqrt{\frac{gm \sin \alpha}{k}}} * \operatorname{sh} \left(-2\sqrt{\frac{gm^3 \sin \alpha}{k^3}} t \right) \right| \end{cases} \quad (29)$$

Результаты исследований и обсуждение

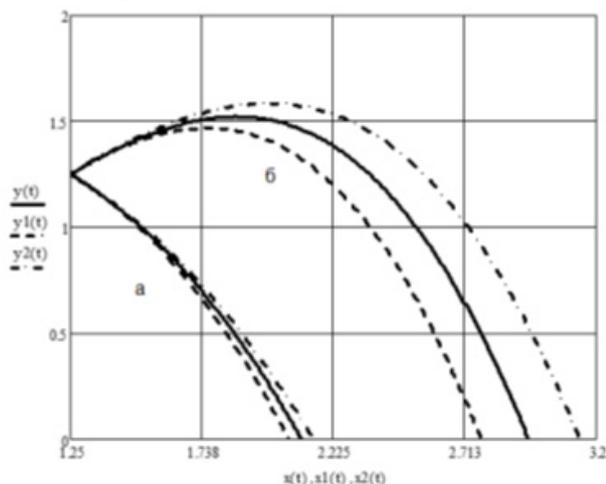
Построим траектории полета капли в программе Mathcad, используя выше приведенные значения параметров.

Из рисунка видно, что даже незначительный наклон дождевальной установки существенно влияет на угол падения капель. На скорость и угол падения влияет также диаметр капель. Падающая капля несет с собой некоторую кинетическую энергию, которая зависит от массы, скорости капли и угла ее падения. При падении капли происходит удар, который вызывает разрушение капли и некоторого объема почвенного субстрата. Разлетающиеся брызги представляют смесь воды и разрушенных агрегатов почвы. Учитывая определенную связь между размером капли и скоростью ее падения, диаметр капли будет оказывать влияние на эрозию почвы. Для снижения воздействия капель на почвенный субстрат, помимо выравнивания дождевальной машины, необходимо ограничить размер капель.

Применение искусственного орошения с помощью установок дождевания может вызывать эрозию почв [1]. А. Шайдеггер определяет капельно-дождевую эрозию почвы как непосредственное отделение частиц почвы при ударе дождевых капель и их перемещение на некоторое расстояние [5]. Д.А. Тимофеевым предложена похожая формулировка, в которой учитывается воздействие



на почвенный субстрат вместе с каплями дождя и градин [3]. Дж. Моерсонс и Де Плой рассматривают эрозию как смещение частиц почвы в результате воздействия ударов дождевых капель – капельный крип [4].



- — - - угол наклона дождевальной установки 5 град
- - угол наклона дождевальной установки 7 град
- · - · - - угол наклона дождевальной установки 9 град

Рис. 2 – Траектории движения капель, подаваемых дефлекторными дождевальными насадками с нижним (а) и верхним (б) распылом

Заключение

Падающая капля несет с собой некоторую кинетическую энергию, которая зависит от массы, скорости капли и угла ее падения. Даже незначительный наклон дождевальной установки существенно влияет на угол падения капель. Учитывая определенную связь между размером капли и скоростью ее падения, диаметр капли будет оказывать влияние на эрозию почвы. Для снижения воздействия капель на почвенный субстрат помимо выравнивания дождевальной машины, необходимо ограничить размер капель.

Список литературы

1. Бредихин, А. В. О роли капельно-дождевой эрозии в процессах денудации рельефа [Текст] // Геоморфология. - 1989. - № 4. - С. 51-58.
2. Егорова, Н. Н. Технология и механизация орошения выращиваемой кассетным способом в защищенном грунте рассады овощных культур [Текст] : дис. ... канд. Техн. наук : 05.20.01. - Рязань, 2003. - 160 с. : ил.
3. Тимофеев, Д. А. Терминология денудации и склонов [Текст] : материалы по геоморфологической терминологии. - М. : Наука, 1978. - 242 с.
4. Торнз, Дж. Б. Процессы эрозии, вызываемые водным потоком, и их регулирование во времени и пространстве: теоретическая точка зрения [Текст] // Эрозия почвы. - М.: Колос, 1984. - С. 178-251.
5. Шайдеггер, А. Теоретическая геоморфология [Текст]. - М.: Прогресс, 1964. - 450 с.

STUDY OF TRAJECTORIES OF MOVEMENT OF DROPS OF A RAIN MACHINE

Rembalovich George K., Dr. Tech. Sciences, Head, Department of Metal Technology and Machine Repair, Ryazantsev Anatoly I., Dr. Tech. Sci., Professor, Department of Metal Technology and Machine Repair, ryazantsev.41@mail.ru

Kostenko Mikhail Yu., Dr. of technical. Sci., Professor, Department of Metal Technology and Machine Repair, km340010@rambler.ru

Travkin Vladislav C. assistant of the Department of Metal Technology and Machine Repair

Beznosuk Roman V., Candidate of Technical Science, Associate Professor, Department of Metal Technology and Machine Repair, romario345830@yandex.ru

Yumayev Dmitriy M., undergraduate, yumaeb@yandex.ru

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev

When working sprinkler machines an important characteristic is the angle of incidence of droplets, which contributes to the destruction and washing away of the fertile layer. Usually, the washout of the fertile layer or soil erosion is observed during the operation of the sprinkler on the slopes. In greenhouses, the soil level is usually leveled, however, irregularities and deformations of the sprinkler machine structures that cause it to tilt, which contributes to changes in the angle of incidence of droplets, investigate the lateral tilt angles of the sprinkler unit, at which soil flushing phenomena occur. Consider a sprinkler installed obliquely installed on a horizontal platform. To do this, select a fixed coordinate system XOY and a mobile fixed on the extreme sprinkler nozzle $X_1O_1Y_1$. A drop departing from a circular sprinkler with a deflector will be affected by the force of gravity and the force of air resistance, which is proportional to the square of the velocity. We construct a differential equation and find its solution. Construct the trajectories of the flight drop in the program Mathcad. Mathematical modeling showed that a slight slope of the sprinkler significantly affects the angle of incidence of droplets. A falling drop carries with it some kinetic energy, which depends on the mass, the speed of the drop and the angle of its fall. When a drop falls, a blow occurs that causes the drop to drop and a certain amount of soil substrate. Scattering splashes are a mixture of water and destroyed soil aggregates. Given the specific relationship between the size of the droplet and the rate at which it falls, the diameter of the droplet will affect soil erosion. To reduce the effect of droplets on the soil substrate, in addition to leveling the sprinkler, it is necessary to limit the size of the droplets.

Key words: sprinkler, soil erosion, the trajectory of a drop, rain drops, the angle of incidence of drops.



Literatura

1. Bredihin A.V. O rolikapel'no-dozhdevoj ehrozii v processah denudacii rel'efa [Tekst] // Geomorfologiya. 1989. № 4. S. 51-58.
2. Egorova N.N. Tekhnologiya i mekhanizaciya oroseniya vyrashchivaemoj kasetnym sposobom v zashchishchennom grunte rassady ovoshchnyh kul'tur [Tekst]: diss ... kandidata tekhnicheskix nauk : 05.20.01. - Ryazan', 2003. - 160 s. :il.
3. Timofeev D.A. Terminologiya denudacii sklonov [Tekst] // Materialy po geomorfologicheskoj terminologii. M.: Nauka, 1978. 242 s.
4. Tornz Dzh.B. Processy ehrozii, vyzyvayemye vodnym potokom, iihregulirovanie vovremeni i prostranstve: teoreticheskaya tochka zreniya [Tekst] // E Hroziiapochvy. M.: Kolos, 1984. S. 178-251.
5. Shajdegger A. Teoreticheskaya geomorfologiya [Tekst]. M.: Progress, 1964. 450 s.



УДК 631.333:631.878

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ МОДУЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ

СОРОКИН Константин Николаевич, канд. техн. наук, зам. директора, ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 7623998@mail.ru

В условиях развития органического сельскохозяйственного производства проблемными являются вопросы обеспечения сельхозтоваропроизводителей органическими удобрениями, которых на данный период недостаточно даже для простого воспроизводства плодородия пахотных земель. Анализ цен на минеральные удобрения показывает их постоянный рост. При этом рынок органических продуктов – один из самых динамично развивающихся в мире. Решение данной проблемы видится в разработке и создании технологических линий по промышленной переработке торфа, сапропеля, бурых углей, запасы которых в регионах России достаточны для их промышленной переработки. В статье приводятся результаты исследований по проблеме промышленной переработки органического сырья. Автор исследовал результаты эксплуатации ранее разработанных и изготовленных в ФГБНУ ВНИМС конструкций технологических линий. Технологические линии были изготовлены на средства заказчика и используются для промышленной переработки органического сырья. Автору необходимо на основе проведенных теоретических исследований экспериментально проверить научную гипотезу: "Возможность получения гуминовых удобрений с заданными характеристиками на промышленном технологическом комплексе модульной конструкции". Автор придерживается определенного понятия «модуль» в технике применительно к конструированию технологического оборудования для производственных целей по выпуску конкретного продукта, вложив в данное определение следующую смысловую нагрузку: модуль – целевой функциональный узел, способный работать как в автономном режиме, так и в составе технологической линии, в котором объединены интеллектуальная инженерная составляющая и технология ее реализации при получении определенного продукта в процессе его производства. Для этой цели предлагается применять технологические линии в составе технологического комплекса модульной конструкции. Дается общая компоновочная схема блочно-модульного мини-завода по производству жидких и сухих гуминовых удобрений из торфа, сапропеля, биогаза и бурого угля. Приводится методика расчета экономической эффективности эксплуатации универсальной технологической линии как мини-завода.

Ключевые слова: органическое сырье, торф, сапропель, биогаз, бурый уголь, переработка, технологическая линия, модульное конструирование.

Введение

Как известно, 3 августа 2018 года Президент РФ подписал Федеральный закон за №280 относительно задач, которые необходимо решить при переходе к органическому сельскому хозяйству. Закон вступает в силу 1 января 2020 года.

По данным Всероссийского научно-исследовательского института органических удобрений и

торфа (г. Владимир) в настоящее время в России выход навоза и помета во всех категориях хозяйств составляет 294 млн т или 221 млн т в пересчете на подстильный навоз, более половины приходится на сельскохозяйственные организации. Однако объемы использования органических удобрений остаются крайне низкими и недостаточны даже для простого воспроизводства плодородия пахот-



ных земель. Их внесение стабилизировалось за последние годы на уровне 53 млн т в год или менее 1 т/га посевной площади, что составляет всего 10% от потребности [1].

Анализ цен на минеральные удобрения (по данным ученых ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет») указывает на их стабильный рост. За последние 8 лет на азотные удобрения они выросли на 8531 руб./т, калийные – на 8776 руб./т, фосфорные – на 1380 руб./т [2].

По данным Минсельхоза России ежегодно вынос полезных веществ из почвы превышает объем вносимых почти в 2,5 раза (с 2012 по 2016 гг. из почвы с урожаем сельскохозяйственных культур вынесено 51,7 млн. т д.в., внесено 21,9 млн.т). Отрицательный баланс за 5 лет составил 29,8 млн т д.в., т.е. снижение плодородия почв продолжается.

По данным Национального органического союза России (О.В. Мироненко) рынок органических продуктов – один из самых динамично развивающихся в мире. С 2000 по 2016 годы он вырос более чем в 5 раз (с 19 до 90 миллиардов долларов). По прогнозам Grand View Research в 2018-2020 гг. рынок продолжит свой рост со скоростью 15-16% в год и достигнет в 2020-2022 гг. порядка 212 млрд долларов. Планируется, что к 2025 году объем рынка органических продуктов может составить от 15 до 20% от мирового рынка сельхозпродукции [3].

Цель и задачи проводимых научных исследований – разработка и производство модульных узлов и агрегатов для формирования технологических комплексов по промышленному производству гуминовых удобрений.

Исходя из поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:

- обосновать эффективность модульных конструкций;

- исследовать возможность производства на технологической линии гуминовых удобрений из различных видов органического сырья;

- довести производительность модульного комплекса технологической линии до промышленных масштабов путем создания на их основе мини-завода по производству различных видов гуминовых удобрений из торфа, сапропеля, биогумуса и бурого угля.

Актуальность проведения данной работы.

Производство и применение гуминовых удобрений в России сдерживается по ряду причин, одной из которых является отсутствие в стране промышленного выпуска специализированного оборудования для производства гуминовых удобрений. Поэтому проведение дальнейших научных исследований по разработке и внедрению специализированного оборудования для производства гуминовых и комплексных удобрений является современной актуальной проблемой, требующей решения. На решение этой проблемы ориентирует Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2016 г. №35 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства» [4].

Предлагается решить проблему недостающих органических удобрений за счет переработки органического сырья (торфа, сапропеля, бурых

углей), запасов которого в России на более чем 1000 крупных месторождений хватит на сотни лет; к примеру, только в Рязанской области 125 месторождений торфа.

Материалы и методы исследования

Материалами для исследования являлись ранее разработанные технологические линии и экспериментальные установки по переработке органического сырья в удобрения. Методами исследования были экспериментальные проверки зависимости качества полученной продукции (удобрений) от параметров и режимов работы модернизированных узлов и агрегатов работающих технологических линий.

По результатам исследований была проведена конструкторская доработка и модернизация технологической линии по всем узлам и агрегатам. Это позволило выйти на новый уровень технических решений по созданию автономных узлов и агрегатов, работающих в единой цепочке технологической линии и отвечающих требованиям ее модульного построения.

Автор придерживается определенного понятия «модуль» в технике и считает, что модуль – это целевой функциональный узел, способный работать как в автономном режиме, так и в составе технологической линии.

Результаты исследования

Сегодня технологические линии работают в 9 регионах России [3], а также в Республике Беларусь (рис. 1). Изготовление этих линий осуществлялось строго по технологическим и техническим требованиям заказчика. Ведется мониторинг их работы, осуществляется техническое обслуживание и устранение выявленных недостатков в течение всего периода эксплуатации.



Рис. 1 – Регионы, где работают технологические линии

При этом каждая последующая линия, поставленная заказчику, отличается от предыдущей технологической и технической новизной, направленной на совершенствование конструкции и улучшение параметров и режимов работы как отдельных модулей, так и всей линии в целом.



Технологическая линия для производства гуминовых удобрений



Универсальная технологическая линия для производства комплексных удобрений на основе гуминовых



Мини-завод по производству жидких гуминовых удобрений и сухого порошка



Анализ результатов работы этих линий показал их надежность, высокое качество получаемых удобрений, а также удобство в эксплуатации.

Однако, при всех этих положительных моментах они не обладают универсальностью, т.е. не позволяют на одной и той же линии получать различные виды гуминовых удобрений (жидкие, порошкообразные, гелеобразные и сухие) из органического сырья (торф, бурый уголь, сапрпель, биогумус).

Исходя из этого, в настоящее время нами ведется работа по созданию универсального блочно-модульного комплекса в виде мини-завода, обеспечивающего производство перечисленных выше видов гуминовых удобрений из органического сырья.

Это позволит перейти на качественно новый уровень разработки оборудования в виде мини-завода, позволяющего решать следующие задачи:
– производство комплексных органо-мине-



ральных удобрений под заказ сельхозпроизводителя;

- автономность работы отдельных модулей;
- доведение уровня дисперсности до 70-140 мкм;
- применение системы тонкой очистки гуминовых удобрений.

На рисунке 2 показана общая компоновочная схема блочно-модульного мини-завода для производства различных видов гуминовых удобрений из органического сырья, первый образец которого в 2017 году поставлен в Курганскую область.

Она включает в себя следующие модули по линии жидких удобрений (нижняя линия – 1):

- подготовки сырья (просеивание торфа и гидромеханическая очистка его от песка);
- нагрева воды (проточный водонагреватель большой мощности);

- реактор – дисмембратор-реактор;
- систему тонкой фильтрации;
- электронную систему дозирования микроэлементов;
- накопительную емкость до 2-5 тонн концентрата;
- систему розлива готовой продукции (расфасовки).

Модули по линии сухих гуминовых удобрений (верхняя линия – 2):

- измельчение бурого угля (измельчитель) и электронное взвешивание;
- электрическая установка для сушки сырья;
- горизонтальный барабан для сушки;
- измельчитель сухих удобрений из бурового угля.

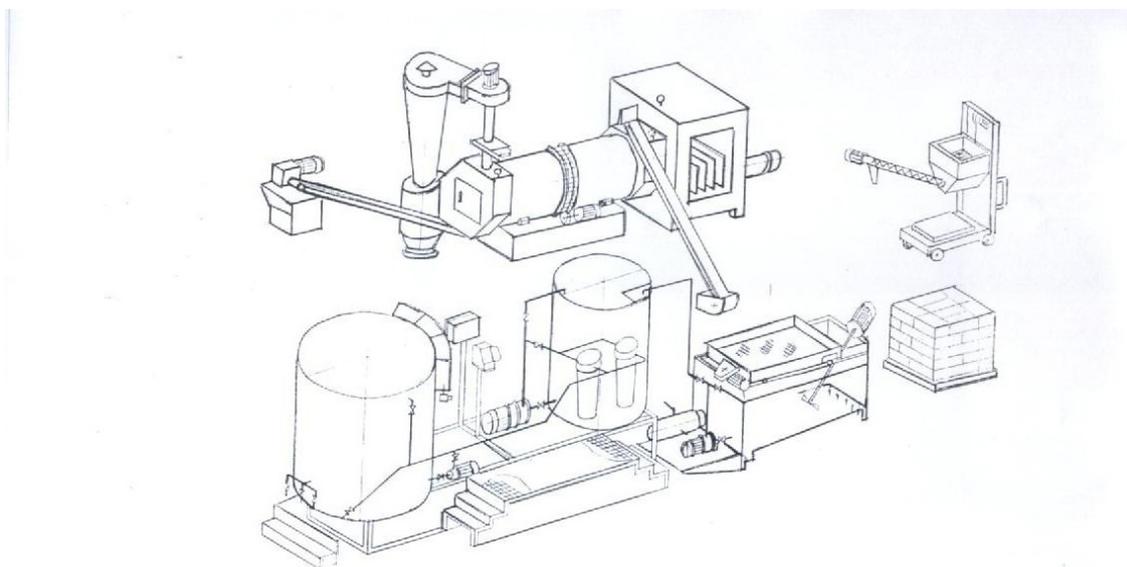


Рис. 2 – Модульный комплекс (мини-завод) для производства гуминовых удобрений
1 – для жидких; 2 – для сухих.

Производство универсальных мини-заводов в дальнейшем будет являться одной из составляющих механизма ускоренной реализации Федерального Закона «О производстве органической продукции» в регионах России. Уровень технологического и технического решения промышленного производства органических удобрений в регионах, использующих для этих целей природное сырье (торф, бурый уголь, сапропель, биогумус), позволит решить проблему повышения и сохранения плодородия почв, и получить экологически чистые продукты питания.

Методика расчета материально-технических затрат при производстве гуминовых удобрений

Суть методики заключается в следующем. Определяются приведенные затраты на производство на технологической линии одной тонны гуминовых удобрений – это составляет расходную

часть (себестоимость).

Имея сумму приведенных затрат и учитывая все расходы, связанные с реализацией продукции, устанавливается отпускная цена реализации одной тонны гуминовых удобрений. Разность между отпускной ценой и себестоимостью составляет доходную часть.

Экономический эффект \mathcal{E} определяется по формуле

$$\mathcal{E} = \mathcal{C} - (3_n + 3_d), \quad (1)$$

где \mathcal{C} – отпускная цена продукта, руб./т;

3_n – сумма приведенных затрат на производство 1 т удобрений, руб./т;

3_d – затраты, связанные с реализацией 1 т продукции, руб./т.

Определяем сумму приведенных затрат

$$3_n = 3_m + 3_a + 3_p + 3_{эк} \quad (2)$$

где 3_n – приведенные затраты, руб.;

3_m – затраты на материалы, руб.;



Z_A – амортизационные отчисления, руб.;
 Z_P – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб.;
 $Z_{ЭК}$ – эксплуатационные затраты, руб.
Затраты на материалы:

$$Z_M = m \times C_M \times K_N \quad (3)$$

где m – масса исходного материала, расходуемого для получения 1 т удобрений, кг;
 C_M – стоимость 1 кг исходного материала, руб.;
 K_N – коэффициент, учитывающий расходы на доставку материала и возможные потери в процессе работы (принимается $K_N = 1,2$).

Затраты на амортизацию оборудования:

$$Z_A = \frac{M \times A}{100} \quad (4)$$

где Z_A – размер годовых амортизационных отчислений, руб.;
 M – стоимость оборудования, руб.;
 A – годовая норма амортизационных отчислений, %.

При наличии нескольких видов оборудования с разными нормами амортизационных отчислений расчет ведется по каждому виду оборудования.

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования:

$$Z_P = \frac{M \times R}{100} \quad (5)$$

где M – стоимость оборудования, руб.;
 R – нормы отчислений на ремонт и техническое обслуживание оборудования.

Эксплуатационные расходы:

$$Z_{ЭК} = Z_3 + Z_9 + Z_H \quad (6)$$

где Z_3 – заработная плата с начислениями, руб.;
 Z_9 – расходы на электроэнергию, потребляемую производственным оборудованием, руб.;
 Z_H – накладные расходы, руб.

Заработная плата с начислениями:

$$Z_3 = 12 \times (Z_D + Z_C) \times K_4 \quad (7)$$

где Z_D – должностной месячный оклад оператора, руб.;
 Z_C – выплаты стимулирующего характера и льготные выплаты;
 K_4 – коэффициент, учитывающий начисления на заработную плату.

При наличии нескольких операторов рассчиты-

вается общая сумма заработной платы всех операторов.

Расходы на электроэнергию, потребляемую производственным оборудованием:

$$Z_9 = N \times t \times \eta \times C_{ЭЛ} \quad (8)$$

где N – суммарная мощность оборудования, кВт;

t – продолжительность работы оборудования в течение года, час;

$C_{ЭЛ}$ – стоимость 1 кВт/ч электроэнергии.

Накладные расходы:

$$Z_H = Z_{ЭН} + Z_{ОТ} + Z_{МН} + Z_{ОИ} \quad (9)$$

где $Z_{ЭН}$ – расходы на электроэнергию, не связанную с основным производством, руб.;

$Z_{ОТ}$ – расходы на отопление, руб.;

$Z_{МН}$ – расходы на материалы, не связанные с основным производством, руб.;

$Z_{ОИ}$ – отчисления в фонд предприятия, руб.

Абсолютные размеры накладных расходов для каждого вида деятельности производства и типа предприятия определяются расчетным путем по формуле, приведенной выше, однако на практике обычно размер годовых накладных расходов устанавливается в зависимости от размера затрат, не имеющих прямого отношения к производственному процессу.

Исходные данные для расчета

экономической эффективности

производства гуминовых удобрений

1. Производительность, л/см – 2000;
2. Расход торфа, кг/см – 400;
3. Расход щелочи, кг/см – 28;
4. Стоимость торфа, руб./кг – 1,4;
5. Стоимость щелочи, руб./кг – 120;
6. Стоимость мини-завода, руб. – 2300000;
7. Норма амортизационных отчислений, % – 10;
8. Норма отчислений на ремонт и тех. обслуживание, % – 5;
9. Количество операторов, чел. – 2;
10. Оклад оператора, руб./мес. – 25000;
11. Стимулирующие надбавки, руб./мес. – 5000;
12. Начисления на з/п, % – 30,2;
13. Накладные расходы, % – 40;
14. Расход электроэнергии, кВт-ч/см – 8,5 (см. табл. 24);
15. Расход воды, л/см – 2200;
16. Стоимость электроэнергии, руб./кВт-ч – 5,0;
17. Стоимость воды, руб./м³ – 25,61;
18. Водоотведение, руб./м³ – 24,85.

