

# 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
№2 (38), 2018
Учредитель – ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева»

#### **COCTAB**

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 № 1383. Дата выхода в свет 26.06. 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 катологе "Пресса России" 82422

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

Scientific-Production Journal

It is included in the List of peer-reviewed scientific publications 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 #2 (38), 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, Doctoror of Agricultural Science, Full Professor

V. V. Kalashnikov, Doctor of Agricultural Science, Full Professor

O. I. Kaliczkaya, Doctor of Veterinary Science, Associate Professor

S. A. Klementyeva, Doctor of Biological Science

A. A. Korovushkin, Doctor of Biological Science, Full Professor

A. V. Korshunov, Doctor of Agricultural Science, Full Professor,

Y. V. Kostin, Doctor of Agricultural Science, Full Professor

N. A. Kuzmin, Doctor of Agricultural Science, Full Professor

V. I. Lebedev, Doctor of Agricultural Science, Full Professor

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

Y. A. Mazhayskiy, Doctor of Agricultural Science, Full Professorof V. P. Maksimenko, Doctor of Agricultural Science, Full Professorof

N. I. Morozova, Doctor of Agricultural Science Full Professor,

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

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. 1383. Date of publication Date of publication. 26.06.2018 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

АБИЛОВ Б. Т., БОБРЫШОВА Г. Т., ЗАРЫТОВСКИИ А. И., ПАШКОВА Л А., КУЛИНЦЕВ В. В., УЛИМБАШЕВ М. Б. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕЛКОВОГО КОНЦЕНТРАТА «ORGANIC» В КОРМЛЕНИИ МОЛОДНЯКА МЯСНЫХ ПОРОД В ПЕРИОД ДОРАЩИВАНИЯ
<b>ГАМКО Л. Н., ШЕПЕЛЕВ С. И., ЯКОВЛЕВА С. Е.</b> ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНО-ВИТАМИННЫХ ДОБАВОК ПРИ ВЫРАЩИВА- НИИ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА9
<b>ГРАЧЕВ Н. Н., ДЕНИСОВ А. В., МАШКОВ И. С., ДЕНИСОВА М. Э</b> . К ВОПРОСУ О МЕТОДАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ КОМ- ПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ14
<b>ЕМЕЛЬЯНОВА А. С., СТЕПУРА Е. Е., БОРЫЧЕВА Ю. П., ГЕРАСИМОВ М. А., ЕМЕЛЬЯНОВ С. Д.</b> АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ ВТОРИЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАЦИОННЫХ ПУЛЬСОГРАММ С МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ КОРОВ ДЖЕРСЕЙ-СКОЙ ПОРОДЫ С РАЗНЫМ ИВТ
<b>КОСТИН Я. В, УШАКОВ Р. Н., ДАНИЛИНА С. В., РУЧКИНА А. В., ЧЕРКАСОВА С. В., ЖЕБРАТКИНА И. Я.</b> СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ26
<b>МОРОЗОВА Н. И., МУСАЕВ Ф.А.,САДИКОВ Р. 3., ЖАРИКОВА О. В., МУРАВЬЕВА Ю. С., МОРОЗОВА О. А.</b> МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ГОЛШТИНСКИХ КОРОВ В УСЛОВИЯХ РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА32
<b>НИКИТИН В. С., БЕЛЫХ С. А., БЛАГОВ Д. А., МИТРОФАНОВ С. В.</b> ПРОГРАММА ПО РАСЧЕТУ ДОЗ МИКРОУДОБРЕ- НИЙ36
<b>НОВАК М. Д., НОВАК А.И., НАЗАРОВА С. А.</b> СЕРОЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРИ ТОКСОПЛАЗМОЗЕ41
<b>НОВГОРОДОВА И. П.</b> ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ КУР ПО МИКРОСАТЕЛЛИТНЫМ ЛОКУСАМ49
<b>ПОЛОЖЕНЦЕВ В. П. ЛУПОВА Е. И., ВИНОГРАДОВ Д. В., МОРОЗОВА Н. И.</b> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНСЕКТИЦИДОВ ПРИ ХРАНЕНИИ ЗЕРНА53