Таблица – Определение расхода электроэнергии

| Источник потребления | Мощность, кВт | Время работы в течение смены, ч | Расход за смену, кВт/ч |
|------------------------------|---------------|---------------------------------|------------------------|
| Электродвигатель MS 90L 4 | 1,5 | 0,5 | 0,75 |
| Электродвигатель АИР 100 | 4,0 | 0,67 | 2,68 |
| Электродвигатель Джилекс | 0,6 | 0,08 | 0,05 |
| Электродвигатель АДМ 100L2Y2 | 5,5 | 0,75 | 4,12 |



| | | | |
|-------------------------------|------|------|-------|
| Электродвигатель РК 200 | 1,5 | 0,58 | 0,88 |
| Электродвигатель НР 50NHP0000 | 0,09 | 0,5 | 0,045 |
| Итого: | 13,2 | - | 8,5 |

Расчет экономической эффективности
(на 1 т удобрений)

Затраты на материалы (по формуле (3))

На торф: $Z_{MT} = 200 \times 1,4 \times 1,2 = 336$ руб.

На щелочь: $Z_{Mщ} = 14 \times 120 \times 1,2 = 2016$ руб.

На воду: $Z_{MB} = 1,1 \text{ м}^3 \times (25,61 + 24,95) \times 1,2 = 64,74$ руб.

Всего затрат на материалы:

$Z_M = 336 + 2016 + 64,74 = 2416,74$

Затраты на амортизацию оборудования (формула (4)) руб. в год на 1 т.

Затраты на ремонт и техническое обслуживание (формула (5)) руб. в год на 1 т.

Эксплуатационные расходы

Заработная плата с начислениями (формула (6))

$Z_3 = 12 \times (25000 + 5000) \times 1,302 = 468720$ руб. в год на 1 т.

Расход на электроэнергию

$Z_э = N_c \times 5 \times 1,1$;

N_c – потребление за смену, (см. табл. 1);

$Z_э = 8,5 \times 5 \times 1,1 = 46,75$ руб. за смену;

На 1 т: $Z_э = 46,75 : 2 = 23,37$ руб.

Накладные расходы:

Всего затрат на 1 т удобрений

$Z = 2416,74 + 435,6 + 217,8 + 1775,44 + 23,37 + 355,1 = 5224,05$ руб.

Непредвиденные расходы – 10% = 522,4 руб.

Рентабельность – 30% = 1567,2 руб.

Расходы на реализацию – 10% = 522,4 руб.

Общие затраты: $5224,05 + 522,1 + 1567,2 + 522,1 = 7836,05$ руб.

Экономический эффект

При определении экономического эффекта необходимо учесть также фактор спроса.

Если на данном оборудовании будет производиться 2000 л гуминовых удобрений в смену, т.е. $2000 \times 264 = 528000$ л в год, то это не значит, что весь этот объем будет в течение года реализован. Поэтому необходимо ввести коэффициент, учитывающий объем реализации в течение года. Принимает этот коэффициент равным 0,5. Следовательно, в течение года будет реализовано $528000 \times 0,5 = 264000$ или 264 т удобрений.

При рыночной стоимости 1 т удобрений 80000 руб. сумма реализации составит $264 \times 80000 = 21120000$ руб.

Общие затраты: $7836,05 \times 528 = 437434,4$.

Экономический эффект: 16982565,6 руб.

Вывод

В процессе исследования и анализа результатов практического использования технологических линий в регионах России были разработаны новые технические решения, обеспечивающие высокий уровень эффективности их работы и улучшение качественных показателей получаемой продукции.

Список литературы

1. Лукин, С.М. Биологизация земледелия – научная и технологическая основа экологически устойчивого сельского хозяйства [Текст] / С.М. Лукин, И.В. Русакова // Экологически устойчивое земледелие: состояние, проблемы и пути их решения: Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. - ВНИИОУ - филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», 22-24 июня 2018 г. / Иваново: ПресСто, 2018. - С. 3-10.

2. Качанова, Л.С. Экономический механизм управления технологическими процессами производства и применения органических удобрений в аграрном секторе [Текст]: автореферат дис. ... д-р экон. наук: 08.00.05 / Качанова Людмила Сергеевна. – Орел, 2018.- 50 с.

3. Мироненко, О.В. Органический рынок России. Итоги 2017 года. Перспективы на 2018 год [Текст] / О.В. Мироненко // Экологически устойчивое земледелие: состояние, проблемы и пути их решения: Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – ВНИИОУ - филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», 22-24 июня 2018 г. / Иваново: ПресСто, 2018. – С. 262-275.

4. О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства [Текст]: указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2016 г. №350 // Собр. законодательства РФ. – 2016. - № 30. – ст. 4904.

5. ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 3 августа 2018 г. № 280

**SOLVING PROBLEMS OF INDUSTRIAL PROCESSING
OF ORGANIC RAW MATERIALS ON THE BASIS OF TECHNOLOGICAL COMPLEXES OF
MODULAR DESIGN**

Sorokin Konstantin N., candidate of technical sciences, deputy director, Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Agroengineering Center VIM», 7623998@mail.ru

In the conditions of development of organic agriculture, the problem of provision of agricultural goods producers with organic fertilizers still exists: at the present time their quantity is not sufficient even for restoration of arable lands fertility. The analysis of the prices for mineral fertilizers shows their constant growth. At the same time,



organic goods market is one of the most intensively developing in the world. The author considers it possible to solve this problem through developing and manufacturing production lines for industrial processing of peat, sapropel and brown coal, since their supply in Russian regions is sufficient for their industrial processing. This paper introduces the results of the studies on the problem of industrial processing of organic raw materials. The author has examined the results of running production lines of different design developed and manufactured in FSFI VNIMS. Production lines were manufactured at the expense of the customers and used for industrial processing of organic raw materials. The theoretical studies carried out by the author formed the basis for experimental justification of the scientific hypothesis: "Possibility of producing humic fertilizers with the given characteristics by using industrial equipment of modular construction". The author has got the specific concept of «module» in engineering in terms of development of equipment for industrial production of the specific good, implying the following concept when using this definition: a module is a specified functional node, able to operate as a stand-alone station, and as a part of a production line, combining intellectual engineering content and a technology for its implementation when getting some product in the process of its production. The author recommends using production lines as a part of the technological complex of the modular design for this purpose. A general layout diagram of the block-modular mini-factory for producing liquid and dry humic fertilizers from peat, sapropel, biohumus and brown coal is given. Methods for calculating economic efficiency of running a multipurpose production line as a mini-factory are provided.

Key words: organic raw materials, peat, sapropel, biohumus, brown coal, processing, production line, modular design.

Literatura

1. Lukin, S.M. *Biologizatsiya zemledeliya – nauchnaya i tekhnologicheskaya osnova ekologicheskoi ustoychivogo sel'skogo khozyaystva* [Tekst] / S.M. Lukin, I.V. Rusakova // *Ekologicheskii ustoychivoe zemledelie: sostoyanie, problemy i puti ikh resheniya: Sbornik nauchnykh trudov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. - VNIIOU - filial FGBNU «Verkh-nevolzhskiy FANTs», 22-24 iyunya 2018 g. / Ivanovo: PresSto, 2018. - S. 3-10.*

2. Kachanova, L.S. *Ekonomicheskii mekhanizm upravleniya tekhnologicheskimi protsessami proizvodstva i primeneniya organicheskikh udobreniy v agrarnom sektore* [Tekst]: avtoreferat dis. ... d-r ekon. nauk: 08.00.05 / Kachanova Lyudmila Sergeevna. – Orel, 2018. - 50 s.

3. Mironenko, O.V. *Organicheskii rynek Rossii. Itogi 2017 goda. Per-spektivy na 2018 god* [Tekst] / O.V. Mironenko // *Ekologicheskii ustoychivoe zemledelie: sostoyanie, problemy i puti ikh resheniya: Sbornik nauchnykh trudov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. - VNIIOU - filial FGBNU «Verkhnevolzhskiy FANTs», 22-24 iyunya 2018 g. / Ivanovo: PresSto, 2018. – S. 262-275.*

4. *O merakh po realizatsii gosudarstvennoy nauchno-tekhnicheskoy politiki v interesakh razvitiya sel'skogo khozyaystva* [Tekst]: ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 21 iyulya 2016 g. №350 // *Sobr. zakonodatel'stva RF. – 2016. - № 30. – st. 4904.*

5. FZ «Ob organicheskoy produktsii i o vnesenii izmeneniy v ot-del'nye zakonodatel'nye akty Rossiyskoy Federatsii» ot 3 avgusta 2018 g. № 280.



УДК 634.1-13

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УБОРОЧНО-ТРАНСПОРТНЫХ РАБОТ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ НА ПРИМЕРЕ СЕМЕЧКОВЫХ КУЛЬТУР

УСПЕНСКИЙ Иван Алексеевич, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой технической эксплуатации транспорта, ivan.uspensckij@yandex.ru

КОКОРЕВ Геннадий Дмитриевич, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры технической эксплуатации транспорта, kgd5408@rambler.ru

ЮХИН Иван Александрович, д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой автотракторной техники и теплотехники, yuival@rambler.ru

ШАФОРОСТОВ Владимир Александрович, аспирант, vladim.shaforostoff2012@yandex.ru
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Результатом преобразований за последние несколько десятилетий в сельском хозяйстве страны стал ряд таких негативных явлений, как снижение государственной поддержки агропредприятий, увеличение зависимости сельского хозяйства от рынка средств производства и цен на них. С 1991



по 2007 годы предприятия агропромышленного комплекса России сократили приобретение тракторов более чем в 16 раз, а грузовых автомобилей – в 26 раз. В структуре себестоимости продукции доля материальных издержек достигла 70%, более половины из которых – затраты на использование машинно-тракторного парка (МТП). Использование техники, выработавшей свой ресурс, влечет за собой увеличение расходов на поддержание ее в исправном состоянии. Помимо этого, устаревшие образцы сельскохозяйственной техники имеют низкие показатели эффективности. Назрела необходимость в приобретении агропредприятиями новейших образцов машин и оборудования за счет как внешних, так и внутренних источников инвестиций, позволяющих при наименьших затратах иметь наибольшую производительность, а как следствие – увеличение прибыли. В данной статье выделены основные факторы, влияющие на эффективность использования МТП, проведен сравнительный анализ грузовых автомобилей отечественного и зарубежного производства с целью выявления наименее затратного транспортного средства при эксплуатации. Рассмотрены новейшие образцы мобильной сельскохозяйственной техники, предназначенной для уборочных работ семечковых культур. В то же самое время для увеличения производственных показателей необходимо повышать квалификацию кадров, использовать современные методы управления предприятием, применять новые технологии уборки и многое другое. Только такой комплекс мер позволит повысить эффективность уборочно-транспортного процесса в садоводческих хозяйствах, снизить себестоимость готовой продукции и повысить её конкурентоспособность.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, машинно-тракторный парк, уборочно-транспортный процесс, эффективность, транспортное средство, тракторно-транспортный агрегат.

Введение

Одной из ключевых отраслей экономики страны является сельское хозяйство. Именно на него приходится свыше 95% всего произведенного продовольствия в стране. Основной отраслью считается растениеводство. Оно обеспечивает население продовольствием, а животных – кормами. Для получения хорошего урожая необходимо внимательно относиться ко всем этапам выращивания, особенно к заключительному – процессу уборки. Это один из наиболее энергоемких процессов, связанный с огромными потерями в виде недополученной продукции, а также за счет нерационального использования ресурсов и техники.

Факторы, влияющие на эффективность использования машинно-тракторного парка

В последние годы увеличивается спрос на продукцию сельского хозяйства, который невозможно удовлетворить без применения новых технологий и современной высокопроизводительной техники. Необходимо отметить, что быстро меняющиеся экономические условия заставляют оперативно модернизировать систему организации и функционирования аграрного производства и использования МТП. Кроме того, динамично развивающийся научно-технический прогресс обуславливает активное внедрение последних достижений в производство [1, 2, 3].

На эффективность МТП влияет целый ряд факторов (рис. 1) различных по природе и степени влияния на конечные результаты производства, которые можно разделить на:

- природно-климатические (размеры, конфигурация и рельеф участков, механический состав и влажность почв, температура);
- технико-экономические (специализация организации, схемы движения агрегатов, наличие ремонтной базы и т.д.);
- агротехнологические (сроки проведения

работ, глубина обработки почв, нормы высева, обработка посевов);

- организационно-управленческие (уровень организации производства, методы управления, применяемые технологии и т.д.);
- внешние факторы (рыночные факторы внешней среды, господдержка предприятий АПК, цены и материально-технические ресурсы) [1].

Современная техника для уборочно-транспортных работ в садоводстве

Статистические данные показывают, что более половины всех сборов плодово-ягодных насаждений в нашей стране приходится на семечковые культуры, из которых 95% – яблоки [4]. Следовательно, наиболее перспективное направление развития для садоводческих хозяйств – снижение энергетических затрат при уборке и транспортировании яблок с места сбора (уборки) до мест хранения.

Советскими и российскими учеными было разработано большое количество технологических схем вывоза плодов из сада (табл. 1). Данные технологии включают в себя различные сочетания автотранспортных средств средней грузоподъемности (в основной массе марок ЗиЛ и ГАЗ) (рис. 2), тракторно-транспортных агрегатов (рис. 3) и погрузочных устройств (рис. 4) [5, 6].

Наибольшее распространение получила точная технология уборки (рис. 5) как наиболее эффективная, разработанная ВНИИС имени И.В. Мичурина. Данная технология предполагает использование вилочных погрузчиков различного типа для осуществления погрузочно-разгрузочных операций, а для транспортных – агрегатов ВУК-3, платформ ПТ-3,5, прицепов 2ПТС-4,5 и включает в себя погрузку порожней тары, завоз её в сад, сбор плодов и укладку их в тару, вывоз и разгрузку заполненной тары [6].

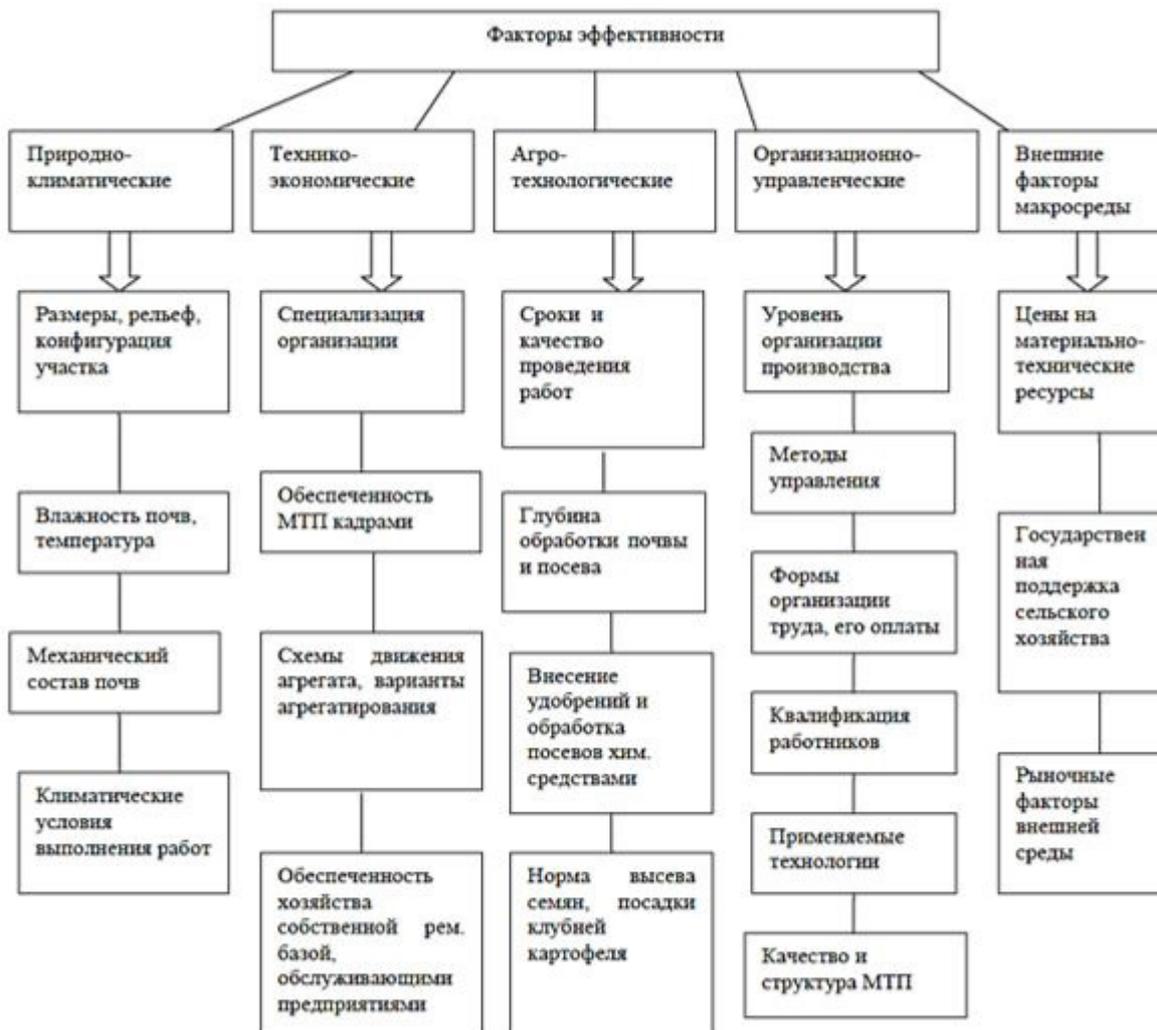


Рис.1 – Факторы эффективности МТП [1]

Таблица 1 – Технологические схемы транспортирования плодов из сада в процессе уборки

| Технология | Состав машин | Количество персонала |
|------------|---|----------------------|
| 1 | Грузовой автомобиль средней грузоподъемности + трактор с погрузчиком + электропогрузчик | 3 |
| 2 | Трактор с прицепом + трактор с погрузчиком + электропогрузчик | 3 |
| 3 | Трактор с прицепом + электропогрузчик+ трактор с КМУ и прицепом | 4 |
| 4 | Трактор с КМУ+ прицеп-контейнеровоз | 2 |



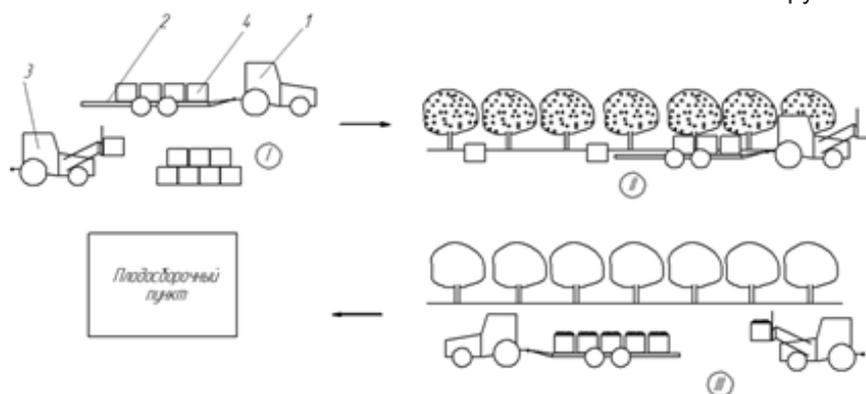
Рис. 2 – Автомобили средней грузоподъемности ЗИЛ-4333 и ГАЗ-3309



Рис. 3 – Тракторно-транспортный агрегат в составе МТЗ-82 и прицепа 2ПТС-4,5



Рис. 4 – Трактор МТЗ-82, агрегатированный вилочным погрузчиком 3В-01



I – загрузка пустой тары; II – завоз контейнеров в междурядье с возможной их расстановкой; III – загрузка заполненных контейнеров. 1 – трактор, 2 – прицеп, 3 – трактор, агрегатированный вилочным погрузчиком; 4 – контейнер.

Рис.5 – Поточная технология уборки семечковых культур в саду

В настоящее время сельхозпредприятия находятся в сложном положении. Имеющийся в их распоряжении МТП выработал свой ресурс более чем на 75%. В то же время обеспеченность техникой на 50-80% от потребности сказывается на ее нагрузке, увеличении продолжительности механизированных работ [1].

Технологическая модернизация сельскохозяйственного производства в стране невозможна без развития транспортной системы АПК. В настоящее время парк автомобилей в сельском хозяйстве насчитывает около 380 тыс. единиц. Это в 2,5 раза меньше нормативной потребности. Серийно выпускаемые автомобили общего назначения не удовлетворяют требованиям сельхозпроизводства (по давлению на грунт, диапазону скоростей, техническому уровню). На сегодняшний день внутри хозяйств используется порядка 188 тыс. грузовых автомобилей, средний возраст которых 20 лет и более [2, 3].

Серийно выпускаемые отечественной промышленностью грузовики в сельской местности востребованы в сверхмалых количествах, так как они по тем или иным показателям не приспособлены к специфическим условиям эксплуатации в хозяйствах. Поэтому следует признать, что текущее состояние транспортно-технологического обеспечения сельскохозяйственного производства

требует безотлагательной модернизации [2, 3].

Особое внимание следует уделить созданию новой линейки грузовых автомобилей сельскохозяйственного назначения, приспособленных для работы в составе технологических адаптеров.

Несколько лет назад Горьковский завод выпустил новый грузовой автомобиль среднего класса – ГАЗон Next грузоподъемностью 4 700 - 5 000 кг и 6 200 кг (зависимости от модификации) (рис. 6), в отличие от ГАЗ-3307/3309, у которых грузоподъемность была 4 500 кг. Данные автомобили позволяют полностью заменить в грузовом парке страны морально и физически устаревшие среднетоннажные грузовики марок ГАЗ и ЗиЛ, выпуск которых был прекращен в 2016 году. Помимо бортовых ГАЗонов Next, в которые помещается до 6-12 стандартных паллет, на шасси этих грузовиков освоен выпуск самосвалов Саранским заводом автосамосвалов (САЗ) грузоподъемностью 4 500 кг (рис. 6) [7]. На конечную цену сельскохозяйственной продукции большое влияние оказывают транспортные затраты. Поэтому стоит обращать внимание на расходы, которые требуют транспортные средства. В таблице 2 приведены основные технические характеристики среднетоннажных автомобилей, представленных на российском рынке, влияющие на материальные затраты при их эксплуатации [7].



Рис. 6 – Бортовой грузовик ГАЗ С41R33 (слева), самосвал ГАЗ-СА3-2507 (справа)

Таблица 2 – Технические характеристики среднетоннажных автомобилей

| Показатель | ГАЗон-Next | Isuzu ELF 7.5 | Iveco Daily | Foton Aumark | Tata LPT 613 | Hyundai HD 78 |
|---|------------|---------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
| Мощность двигателя, л.с. | 149 | 155 | 136 | 154 | 130 | 137 |
| Нормативный расход топлива на скорости 60 км/ч, л. | 13,6 | 17,0 | 12,0 | 14,0 | 14,8 | 15,6 |
| Общая продолжительность гарантийного обслуживания / периодичность, тыс. км. | 150/20 | 100/20 | 120/20 | 100/10 | 75/10 | 60/15 |
| Стоимость нормо-часа сервисного обслуживания*, min/max | 300/800 | 900/2000 | 1000/1500 | 500/1200 | 500/950 | 900/2100 |

* – данные по состоянию на 2015 год

Помимо грузовых автомобилей, в процессе уборки плодов семечковых культур задействованы трактора, агрегатированные навесными машинами и орудиями. Сотрудниками ФГБНУ ВСТИСП разработан блочно-модульный агрегат для работы в садах – АМС-7, базируемый на тракторах

тягового класса 1,4 (рис. 7). Применение такой машины позволяет производить множество операций благодаря быстросъемным сменным модулям [8]: контурная обрезка, бурение лунок для посадки плодовых деревьев, погрузочно-разгрузочные работы и многое другое.



Рис. 7 – Общий вид МТЗ-80 с АМС-7: машина для контурной обрезки (слева); встряхиватель (в середине); вильчатый захват (справа).



Использование агрегата AMC-7 позволяет увеличить производительность труда в 1,8 раза и снизить прямые эксплуатационные издержки до 40%, затраты труда – до 45% [8].

На сегодняшний день в ряде стран Европы, а также в США широкое применение нашли плодуборочные платформы и машины. Лидером в производстве плодуборочных платформ считается Италия. Большое количество компаний («ORSI», «Hermes», «REVO», «SORTER») выпускают плодуборочные платформы и машины различных конструкций. Например, плодуборочная платформа Cross Eco Südtirol 135 (рис. 8) от итальянской фирмы «ORSI» благодаря независимой подвеске способна передвигаться по пересеченной местности с уклонами до 45°. Отличительной чертой самоходной платформы PS-5 (рис. 9) польской компании «SORTER» является наличие двух независимых площадок, которые поднимаются на высоту от 1,35 до 2,6 м [9, 10]. Механизация уборочных работ с применением плодуборочных платформ позволяет сократить повреждаемость плодов и деревьев и увеличить производительность труда. Использование данных платформ также позволяет осуществлять уход за кронами деревьев [9, 10].



Рис. 8 – Платформа плодуборочная ORSI Cross Eco Südtirol 135



Рис. 9 – Платформа плодуборочная SORTER PS-5

Выводы

В заключение можно сделать вывод, что сокращение энергозатрат при проведении технологических процессов в растениеводстве, в частности в садоводстве, может быть достигнуто путем решения следующих задач [3]:

- сокращение прямых энергозатрат и снижение доли энергоносителей в энергетическом балансе технологий;
- эффективное использование сельскохозяйственной техники;
- внедрение новых эффективных технологий и энергосберегающей техники;
- рациональное комплектование, снижение затрат топлива на холостой ход машинно-тракторных агрегатов;
- использование уборочных машин с высокой производительностью;
- организация проведения полевых работ в соответствии с агротехнологическими требованиями.

Список литературы

1. Берёзкина, К. Ф. Организационно-экономические аспекты управления развитием машинно-тракторного парка сельскохозяйственной организации [Текст] : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 – экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – АПК и сельское хозяйство) : Науч. консультант к.э.н. П. Б. Акмаров. - Ижевск : ФГОУ ВПО ИжГСХА, 2008. - 175 с.
2. Сбережение энергозатрат и ресурсов при использовании мобильной техники [Текст] / Е.А. Карцев, Д.В. Безруков, О.О. Максименко [и др.]. – Рязань : ФГОУ ВПО РГТУ, 2010. -186 с.
3. Борычев, С. Н. Машинные технологии уборки картофеля с использованием усовершенствованных копателей, копателей-погрузчиков и комбайнов [Текст] : дис. д-ра технических наук: 05.20.01 / Борычев С.Н.; ФГОУ ВПО "Рязанская государственная сельскохозяйственная академия". - Рязань, 2008. - 378 с
4. Маркетинговое исследование : Рынок плодовых и ягодных культур за 2013 – 2016 г.г. [Текст] / ОГАУ «Инновационно - консультационный центр агропромышленного комплекса Белгородской области, 2017. – 35 с.
5. Патент на полезную модель №96547. Прицепное транспортное средство для перевозки сельскохозяйственных грузов [Текст] / Безруков Д.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Кокорев Г.Д., Пименов А.Б., Юхин И.А., Николотов И.Н. Опубл. 10.08.2010 в бюл. №22.
6. Машины для возделывания плодовых и ягодных культур [Текст] / В. В. Бычков, А. А. Цымбал, И. В. Крючков // Плодоводство и ягодоводство России. - 1996. - Т.3. - С. 206-215.
7. Газавтомир – автомобили и спецтехника ГАЗ: [Электронный ресурс] – Нижний Новгород, 2010-2018. - URL: <http://www.gazavtomir.ru>. - (Дата обращения 19.08.2018г.)
8. Современные технические средства для работы в садах [Электронный ресурс] / Г. Д. Кокорев, И. И. Гришин, В. А. Шафоростов [и др.] //



Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) . - Краснодар: КубГАУ, 2017. - № 10 (134). - С. 1030-1041.

9. ООО «СелАгро»: [Электронный ресурс] –

Минск, 2015-2018. - URL: <http://www.selagro.com>. (Дата обращения 22.08.2018г.)

10. Компания ORSI-Group: [Электронный ресурс], 2012-2018. - URL: <http://www.orsi-group.ru>. (Дата обращения 23.08.2018г.)

INCREASE OF EFFICIENCY OF CLEANING AND TRANSPORT WORKS IN AGRICULTURAL COMPLEX ON THE EXAMPLE OF FAMILY CROPS

Uspenskiy Ivan A., doctor of technical sciences, professor, Head of the Department of Technical Maintenance of Transport, ivan.uspensckij@yandex.ru

Kokorev Gennady D., doctor of technical sciences, associate professor, Professor of Technical Transport Operation Department, kgd5408@rambler.ru

YUkhin Ivan A., doctor of technical sciences, associate professor, Head of the Department of Automotive and Technological Engineering and Heat Engineering, yuival@rambler.ru

Shaforostov Vladimir A., Ph.D., vladim.shaforostoff2012@yandex.ru
Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva

As a result of the transformation over the past few decades, a number of negative developments have taken place in the country's agriculture, such as a reduction in state support for agro-enterprises, an increase in the dependence of agriculture on the market of means of production and prices on them. From 1991 to 2007, the enterprises of the agro-industrial complex of Russia reduced the purchase of tractors by more than 16 times, and of trucks - by 26 times. In the structure of the cost of production, the share of material costs reached 70%, more than half of which is the cost of using the machine and tractor fleet (MTP). The use of technology, which has developed its resource, entails an increase in the costs of maintaining it in good order. In addition, outdated samples of agricultural machinery have low efficiency indicators. There is a need to acquire agro-enterprises of the newest models of machinery and equipment at the expense of both external and internal sources of investment, which allows to have the greatest productivity at the least cost, and as a result - to increase profits. In this article, the main factors affecting the efficiency of the use of MTP are highlighted, a comparative analysis of domestic and foreign trucks has been carried out to identify the least expensive vehicle in operation. The newest samples of mobile agricultural equipment intended for harvesting of pome fruits are considered. At the same time, in order to increase production indicators, it is necessary to improve the qualification of personnel, use modern methods of enterprise management, apply new cleaning technologies and much more. Only such a set of measures will increase the efficiency of the harvesting and transport process in horticultural farms, reduce the cost of finished products and increase its competitiveness.

Key words: agro-industrial complex, machine and tractor park, harvesting and transport process, efficiency, vehicle, tractor-transport unit.

Literatura

1. Beryozkina, K. F. Organizacionno-ehkonomicheskie aspekty upravleniya razvitiem mashinno-traktornogo parka sel'skohozyajstvennoj organizacii [Tekst] : dis. ... kan. ehkon. nauk : 08.00.05 – ehkonomika i upravlenie narodnym hozyajstvom (ehkonomika, organizaciya i upravlenie predpriyatiyami, otraslyami, kompleksami – APK i sel'skoe hozyajstvo) : Nauch. konsul'tant k.eh.n. P. B. Akmarov. - Izhevsk : FGOU VPO IzhGSKHA, 2008. - 175 s.

2. Sberezhenie ehnergozatrat i resursov pri ispol'zovanii mobil'noj tekhniki / E.A. Karcev, D.V. Bezrukov, O.O. Maksimenko i dr. - Ryazan': FGOU VPO RGATU, 2010. -186 s.

3. Borychev, S.N. Mashinnye tekhnologii uborki kartofelya s ispol'zovaniem usovershenstvovannykh kopatelej, kopatelej-pogruzchikov i kombajnov: dis. d-ra tekhnicheskikh nauk: 05.20.01/Borychev S.N.; FGOU VPO "Ryazanskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya". -Ryazan', 2008. -378 s

4. Marketingovoe issledovanie: Rynok plodovyh i yagodnyh kul'tur za 2013–2016 g.g. / OGAU «Innovacionno - konsul'tacionnyj centr agropromyshlennogo kompleksa Belgorodskoj oblasti, 2017. – 35 s.

5. Patent na poleznuyu model' №96547. Pricepnoe transportnoe sredstvo dlya perevozki sel'skohozyajstvennyh gruzov. Bezrukov D.V., Borychev S.N., Uspenskiy I.A., Kokorev G.D., Pimenov A.B., YUhin I.A., Nikolotov I.N. Opubl. 10.08.2010 v byul. №22.

6. Mashiny dlya vozdeleyvaniya plodovyh i yagodnyh kul'tur / V.V. Bychkov, A.A. Cymbal, I.V. Kryuchkov // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii, 1996. - T.3. - S. 206-215. 7. Gazavtomir – avtomobili i spectekhnika GAZ: [EHlektronnyj resurs] – Nizhnij Novgorod, 2010-2018. URL: <http://www.gazavtomir.ru>. (Data obrashcheniya 19.08.2018g.)

8. Sovremennye tekhnicheskie sredstva dlya raboty v sadah / G.D. Kokorev, I.I. Grishin, V.A. Shaforostov i dr. // Politematicheskij setevoy ehlektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) . -Krasnodar: KubGAU, 2017. -№10(134). S. 1030 -1041.

9. ООО «СелАгро»: [EHlektronnyj resurs] – Минск, 2015-2018. URL: <http://www.selagro.com>. (Data obrashcheniya 22.08.2018g.)

10. Компания ORSI-Group: [EHlektronnyj resurs], 2012-2018. URL: <http://www.orsi-group.ru>. (Data obrashcheniya 23.08.2018g.)



ТРИБУНА МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ



УДК 631.671.1:631/635

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРОЦЕССОВ ИСПАРЕНИЯ И ФИЛЬТРАЦИИ ВОДЫ В ХОДЕ ОРОШЕНИЯ ДОЖДЕВАНИЕМ

АКСЁНОВ Яков Андреевич, ассистент кафедры природообустройства и водопользования, Брянский государственный аграрный университет, Yakow32@yandex.ru

ВАСИЛЕНКОВ Валерий Фёдорович, д-р техн. наук, профессор кафедры природообустройства и водопользования, Брянский государственный аграрный университет, roivp@bgsha.com

Целью данных исследований было установление взаимодействия процессов испарения и фильтрации поливной воды в ходе орошения дождеванием, выявление роли вносимых удобрений, их влияния на интенсивность испарения и фильтрации. В статье описаны эксперименты по определению влияния внесения минеральных удобрений на процессы испарения и количества фильтрующейся через почву влаги. В проведённых опытах в почвенные колонки вносились различные удобрения: аммиачная селитра, известь, доломит, хлористый калий как в растворённом виде, так и путём распределения по поверхности почвы в сухом виде с последующим растворением поливами. Почвенные колонки предварительно насыщались до состояния предельной полевой влагоёмкости. Процесс испарения влаги в течение суток через каждые два часа фиксировался при помощи измерения веса почвенных колонок. В слое почвы 5 см после внесения хлористого калия произошло падение интенсивности испарения в первый день. В последующие два дня после внесения удобрений испарение возросло до 17 г, тогда как при поливах чистой водой оно составляло в среднем 13 г, при этом количество фильтрующейся влаги осталось на том же уровне. В слое почвы 10 см после внесения удобрения испарение также снизилось до 7 г/сут, а на второй и последующие дни снова поднялось до 17 г. В слое почвы 15 см в первые сутки испарения составили 7 г, тогда как в другие сутки оно составляло 14 г, а на второй день уровень испарений увеличился до 20 г в сутки. В слое почвы 20 см испарение снизилось до 11г, затем уровень испарений поднялся до 21 г. Таким образом, во всех опытах выявлен рост испарения влаги и снижение фильтрации после внесения аммиачной селитры.

Ключевые слова: минеральные удобрения, испарение, почвенные колонки, поливы, фильтрация.

Введение

В Нечерноземной зоне РФ естественные осадки и ход испарения, как правило, не обеспечивают нужный водный режим почвы. Даже кратковременные и особенно внезапные перерывы в достаточном снабжении растений водой, при совпадении их с периодом высоких температур и низкой влажности воздуха, влекут за собой снижение урожайности сельскохозяйственных культур [1-4,6]. Выпадающие случайным образом дождевые осадки, особенно сразу после поливов, создают промывной режим почвы и вынос питательных элементов за пределы корнеобитаемого слоя. Но и вегетационные поливы, как показывают наши полевые и лабораторные опыты, также частично уходят с фильтратом за пределы расчётного слоя почвы, унося элементы питания.

Объект, методы и результаты исследования

В четыре почвенных колонки в соответствии с ГОСТ 33043-2014 «Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Вымывание из по-

чвенных колонок» была заложена легкосуглинистая почва с различными по толщине слоями – 5, 10, 15 и 20 см. Перед началом испарений все колонки насыщались влагой до наименьшей влагоёмкости. Далее проводился ежедневный полив водой, не содержащей удобрений, методом капельного орошения в количестве 7 мм/сут. Каждый день производился контроль веса испытуемых образцов почвы. По окончании внесения в сосуды чистой воды в каждую почвенную колонку вносились удобрения в виде хлористого калия в растворённом виде. Внесение KCl происходило в течение трёх дней, далее полив производился водой, не содержащей удобрений.

Колонка со слоем почвы 5 см после насыщения её водой до ППВ весила 1332 г. Первый же полив нормой 49 г на колонке не весь ушёл в сброс, а лишь 37 г. Испарилось за сутки 5 г и 7 г влаги превысили её содержание в почве сверх ППВ. Последующие ежесуточные поливы по 49 г (слой дождя 7 мм) также уходили в сброс с фильтрующейся водой в количестве 30-40 г. Не-



смотря на то, что скорость фильтрации в несколько раз превышает скорость испарения, за сутки с испаряющейся влагой уносилось 10-20 г воды. Дефицит влаги до ППВ в колонке со слоем почвы 5 см иногда достигал половины объёма поливной воды, однако в фильтрат уходило больше половины поливной воды, да ещё часть воды испарялась.

В двадцатисантиметровой почвенной колонке дефицит влаги до ППВ иногда превышал 100 г, то есть в 2 раза больше объёма поливной воды 49 г. Тем не менее, и в этом случае в сброс уходило 20-30 г фильтрующейся воды.

Экспериментальные данные были проанализированы, по всем колонкам вычислены средние значения испарений в сутки. Они составили от 2 мм/сут до 2,3 мм/сут.

В колонке со слоем почвы 5 см при внесении

хлористого калия произошло падение интенсивности испарения в первый день (испарилось 8 г вместо обычных 14 г). В последующие два дня после внесения удобрений испарение увеличилось до 17 г, причём количество фильтрующейся влаги остаётся практически неизменным (32,5 - 33,4 мл). В колонке со слоем почвы 10 см после внесения удобрения испарения также сократились до 7 г/сут, а на второй и последующие дни также увеличились до 17 г. В колонке со слоем почвы 15 см в первый день после внесения испарения составили 7 г, тогда как в другие дни они составляли 14 г, а на второй день уровень испарений поднялся до 20 г в сутки. В колонке со слоем почвы 20 см испарение опустилось до 11 г, затем уровень поднялся до 21 г. Данные приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Испарения с лёгкого суглинка, слой почвы 5 см

| Даты | Масса, г | Недостаток до ППВ, см ₃ | Внесено, мл | Фильтрат, мл | Изменения по весам, | Испарения, г |
|------------|----------|------------------------------------|-------------|--------------|---------------------|--------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 16 ноября | 1353 | 0 | 49 | 37,2 | +7 | 5 |
| 17 ноября | 1350 | 0 | 49 | 32,2 | -3 | 20 |
| 18 ноября | 1349 | 0 | 49 | 37,2 | -1 | 13 |
| 19 ноября | 1339 | 0 | 49 | 44,6 | -10 | 14 |
| 20 ноября | | | | | | |
| 21 ноября | 1320 | 12 | 49 | 32 | -19 | 36 |
| 22 ноября | 1333 | 0 | 49 | 33,2 | +13 | 3 |
| 23 ноября | | | | | | |
| 24 ноября | 1319 | 13 | 49 | 32,8 | -14 | 30 |
| 25 ноября | 1334 | 0 | 49 | 38 | +15 | 4 |
| 26 ноября | 1331 | 1 | 49 | 43,6 | -3 | 8 |
| 27 ноября | | | | | | |
| 28 ноября | 1305 | 27 | 49 | 34 | -26 | 41 |
| 29 ноября | 1315 | 17 | 49 | 25,4 | +10 | 14 |
| 30 ноября | 1331 | 1 | 49 | 41 | +16 | 9 |
| 01 декабря | 1335 | 0 | 49 | 37,2 | +4 | 8 |
| 02 декабря | 1339 | 0 | 49 | 34,7 | +4 | 10 |
| 03 декабря | 1335 | 0 | 49 | 34,5 | -4 | 18 |
| 04 декабря | | | | | | |
| 05 декабря | 1318 | 14 | 49 | 25,8 | -17 | 40 |
| 06 декабря | 1326 КСl | 6 | 49 | 32,5 | +8 | 8 |
| 07 декабря | 1325 КСl | 7 | 49 | 33 | -1 | 17 |
| 08 декабря | 1324 КСl | 8 | 49 | 32,8 | -1 | 17 |
| 09 декабря | 1326 | 6 | 49 | 33,2 | +2 | 14 |
| 10 декабря | 1325 | 7 | 49 | 35 | -1 | 15 |
| 11 декабря | | | | | | |
| 12 декабря | 1308 | 24 | 49 | 36 | -17 | 30 |
| 13 декабря | 1334 | 0 | 49 | 42 | +26 | 19 |
| 14 декабря | 1327 | 5 | 49 | 36 | -7 | 20 |

Примечание: 1) вес колонки почвы, насыщенной до ППВ составляет 1332 г; 2) средняя интенсивность испарения – 2,08 мм/сут.



Таблица 2 – Испарения с лёгкого суглинка, слой почвы 20 см

| Даты | Масса, г | Недостаток до ППВ, см ³ | Внесено, мл | Фильтрат, мл | Изменения по весам, г | Испарения, г |
|------------|----------|------------------------------------|-------------|--------------|-----------------------|--------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 15 ноября | 3707 | 0 | 49 | 53 | - | - |
| 16 ноября | 3709 | -2 | 98 | 35 | +2 | 61 |
| 17 ноября | 3704 | 3 | 49 | 33,8 | -5 | 20 |
| 18 ноября | 3700 | 7 | 49 | 36 | -4 | 17 |
| 19 ноября | 3685 | 22 | 49 | 36,9 | -15 | 27 |
| 20 ноября | | | | | | |
| 21 ноября | 3657 | 50 | 49 | 24,3 | -28 | 53 |
| 22 ноября | 3661 | 46 | 49 | 27,7 | +4 | 17 |
| 23 ноября | | | | | | |
| 24 ноября | 3631 | 76 | 49 | 35,5 | -30 | 43 |
| 25 ноября | 3639 | 68 | 49 | 25,8 | +8 | 15 |
| 26 ноября | 3632 | 75 | 49 | 38,4 | -7 | 18 |
| 27 ноября | | | | | | |
| 28 ноября | 3600 | 107 | 49 | 24 | -32 | 57 |
| 29 ноября | 3605 | 102 | 49 | 25,5 | +5 | 19 |
| 30 ноября | 3614 | 93 | 49 | 25 | +9 | 15 |
| 01 декабря | 3619 | 88 | 49 | 24,3 | +5 | 20 |
| 02 декабря | 3622 | 85 | 49 | 20,3 | +3 | 26 |
| 03 декабря | 3621 | 86 | 49 | 29,8 | -1 | 20 |
| 04 декабря | | | | | | |
| 05 декабря | 3601 | 106 | 49 | 22,6 | -20 | 46 |
| 06 декабря | 3609 KCl | 98 | 49 | 30 | +8 | 11 |
| 07 декабря | 3608 KCl | 99 | 49 | 31,5 | -1 | 18 |
| 08 декабря | 3611 KCl | 86 | 49 | 27,7 | +3 | 18 |
| 09 декабря | 3610 | 87 | 49 | 29,4 | -1 | 21 |
| 10 декабря | 3608 | 99 | 49 | 32 | -2 | 29 |
| 11 декабря | | | | | | |
| 12 декабря | 3587 | 110 | 49 | 32,8 | -21 | 37 |
| 13 декабря | 3607 | 100 | 49 | 32 | +20 | 0 |
| 14 декабря | 3604 | 103 | 49 | 30,7 | -3 | 21 |

Примечание: 1) вес колонки почвы, насыщенной до ППВ, составляет 3707 г; 2) средняя интенсивность испарения – 2,3 мм/сут.

На основании этих данных можно увидеть, что после внесения хлористого калия в серую легко-суглинистую почву испарение резко снижается в первый день после полива, а на второй день резко возрастает, причём при возрастании количества испарившейся влаги уменьшается количество фильтрата, и, наоборот, при снижении интенсивности испарения количество фильтрата увеличивается. К примеру, в колонке со слоем почвы 15 см при снижении испарения до 7 г/сут количество фильтрата составило 34 мл, а при увеличении испарения до 20 г/сут фильтрат составил 29 мл.

Полученные данные говорят о том, что внесение удобрений в суглинистую почву увеличивает испарение влаги, в особенности это заметно при внесении хлористого калия в растворённом виде вместе с поливной водой. В этих случаях испарение возрастало достаточно заметно.

В супесчаную почву (колонки 5, 10, 15, 20 см) в сухом виде и с поливной водой внесли следующие удобрения: аммиачная селитра, известь,

доломит [7,8,9]. Эти удобрения в первые же сутки внесения существенно увеличивают испарение и, соответственно, уменьшается количество сбрасываемой с фильтратом воды (табл. 3), при той же поливной норме 49 г, как и на суглинистой почве. Внесение аммиачной селитры с поливной водой вызывало испарение за сутки в пятисантиметровом слое почвы 92 г, а с фильтратом уходило 16 г воды. При сухом внесении аммиачной селитры испарялось 49 г, фильтровалось 12 г. Соответственно, дефицит влаги до ППВ в первом случае составлял 71 г, во втором – 44 г. Показатели по испарению после внесения извести и доломита ниже, чем для аммиачной селитры, а объёмы профильтровавшейся воды – выше.

В двадцатисантиметровой почвенной колонке наблюдается такая же картина увеличения испарения воды в день внесения удобрений и снижения количества фильтрата. Данные приведены в таблицах 3 и 4.



Таблица 3 – Испарения с супесчаной почвы, слой 5 см

| Даты | Масса, г | Недостаток до ППВ, см ³ | Внесено, мл | Фильтрат, мл | Изменения по весам, г | Испарения, г |
|------------------------|--------------------|------------------------------------|-------------|--------------|-----------------------|--------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 19 декабря | 1424 | - | 49 | 33 | - | - |
| 20 декабря | 1424 | 0 | 49 | 37 | 0 | 12 |
| 21 декабря | 1423 | 1 | 49 | 34 | -1 | 16 |
| 22 декабря | 1418 | 6 | 49 | 32 | -5 | 22 |
| 23 декабря | 1419 | 5 | 49 | 35 | +1 | 13 |
| 24 декабря | 1420 | 4 | 49 | 33 | +1 | 15 |
| 25 декабря | | | | | | |
| 26 декабря | 1404 | 20 | 49 | 26 | -16 | 39 |
| 27 декабря | 1418 | 6 | 49 | 38,3 | +14 | 0 |
| 28 декабря | 1417 | 7 | 49 | 38,8 | -1 | 11 |
| 29 декабря | 1414 | 10 | 49 | 31,5 | -3 | 20 |
| 30 декабря | 1412 | 12 | 49 | 33 | -2 | 18 |
| 31 декабря – 03 января | | | | | | |
| 04 января | 1353 АС | 71 | 49 | 16 | -59 | 92 |
| 05 января | 1378 | 46 | 49 | 19 | +25 | 5 |
| 06 января | 1392 | 32 | 49 | 23 | +14 | 12 |
| 07 января | | | | | | |
| 08 января | 1380 АС сух. внес. | 44 | 49 | 12 | -12 | 49 |
| 09 января | 1401 | 23 | 49 | 27,2 | +21 | 1 |
| 10 января | 1404 | 20 | 49 | 29,2 | +3 | 17 |
| 11 января | 1406 | 18 | 49 | 32,5 | +2 | 14 |
| 12 января | 1407 И сух.нес | 17 | 4,9 | 31,7 | +1 | 36 |
| 13 января | 1407 | 17 | 49 | 38,9 | 0 | 10 |
| 14 января | 1409 | 15 | 49 | 33 | +2 | 14 |
| 15, 16 января | | | | | | |
| 17 января | 1381 ИМ | 43 | 49 | 14 | -28 | 63 |
| 18 января | 1402 | 22 | 49 | 26,6 | +21 | 1 |
| 19 января | 1411 | 13 | 49 | 38 | +9 | 2 |
| 20 января | 1414 | 10 | 49 | 37 | +3 | 9 |
| 21 января | 1415 Д сух. внес | 9 | 49 | 40,8 | +1 | 7 |
| 22 января | | | | | | |
| 23 января | 1394 | 30 | 49 | 21,7 | -21 | 48 |
| 24 января | 1402 | 22 | 0 | 0 | - | - |
| 25 января | 1395 ДМ | 29 | 49 | 21 | -7 | 35 |
| 26 января | 1400 | 24 | 49 | 27,5 | +5 | 16 |
| 27 января | 1401 | 23 | 49 | 32,2 | +1 | 16 |
| 28 января | 1404 | 20 | 0 | 0 | - | - |
| 29 января | | | | | | |
| 30 января | 1388 ИМ | 36 | 49 | 23 | -16 | 42 |
| 31 января | 1406 ИМ | 18 | 49 | 36,8 | +18 | 0 |
| 01 февраля | 1410 | 14 | 49 | 37,8 | +4 | 7 |
| 02 февраля | 1410 | 14 | 49 | 41 | 0 | 8 |
| 03 февраля | 1413 | 11 | 49 | 41,7 | +3 | 4 |

Примечание: 1) вес колонки почвы, насыщенной до ППВ составляет 1424 г; 2) средняя интенсивность испарения – 2,04 мм/сут.; 3) АС – аммиачная селитра, АС сух. внес. – аммиачная селитра внесена разбрасыванием по поверхности почвенной колонки с последующим внесением воды, И – известь, ИМ – известковое молоко, Д – доломит, ДМ – доломитовое молоко.