<b>ПРАХОВА Т. Я., ТУРИНА Е. Л., ПРАХОВ В. А.</b> ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОРТООБРАЗЦОВ РЫЖИКА ОЗИМОГО ДЛЯ СЕ- ЛЕКЦИИ НА АДАПТИВНОСТЬ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО КРЫМА58
РОМАНОВ В. Н., БОГОЛЮБОВА Н. В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРОБИОТИКА ЦЕЛЛОБАКТЕ- РИН+ И МИНЕРАЛА ШУНГИТ В РАЦИОНАХ БЫЧКОВ
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
<b>БЫШОВ Д. Н., КАШИРИН Д. Е., МОРОЗОВ С. С., ВОРОНОВ В. П.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЕРГИ В ПРОЦЕССЕ ВАКУУМНОЙ ИНФРАКРАСНОЙ СУШКИ
<b>ВЕСЕЛОВА А. Ю.</b> ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА СВОЙ- СТВА ДРОЖЖЕЙ, МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ И БОЛЕЗНИ ХЛЕБА73
<b>ВИТОЛ И. С., ЗВЕРЕВ С. В.</b> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦЕЛЛЮЛОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ БИОКОНВЕР- СИИ ОБОЛОЧЕК БЕЛОГО ЛЮПИНА
ГУРЬЯНОВ Д. В., ХМЫРОВ В. Д., ГРЕБЕННИКОВА Т. В., МУРОГ И. А., НЕФЕДОВ Б. А. ПРЕСС-ГРАНУЛЯТОР- ОБЕЗЗАРАЖИВАТЕЛЬ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГРАНУЛ И БРИКЕТОВ ИЗ ПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА82
<b>ДАНИЛОВ И. К., МАРУСИН А. В., МАРУСИН А. В., ПОДОПРИГОРА Н. В., МУРОГ И. А., УГЛАНОВ М. Б.</b> МЕТОД ДИАГНО- СТИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СОВРЕМЕННОЙ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕ- НИЯ
<b>КИСЕЛЬ Ю. Е., ЛЫСЕНКО А. Н.</b> ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ РЕЗЦОВ МУЛЬЧЕРНЫХ УСТАНОВОК ЭЛЕКТРОХИМИЧЕ- СКИМИ ПОКРЫТИЯМИ90
<b>ЛАВРОВ Н. П., МАЖАЙСКИЙ Ю. А., АТАМАНОВА О. В.</b> ВОПЛОЩЕНИЕ ТВОРЧЕСКИХ ИДЕЙ Я.В.БОЧКАРЕВА В СОВРЕ- МЕННЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОЕКТАХ94
<b>МАМОНОВ Р. А.</b> ТЕОРИЯ ПРОЦЕССА ЦЕНТРОБЕЖНОЙ СКАРИФИКАЦИИ ПЧЕЛИНЫХ СОТОВ102
<b>ОМАРОВ Р. С., ШЛЫКОВ С. Н., АНТИПОВА Л. В.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭМУЛЬСИЙ НА ОСНОВЕ КРОВИ УБОЙНЫХ ЖИВОТ- НЫХ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ ОРГАНИЧЕСКИМ ЖЕЛЕЗОМ107
<b>ПОПОВА И. М., ДАНИЛОВ И. К., АБДУЛИНА Е. А., НЕФЕДОВ Б. А., УГЛАНОВ М.Б.</b> УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ НА ПРЕД- ПРИЯТИЯХ АВТОМОБИЛЬНОГО СЕРВИСА111
<b>РЯЗАНЦЕВ А. И., АНТИПОВ А. О., СМИРНОВ А. И.</b> ЗАРАВНИВАНИЕ КОЛЕИ МНОГООПОРНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МА- ШИН116
<b>УЛЬЯНОВ В. М., ОРЕШКИНА М. В., ХРИПИНВ. А., ЦЫГАНОВ Н. В., ДАДЕНКОВ. А., ХРИПИНА. А.</b> ТЕОРЕТИЧЕСКИЕИС- СЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ДАВЛЕНИЯ СТЕНОК СОСКОВОЙ РЕЗИНЫ НА СОСОК ВЫМЕНИ КОРОВЫ
ТРИБУНА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
<b>АСТАНИН В. К.,СТЕКОЛЬНИКОВ Ю. А., СТЕКОЛЬНИКОВА Н. Ю., ЕМЦЕВ В. В., САННИКОВ Э. М.</b> НАВОДОРОЖИВАНИЕ ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА И ХРОМОВЫХ ПОКРЫТИЙ127
ДОБРЫНИН Р. А. ОБЗОР УСТРОЙСТВА СОВРЕМЕННЫХ МАСЛОБОЕК
<b>КАШИРИНА Л. Г., ИВАНИЩЕВ К. А.</b> ВЛИЯНИЕ АНТИОКСИДАНТОВ В ВИДЕ ВИТАМИНСОДЕРЖАЩИХ ПРЕПАРАТОВ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОКА И ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ТВОРОГА, ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ НЕГО142
ТУНИКОВ Г. М., РУДНАЯ А. В. КУЗНЕЦОВА И. А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ СРЕДСТВ ЛЕЧЕНИЯ И ПРОФИЛАКТИ- КИ ЗАБОЛЕВАНИЙ КОПЫТЕЦ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОДУКТИВНОГО ДОЛГОЛЕТИЯ149
<b>ЮБИЛЯРЫ</b> 155