Таблица 4 – Испарения с супесчаной почвы, слой 20 см

| Даты | Масса, гр | Недостаток до ППВ, см ³ | Внесено, мл | Фильтрат, мл | Изменения по весам, гр | Испарения, гр |
|------------------------|--------------------|------------------------------------|-------------|--------------|------------------------|---------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 19 декабря | 3361 | - | 49 | - | - | - |
| 20 декабря | 3357 | 4 | 49 | 38,8 | -4 | 14 |
| 21 декабря | 3345 | 16 | 49 | 33 | -12 | 28 |
| 22 декабря | 3335 | 26 | 49 | 34,2 | -10 | 25 |
| 23 декабря | 3329 | 32 | 49 | 35,8 | -6 | 19 |
| 24 декабря | 3320 | 41 | 49 | 34 | -9 | 24 |
| 25 декабря | | | | | | |
| 26 декабря | 3294 | 67 | 49 | 27 | -26 | 48 |
| 27 декабря | 3301 | 60 | 49 | 23,8 | +7 | 18 |
| 28 декабря | 3302 | 59 | 49 | 31 | +1 | 17 |
| 29 декабря | 3296 | 65 | 49 | 33,5 | -6 | 21 |
| 30 декабря | 3289 | 72 | 49 | 24 | -7 | 32 |
| 31 декабря – 03 января | | | | | | |
| 04 января | 3217 АС | 144 | 49 | 17 | -72 | 104 |
| 05 января | 3242 | 119 | 49 | 18,8 | +25 | 5 |
| 06 января | 3248 | 113 | 49 | 23 | +6 | 20 |
| 07 января | | | | | | |
| 08 января | 3233 АС сух. внес. | 128 | 49 | 13 | -15 | 51 |
| 09 января | 3249 | 112 | 49 | 18,8 | +16 | 14 |
| 10 января | 3252 | 109 | 49 | 24 | +3 | 22 |
| 11 января | 3255 | 106 | 49 | 29,2 | +3 | 17 |
| 12 января | 3255 И сух. внес. | 106 | 49 | 27,7 | 0 | 21 |
| 13 января | 3257 | 104 | 49 | 36 | +2 | 11 |
| 14 января | 3259 | 102 | 49 | 33 | +2 | 14 |
| 15, 16 января | | | | | | |
| 17 января | 3227 ИМ | 134 | 49 | 13 | -32 | 68 |
| 18 января | 3238 | 123 | 49 | 24,1 | +11 | 14 |
| 19 января | 3250 | 111 | 49 | 31,8 | +12 | 5 |
| 20 января | 3255 | 106 | 49 | 31,8 | +5 | 12 |
| 21 января | 3259 | 102 | 49 | 38 | +4 | 7 |
| 22 января | | | | | | |
| 23 января | 3233 Д сух. внес. | 128 | 49 | 20,1 | -26 | 55 |
| 24 января | 3241 | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 января | 3230 ДМ | 131 | 49 | 20 | -11 | 40 |
| 26 января | 3235 | 126 | 49 | 25,7 | +5 | 18 |
| 27 января | 3237 | 124 | 49 | 27,8 | +2 | 19 |
| 28 января | 3242 | 119 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29 января | | | | | | |
| 30 января | 3219 ДМ | 142 | 49 | 27,7 | -23 | 44 |
| 31 января | 3208 | 153 | 49 | 31 | -11 | 29 |
| 01 февраля | 3195 | 166 | 49 | 36,2 | -13 | 26 |
| 02 февраля | 3185 | 176 | 49 | 35,4 | -10 | 24 |
| 03 февраля | 3177 | 184 | 49 | 34,6 | -8 | 22 |

Примечание: 1) вес колонки почвы, насыщенной до ППВ составляет 3361 г; 2) средняя интенсивность испарения – 1,9 мм/сут.; 3) АС – аммиачная селитра, АС сух. внес. – аммиачная селитра внесена разбрасыванием по поверхности почвенной колонки с последующим внесением воды, И – известь, ИМ – известковое молоко, Д – доломит, ДМ – доломитовое молоко.



Обсуждение результатов исследования

Выявленный в опытах факт снижения фильтрации и роста испарения поливной воды после внесения удобрений можно было бы, казалось, объяснить взаимодействием этих двух процессов. Если на испарение уходит больше воды, то, естественно, в фильтрате её окажется меньше, и наоборот. Однако в наших опытах на установке Дарси по вымыванию цезия из почвы после нескольких десятков промывных поливов фильтрация снижалась в несколько раз [5]. Методика опытов предполагала создание и поддержание на поверхности почвенной колонки постоянного слоя воды, так что испарение с поверхности почвы исключалось. В процессе выщелачивания вода выносит из почвы микро- и макрокомпоненты и пористость должна бы увеличиваться. Но одновременно происходят процессы газовой и физико-химической коагуляции поровых каналов, поэтому в наших опытах всегда отмечалось снижение пористости от цикла к циклу и уменьшение скорости фильтрации.

На наш взгляд, рост испарения после внесения удобрений объясняется увеличением концентрации почвенного раствора в верхних слоях почвы. Давно известно, что влага может двигаться от слоёв с низкой или нормальной концентрацией минеральных солей к области с повышенной концентрацией растворённых солей. Если с двух сторон фильтра концентрация солей окажется разной, то возникает капиллярно-осмотический поток в направлении от меньшей концентрации к большей. Это явление распространено в степных районах нашей страны.

Заключение

1. В ходе опытов установлено, что даже поливы небольшой поливной нормой 7 мм в сутки, которая повсеместно практикуется в настоящее время при применении импортной дождевальной техники, в фильтрационный сброс при каждом поливе уходит половина и более поливной воды. Дефицит влаги до ППВ при этом иногда достигал в почвенной колонке 5 см половины поливной воды, а в почвенной колонке 20 см свободная ёмкость почвы до ППВ могла принять двойной объём поливной воды.

2. В опытах выявлен факт снижения фильтра-

ции и рост испарения поливной воды после внесения удобрений: хлористого калия, аммиачной селитры, извести, доломита. Процессы снижения фильтрации объясняются газовой и физико-химической коагуляцией поровых каналов, вызывающей снижение пористости почвы. Процессы увеличения испарения объясняются движением влаги от слоёв почвы с низкой концентрацией минеральных солей к области с повышенной концентрацией растворённых солей, то есть, к поверхности почвы, куда вносятся удобрения (капиллярно-осмотический поток влаги).

Список литературы

1. Багров, М. Н. Сельскохозяйственная мелиорация [Текст] / М. Н. Багров, И. П. Кружилин. – М. : Агропромиздат, 1985. – 272 с.
2. Система капельного орошения на землях Брянского ГАУ [Текст] / Н. М. Белоус, В. Е. Ториков, В. Ф. Василенков, С. В. Василенков, Е. В. Байдакова, Я. А. Аксёнов // Вестник Брянской ГСХА. – 2017. – № 4. – С. 16-24.
3. Василенков, В. Ф. Влияние аэрации на испарение продуктивной влаги [Текст] / В. Ф. Василенков, Е. А. Мельникова // Проблемы природообустройства и экологической безопасности : материалы научно-практической конференции. – Брянск, 1997. – С. 19-20.
4. Василенков, В. Ф. Моделирование процесса испарения продуктивной влаги [Текст] / В. Ф. Василенков // Сб. трудов Санкт-Петербургского аграрного университета. – СПб., 1998. – С. 70-73.
5. Василенков, С. В. Водохозяйственные реабилитационные мероприятия на радиоактивно загрязнённых территориях : монография [Текст] / С. В. Василенков. – М. : Изд. МГУП, 2010. – 289 с.
6. Воронин, Н. Г. Орошаемое земледелие [Текст] / Н. Г. Воронин. – М. : Агропромиздат, 1989. – 336 с.
7. Голубев, В. Д. Применение удобрений на орошаемых землях [Текст] / В. Д. Голубев. – М. : Агропромиздат, 1970. – 224 с.
8. Зайдельман, Ф. Р. Мелиорация почв [Текст] / Ф. Р. Зайдельман. – М. : МГУ, 2003. – 448 с.
9. Шуравилин, А. В. Мелиорация [Текст] / А. В. Шуравилин, А. И. Кибек. – М. : ЭКСМОС, 2006. – 944 с.

THE INTERACTION OF THE PROCESSES OF EVAPORATION AND FILTRATION OF WATER DURING SPRINKLING IRRIGATION

Aksyonov Yakov A., assistant of the Department of Environmental Engineering and Water Use, Bryansk State Agrarian University, Yakow32@yandex.ru

Vasilenkov Valery F., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Environmental Engineering and Water Use, Bryansk State Agrarian University, poivp@bgsha.com

The purpose of these studies was to establish the interaction of the processes of evaporation and filtration of irrigation water during irrigation by sprinkling, identifying the role of fertilizers, their impact on the evaporation and filtration rate. The article describes the experiments to determine the effect of mineral fertilizers on the processes of evaporation and the amount of moisture filtered through the soil. In the conducted experiments, various fertilizers were introduced into the soil columns: ammonium nitrate, lime, dolomite, potassium chloride, both in dissolved form, and by distribution on the soil surface in dry form with subsequent dissolution by



irrigation. The soil columns were pre-saturated to the state of maximum field moisture capacity. The process of evaporation of moisture during the day every two hours was recorded by measuring the weight of soil columns. In the soil layer of 5 cm after the introduction of potassium chloride, the evaporation intensity fell on the first day. In the next two days after fertilization evaporation increased to 17 g, while when watering with clean water it averaged 13 g. the amount of filtering moisture remained at the same level. In the soil layer 10 cm after fertilization evaporation also decreased to 7 g/day, and on the second and subsequent days again rose to 17 g in the soil layer 15 cm on the first day of evaporation was 7 g, while on the other day it was 14 g, and on the second day the level of evaporation increased to 20 g per day. In the soil layer of 20 cm evaporation decreased to 11 g, then the level of evaporation rose to 21 g. Thus, in all experiments revealed the increase in moisture evaporation and decrease in filtration after application of ammonium nitrate.

Ключевые слова: минеральные удобрения, испарение, почвенные колонки, поливы, фильтрация.

Literatura

1. Bagrov, M. N. Sel'skhozjajstvennaja melioracija / M.N. Bagrov, I.P. Kruzhilin. – Moskva: Agropromizdat, 1985. – 272 с.
2. Belous, N.M. Sistema kapel'nogo oroshenija na zemljah Brjanskogo GAU / N.M. Belous, V.E. Torikov, V.F. Vasilenkov, S.V. Vasilenkov, E.V. Bajdakova, JA.A. Aksjonov // Vestnik Brjanskoj GSHA. – 2017. – №4. – с. 16-24.
3. Vasilenkov, V. F. Vlijanie ajeracii na isparenie produktivnoj vlagi: Materialy nauchno-prakticheskoj konferencii: Problemy prirodobustrojstva i jekologicheskoj bezopasnosti / V.F. Vasilenkov, E.A. Mel'nikova. – Brjansk, 1997. – с. 19-20.
4. Vasilenkov, V. F. Modelirovanie processa isparenija produktivnoj vlagi: Sb. trudov Sankt-Peterburgskogo agrarnogo universiteta / V.F. Vasilenkov. – Sankt-Peterburg, 1998 g. – с. 70-73.
5. Vasilenkov, S.V. Vodohozjajstvennye reabilitacionnye meroprijatija na radioaktivno zagraznjonyh territorijah: monografija / S.V. Vasilenkov – M.: Izd. MGUP, 2010. – 289 s.
6. Voronin, N.G. Oroshaemoe zemledelie / N.G. Voronin. – Moskva: Agropromizdat, 1989. – 336 s.
7. Golubev, V.D. Primenenie udobrenij na oroshaemyh zemljah / V.D. Golubev. – Moskva: Agropromizdat, 1970. – 224 s.
8. Zajdel'man, F. R. Melioracija pochv / F.R. Zajdel'man. – Moskva: MGU, 2003. – 448 с.
9. SHuravilin, A. V. Melioracija / A.V. SHuravilin, A.I. Kibek. – Moskva: JEKSMOS, 2006.– 944 с.



УДК 631.356.44

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ КЛУБНЕНОСНОГО ПЛАСТА С РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ КОПАТЕЛЯ

БЫШОВ Николай Владимирович, д-р техн. наук, профессор, ректор, byshov@rgatu.ru

БОРЫЧЕВ Сергей Николаевич, д-р техн. наук, профессор, первый проректор, 89066486088@mail.ru

ЯКУТИН Николай Николаевич, канд. техн. наук, доцент кафедры технологии металлов и ремонта машин, yann_89@inbox.ru

КАЛМЫКОВ Дмитрий Вадимович, аспирант кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, aallff@bk.ru

СИМОНОВА Надежда Владимировна, студент магистратуры, naden4ever@mail.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева,

При работе картофелеуборочной машины происходит соударение компонентов клубненосного вораха с рабочими органами. В соответствии с общей теорией удар твердых тел – это совокупность явлений, возникающих при столкновении движущихся твердых тел. Промежуток времени, в течение которого длится удар, обычно очень мал (на практике – от нескольких десятитысячных до миллионных долей секунды), а развивающиеся на площадках контакта соударяющихся тел силы (называемые ударными или мгновенными) очень велики. Изменяются они во время удара в широких пределах и достигают значений, при которых средние величины давления (напряжений) на площадках контакта имеют порядок 10^4 и даже 10^5 кг/см². Действие ударных сил приводит к значительному измене-

нию за время удара скоростей тела. Следствием удара могут быть также остаточные деформации, изменение механических свойств материалов и др., а при скоростях соударения, превышающих критические – разрушение тел в месте удара. Основные уравнения общей теории удара вытекают из теорем об изменении количества движения и кинетического момента системы при ударе. С помощью этих теорем, зная приложенный ударный импульс и скорости в начале удара, определяют скорости в конце удара, а если тело является несвободным, то и импульсные реакции связей.

Ключевые слова: рабочий орган, удар, компонент, клубненосный пласт

Введение

В федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ) разработан ряд технических решений для повышения эффективности очистки клубней от примесей [1, 2, 3, 4, 5, 6], которыми достаточно легко оснащаются серийные картофелеуборочные машины. Конструктивные схемы усовершенствованных копателей представлены на рис. 1 [1] и рис. 2 [2, 6].

Применение в конструкции копателей разработанных устройств, предотвращает сгуживание клубненосного пласта на лемехах машины, разрушает почвенную корку и почвенные комки и позволяет распределить клубненосный ворох по всей ширине сепарирующего пруткового элеватора. При этом улучшается просеивание почвы на прутковых элеваторах.

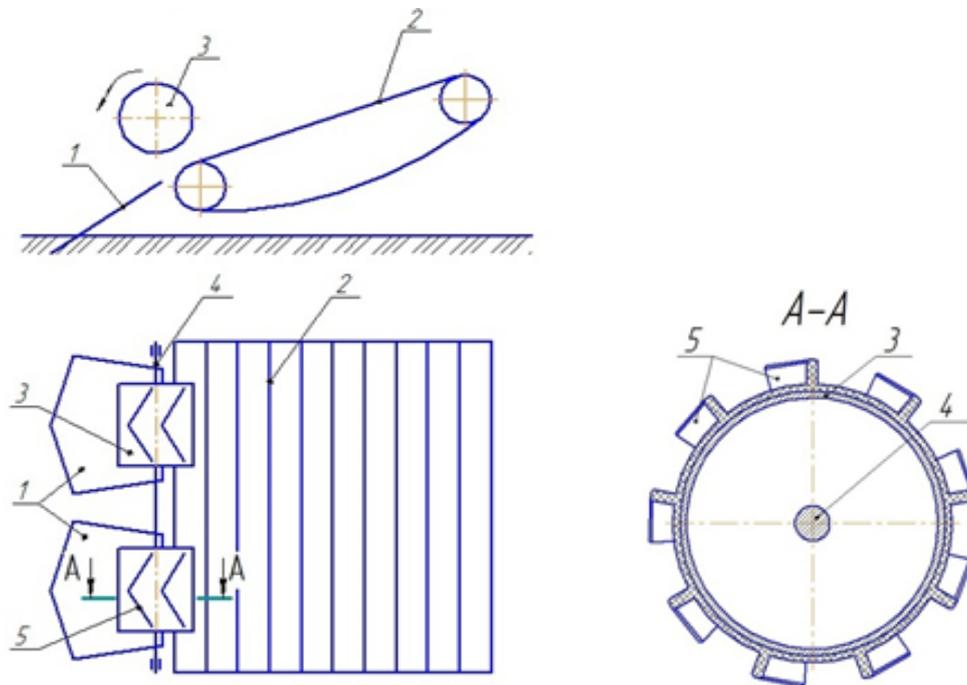
При работе усовершенствованной машины происходит соударение компонентов клубненосного

пласта (твердых тел) с новым рабочим органом

Теоретическое обоснование

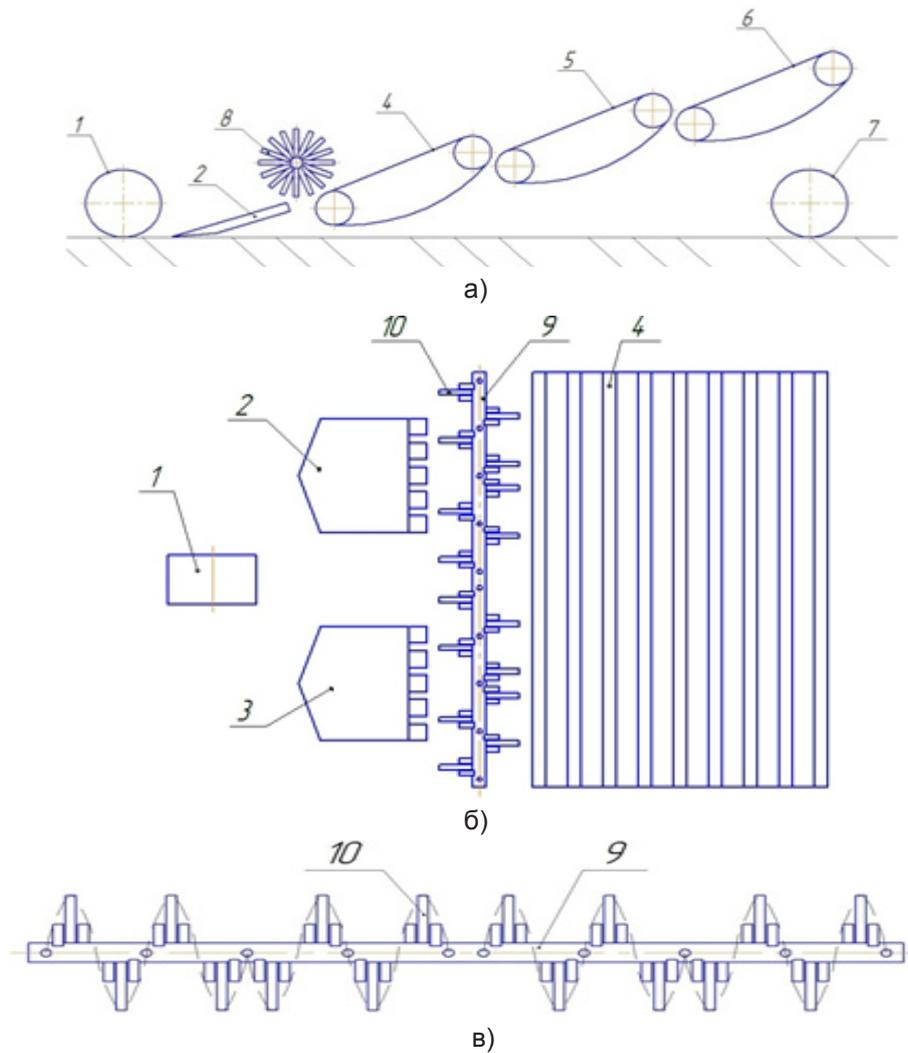
В соответствии с общей теорией, удар твердых тел – это совокупность явлений, возникающих при столкновении движущихся твердых тел. Промежуток времени, в течение которого длится удар, обычно очень мал (на практике – от нескольких десятитысячных до миллионных долей секунды), а развивающиеся на площадках контакта соударяющихся тел силы (называемые ударными или мгновенными) очень велики. Изменяются они во время удара в широких пределах и достигают значений, при которых средние величины давления (напряжений) на площадках контакта имеют порядок 10^4 и даже 10^5 кг/см².

Действие ударных сил приводит к значительному изменению за время удара скоростей тела. Следствием удара могут быть также остаточные деформации, изменение механических свойств материалов и др., а при скоростях соударения, превышающих критические – разрушение тел в месте удара.



1 – лемех; 2 – прутковый элеватор; 3 – барабан; 4 – приводной вал средства интенсификации сепарации; 5 – лопасть

Рис. 1. – Конструктивная схема копателя, оснащенного средством интенсификации сепарации



а) – копатель (вид сбоку); б) – копатель (вид сверху); в) – рыхлитель пласта; 1 – опорное колесо; 2, 3 – лемехи; 4 – скоростной элеватор; 5 – основной элеватор; 6 – каскадный элеватор; 7 – ходовые колеса; 8 – рыхлитель клубненосного пласта; 9 – вал; 10 – штифты

Рис. 2. – Конструктивная схема копателя, оснащенного рыхлителем пласта

Изменение скоростей точек тела за время удара определяется методами общей теории удара, где в качестве меры механического взаимодействия тел при ударе вместо самой ударной силы \vec{P} вводится ее импульс за время удара τ , т.е. величина называемая ударным импульсом:

$$\vec{S} = \int_{t_0}^{t_0+\tau} \vec{P} dt = \vec{P}_{cp} \cdot \tau \quad (1)$$

Одновременно, ввиду малости τ , импульсами всех неударных сил, таких, например, как сила тяжести, а также перемещениями точек тела за время удара пренебрегаем.

Основные уравнения общей теории удара вытекают из теорем об изменении количества движения и кинетического момента системы при ударе. С помощью этих теорем, зная приложенный ударный импульс, и скорости вначале удара, определяют скорости в конце удара, а если тело является несвободным, то и импульсные реакции связей.

Процесс соударения двух тел можно разделить на две фазы. Первая фаза начинается в момент соприкосновения точек А и В тел (см. рис. 3), име-

ющих в этот момент скорость движения $\vec{V}_A - \vec{V}_B$, где V_{An} и V_{Bn} – проекции скоростей \vec{V}_A и \vec{V}_B на общую нормаль \vec{n} к поверхностям тел в точках А и В, называемой линией удара.

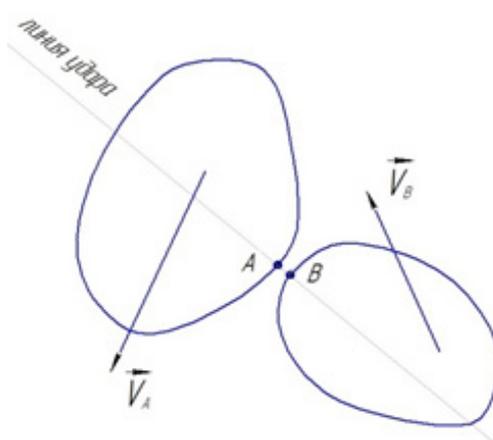


Рис. 3. – Процесс соударения двух тел



К концу первой фазы сближение тел прекращается, а часть их кинетической энергии переходит в потенциальную энергию деформации. Во второй фазе происходит обратный переход потенциальной энергии упругой деформации в кинетическую энергию тел, при этом тела начинают расходиться и к концу второй фазы точки А и В будут иметь скорость расхождения $V_{An}' - V_{Bn}'$.

Для совершенно упругих тел механическая энергия к концу удара восстановилась бы полностью, и было бы

$$|V_{An}' - V_{Bn}'| = V_{An} - V_{Bn} \quad (2)$$

Наоборот, удар совершенно неупругих тел закончился бы на первой фазе $V_{An}' - V_{Bn}' = 0$.

При ударе реальных тел механическая энергия к концу удара восстанавливается лишь частично вследствие потерь на образование остаточных деформаций, нагревание тел и др. Для учета этих потерь вводится так называемый коэффициент восстановления k , который считается зависящим только от физических свойств материалов тел:

$$k = \frac{|V_{An}' - V_{Bn}'|}{|V_{An} - V_{Bn}|} = - \frac{(V_{An}' - V_{Bn}')}{V_{An} - V_{Bn}} \quad (3)$$

В случае удара по неподвижному телу $V_{Bn}' = V_{Bn} = 0$. Тогда

$$k = - \frac{V_{An}'}{V_{An}} \quad (4)$$

Значение k определяется экспериментально.

В случае слишком сильного удара о рабочий орган, тело может оказаться в состоянии полета.

Уравнения движения оторвавшейся частицы в поле тяготения получим, применив второй закон Ньютона в неподвижной системе координат (см. рис. 4):

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

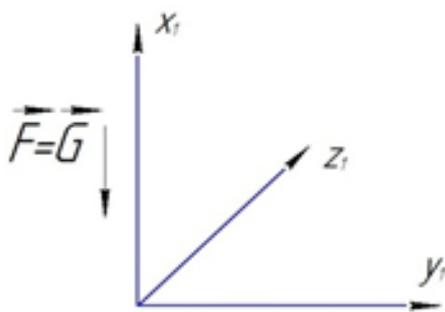


Рис. 4. – Силы, действующие на частицу клубненосного пласта в поле тяготения в неподвижной системе координат

Спроецируем уравнение, выражающее основной закон динамики на координатные оси x_1 , y_1 , z_1 и получим:

$$a_{x_1} = \ddot{x}_1; F_{x_1} = -G = -m \cdot g$$

$$a_{y_1} = \ddot{y}_1; F_{y_1} = 0$$

$$a_{z_1} = \ddot{z}_1; F_{z_1} = 0$$

Дифференциальные уравнения движения принимают вид:

$$m \cdot \ddot{x}_1 = -m \cdot g \quad (5)$$

$$m \cdot \ddot{y}_1 = 0 \quad (6)$$

$$m \cdot \ddot{z}_1 = 0 \quad (7)$$

Для получения уравнений движения проинтегрируем дважды равенства (5), (6), (7)

$$\ddot{x}_1 = -g$$

$$\dot{x}_1 = -g \cdot (t - t^*) + C_1$$

$$x_1(t) = -\frac{g \cdot (t - t^*)^2}{2} + C_1 \cdot (t - t^*) + C_2 \quad (8)$$

$$\ddot{y}_1 = 0$$

$$\dot{y}_1 = C_3$$

$$y_1(t) = C_3 \cdot (t - t^*) + C_4 \quad (9)$$

$$\ddot{z}_1 = 0$$

$$\dot{z}_1 = C_5$$

$$z_1(t) = C_5 \cdot (t - t^*) + C_6 \quad (10)$$

Для определения констант интегрирования C_1 , C_2 , C_3 , C_4 , C_5 и C_6 введем начальные условия. Начальные координаты частицы в момент отрыва:

$$x_1(t^*) = u(t^*) \cdot \cos[V(t^*) - \varphi(t^*)] \quad (11)$$

$$y_1(t^*) = u(t^*) \cdot \sin[V(t^*) - \varphi(t^*)] \quad (12)$$

$$z_1(t^*) = b \cdot V(t^*) \quad (13)$$

Компоненты вектора начальной скорости:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1(t^*) &= \dot{u}(t^*) \cdot \cos[V(t^*) - \varphi(t^*)] - \\ &- u(t^*) \cdot \sin[V(t^*) - \varphi(t^*)] \cdot [\dot{V}(t^*) - \dot{\varphi}(t^*)] \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \dot{y}_1(t^*) &= \dot{u}(t^*) \cdot \sin[V(t^*) - \varphi(t^*)] + \\ &+ u(t^*) \cdot \cos[V(t^*) - \varphi(t^*)] \cdot [\dot{V}(t^*) - \dot{\varphi}(t^*)] \end{aligned} \quad (15)$$

$$\dot{z}_1(t^*) = b \cdot \dot{V}(t^*) \quad (16)$$

Найдем постоянные интегрирования

$$C_1 = \dot{x}_1(t^*), \quad C_2 = x_1(t^*) \quad (17)$$

$$C_3 = \dot{y}_1(t^*), \quad C_4 = y_1(t^*) \quad (18)$$

$$C_5 = \dot{z}_1(t^*), \quad C_6 = z_1(t^*) \quad (19)$$

Покажем, что свободное движение частицы в поле тяготения происходит в вертикальной плоскости. Для этого достаточно исключить время t из уравнений.

Умножим выражение (9) на C_5

$$C_5 \cdot y_1 = C_5 \cdot C_3 \cdot (t - t^*) + C_5 \cdot C_4 \quad (20)$$

Умножим выражение (10) на $-C_3$

$$-C_3 \cdot z_1 = -C_3 \cdot C_5 \cdot (t - t^*) - C_3 \cdot C_6 \quad (21)$$

Сложим обе части равенств (20) и (21), и получим:

$$C_5 \cdot y_1 - C_3 \cdot z_1 = C_5 \cdot C_4 - C_3 \cdot C_6 \quad (22)$$

Именно в этой плоскости и происходит движение частицы (см. рис. 5) в соответствии с законом Галилея [6]:



$$x_1(t) = -\frac{g \cdot (t-t^*)^2}{2} + C_1 \cdot (t-t^*) + C_2 \quad (23)$$

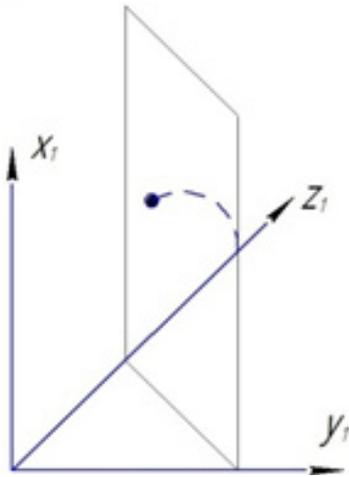


Рис. 5. – Плоскость движения частицы клубненосного пласта

После взаимодействия частицы клубненосного пласта с новым рабочим органом может произойти ее соударение с жесткими боковинами рамы копателя.

Напомним, что траектория движения частицы, оторвавшейся от рабочего органа, имеет вид (8), (9), (10).

Если $C_5=0$, то $z_1(t)=C_6=\text{const}$, т.е. частица полетит параллельно боковинам рамы и тем самым столкнуться с ними не сможет.

Если $C_5 \neq 0$, то, приравняв координату z_1 к уравнению плоскости левой (правой) боковины рамы

$$z_{л(п)} = C_5 \cdot (t-t^*) + C_6 \quad (24)$$

получаем возможные моменты столкновения с левой (правой) боковиной рамы

$$t_{л(п)} = t^* + \frac{z_{л(п)} - C_6}{C_5} \quad (25)$$

При этом в случае $C_5 > 0$, $t_n < t^*$, $t_n > t^*$, то частица в принципе не может попасть на плоскость левой боковины рамы и левая боковина рамы из рассмотрения исключается. В случае $C_5 < 0$, $t_n > t^*$, $t_n < t^*$, то частица в принципе не может попасть на плоскость правой боковины рамы и правая боковина рамы из рассмотрения исключается.

Обозначим через t_6 момент попадания частицы на плоскость одной из боковин рамы. Далее нужно проверить, что частица попала именно в нее.

Выведем уравнение боковин рамы в неподвижной системе координат $Ox_1Y_1Z_1$. Пусть уравнение верхней кромки боковины рамы имеет вид

$$A \cdot x_1 + B \cdot y_1 = C \Leftrightarrow A \cdot x_1 + B \cdot y_1 - C = 0 \quad (A, B, C > 0) \quad (26)$$

Эта плоскость делит пространство на две части (см. рис. 6), причем нижняя часть задается неравенством

$$A \cdot x_1 + B \cdot y_1 - C < 0 \quad (27)$$

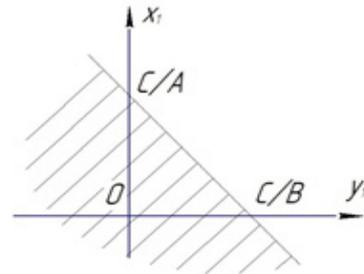


Рис. 6. – Схема плоскости $A \cdot x_1 + B \cdot y_1 - C = 0$ в пространстве

Тем самым уравнения боковин рамы имеют вид:

- уравнения плоскостей боковин рамы

$$Z = Z_{л(п)} \quad (28)$$

- ограничения по высоте снизу

$$x_1 \cdot \cos \alpha + y_1 \cdot \sin \alpha + h > 0 \quad (29)$$

- ограничения по высоте сверху

$$A \cdot x_1 + B \cdot y_1 < C \quad (30)$$

- ограничения по длине (см. рис. 7)

$$x_{бн} \leq x_1 \leq x_{бк} \Leftrightarrow y_{бн} \leq y_1 \leq y_{бк} \quad (31)$$

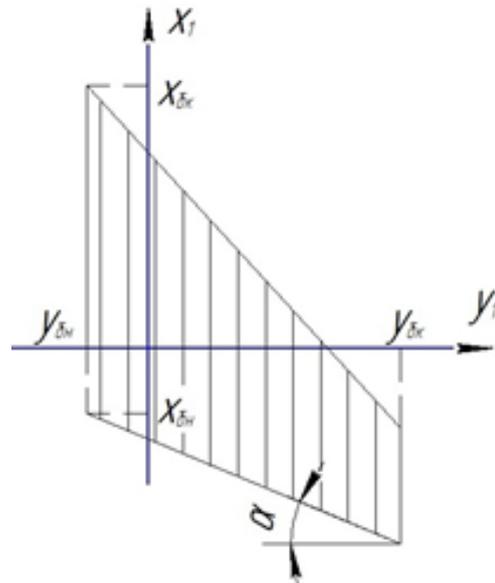


Рис. 7. – Схема для вывода уравнения ограничения по длине боковин рамы

Далее необходимо выяснить, выполняются ли для точки с координатами

$x_6 = x_1(t_6)$, $y_6 = y_1(t_6)$, $z_6 = z_1(t_6)$ условия (29), (30), (31).

$$\begin{cases} x_6 \cdot \cos \alpha + y_6 \cdot \sin \alpha + h > 0 \\ A \cdot x_6 + B \cdot y_6 < C \\ x_{бн} \leq x_1 \leq x_{бк} \Leftrightarrow y_{бн} \leq y_1 \leq y_{бк} \end{cases} \quad (32)$$

Если хотя бы одно из этих неравенств не выполнено, то частица попадает не в реальную боковину рамы, а в ее продолжение.

Если все эти условия выполнены, то частица



попадает именно в боковину рамы, при этом ее скорость в момент удара

$$\begin{aligned} \vec{V} &= (x_1(t_6); y_1(t_6); z_1(t_6)) = \\ &= (-g \cdot (t_6 - t^*) + C_1; C_3; C_5) \end{aligned} \quad (33)$$

Нормаль к плоскости правой боковины рамы

направлена в сторону \vec{V}

$$\vec{n}_n = (0, 0, 1) \quad (34)$$

Нормаль к плоскости левой боковины рамы направлена в сторону \vec{V}

$$\vec{n}_n = (0, 0, -1) \quad (35)$$

Следовательно, величина нормальной составляющей скорости в момент удара для правой боковины рамы

$$V_n = (\vec{V}_n, \vec{n}) = C_5 \quad (36)$$

для левой боковины рамы

$$V_n = (\vec{V}_n, \vec{n}) = -C_5 \quad (37)$$

т.е.

$$V_n = |C_5| \quad (38)$$

Пусть k_6 – коэффициент восстановления при ударе частицы о боковину рамы $0 \leq k_6 \leq 1$. Следовательно, величина нормальной составляющей скорости частицы непосредственно после удара

$$V_n' = -k_6 \cdot V_n = -k_6 \cdot |C_5| \quad (39)$$

Запишем закон изменения импульса на нормаль

$$m \cdot (\vec{V}_n' - \vec{V}_n) = \vec{F}_n \cdot \Delta t \quad (40)$$

где m – масса частицы, Δt – время удара, \vec{F}_n – нормальная составляющая силы удара, которую и требуется определить.

При этом для левой боковины рамы

$$\begin{aligned} \vec{F}_n \cdot \Delta t &= m \cdot (\vec{V}_n' - \vec{V}_n) \Rightarrow -F_n \cdot \Delta t = \\ &= m \cdot (-k_6 \cdot V_n - V_n) = -m \cdot V_n \cdot (k_6 + 1) \end{aligned}$$

откуда

$$F_n = \frac{m \cdot V_n \cdot (k_6 + 1)}{\Delta t} = \frac{m \cdot C_5 \cdot (k_6 + 1)}{\Delta t} \quad (41)$$

Для правой боковины рамы

$$\begin{aligned} \vec{F}_n \cdot \Delta t &= m \cdot (\vec{V}_n' - \vec{V}_n) \Rightarrow F_n \cdot \Delta t = \\ &= m \cdot (k_6 \cdot V_n + V_n) = m \cdot V_n \cdot (k_6 + 1) \end{aligned}$$

откуда

$$F_n = \frac{m \cdot V_n \cdot (k_6 + 1)}{\Delta t} = \frac{m \cdot C_5 \cdot (k_6 + 1)}{\Delta t} \quad (42)$$

Таким образом, окончательно сила удара ча-

стицы клубненоносного пласта о боковину рамы копателя определяется по следующему выражению:

$$F_6 = \frac{m \cdot |C_5| \cdot (k_6 + 1)}{\Delta t} \quad (43)$$

Заключение

На основе проведенных теоретических исследований установлено, что сила удара частицы клубненоносного пласта о боковину рамы копателя зависит от массы частицы, величины нормальной составляющей скорости в момент удара, коэффициента восстановления при ударе и времени удара. Промежуток времени, в течение которого длится удар, обычно очень мал, поэтому развивающиеся на площадках контакта соударяющихся тел силы очень велики. Для определения численных значений ударных сил необходимо проводить экспериментальные исследования.

Список литературы

1. Картофелеуборочная машина: пат. 132943 Рос. Федерация. №2012156047/13; заявл. 24.12.2012; опубл. 10.10.2013, бюл. №28.
2. Картофелекопатель: пат. 170887 Рос. Федерация. №2017100178/13(000352); заявл. 09.01.2017; опубл. 12.05.2017, бюл. №14.
3. Якутин, Н.Н. Результаты экспериментальных исследований процесса машинной уборки картофеля усовершенствованным копателем КТН-2В / Н.Н. Якутин, Н.В. Бышов, Г.К. Рембалович, Ю.В. Доронкин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №05(099). – С. 1052-1061. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/72.pdf>.
4. Якутин, Н.Н. Обоснование параметров средства интенсификации сепарации основного элеватора картофелеуборочных машин / Н.Н. Якутин, И.И. Кащеев // Современные проблемы науки и образования [Электронный ресурс]. – 2014. – № 6; URL: www.science-education.ru/120-16030
5. Якутин, Н.Н. Совершенствование технологического процесса и средства интенсификации сепарации картофелеуборочных машин / Н.Н. Якутин // Дис. ... канд. техн. наук. – Рязань, 2014. – 123 с.
6. Зубов, В.Г. Механика. / В.Г. Зубов. – М.: Наука, 1978. – 352 с.
7. Туболев С.С. Инновационные машинные технологии в картофелеводстве России/С.С. Туболев, Н.Н. Колчин, Н.В. Бышов, И.А. Успенский, Г.К. Рембалович// Тракторы и сельхозмашины.–2012.– №10.–С.3-5

ON THE INTERACTION OF THE TUBER BAND WITH THE WORKING BODIES OF THE LIFTER

Byshov Nikolay V., Doctor of Technical Science, Full Professor, Rector, byshov@rgatu.ru

Borychev Sergey N., Doctor of Technical Science, Full Professor, First Vice Rector, 89066486088@mail.ru

Yakutin Nikolay N., Candidate of Technical Science, Associate Professor, Department of Metal Technology and Machine Repair, yann_89@inbox.ru

Kalmykov Dmitry V Postgraduate Student, Department of Machine and Tractor Park Operation, aallff@bk.ru

Simonova Nadezhda V., Master's Degree Student, naden4ever@mail.ru

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev,

During the operation of the potato harvester, the components of the tuber-bearing heap collide with the working bodies. In accordance with the general theory, the impact of solid bodies is a combination of phenomena



that occur when moving solids collide. The time interval during which the impact lasts is usually very small (in practice, from a few ten-thousandths to millionths of a second), and the forces developing on the contact areas of the solids (called shock or instantaneous) are very large. They change during an impact over a wide range and reach values at which average values of pressure (stress) at contact sites are 10⁴ and even 10⁵ kg / cm². The action of shock forces leads to a significant change during the impact speeds of the body. Resultant deformations, changes in the mechanical properties of materials, etc. can also be a consequence of an impact, and at impact rates exceeding the critical ones, the destruction of bodies at the impact site happens. The basic equations of the general theory of impact follow from the theorems on the change in the amount of movement and the kinetic moment of a system when impact. Using these theorems, knowing the applied shock impulse, and the velocity at the beginning of the impact, it is possible to determine the velocity at the end of the impact, and if the body is not free, then the impulse reactions of the bonds..

Key words: working body, strike, component, tubers

Literanura

1. Kartofeleuborochnaja mashina: pat. 132943 Ros. Federacija. №2012156047/13; zajavl. 24.12.2012; opubl. 10.10.2013, bjul. №28.

2. Kartofelekopatel': pat. 170887 Ros. Federacija. №2017100178/13(000352); zajavl. 09.01.2017; opubl. 12.05.2017, bjul. №14.

3. JАkutin, N.N. Rezultaty jeksperimental'nyh issledovanij processa mashinnoj uborki kartofelja usovershenstvovannym kopatelem KTN-2V / N.N. JАkutin, N.V. Byshov, G.K. Rembalovich, JU.V. Doronkin // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [JElektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №05(099). – S. 1052-1061. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/72.pdf>.

4. JАkutin, N.N. Obosnovanie parametrov sredstva intensivifikacii separacii osnovnogo jelevatora kartofeleuborochnyh mashin / N.N. JАkutin, I.I. Kashheev // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija [JElektronnyj resurs]. – 2014. – № 6; URL: www.science-education.ru/120-16030

5. JАkutin, N.N. Sovershenstvovanie tehnologicheskogo processa i sredstva intensivifikacii separacii kartofeleuborochnyh mashin / N.N. JАkutin // Dis. ... kand. tehn. nauk. – Rjazan', 2014. – 123 s.

6. Zubov, V.G. Mehanika. / V.G. Zubov. – M.: Nauka, 1978. – 352 s.

Туболев С.С. Инновационные машинные технологии в картофелеводстве России/С.С. Туболев, Н.Н. Колчин, Н.В. Бышов, И.А. Успенский, Г.К. Рембалович// Тракторы и сельхозмашины.–2012.–№10.–С.3-5

7. Tubolev S.S. Innovatsionnyye mashinnyye tekhnologii v kartofelevodstve Rossii/S.S. Tubolev. N.N. Kolchin. N.V. Byshov. I.A. Uspenskiy. G.K. Rembalovich// Traktory i selkhoz mashiny.–2012.–№10.–С.3-5



УДК 631.8

КООРДИНАТНОЕ ВНЕСЕНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛЕВОГО МОНИТОРИНГА

ДАНИЛЕНКО Жанна Валерьевна, соискатель, кафедра организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности, danilenko.zhanna@bk.ru

ШЕМЯКИН Александр Владимирович, д-р техн. наук, доцент кафедры организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности, shem.alex62@yandex.ru

ЕРОШКИН Андрей Дмитриевич, студент 4 курса, eroshkin080697@mail.ru

АНДРЕЕВ Константин Петрович, канд. техн. наук, доцент, кафедры организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности, kosta066@yandex.ru

КОСТЕНКО Михаил Юрьевич, д-р техн. наук, профессор кафедры технологии металлов и ремонта машин, km340010@rambler.ru.

ТЕРЕНТЬЕВ Вячеслав Викторович, канд. техн. наук, доцент, кафедры организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности, vvt62ryazan@yandex.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Разнообразие почв и возделываемых культур, различие плодородия почв требуют практически неограниченного сочетания видов и доз минерального питания. Решение этой проблемы осуществляется путем последовательного внесения каждого вида питательных элементов, внесением



сложных удобрений или их смесей различных форм и состава (органно-минеральные смеси; смеси твердых и жидких удобрений и ряд других). Внедрение систем координатного внесения удобрений повысит эффективность их применения, снизит затраты, исключит загрязнение почвы, увеличит урожайность и экономическую эффективность сельскохозяйственных работ, позволит осуществить внедрение органического земледелия. Современные технологии включают в себя: оснащение сельскохозяйственной техники системами мониторинга; программное обеспечение, которое позволяет создавать карты полей, осуществлять точное планирование графиков проведения посевных, уборочных и других сельскохозяйственных работ. Исходя из этого, необходимо создание специализированного программного обеспечения, которое в кратчайшее время сможет обрабатывать поступающую от навигационных и различных контрольных и диагностических систем информацию, будет создавать, а также заполнять технологические карты полей, предоставляя пользователю необходимые экономические расчеты и справочную информацию. Научной новизной является совмещение координатного внесения и полевого мониторинга на каждом агрегате для внесения удобрений. В результате будут созданы универсальные устройства для координатного внесения и полевого мониторинга, которые будут устанавливаться на существующие машины. С помощью данных устройств будет осуществляться максимально точная настройка внесения удобрений и опрыскивания сельскохозяйственных культур, основанная на данных, поступающих от бортовых датчиков сельскохозяйственных машин, интерактивных карт посевных площадей и спутниковых систем.

Ключевые слова: координатное внесение удобрений, полевой мониторинг почв, устройства для мониторинга почв, органическое земледелие.

Введение

Координатное земледелие, которое еще называют точным, включает в себя несколько технологий, позволяющих повысить урожайность, снизить затраты и получить экономический эффект. Главной задачей точного земледелия является создание благоприятных условий для выращивания сельскохозяйственных культур на всем поле.

Наверное, правильнее было бы называть это земледелие точечным, ведь идея состоит в том, чтобы обеспечить максимально благоприятные условия для выращивания на каждом участке поля. Агрономы знают, что среда обитания достаточно переменчива даже внутри одного поля. Могут различаться состав почв и рельеф, а значит, солидный резерв повышения продуктивности кроется в совершенствовании внутривидового управления питанием растений. Одной из таких технологий является система дифференцированного внесения удобрений [1,2].

При традиционных методах выращивания сельскохозяйственных культур на полях часто случаются «залысины» – ярко выраженные участки со слабыми или прореженными всходами (рис.). Это неминуемо сказывается на урожайности. Причем разница в урожайности между участками на одном поле может достигать 500-600%.

Часто проблема кроется в том, что распределение питательных веществ по полю происходит неравномерно. А единая норма внесения удобрений для всей территории только усугубляет ситуацию, приводя к перерасходу веществ на одних участках и дефициту питания на других. В этом случае намного эффективнее вносить удобрения в зависимости от потребности, исходя из данных анализа почвы различных участков поля. Этот подход называют дифференцированным внесением удобрений.



Рис. – Неравномерные всходы на поле

Объекты и методы исследования

Дифференцированное внесение удобрений (ДВУ) – одна из технологий точного земледелия, которая обеспечивает изменение доз удобрений в зависимости от состава почвы, планируемой урожайности и потребностей каждой зоны поля [3].

Для внесения нужного количества удобрений на каждом участке делают отборы проб, в лаборатории анализируют полученные результаты, составляют карты полей, определяют задачи для машин, работающих в поле. При этом задействуется спутниковая навигация и специализированные программы для удаленного управления техникой. Этот метод позволяет достичь максимальной урожайности, сократить объем вносимых удобрений, повысить экологичность земледелия [4].

С момента возникновения идеи дифференцированного внесения удобрений до ее первого внедрения в нашей стране прошло более 20



лет. Первый опыт по дифференцированному внесению гербицида с применением GPS был получен в Германии в 1989 г. Тогда технологию признали перспективной, однако качество GPS-позиционирования не позволяло реализовать потенциал этого метода в полной мере. В 1995 г. после вывода всех спутников GPS на орбиту и создания коммерческой системы мониторинга земельных ресурсов LORIS™ открылись научно-исследовательские центры по точному земледелию в США и Австралии.

К началу нынешнего века GPS прибавила в функциональности. Появилась развитая беспроводная связь, спутниковые навигационные системы мониторинга GPS/ГЛОНАСС, компактные доступные видеокамеры и датчики, программно-аппаратные решения для оперативного управления и анализа массивов данных, в том числе и сельскохозяйственных. Основой такой технологии являются специально разработанные программы на базе геоинформационных систем (ГИС), которые позволяют снимать, обрабатывать и накапливать информацию о местоположении техники и характеристиках сельскохозяйственных угодий [5,6].

Исследовательская часть

Главное, что необходимо для точной работы, – это электронные карты полей. Для их создания используются:

- данные спутников, обработанные с помощью специальных программ;
- картоирование, проведенное с помощью съемок с беспилотных летательных аппаратов;
- карты урожайности, которые записываются бортовыми компьютерами комбайнов с функцией картографирования;
- объезд полей с GPS-оборудованием.

На эти карты затем наносятся аналитические данные, которые получены в результате анализа почвенных проб и исследования биомассы с помощью оптических и сенсорных датчиков. На основе этих карт формируются технические задания и выполняются необходимые операции [7].

Этап первый: отбор проб

Места взятия проб определяются специальным заданием на отбор, созданным по электронной карте. Локализация этих точек на местности устанавливается с помощью GPS-мониторов, установленных на используемой технике (автомобили, квадроциклы и другие внедорожные мотосредства). В них устанавливаются автоматические пробоотборники. Глубина прокола зависит от толщины пахотного поля, обычно – около 30 сантиметров. На площади в 5-10 га делается в среднем 15-20 проколов.

Этап второй: анализ проб

Почву направляют в сушильный шкаф комнаты пробоподготовки с температурой не выше 39° С. Когда почва достигает воздушно-сухого состояния (влаги не ощущается), ее очищают от мусора и перетирают на специальной мельнице. Далее пробу сыпают в пакетик с номером поля и номером образца, упаковывают в ящик с другими образцами

с поля и доставляют в лабораторию.

Каждый образец взвешивают и пересыпают в колбу, получая «навески» для последующего определения содержания в почве подвижных химических элементов, которыми питаются растения. «Навески» заливают экстрагентом, чтобы получить экстракт каждого элемента отдельно. Экстракт, оставшийся после фильтрации почвы, также исследуют с помощью специальных методов.

Например, обеспеченность калием определяют с помощью метода пламенной фотометрии. Он основан на изучении насыщенности спектра излучения, энергии, выделяемой веществами.

Имея спектрограмму (строится по результатам измерения эталонных растворов) содержания, к примеру, калия для пробы с данного участка, можно сравнить её с полученной спектрограммой образца, определить отклонения и, соответственно, вычислить количество вещества в пробе. Зная количество элемента питания в почве поля, можно определить уровень обеспеченности почвы для выращивания сельскохозяйственных культур, то есть определить достаточно ли этого количества или нужно увеличить содержание. А затем определить точный объем внесения с учетом потребления минеральных веществ той культурой, которая будет выращиваться на этом участке.

В лаборатории выявляют обеспеченность грунта серой, фосфором, азотом, измеряют кислотность почвы, ее гранулометрический состав, содержание органического вещества. Полученная информация по каждому химическому элементу каждой отобранной пробы с каждого участка поля заносится в компьютерную базу данных. Затем эта информация передается в отдел геоинформационных систем.

Этап третий: построение карт

Полученные данные загружаются в программы построения карт поля. Создаются отдельные карты для калия, фосфора, азота, кислотности. Более того, геоинформационные системы позволяют еще и наложить их друг на друга для понимания картины в целом и использования этой информации в работе техники.

Для этого используют целый спектр программных продуктов обработки картографических данных и работы с ГИС-данными. У них разные задачи и функционал. Например «брендированные» продукты типа Farm Works, APEX используются только для подготовки карт-предписаний для техники, оборудованной системами соответствующих брендов, – Trimble, AFS (CNH) и John Deere; а Manifold – как универсальный продукт построения карт-предписаний, обработки полученных данных с разных систем. ArcGIS используется как основной продукт работы с картографическим материалом, для визуализации заданий и схем работы, визуализации данных агрохимического обследования, изучения характеристик полей (рельеф, склоны и т.д.).

На практике для поля в 100 га, разбитого на участки по 10 га, на каждом из участков отбирает-



ся 20 единичных образцов, смешанных в 1 средний образец.

При наложении на карту появляются размытые зоны, обозначающие неоднородные участки по насыщенности почвы. Для каждой из таких зон предназначена своя норма внесения удобрений. Затем происходит формирование заданий для техники отдельно по каждому элементу [8,9].

Этап четвертый: внесение удобрений

Карта-задание загружается в бортовой компьютер. Когда агрегат перемещается по полю, бортовой компьютер, соединенный с высокоточным GPS-навигатором, определяет свое местонахождение и соотносит его с данными карты-задания. Он подключен к системам распределения удобрения, посредством которых меняется положение дозирующих заслонок при прохождении участков поля с переменными нормами внесения удобрений.

Техника может быть оборудована системами навигации, дисплеями и модемами различных производителей: Trimble, Raven и John Deere. На интернет-порталы этих компаний из отдела ГИС загружаются карты-задания, а оттуда они поступают на бортовые компьютеры техники. Также передается информация, полученная с беспилотных летательных аппаратов, о рельефе местности и уклонах, что позволяет оптимизировать движение по полям и учесть препятствия.

Диспетчерский пункт контролирует процесс внесения удобрений и оперативно реагирует на отклонение полученных показателей от плановых. Отслеживаются расход топлива, простои, отклонения от маршрутов, нормы расхода удобрений. Информация по каждой единице техники собирается с помощью датчиков и трекеров и загружается на портал Connectedfarm в виде файлов о фактически проделанной работе. Если есть необходимость вмешаться, дежурный диспетчер сразу же связывается с машинистом и корректирует его действия [10].

Результаты и выводы

Как показывает практика, координатное внесение удобрений в сравнении с внесением их вразброс повышает эффективность потребления элементов питания из удобрений на 10-30%. Это дает такое же уменьшение в физическом весе удобрений. В среднем получено уменьшение физической нормы фосфорно-калийных удобрений на 13% (в сравнении с внесением по единой норме). В денежном эквиваленте такое уменьшение составляет от 300 до 700 рублей в расчете на 1 га.

Для координатного внесения переменных норм необходимы инвестиции в переоборудование техники. Переоснащение одного агрегата может стоить 400-700 тыс. рублей. При этом предполагается, что в наличии уже имеется техника с навигационной системой и бункер. Таким образом, перевод одного агрегата на переменные нормы окупается при обработке 1 тыс. га за один сезон.

Кроме экономии на удобрениях, достигается сокращение расходов и по другим статьям, например, ГСМ. Для прицельной работы с рассчитанны-

ми объемами удобрений и посевного материала техника оборудуется системами параллельного и автоматического вождения, что снижает площади перекрытий при проведении полевых работ, в том числе и внесении удобрений [11].

Заключение

Подводя итоги, можно сказать, что внедрение системы точного земледелия требует нового мышления, подготовки квалифицированных заинтересованных кадров, обеспечения сельскохозяйственных предприятий современной вычислительной техникой, наличия методов математического моделирования и средств автоматизации. При этом наиболее актуальным является применение новых информационных технологий искусственного интеллекта и геоинформационных систем.

Список литературы

1. Забродин, В. П. Технологические процессы внесения минеральных удобрений в системе точного земледелия [Текст] / В. П. Забродин, А. М. Бондаренко, И. Г. Пономаренко. - Ростов-на-Дону : Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия, 2008.
2. Балабанов, В. И. Навигационные технологии в сельском хозяйстве. Координатное земледелие [Текст] : учебное пособие. - М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2013. - 102 с.
3. Темников, В. Н. Конструктивные решения дифференцированного применения удобрений [Текст] / В. Н. Темников, К. В. Темников, В. А. Макаров // Международный технико-экономический журнал. - 2010. - № 5. - С. 43-48.
4. Бейсенкулов, Ж. А. О навигационных системах в сельском хозяйстве [Текст] // Студенческий вестник. - 2017. № 33 (3). - С. 49-51.
5. Четвертак, А. С. Применение информационных технологий и дистанционного зондирования земли в сельском хозяйстве [Текст] // Основные принципы развития землеустройства и кадастров: материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых. - Новочеркасск, 2017. - С. 216-221.
6. Управление транспортными средствами с использованием ГЛОНАСС/GPS [Текст] / А. Ю. Измайлов, А. А. Артюшин, Н. Е. Евтюшенков, Г. С. Бисенов, А. А. Гришин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2015. - № 1. - С. 24-27.
7. Подшиваленко, И. Л. Исследование применения систем спутниковой навигации в сельском хозяйстве [Текст] / И. Л. Подшиваленко, М. А. Недосеко, П. Ю. Малышкин // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. - 2013. - № 1 (12). - С. 192-197.
8. Семенов, С. А. Особенности реализации и перспективы применения технологий цифрового земледелия в АПК [Текст] / С. А. Семенов, С. А. Васильев, И. И. Максимов // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. - 2018. - № 1 (4). - С. 69-76.
9. Логинова, Е. В. Перспективы и проблемы



интеграции аэрокосмической отрасли в практику сельского хозяйства [Текст] // Решетневские чтения. - 2017. - Т. 2. - № 21. - С. 634-635.

10. Седашкин, А. Н. Неравномерность внесения удобрений при координатной системе земельного участка [Текст] / А. Н. Седашкин, И. Н. Даськин, А. А. Костригин // Тракторы и сельхозмашины. – 2013.

– № 10. – С. 39–40.

11. Дьячков, А. П. Снижение энергетических затрат и неравномерности внесения твердых органических удобрений [Текст] / А. П. Дьячков, Н. П. Колесников, А. Д. Бровченко // Техника в сельском хозяйстве. - 2012. - № 4. - С. 8-10.

COORDINATE FERTILIZER APPROACHES BASED ON FIELD MONITORING

Danilenko Zhanna V., Department of Organization of Transport Processes and Life Safety, danilenko.zhanna@bk.ru

Shemyakin Alexander V., Dr. of Tech. Sci., Associate Professor of the Department of Organization of Transport Processes and Life Safety, shem.alex62@yandex.ru

Eroshkin Andrey D., 4th year student, eroshkin080697@mail.ru

Andreev Konstantin Petrovich, Cand. tech. Sci., Associate Professor, Department of Organization of Transport Processes and Life Safety, kosta066@yandex.ru

Kostenko Mikhail Yu., doctor of technical sciences. Sci., Professor of the Department of Metal Technology and Machinery Repair, km340010@rambler.ru.

Terentyev Vyacheslav V., Cand. tech. Sci., Associate Professor, Department of Organization of Transport Processes and Life Safety, vvt62ryazan@yandex.ru

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva

The diversity of soils and cultivated crops, the difference in their fertility requires an almost unlimited combination of species and doses of mineral nutrition. The solution of this problem is carried out by the sequential application of each type of nutrients, the introduction of complex fertilizers or their mixtures of various forms and compositions (organo-mineral mixtures, mixtures of solid and liquid fertilizers, and a number of others). The introduction of coordinated fertilizer application systems will increase the efficiency of their application, reduce costs, eliminate soil pollution, increase yield and economic efficiency of agricultural work, and allow the introduction of organic farming. Modern technologies include: equipping agricultural machinery with monitoring systems, software that allows creating field maps, and making accurate schedules for carrying out sowing, harvesting and other agricultural activities. Proceeding from this, it is necessary to create specialized software that in the shortest time will be able to process information coming from navigation and various control and diagnostic systems, create, and also fill in field technological maps, providing the user with the necessary economic calculations and reference information. Scientific novelty is the combination of coordinate input and field monitoring at each aggregate for the application of fertilizers. As a result, universal devices for coordinate input and field monitoring will be created, which will be installed on existing machines. With the help of these devices, the most accurate adjustment of the application of fertilizers and spraying of crops will be carried out, based on data from interactive sensors of agricultural machines, interactive maps of cultivated areas and satellite systems.

Key words: coordinate application of fertilizers, field monitoring of soils, devices for soil monitoring, organic farming.

Literatura

1. Tekhnologicheskiye protsessy vneseniya mineral'nykh udobreniy v sisteme tochnogo zemledeliya / Zabrodin V.P., Bondarenko A.M., Ponomarenko I.G. // Azovo-Chernomorskaya gosudarstvennaya agroinzhenernaya akademiya. Rostov-na-Donu, 2008.

2. Balabanov V.I. Navigatsionnyye tekhnologii v sel'skom khozyaystve. Koordinatnoye zemledeliye / Uchebnoye posobiye// RGAU-MSKHA imeni K.A. Timiryazeva, 2013. S. 102

3. Konstruktivnyye resheniya differentsirovannogo primeneniya udobreniy / Temnikov V.N., Temnikov K.V., Makarov V.A. // Mezhdunarodnyy tekhniko-ekonomicheskyy zhurnal. 2010. № 5. S. 43-48.

4. Beysenkulov ZH.A. O navigatsionnykh sistemakh v sel'skom khozyaystve // Studencheskiy vestnik. 2017. № 3-3 (3). S. 49-51.

5. Chetvertak A.S. Primneniye informatsionnykh tekhnologiy i distantsionnogo zondirovaniya zemli v sel'skom khozyaystve // V sbornike: Osnovnyye printsipy razvitiya zemleustroystva i kadastrov Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov i molodykh uchonykh. 2017. S. 216-221.

6. Upravleniye transportnymi sredstvami s ispol'zovaniyem GLONASS/GPS / Izmaylov A.YU., Artyushin A.A., Yevtyushenkov N.Ye., Bisenov G.S., Grishin A.A. // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva. 2015. № 1. S. 24-27.

7. Podshivalenko I.L., Nedoseko M.A., Malyshkin P.YU. Issledovaniye primeneniya sistem sputnikovoy navigatsii v sel'skom khozyaystve // Konstruirovaniye, ispol'zovaniye i nadezhnost' mashin sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya. 2013. № 1 (12). S. 192-197.

8. Semenov S.A., Vasil'yev S.A., Maksimov I.I. Osobennosti realizatsii i perspektivy primeneniya tekhnologiy tsifrovogo zemledeliya v APK // Vestnik Chuvashskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2018. № 1 (4). S. 69-76.



9. Loginova Ye.V *Perspektivy i problemy integratsii aerokosmicheskoy otrasli v praktiku sel'skogo khozyaystva* // *Reshetnevskiy chteniya*. 2017. T. 2. № 21. S. 634-635.

10. Sedashkin A. N. *Neravnomernost' vneseniya udobreniy pri koordinatnoy sisteme zemledeliya* / A. N. Sedashkin, I. N. Das'kin, A. A. Kostigrin // *Traktory i sel'khoz mashiny*. – 2013. – № 10. – S. 39–40.

11. D'yachkov A.P. *Snizheniye energeticheskikh zatrat i neravnomernosti vneseniya tverdykh organicheskikh udobreniy* / A.P. D'yachkov, N.P. Kolesnikov, A.D. Brovchenko // *Tekhnika v sel'skom khozyaystve*. 2012. № 4. S. 8-10.



УДК 637.5

РАЗРАБОТКА МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ С ПШЕНИЧНЫМИ ВОЛОКНАМИ ДЛЯ ИНДУСТРИИ ПИТАНИЯ

СОКОЛОВ Александр Юрьевич, канд. техн. наук, доцент, alrs@inbox.ru

ШИШКИНА Дарья Ивановна, аспирант, darya.shishkina.92@mail.ru, ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова»

ПЧЕЛКИНА Виктория Александровна, канд. техн. наук, вед. научн. сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, v.pchelkina@fnscps.ru

В статье представлены результаты исследования пищевых модельных систем с различным содержанием пшеничных волокон SuperCel (Германия) до и после тепловой кулинарной обработки (ТКО). По органолептическим свойствам предпочтение отдано образцу №1 с уровнем замены мясного сырья на волокна в количестве 10% вследствие оптимальных сенсорных свойств и способности формировать текстуру мясных полуфабрикатов. В результате реологических испытаний установлено повышение степени пенетрации модельных мясных систем: для образцов до ТКО это повышение практически двукратное (от 23 в контроле до 39 ед. прибора для образца №2), а для образцов после ТКО измеренный показатель увеличивается в 3,5 раза (соответственно, 12,3 и 43 ед. прибора). Результаты испытаний с помощью пенетрометра коррелируют с повышением нежности текстуры полуфабрикатов, что обеспечит требуемые потребительские свойства продукции. При гистологических исследованиях в опытных образцах между структурными элементами фарша обнаруживали волокна клетчатки, не воспринимающие гистологические красители, располагающиеся преимущественно группами/пучками. Архитектоника фарша образца №1 до ТКО более компактна по сравнению с контрольным образцом, микропустоты составляют в среднем 100-180 мкм. После ТКО отмечено тесное взаимодействие волокон клетчатки с мясными компонентами фарша, что способствовало более агрегированной, по сравнению с контролем, компоновке. Микропустоты составляли от 60 до 90 мкм. В образцах №2 и №3 компоновка структурных элементов рыхлая, волокна клетчатки располагались неравномерно большими пучками, размеры микропустот варьировали в широком диапазоне, что позволило сделать вывод о нецелесообразности дальнейшего применения этих модельных систем. Установлен оптимальный уровень замены мясного сырья на пшеничные волокна SuperCel – 10%, обеспечивающий формирование более структурированного фарша, повышение его нежности и степени пенетрации. Полученные данные целесообразно использовать в отраслях пищевой промышленности и индустрии общественного питания.

Ключевые слова: мясные полуфабрикаты, пищевые волокна, клетчатка, реологические свойства.

Введение

В настоящее время повышенное внимание уделяют разработкам изделий на мясной основе с диетологическими, функциональными свойствами. В частности, авторами работы [1] проанализирована значимость волокнистых структур в питании, поддерживающих пищеварительную систему человека, и широкие возможности внесения пищевых волокон в состав продуктов питания. Способы обогащения пищевых систем функциональными ингредиентами требуют научно обоснованных подходов, при которых не должна снижаться пищевая ценность и органолептические характери-

стики изделий. В задачу разработчиков входит и создание методов идентификации, контроля вводимых компонентов, поскольку потребители продукции индустрии питания должны быть достоверно проинформированы о структуре и свойствах продуктов.

Согласно теории адекватного питания, разработанной академиком АМН СССР А.М. Уголевым, посвященной механизмам пищеварения и ассимиляции пищи, необходимо поступление в организм человека комплекса нутритивных веществ – около 75 % и до 25 % – непереваримых балластных компонентов, способствующих развитию полезной



микрофлоры [11].

Известны разработки полуфабрикатов и продуктов из мяса различного качества, например, птицы, говядины и свинины, и других видов сырья. В ряде случаев требовалось рационально использовать жесткое мясо кур-несушек или мясо со сниженными функционально-технологическими свойствами, повышенной водянистостью (PSE), поэтому целесообразно сформировать пищевую «матрицу» для более рационального ведения технологических процессов производства.

Помимо технологических свойств, значение имеют и функциональные, которые могут быть обеспечены за счет пищевых волокон. В настоящее время применяют пектины – гелеобразующие добавки, клетчатку – эмульгирующий ингредиент, препятствующий синерезису, сорбирующий влагу, упрочняющий текстуру полуфабрикатов и сырья. Установлено, что пищевые волокна сорбируют ксенобиотики, вредные компоненты, радионуклиды. Однако компоненты-волокна имеют различное происхождение, строение, способы производства, дисперсность и функциональность [2-4, 6, 14], что необходимо учитывать в разработке конкретной продукции. Например, научными школами академиков И.А. Рогова, Е.И. Титова [4, 9, 13] было установлено, что физиологическими свойствами, сходными с растительными пищевыми волокнами, обладают и фибриллярные структуры на основе белков животного происхождения, субпродуктов II категории, коллагенсодержащего сырья и т.п.

Сегодня, при создании новых композитов, включая пищевые волокна, стабилизирующие системы, компаунды и продукты, исходят из концепции здорового питания человека, макробиотических принципов в питании, заключающихся в придании профилактических и диетологических свойств. В этом плане значимо обогащение неусвояемыми биополимерами-полисахаридами растительного происхождения. В соответствии с нормами физиологических потребностей содержание пищевых волокон в суточном рационе человека должно составлять 25-30 г, что учитывается в разработке рецептур продукции.

Авторы отмечают, что рациональное питание устраняет риски возникновения более 20% онкологических и 40% сердечно-сосудистых заболеваний; на 70% уменьшает опасности ожирения и диабета. Клетчатка, «четвертый» элемент питания – после белков, жиров и углеводов – играет жизненно важную роль в жизнедеятельности, а именно: высокий уровень употребления волокон снижает опасность заболевания вышеуказанными болезнями цивилизации [7].

Учитывая вышесказанное, целью данной работы являлось изучение влияния клетчатки на сенсорные, реологические, микроструктурные свойства полуфабрикатов и изделий рубленых на мясной основе.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являлась пшеничные волокна марки SuperCel (Германия), а также пищевые модельные системы, включающие мяс-

ной фарш (говядина/свинина) с различным содержанием волокон, до и после тепловой кулинарной обработки (ТО) (табл. 1). Моделирование технологии изделий включало приготовление фаршей, смешивание с пищевыми волокнами, формовку изделий и их жарку в течение 10-15 мин до температуры в центре до 90° С.

Таблица 1 – Образцы пищевых модельных систем

| № образца | Уровень замены мясного сырья на пищевые волокна (ПВ, клетчатку) |
|-----------|---|
| Контроль | 0 |
| 1 | 10 |
| 2 | 15 |
| 3 | 20 |

Применяли следующие методы исследования: органолептическая оценка в соответствии ГОСТ 9959-2015; гистологический анализ по ГОСТ 19496-2013 «Мясо и мясные продукты. Метод гистологического исследования». Для гистологического исследования срезы толщиной 14 мкм изготавливали на криостате «MIKROM-HM525» (Thermo Scientific), монтировали на стекла Menzel-Glaser (Thermo Scientific), окрашивали гематоксилином Эрлиха и 1%-м водно-спиртовым раствором эозина («БиоВитрум») и далее заключали в глицерин-желатин. Изучение гистологических препаратов осуществляли на световом микроскопе «AxioImaiger A1» (Carl Zeiss, Германия) с помощью подключенной видеокамеры «AxioCam MRC 5». Обработку изображений производили с применением компьютерной системы анализа изображений «AxioVision 4.7.1.0» для гистологических исследований. Измерение степени пенетрации выполнено с помощью пенетromетра ПН-10 «Линтел» с коническим индентором с углом при вершине 60°, цена деления пенетromетра 1/10 мм. Данные обрабатывали в программе Excel.

Экспериментальная часть

На рисунке 1 представлена структура пшеничных волокон марки SuperCel



Рис. 1 – Образец пшеничной клетчатки SuperCel (об. ×40)



К особенностям структуры данной клетчатки можно отнести сравнительную однородность, рыхлую компоновку, что, очевидно, способствует формированию технологических свойств, гидрофильности, способности увеличивать объем пищевого комка и т.п. При больших увеличениях микроскопа наблюдали радиальные деформации структуры, что способствует их адгезии и формированию пучков. Номинальное значение толщины волокон клетчатки составляет 25 мкм, длины – 80 мкм [15].

Органолептический анализ опытных образцов пищевых модельных систем показал, что они представляли собой мясные полуфабрикаты в виде мясных шариков относительно плотной компоновки. Цвет варьировал от красного до светло-красного, в зависимости от уровня внесения волокон. При внесении в фарш пищевых волокон текстура разрыхлялась вследствие значительной

адсорбции волокном влаги и разделения мясных фрагментов. Для коррекции данного свойства в дальнейшем не исключено внесение воды и/или растворов стабилизирующих компонентов на основе гидроколлоидов и/или животных белков и т.п. [12, 14].

В таблице 2 представлены результаты органолептического анализа пищевых модельных систем до и после тепловой кулинарной обработки. Можно отметить, что в результате технологических процессов образцы приобретают значительный уровень потребительских свойств по пятибалльной шкале от 4 до 5 баллов за различные сенсорные показатели; несколько сниженная оценка внешнего вида и цвета экспериментальных образцов, вероятно, потребует корректировки при отработке технологии и рецептов в производственных условиях.

Таблица 2 – Органолептические свойства модельных систем до и после тепловой кулинарной обработки

| Показатели | Контрольный образец | Образец 1 | Образец 2 | Образец 3 |
|--|--|--|---|---|
| <i>До тепловой обработки</i> | | | | |
| Внешний вид | Масса однородная, вязкопластичная, сформированная в виде шарика | Масса однородная, с оптимальным включением пшеничных волокон | Сформированная масса имеет небольшие ломаные края, суховатая за счет повышенного содержания волокон | Сформированная масса имеет рассыпчатую текстуру, характерную для волокон. |
| Цвет | Красно-розовый, свойственный данному полуфабрикату | Светло-розовый, свойственный данному полуфабрикату, с учетом используемого компонента | Светло-розовый | Бледно-светло-розовый. |
| Текстура | Вязкопластичная | Пластичная | Менее плотная, суховатая | Рассыпчатая |
| <i>После тепловой кулинарной обработки</i> | | | | |
| Внешний вид | Сформированная масса в виде шарика, поверхность без разорванных и ломаных краев, имеет румяную корочку | Сформированная масса в виде шарика, поверхность без разорванных и ломаных краев, имеет румяную корочку | Имеет светлую корочку, масса более рыхлая | Показатели не определены в связи с рассыпчатой, неудовлетворительной текстурой. |
| Цвет | Цвет жареного мяса с румяной корочкой | Цвет жареного мяса с румяной корочкой, немного светлее контрольного образца | Цвет жареного мяса со светлой корочкой | Показатели не определены в связи с рассыпчатой, неудовлетворительной текстурой. |
| Текстура | Нежная, сочная, мягкая | Нежная, мягкая | Более мягкая, со сниженной прочностью/когезией | Показатели не определены в связи с неудовлетворительной текстурой. |



По органолептическим свойствам предпочтение было отдано образцу №1 с уровнем замены мясного сырья на волокна в количестве 10% вследствие оптимальных по сравнению с другими образцами сенсорных свойств и способности формировать текстуру мясных полуфабрикатов. Согласно техническому описанию, волокна пшеничные Supercel обладают высокой влагосвязывающей способностью, адгезией и значительным уровнем других функционально-технологических свойств [15].

Органолептический анализ показал, что для дальнейших исследований образец № 3 необходимо исключить ввиду его неудовлетворительной сильно разрыхленной текстуры. Поэтому в реологических испытаниях с помощью пенетрометра были задействованы образцы: контроль, №1 и № 2. Результаты определения степени пенетрации модельных образцов представлены на рисунке 2.

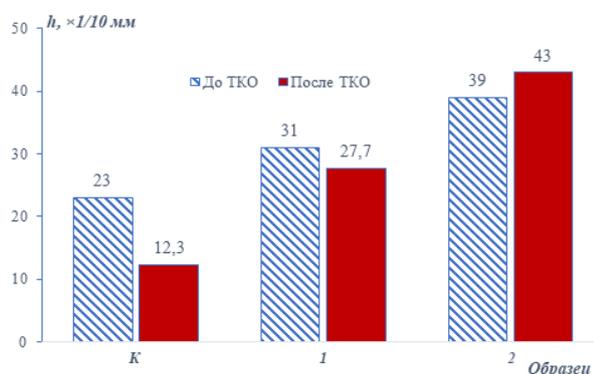


Рис. 2 – Результаты определения степени пенетрации модельных образцов

В результате анализа диаграммы можно констатировать, что степень пенетрации модельных мясных полуфабрикатов значительно повышается. Так, для образцов до ТО это повышение во всем изученном диапазоне практически двукрат-

ное (от 23 в контроле до 39 ед. прибора для образца № 2), а для образцов после ТО измеренный показатель увеличивается в 3,5 раза (соответственно, 12,3 и 43 ед. прибора). Очевидно, что результаты испытаний с помощью пенетрометра коррелируют с повышением нежности текстуры полуфабрикатов, что обеспечит требуемые потребительские свойства продукции.

В результате гистологических исследований было установлено, что все образцы представляют собой фаршевую систему средней степени измельчения, состоящую из фрагментов мышечной, соединительной и жировой тканей, преимущественно сохранивших свою структурную организацию. Мышечная ткань также выявляется в виде небольших мышечных пучков, отдельных мышечных волокон и их фрагментов. В миоцитах сохранена поперечная исчерченность, ядра хорошо дифференцируются, овальной формы и располагаются под сарколеммой мышечного волокна. Жировая ткань встречается участками из групп липоцитов с сохраненной целостностью или отдельными липоцитами, также присутствуют капельки жира, выделяющиеся из разрушенных липоцитов и относительно равномерно распределенные по объему образца. Фрагменты соединительной ткани имеют вид пучков неправильной формы, состоящих из скоплений волокнистых элементов и хорошо дифференцируемых клеточных образований. Мелкозернистая белковая масса, являющаяся продуктом деструкции тканей, выявляется в небольшом количестве.

Масса контрольного образца до ТКО компактна, микропустоты между структурными элементами фарша составляют в среднем 120-200 мкм. После ТКО компоновка структурных элементов контрольного образца более плотная, микропустоты составляют в среднем 70-100 мкм. Мелкозернистая белковая масса плотно прилегает к мышечным волокнам, что стабилизирует фаршевую массу (рис. 3).

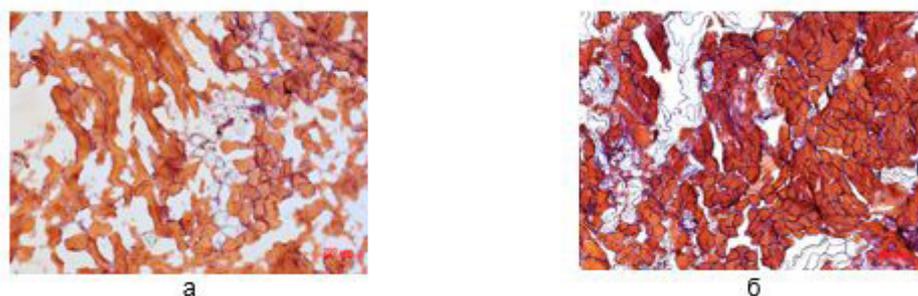


Рис. 3 – Микроструктура контрольного образца (об. x10): а – до ТО; б – после ТО

В опытных образцах между структурными элементами фарша обнаруживаются волокна клетчатки, не воспринимающие гистологические красители, располагающиеся преимущественно группами/пучками. Архитектоника фарша образца №1 до ТО более компактна по сравнению с контрольным образцом, микропустоты составляют в среднем 100-180 мкм. После ТО отмечено тесное взаимодействие волокон клетчатки с мясными компонентами фарша, что способствовало более агрегированной, по сравнению с контролем, компоновке фарша. Микропустоты составляют от 60 до 90 мкм (рис. 4).

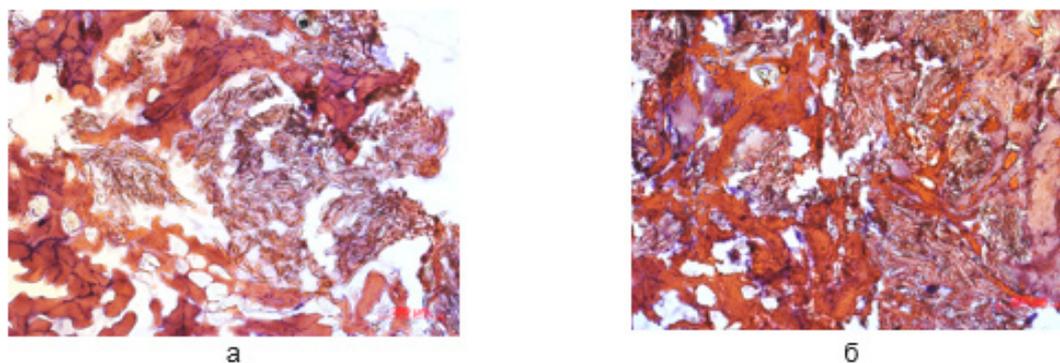


Рис. 4 – Микроструктура образца №1 (об.х10): а – до ТО; б – после ТО

В образцах №2 и №3 компоновка структурных элементов фарша рыхлая, волокна клетчатки располагались неравномерно большими пучками, размеры микропустот варьировали в широком диапазоне, что позволило сделать вывод о нецелесообразности дальнейшего применения этих модельных систем.

Результаты измерений размеров волокон клетчатки в процессе технологической обработки представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Размеры волокон пшеничной клетчатки SuperCel в модельной системе до и после ТО

| Наименование образца | Длина волокна клетчатки, мкм | Ширина волокна клетчатки, мкм |
|----------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Образец №1 до ТО | 85,17±41,37 | 7,83±3,31 |
| Образец №1 после ТО | 81,77±36,69 | 7,72±2,51 |

В образце после тепловой кулинарной обработки длина волокна клетчатки уменьшается на 3,5%, что связано, по-видимому, с потерей части влаги при термообработке и способностью волокон к агрегации и адгезии к тканям мяса.

Заключение

Таким образом, результаты проведенных исследований модельных мясных систем с пшеничной клетчаткой свидетельствуют о формировании более структурированных фаршей, повышении их нежности и степени пенетрации. По органолептическим показателям оптимальный уровень замены мясного сырья на волокна составляет 10% вследствие лучших по сравнению с другими образцами сенсорных свойств и способности формировать текстуру мясных полуфабрикатов. Данный вывод был подтвержден гистологическим анализом и реологическими испытаниями методом пенетрации. Полученные данные говорят о целесообразности практического использования экспериментальной разработки полуфабрикатов в отраслях пищевой промышленности и индустрии общественного питания.

Список литературы

1. Баласанян, А. Ю. Исследование технологических и физиологических свойств пищевых волокон [Текст] / А. Ю. Баласанян, Т. Ш. Шалтумаев // Вопросы питания. – 2014. – Т. 83, № 3. – С. 169.
2. Научно-практические аспекты в исследовании качества мясного сырья при интенсификации выращивания животных [Текст] / А. С. Безряднова, О. В. Беспалова, Е. Н. Мясникова, А. Ю. Соколов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2015. – № 1. – С. 28-33.
3. Гематдинова, В. М. Получение концентрата бета-глюкана из овсяных отрубей для функциональных продуктов питания [Текст] / В. М. Гематди-

нова, З. А. Канарская, А. В. Канарский // Пищевая промышленность. – 2018. – № 3. – С. 15-17.

4. Данильчук, Т. Н. Модификация свойств пшеничной клетчатки совместным действием ферментации и электрического тока [Текст] / Т. Н. Данильчук, Г. Г. Абдрашитова, И. А. Рогов // Пищевая промышленность. – 2015. – № 8. – С. 8-11.

5. Исследование съедобной упаковки на основе яблочного пюре с добавкой пластификатора карбоксиметилцеллюлозы [Текст] / А. В. Демидова, Н. В. Макарова, Д. Е. Быков [и др.] // Пищевая промышленность. – 2017. – № 12. – С. 8-11.

6. Мирошник, А. С. Разработка технологии мясного рубленого полуфабриката полифункциональной направленности [Текст] / А. С. Мирошник, И. Ф. Горлов, М. И. Сложенкина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2017. – № 11. – С. 26-29.

7. Пищевые волокна и белки в пищевых системах [Текст] : монография / Черкасов О. В., Прянишников В. В., Толкунова Н. Н., Жучков А. А. - Рязань : Изд-во ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2014. - 182 с.

8. Микроструктурные и реологические свойства коллагенсодержащего сырья при его модификации [Текст] / А. Ю. Соколов, Е. И. Титов, С. К. Апраксина, Е. В. Литвинова // Мясная индустрия. – 2016. – № 6. – С. 43-45.

9. Пути использования мясного сырья с различной морфологической структурой в технологии мясных изделий [Текст] / Е. И. Титов, А. Ю. Соколов, С. К. Апраксина, Л. Ф. Митасева, И. В. Бобренева. – М. : ООО «Франтера», 2015. – 250 с.

10. Хвыля, С. И. Структурные особенности пшеничной клетчатки для мясных продуктов [Текст] / С. С. Хвыля, В. А. Пчелкина, А. А. Габарев // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 2. – С. 71-75.



11. Уголев, А. М. Теория адекватного питания и трофология [Текст] / А. М. Уголев. – М. : Концептуал, 2017. – 288 с.

12. Christensen, M. The effect of cooking temperature on mechanical properties of whole meat, single muscle fibres and perimysial connective tissue / M. Christensen, P.P. Purslow, L.M. Larsen // *Meat Science*. – 2000. – Vol. 55, Issue 3., – P. 301-307. DOI: 10.1016/S0309-1740(99)00157-6.

13. Collagen from porcine skin: a method of extraction and structural properties / I.F. Gorlov, E.I. Titov, G.V. Semenov, Slozhenkina M.I., Sokolov A.Yu. et.al. // *International Journal of Food Properties*. –

2018. – Vol. 21. – № 1. – P. 1031-1042.

14. Eyiler, Yilmaz. Thermal, microscopic, and quality properties of low-fat frankfurters and emulsions produced by addition of different hydrocolloids [Текст] / Yilmaz Eyiler, H. Vural, Yadigari R. Jafarzadeh // *International Journal of Food Properties*. – 2017. – Vol. 20, Issue 9, 2 September 2017. – P. 1987-2002.

15. SUPERCEL® Пшеничные волокна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ventaltd.ru/produkcija/rastitelnye-volokna-kletchatka/supercel-pshenichnye-volokna-wf-600-r/>. - (дата обращения 19.07.2018).

DEVELOPMENT OF MEAT PRODUCTS WITH WHEAT FIBER FOR FOOD INDUSTRY

Sokolov Aleksandr Yu., candidate of technical sciences, associate professor, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia, alrs@inbox.ru

Shishkina Dar'ya I., postgraduate student, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia, darya.shishkina.92@mail.ru

Pchelkina Viktoriya A., candidate of technical sciences, leading researcher, V.M. Gorbato Federal Research Center for Food Systems of RAS, Moscow, Russia, v.pchelkina@fnpcs.ru

The article presents the results of the study of food modeling systems with different content of wheat fibers SuperCel (Germany) before and after cooking heat treatment (CHT). According to the organoleptic properties, the preference is given to the sample No. 1 with the level of replacement of meat raw materials with fibers by 10% due to optimal sensory properties and the ability to form the texture of meat semi-finished products. As a result of rheological tests, increase in the degree of penetration of model meat systems has been established: for samples before CHT, this increase is almost twofold (from 23 in the control to 39 units. device for sample No. 2), and for the samples after CHT the measured value increases 3.5-fold (respectively, 12.3 and 43 units of the device). The results of the tests with a penetrometer correlate with the increase in the tenderness of the texture of semi-finished products, which will provide the required consumer properties of the product. In histological studies, fibers were detected in the test samples between the structural elements, do not take histological staining, located predominantly in groups/bundles. The architectonic of minced meat of sample No. 1 before CHT is more compact in comparison with the control sample, the micro-cavities averaged 100-180 μm. After CHT, there was a close interaction of fibers with meat components, which contributed to a more aggregated, compared with the control, structure. Micro-cavities ranged from 60 to 90 μm. In samples No. 2 and No. 3, the structure of the elements was loose, the fibers were located unevenly in large clumps, the micro-cavities varied over a wide range, which led to the conclusion that it was not appropriate to use them further. The optimal level of replacement of meat raw materials with wheat fibers SuperCel is 10 %, providing the formation of more structured minced meat, increasing its tenderness and degree of penetration. The data obtained should be used in the food and public catering industries.

Key words: meat semi-finished products, dietary fiber, fiber, rheological properties.

Literatura

1. Balasanyan, A.YU. Issledovanie tekhnologicheskikh i fiziologicheskikh svoystv pishchevykh volokon / A.YU. Balasanyan, T.SH. SHaltumaev // *Voprosy pitaniya*. – 2014. – T. 83, № 3. – S. 169.

2. Bezryadnova, A.S. Nauchno-prakticheskie aspekty v issledovanii kachestva myasnogo syr'ya pri intensivatsii vyrashchivaniya zhivotnykh / A. S. Bezryadnova, O.V. Bessalova, E.N. Myasnikova, A. Yu. Sokolov // *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya*. – 2015. – № 1. – S. 28-33.

3. Gematdinova, V.M. Poluchenie koncentrata beta-glyukana iz ovsyanykh otrubej dlya funktsional'nykh produktov pitaniya / V.M. Gematdinova, Z.A. Kanarskaya, A.V. Kanarskij // *Pishchevaya promyshlennost'*. – 2018. – № 3. – S. 15-17.

4. Danil'chuk, T.N. Modifikatsiya svoystv pshenichnoy kletchatki sovmestnym dejstviem fermentatsii i ehlektricheskogo toka / T.N. Danil'chuk, G.G. Abdrashitova, I.A. Rogov // *Pishchevaya promyshlennost'*. – 2015. – № 8. – S. 8-11.

5. Demidova, A.V. Issledovanie s"edobnoj upakovki na osnove yablochnogo pyure s dobavkoj plastifikatora karboksimetilcellulozy / A.V. Demidova, N.V. Makarova, D.E. Bykov i dr. // *Pishchevaya promyshlennost'*. – 2017. – № 12. – S. 8-11.

6. Miroshnik, A.S. Razrabotka tekhnologii myasnogo rublenogo polufabrikata polifunktsional'noj napravlenosti / A.S. Miroshnik, I.F. Gorlov, M.I. Slozhenkina // *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya*. – 2017. – № 11. – S. 26-29.

7. Myasnikov A.L. Mikrobiom / stat'ya. – Rezhim dostupa: <https://drmyasnikov.ru/actual/mikrobiom-ili-kto-v-dome-hozyain/> (data obrashcheniya 19.07.2018).



8. Sokolov, A. Yu. Mikrostrukturnye i reologicheskie svojstva kollagensoderzhashchego syr'ya pri ego modifikacii / A. Yu. Sokolov, E. I. Titov, S. K. Apraksina, E. V. Litvinova // *Myasnaya industriya*. – 2016. – № 6. – S. 43-45.
9. Titov, E. I. Puti ispol'zovaniya myasnogo syr'ya s razlichnoj morfologicheskoy strukturoj v tekhnologii myasnyh izdelij / E. I. Titov, A. Yu. Sokolov, S. K. Apraksina, L. F. Mitaseva, I. V. Bobreneva. – M.: ООО «Frantera», 2015. – 250 s.
10. Hvylya, S. I. Strukturnye osobennosti pshenichnoj kletchatki dlya myasnyh produktov / S. S. Hvylya, V. A. Pchelkina, A. A. Gabaraev // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv*. – 2013. – №2. – S. 71-75.
11. Ugolev A. M. Teoriya adekvatnogo pitaniya i trofologiya / A. M. Ugolev. – M.: Konceptual, 2017. – 288 s.
12. Christensen, M. The effect of cooking temperature on mechanical properties of whole meat, single muscle fibres and perimysial connective tissue / M. Christensen, P. P. Purslow, L. M. Larsen // *Meat Science*. – 2000. – Vol. 55, Issue 3., – S. 301-307. DOI: 10.1016/S0309-1740(99)00157-6 Gorlov, I. F. Collagen from porcine skin: a method of extraction and structural properties / I. F. Gorlov, E. I. Titov, G. V. Semenov, Slozhenkina M. I., Sokolov A. Yu. et. al. // *International Journal of Food Properties*. – 2018. – Vol. 21. – № 1. – S. 1031-1042.
13. Gorlov, I. F. Collagen from porcine skin: a method of extraction and structural properties / I. F. Gorlov, E. I. Titov, G. V. Semenov, Slozhenkina M. I., Sokolov A. Yu. et. al. // *International Journal of Food Properties*. – 2018. – Vol. 21. – № 1. – P. 1031-1042.
14. Eyiler, Yilmaz. Thermal, microscopic, and quality properties of low-fat frankfurters and emulsions produced by addition of different hydrocolloids / Yilmaz Eyiler, H. Vural, Yadigari R. Jafarzadeh // *International Journal of Food Properties*. – 2017. – Vol. 20, Issue 9, 2 September 2017. – S. 1987-2002.
15. SUPERCEL® Pshenichnye volokna. – Rezhim dostupa: <http://ventaltd.ru/produkcija/rastitelnye-volokna-kletchatka/supercel-pshenichnye-volokna-wf-600-r/> (data obrashcheniya 19.07.2018).



УДК 633.111.1: 631.526.32

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЮГА НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

ЛАПШИНОВА Ольга Алексеевна, аспирант, olechka10.09@mail.ru

АНТОШИНА Ольга Алексеевна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры лесного дела, агрохимии и экологии, olgaantoshina@bk.ru

ХАБАРОВА Татьяна Валерьевна, канд. биол. наук, доцент кафедры лесного дела, агрохимии и экологии, habarova-tv@mail.ru

ОДНОДУШНОВА Юлия Викторовна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры лесного дела, агрохимии и экологии, yulya.odnodushnova@mail.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

ЦУКАНОВА Татьяна Георгиевна, канд. геогр. наук, доцент, начальник кафедры экономической теории, географии и экологии, Академия ФСИН России, kaf-etge@yandex.ru

Представлены результаты оценки адаптивного потенциала исходного материала озимой мягкой пшеницы в условиях юга Нечерноземья. Установлено, что в благоприятных условиях высокий коэффициент адаптивности был у сортов Волжская 22, Волжская К, Волжская С1, Московская 39, Есения, Павловка и линии Эритроспермум 37/14. Слабая реакция на благоприятные условия отмечена у сорта Волжская Н. В неблагоприятных условиях у линий и сортов Эритроспермум 29/17, Эритроспермум 37/14, Есения, Инна, Волжская 22 отмечена невысокая степень выраженности их реакции на условия среды. Устойчивостью к стрессу отличались сорта Инна, Глафира, Есения, Волжская Н, Виола и линии Эритроспермум 29/17, Эритроспермум 37/14. Низкий коэффициент вариации по урожайности отмечен у сорта Инна и линии Эритроспермум 29/17 (<10%). В результате проведенных исследований установлено, что к сортам с большей реакцией на изменение условий выращивания относятся Волжская С1, Павловка, Донщина, Волжская 22, Мироновская остистая, Ангелина ($b_i > 1$, $S^2 d_i = 0$). Для образцов характерна отзывчивость на улучшение условий роста, а также они предъявляют высокие требования к уровню агротехники. Сорта и линии Виола, Эритроспермум 37/14, Есения, Глафира, Эритроспермум 29/17, Инна относятся к низкопластичным и стабильным. У сорта Даная урожайность изменяется прямо пропорционально изменениям условий роста. Высокий



показатель гомеостатичности (Hom) был у сортов Инна, Есения, Глафира, Волжская Н, Виола и линий Эритроспермум 29/17, Эритроспермум 37/14. Селекционной ценностью (Sc) отличались линии Эритроспермум 29/17, Эритроспермум 37/14 и сорта Инна, Есения, Волжская Н, Волжская 22, Глафира. В целом, сорта и линии озимой мягкой пшеницы Эритроспермум 29/17, Эритроспермум 37/14 и сорта Инна, Есения, Волжская Н, Волжская 22, Глафира отличаются стабильностью, представляют селекционную ценность, сочетают стрессоустойчивость и высокую продуктивность.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, коэффициент вариации, стабильность, пластичность, гомеостатичность, стрессоустойчивость.

Введение

Успех создания новых, востребованных в производстве сортов озимой мягкой пшеницы во многом предопределяется исходным материалом для селекции. Наибольшую ценность представляют сорта, средней интенсивности, которые способны давать стабильную урожайность в любых условиях [1].

Следует отметить, что формирование уровня урожайности во многом зависит от взаимодействия генотипа с условиями среды, которое не всегда позволяет реализовать потенциальные возможности сорта. При этом только высокая адаптивность сорта позволяет ему быть стабильным при изменяющихся условиях возделывания. Существует мнение, что сорта наиболее адаптированы к тем условиям, в которых они создавались [2]. Однако имеется ряд примеров, когда сорта выходили далеко за пределы ареала, для которого они создавались.

Селекция на продуктивность и стабильность подразумевает использование в скрещиваниях материала с комплексом хозяйственно-ценных признаков, с выраженной адаптивной и экологической направленностью. Особенности условий возделывания озимой мягкой пшеницы предъявляют высокие требования к исходному материалу и оценке его параметров экологической пластичности и стабильности. В связи с этим, оценка адаптивного потенциала исходного материала озимой мягкой пшеницы представляет интерес для практической селекции.

Объекты и методы исследований

Цель исследования – оценка адаптивного потенциала исходного материала озимой мягкой пшеницы в условиях юга Нечерноземья. Изучались сортообразцы и линии озимой мягкой пшеницы с комплексом хозяйственно-ценных признаков. Закладка опыта проводилась на агротехнологической опытной станции ФГБОУ ВО РГАУ. Постановку полевых опытов осуществляли в соответствии с общепринятыми методиками [3,4]. В серой лесной среднесуглинистой почве содержание гумуса (по Тюрину) – 3,8%, подвижного фосфора (по Кирсанову) – 167 мг/кг, калия – 135 мг/кг, обменная кислотность (вытяжка хлористого калия) – 5,7. Предшественником являлся черный пар. Площадь делянки 5 м² без повторений. Стандарт–

Таблица 1– Коэффициент адаптивности образцов озимой мягкой пшеницы по урожайности в 2016-2018 гг.

| Название | Коэффициент адаптивности | | |
|---------------------|--------------------------|------|------|
| | 2016 | 2017 | 2018 |
| Ангелина (стандарт) | 1,00 | 0,78 | 0,86 |
| Виола | 0,85 | 0,99 | 0,91 |
| Волжская 22 | 1,35 | 1,24 | 1,30 |
| Волжская К | 1,36 | 0,80 | 0,75 |

районированный сорт Ангелина.

Среднее квадратичное отклонение и коэффициент вариации рассчитаны по методике в изложении Б. А. Доспехова [4], коэффициент адаптивности сорта определялся по методике Животкова Л.А. [5], пластичность изучаемых сортов и линий (bi) и стабильность (S^2di) оценивали по методике Эберхарта и Рассела в изложении В. А. Зыкина [6], индекс стабильности (L), показатель уровня и стабильности сорта (Π_{ycc}), показатель реализации потенциала урожайности – по Э. Д. Неттевичу [7], размах урожайности (d) – по В. А. Зыкину [6], гомеостатичность (Hom) и селекционная ценность (Sc) – по В. В. Хангильдину [8]. При расчете показателей L и ПУСС в качестве стандарта принят сорт Ангелина.

Результаты и их обсуждение

Изучение исходного материала проводилось в период 2015-2018 гг. Более полное представление о влиянии условий выращивания характеризуют индексы условий среды I_j . Наиболее благоприятные условия (индекс условий среды $I_j = +1,56$) складывались в период вегетации 2015-2016 гг., который отличался температурой воздуха выше среднесезонных показателей и количеством осадков 585 мм. Худшие условия (индекс условий среды $I_j = -1,68$) отмечены в 2017-2018 гг., когда среднемесячные температуры в начале вегетации были ниже нормы, а в период налива зерна отмечался дефицит осадков. Таким образом, погодные условия позволили дать наиболее полную оценку сортов по реакции на изменение внешних факторов среды.

Коэффициент адаптивности сорта определялся по методике, предложенной Животковым Л.А. с соавторами [5], для условий конкретного вегетационного периода путем деления урожайности отдельного сорта на среднесортную урожайность.

Полученные результаты (табл. 1) позволяют судить о том, что в наиболее благоприятных условиях 2016 выше среднесортной урожайность была у сортов Волжская 22, Волжская К, Волжская С1, Московская 39, Есения, Павловка и линии Эритроспермум 37/14 (с превышением от 2 до 36%). Слабая реакция на благоприятные условия отмечена у сорта Волжская Н – меньше среднесортной на 33,3%.



Продолжение таблицы 1

| | | | |
|----------------------|------|------|------|
| Волжская Н | 0,67 | 1,19 | 1,21 |
| Волжская С1 | 1,15 | 1,09 | 0,76 |
| Глафира | 0,81 | 0,84 | 1,05 |
| Даная | 0,97 | 0,89 | 0,94 |
| Донщина | 0,96 | 0,62 | 0,43 |
| Есения | 1,03 | 1,01 | 1,41 |
| Инна | 0,83 | 0,92 | 1,36 |
| Мироновская 27 | 0,92 | 0,74 | 0,89 |
| Мироновская остистая | 1,00 | 1,13 | 0,89 |
| Московская 39 | 1,06 | 1,35 | 0,84 |
| Павловка | 1,02 | 0,95 | 0,53 |
| Памяти Федина | 0,94 | 0,91 | 0,80 |
| Эритроспермум 29/17 | 0,99 | 1,32 | 1,60 |
| Эритроспермум 37/14 | 1,10 | 1,22 | 1,47 |

Неблагоприятные условия 2018 года позволили выявить у линий Эритроспермум 29/17, Эритроспермум 37/14 и сортов Есения, Инна, Волжская 22 коэффициент адаптивности больше 1, что свидетельствует о невысокой степени выраженности их реакции на условия среды.

При значительной изменчивости метеоусловий важным показателем, характеризующими исходный материал для селекции является устойчивость сортов и линий к стрессу, которая определяется как разность между минимальной и максимальной урожайностью и имеет отрицательный знак.

На основании проведенных исследований (табл. 2) установлено, что устойчивостью к стрессу отличаются сорта Инна (-1,05), Глафира (1,67), Есения (-1,85), Волжская Н (-1,97), Виола (-2,53) и линии Эритроспермум 29/17 (-1,3), Эритроспермум 37/14 (-2,14), у которых отмечается минимальный разрыв. Менее устойчивыми к стрессу

оказались сорта Волжская К, Волжская С1, Павловка, Донщина.

Показатель наибольшей степени соответствия между генотипом сорта и факторами среды определяется как средняя урожайность сорта в контрастных условиях внешней среды. По этому показателю выделяются сорта и линии озимой мягкой пшеницы Волжская 22, Эритроспермум 29/17, Эритроспермум 37/14, Есения, Волжская К.

Показателем, который характеризует количественную изменчивость, является коэффициент вариации (V). В проведенных исследованиях у ряда сортов и линий коэффициент вариации изменялся от 6,7 до 64,9 %. Незначительная изменчивость по урожайности отмечалась у сорта Инна и линии Эритроспермум 29/17 (менее 10%). Существенным этот показатель был у сортов Московская 39, Волжская С1, Павловка, Волжская К и Донщина (от 40,5 до 64,9%).

Таблица 2 – Характеристика образцов озимой мягкой пшеницы по урожайности и показателям экологической пластичности и стабильности 2016-2018 гг.

| Название | Средняя урожайность X_i , т/га | Размах варьирования урожайности (min-max), т/га | V , % | Экологическая устойчивость $Y_{min}-Y_{max}$ | $(Y_{min}-Y_{max})/2$ | b_i | S^2d_i | d , % |
|----------------------|----------------------------------|---|---------|--|-----------------------|-------|----------|---------|
| Ангелина (стандарт) | 4,99 | 3,37-7,15 | 39,1 | -3,78 | 5,26 | 1,15 | 0,695 | 52,9 |
| Виола | 5,10 | 3,56-6,09 | 26,5 | -2,53 | 4,83 | 0,81 | 0,299 | 41,5 |
| Волжская 22 | 7,29 | 5,08-9,68 | 31,6 | -4,60 | 7,38 | 1,42 | 0,184 | 47,5 |
| Волжская К | 5,76 | 2,94-9,75 | 61,6 | -6,81 | 6,35 | 2,06 | 3,092 | 69,8 |
| Волжская Н | 5,45 | 4,75-6,79 | 21,3 | -1,97 | 5,09 | 0,08 | 2,656 | 50,2 |
| Волжская С1 | 5,83 | 2,99-8,23 | 45,5 | -5,24 | 5,61 | 1,64 | 0,080 | 63,7 |
| Глафира | 4,88 | 4,09-5,76 | 17,2 | -1,67 | 4,93 | 0,52 | 0,037 | 29,0 |
| Даная | 5,22 | 3,66-6,93 | 31,4 | -3,27 | 5,30 | 1,01 | 0,109 | 47,2 |
| Донщина | 4,04 | 1,69-6,86 | 64,9 | -5,17 | 4,28 | 1,58 | 0,696 | 75,4 |
| Есения | 6,21 | 5,51-7,36 | 16,1 | -1,85 | 6,44 | 0,56 | 0,406 | 25,1 |
| Инна | 5,50 | 5,26-5,92 | 6,7 | -1,05 | 5,79 | 0,19 | 0,099 | 16,6 |
| Мироновская 27 | 4,75 | 3,47-6,57 | 34,1 | -3,10 | 5,02 | 0,94 | 0,635 | 47,2 |
| Мироновская остистая | 5,71 | 3,49-7,15 | 34,2 | -3,66 | 5,32 | 1,16 | 0,594 | 51,2 |



| | | | | | | | | |
|---------------------|------|-----------|------|-------|------|------|-------|------|
| Московская 39 | 6,20 | 3,30-7,74 | 40,5 | -4,44 | 5,52 | 1,37 | 2,834 | 57,4 |
| Павловка | 4,93 | 2,09-7,26 | 53,1 | -5,17 | 4,68 | 1,62 | 0,151 | 71,2 |
| Памяти Федина | 5,02 | 3,12-6,72 | 36,1 | -3,60 | 4,92 | 1,12 | 0,007 | 53,6 |
| Эритроспермум 29/17 | 6,96 | 6,26-7,56 | 9,5 | -1,30 | 6,91 | 0,28 | 0,482 | 17,2 |
| Эритроспермум 37/14 | 6,87 | 5,75-7,89 | 15,6 | -2,14 | 6,82 | 0,68 | 0,002 | 27,1 |

Реакция изучаемых сортов и линий на изменение условий выращивания проанализирована на основе расчета коэффициента линейной регрессии урожайности b_i и дисперсии (S^2d_i). Данные показатели позволяют по экологической пластичности и стабильности урожаев охарактеризовать адаптивность сортов к условиям среды. При значении b_i больше 1 отмечается увеличение урожайности под влиянием улучшения условий выращивания, что характерно для интенсивных сортов. Уменьшение показателя стабильности S^2d_i позволяет судить о его приспособленности к ухудшению условий выращивания.

По показателю $b_i > 1$ выделяются сорта Волжская К, Волжская С1, Павловка, Донщина, Волжская 22, Московская 39, а по показателю стабильности S^2d_i – Эритроспермум 37/14, Памяти Федина, Глафира, Волжская С1, Инна, Даная.

В результате проведенных исследований установлено, что к сортам с большей реакцией на изменение выращивания, можно отнести: Волжская С1, Павловка, Донщина, Волжская 22, Миронов-

ская остистая, Ангелина ($b_i > 1$, $S^2d_i = 0$). Для образцов характерна отзывчивость на улучшение условий роста, предъявляют высокие требования к уровню агротехники.

Сорта и линии, которые можно отнести к низкопластичным и стабильным ($b_i < 1$, $S^2d_i = 0$): Виола, Эритроспермум 37/14, Есения, Глафира, Эритроспермум 29/17, Инна. У сорта Даная $b_i = 1$, что свидетельствует о том, что его урожайность изменяется прямо пропорционально изменениям условий роста.

К менее ценным сортам с высокой экологической пластичностью и низкой стабильностью по результатам проведенных исследований можно отнести сорта Волжская К и Московская 39 ($b_i > 1$, $S^2d_i > 1$).

Установлено, что минимальное значение размаха урожайности показали сорт Инна ($d = 16,6\%$) и линия Эритроспермум 29/17 ($d = 17,2\%$), что свидетельствует о стабильности урожайности в конкретных условиях.

Таблица 3 – Характеристика образцов озимой мягкой пшеницы по показателям гомеостатичности (2016-2018 гг.)

| Название | Средняя урожайность X_p , т/га | V, % | L | Hom | Sc | Π_{ycc} |
|----------------------|----------------------------------|------|------|--------|------|-------------|
| Ангелина (стандарт) | 4,99 | 39,1 | 1,28 | 3,38 | 2,35 | 100,0 |
| Волжская 22 | 7,29 | 31,6 | 2,31 | 5,02 | 3,83 | 263,5 |
| Эритроспермум 29/17 | 6,96 | 9,5 | 7,33 | 91,75 | 6,17 | 798,4 |
| Эритроспермум 37/14 | 6,87 | 15,6 | 4,40 | 20,61 | 5,01 | 473,1 |
| Есения | 6,21 | 16,1 | 3,86 | 20,85 | 4,65 | 375,1 |
| Московская 39 | 6,20 | 40,5 | 1,53 | 3,60 | 2,71 | 148,5 |
| Волжская С1 | 5,83 | 45,5 | 1,28 | 2,45 | 2,12 | 116,7 |
| Волжская К | 5,76 | 61,6 | 0,94 | 1,37 | 1,74 | 84,7 |
| Мироновская остистая | 5,71 | 34,2 | 1,67 | 4,57 | 2,79 | 149,3 |
| Инна | 5,50 | 6,7 | 8,21 | 123,87 | 4,89 | 706,7 |
| Волжская Н | 5,45 | 21,3 | 2,56 | 13,00 | 3,87 | 218,3 |
| Даная | 5,22 | 31,4 | 1,66 | 5,08 | 2,76 | 135,7 |
| Виола | 5,10 | 26,5 | 1,92 | 7,62 | 2,98 | 153,2 |
| Памяти Федина | 5,02 | 36,1 | 1,39 | 3,87 | 2,33 | 109,2 |
| Павловка | 4,93 | 53,1 | 0,93 | 1,79 | 1,42 | 71,7 |
| Глафира | 4,88 | 17,2 | 2,84 | 16,98 | 3,47 | 216,9 |
| Мироновская 27 | 4,75 | 34,1 | 1,39 | 4,49 | 2,51 | 103,3 |
| Донщина | 4,04 | 64,9 | 0,62 | 1,20 | 1,00 | 39,1 |

Важным показателем, который характеризует сортовые проявления гомеостатических реакций сорта в различных условиях среды, является индекс стабильности (L). Наиболее высокие значения этого показателя отмечены у сортов Инна (8,21), Есения (3,86) и линий Эритроспермум 29/17

(7,33), Эритроспермум 37/14 (4,40).

Следует отметить, что при одних и тех же лимитирующих факторах внешней среды стабильность урожайности зерна свидетельствует о высокой гомеостатичности генотипа, а большая вариабельность – о низкой гомеостатичности генотипа.



Высокий показатель гомеостатичности (Ном) был отмечен у сортов Инна, Есения, Глафира, Волжская Н, Виола и линий Эритроспермум 29/17, Эритроспермум 37/14, что свидетельствует о лучшей адаптированности этих сортов к изменениям внешнего воздействия.

Сорта Павловка, Волжская К, Донщина имеют низкие показатели гомеостатичности (Ном), что свидетельствует об их сильной реакции на ухудшение условий среды.

У линии Эритроспермум 29/17 и сорта Инна высокий показатель гомеостатичности сочетается с низким коэффициентом вариации (менее 10%).

Для практической селекции существенное значение приобретает величина показателя селекционной ценности (Sc). Чем выше значение этого показателя, тем более ценным в селекционном плане является сорт. В проведенных исследованиях высокими показателями селекционной ценности (Sc) отличались линии Эритроспермум 29/17, Эритроспермум 37/14 и сорта Инна, Есения, Волжская Н, Волжская 22, Глафира.

Одним из наиболее информативных показателей, позволяющих одновременно учитывать уровень и стабильность урожайности, является показатель уровня стабильности сорта ($P_{уст}$). Высокие значения этого комплексного показателя свидетельствуют о способности сорта отзываться на улучшение условий выращивания, а при усилении воздействия неблагоприятных факторов сохранять высокий уровень урожайности. Высокий Пусс был характерен для линий Эритроспермум 29/17, Эритроспермум 37/14 и сортов Инна, Есения.

Заключение

Таким образом, в результате исследований были изучены сорта и линии озимой мягкой пшеницы по параметрам адаптивности. При оценке исходного материала по комплексу параметров адаптивности установлено, что сорта и линии озимой мягкой пшеницы Эритроспермум 29/17, Эритроспермум 37/14 и сорта Инна, Есения, Волжская Н, Волжская 22, Глафира отличаются стабильностью, представляют селекционную ценность, сочетают стрессоустойчивостью и высокую

продуктивность, поскольку они способны давать относительно высокую, но при этом стабильную урожайность не только в благоприятных, но и в контрастных условиях. Выделенные сорта и линии используются в скрещиваниях для получения гибридных комбинаций, представляющих ценность для практической селекции.

Список литературы

1. Ионова Е. В. Перспективы использования адаптивного районирования и адаптивной селекции сельскохозяйственных культур (обзор) / Е. В. Ионова, В. Л. Газе, Е. И. Некрасов // *Зерновое хозяйство России*. – 2013. – № 3 (27). – С. 19-21.
2. Неттевич Э. Д. Влияние условий возделывания и продолжительности изучения на результаты оценки сорта по урожайности / Э. Д. Неттевич // *Вестник РАСХН*. – 2001. – № 3. – С. 34–38.
3. Методические указания. Изучение коллекции пшеницы / Под ред. В.Ф. Дорофеева. – Л.: ВИР. – 1985. – 26 с.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Животков Л. А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» / Л. А. Животков, З. А. Морозова, Л. И. Секутаева // *Селекция и семеноводство*. – 1994. – № 2. – С. 3–6.
6. Зыкин В. А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: метод. рекомендации / В. А. Зыкин, В. В. Мешков, В. А. Сапега. – Новосибирск: ВАСХНИЛ, СО, 1984. – 24 с.
7. Неттевич Э. Д. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность урожайности и качество зерна / Э. Д. Неттевич, А. И. Моргунов, М. И. Максименко // *Вестник сельскохозяйственной науки*. – 1985. – № 1. – С. 66–73.
8. Хангильдин В. В. Гомеостаз компонентов урожая зерна и предпосылки к созданию модели сорта яровой пшеницы / В. В. Хангильдин, И. Ф. Шаяхметов, А. Г. Мардамшин // *Генетический анализ количественных признаков растений: сб. ст.* – Уфа, 1979. – С. 5–39.

ECOLOGICAL PLASTICITY AND STABILITY OF YIELD SAMPLES OF MILD WINTER WHEAT IN SOUTHERN NECHERNOZEMIE

Lapshinova Olga A., graduate student, olechka10.09@mail.ru

Antoshina Olga A., candidate of agricultural sciences, olgaantoshina@bk.ru

Khabarova Tatiana V., candidate of biological sciences, xabarova-tv@mail.ru

Odnodushnova Yuliya V., candidate of agricultural sciences, yulya.odnodushnova@mail.ru

Tsukanova Tatiana G., candidate of geographical sciences, kaf-etge@yandex.ru

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

The results of evaluation of the adaptive capacity of the initial material of mild winter wheat in conditions of the South Nechernozemie. It is established that in favorable conditions, a high degree of adaptability was the varieties of Volzhskaya 22, Volzhskaya K, Volzhskaya C1, Moskovskaya 39, Esenia, Pavlovka and line Erythrosperrum 37/14. A weak reaction to favorable conditions was noted in the variety Volzhskaya N. In unfavorable conditions, the lines and varieties of Erythrosperrum 29/17, Erythrosperrum 37/14, Esenia, Inna, Volzhskaya 22 showed a low degree of severity of their reaction to environmental conditions. Resistance to stress differed varieties Inna, Glafira, Esenia, Volzhskaya H, Viola and lines Erythrosperrum 29/17, Erythrosperrum 37/14. Low coefficient of variation in yield was observed in the variety Inna and the line Erythrosperrum 29/17 (< 10%). The results of the research showed that the varieties with greater reaction to changes in growing conditions are Volzhskaya C1, Pavlovka, Donshchina, Volzhskaya 22, Mironovskaya



ostistaya, Angelina ($bi > 1$, $S^2di = 0$). The samples are characterized by responsiveness to the improvement of growth conditions, and they have high requirements for the level of agricultural technology. Cultivars and lines of *Viola*, *Erythrospermum* 37/14, *Esenia*, *Glafira*, *Erythrospermum* 29/17, *Inna* is referred to viscoplastic and stable. In varieties *Danae* yield varies in direct proportion to changes in growth conditions. The high rate of homeostasis (*Hom*) was the varieties *Inna*, *Esenia*, *Glafira*, *Volzhskaya H*, *Viola* and lines *Erythrospermum* 29/17, *Erythrospermum* 37/14. Breeding value (*Sc*) differed lines *Erythrospermum* 29/17, *Erythrospermum* 37/14 and varieties *Inna*, *Esenia*, *Volzhskaya H*, *Volzhskaya 22*, *Glafira*. In general, varieties and lines of winter mild wheat *Erythrospermum* 29/17, *Erythrospermum* 37/14 and varieties *Inna*, *Esenia*, *Volzhskaya H*, *Volzhskaya 22*, *Glafira* are stable, represent breeding value, combine stress resistance and high productivity

Key words: winter wheat, variety, coefficient of variation, stability, plasticity, homeostasis, stress resistance.

Literatura

1. Ionova E. V. *Perspektivy ispol'zovaniya adaptivnogo rayonirovaniya i adaptivnoy seleksii sel'skokhozyaystvennykh kul'tur (obzor)* / E. V. Ionova, V. L. Gaze, E. I. Nekrasov // *Zernovoe khozyaystvo Rossii*. – 2013. – № 3 (27). – S. 19–21.
2. Nettevich E. D. *Vliyaniye usloviy vozdel'yvaniya i prodolzhitel'nosti izucheniya na rezul'taty otsenki sorta po urozhaynosti* / E. D. Nettevich // *Vestnik RASKhN*. – 2001. – № 3. – S. 34–38.
3. *Metodicheskie ukazaniya. Izuchenie kolleksii pshenitsy* / Pod red. V.F. Dorofeeva. – L.: VIR. – 1985. – 26 s.
4. Dospekhov B. A. *Metodika polevogo opyta* / B. A. Dospekhov. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
5. Zhivotkov L. A. *Metodika vyyavleniya potentsial'noy produktivnosti i adaptivnosti sortov i selektsionnykh form ozimoy pshenitsy po pokazatelyu «urozhaynost'»* / L. A. Zhivotkov, Z. A. Morozova, L. I. Sekutaeva // *Selektsiya i semenovodstvo*. – 1994. – № 2. – S. 3–6.
6. Zykin V. A. *Parametry ekologicheskoy plastichnosti sel'skokhozyaystvennykh rasteniy, ikh raschet i analiz: metod. rekomendatsii* / V. A. Zykin, V. V. Meshkov, V. A. Sapega. – Novosibirsk: VASKhNIL, SO, 1984. – 24 s.
7. Nettevich E. D. *Povysheniye effektivnosti otbora yarovoy pshenitsy na stabil'nost' urozhaynosti i kachestvo zerna* / E. D. Nettevich, A. I. Morgunov, M. I. Maksimenko // *Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*. – 1985. – № 1. – S. 66–73.
8. Khangil'din V. V. *Gomeostaz komponentov urozhaya zerna i predposylki k sozdaniyu modeli sorta yarovoy pshenitsy* / V. V. Khangil'din, I. F. Shayakhmetov, A. G. Mardamshin // *Geneticheskiy analiz kolichestvennykh priznakov rasteniy: sb. st.* – Ufa, 1979. – S. 5–39.