# Content

# AGRICULTURAL SCIENCE

ABILOV B. T., BOBRYSHOVA G. T., ZARYTOVSKY A. I., PASHKOVA L. A., KULINTSEV V. V., ULIMBASHEV M. THE EFFICIENCY OF USE OF PROTEIN CONCENTRATE ORGANIC IN THE FEEDING OF YOUNG ANIMALS OF BEL BREEDS IN REARING PERIOD	EF
GAMKO L. N., SHEPELEV S. I., YAKOVLEVA S. E. THE USE OF MINERAL-VITAMIN SUPPLEMENTS FOR GROWIN YOUNG CATTLE	VG 14
GRACHEV N. N., DENISOVA. V., MASHKOV I. S., DENISOVA M. E. ON THE QUESTION OF METHODS OF MODELING THE COMPLEX EVALUATION OF ECOLOGICAL AND PROFESSIONAL HAZARDS IN AGRICULTURE	20
YEMELYANOVA A. S., STEPURA E. E.,BORYCHEVA J. P., GERASIMOV M. A., EMELANOV S. D. ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE SECONDARY PARAMETERS OF VARIATION PULSOGRAM WITH THE MILL PRODUCTIVITY OF COWS OF THE JERSEY BREED WITH DIFFERENT IVT	LK 26
KOSTINY.V., USHAKOVR.N., DANILINAS.V., RUCHKINAA.V., CHERKASOVAS.V., ZHEBRATKINAI.Y. WAYSTOREDUCHEAVYMETALSINGRAYFORESTSOILS	32
MOROZOVA N. I., MUSAYEV F. A., SADIKOV R. Z., ZHARIKOVA O. V., MURAVYEVA J. S., MOROZOVA O. MOLOCHNAYA PRODUKTIVNOST' GOLSHTINSKIH KOROV V USLOVIYAH ROBOTIZIROVANNOGO KOMPLE SA	ΕK
NIKITIN, V. S., BELYH SERGEY. A., BLAGOV D. A., MITROFANOV S. V. OPERATING MATHEMATICAL MODELS OF DETERMINING THE OPTIMAL DOSESOFMIC RONUTRIENT FERTILIZERS	ЭF 41
NOVAK M. D., NOVAK A. I., NAZAROVA S. A., SEROEPIDEMIOLOGICAL MONITORING FOR TOXOPLASMOSIS	
NOVGORODOVA I. P. GENETIC DIFFERENTIATION CHICKENS AT MICROSATELLITE LOCI	
POLOZHENTSEV V. P., LUPOVA E. I., VINOGRADOV D. V., MOROZOVA N. I., MYSIN S. P. THE EFFICIENCY OF INSECTICIDES IN GRAIN STORAGE	53
PRAHOVA T. Y., TURINA Y. L., PRAHOV V. A. ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF VARIETY THE WINTER CAMELIN PILOSAFORSELECTION FOR ADAPTIVITY IN THE CONDITIONS OF THE STEPPE CRIMEA	58
ROMANOV V. N.,BOGOLYUBOVA N.V. EFFICIENCY OF COMPLEX USE OF PROBIOTICS TSELLOBAKTERIN + AN MINERAL SCHUNGITEDIETS BULLS	63
TECHNICAL SCIENCE  BYSHOV D. N., KASHIRIN D. Y., MOROZOV S. S., VORONOV V.P RESEARCH OF CHANGE OF TEMPERATURE OF	
BEE-BREAD IN THE PROCESS OF VACUUM-INFRARED DRYING	69
VESELOVA A. Y. STUDY OF THE INFLUENCE OF THE NATURAL SOURCES OF BIOLOGICALLY ACTIVE MATERIAL ON THE PROPERTIES OF YEAST, LACTIC ACID BACTERIA AND DISEASE OF THE BREAD	S 73
VITOL I. S., ZVEREV S. V. EFFICIENCY OF CELLULIOLIC ENZYME DRUGS IN BIOCONVERSION OF WHITE LUPINE SHELLS	
GURYANOV D. V., HMYROV V. D., GREBENNIKOVA T. V., MUROG I. A., NEFEDOV B. A. THE PELLET MILL- DISINFECTING THE MANUFACTURE OF PELLETS AND BRIQUETTES FROM LITTER MANURE	82
DANILOV I. K., MARUSIN, A. V., MARUSIN, A.V., PODOPRIGORA N.V., MUROG I. A., UGLANOV M. B. PERSPECTIVE METHOD OF DIAGNOSING THE ELEMENTS OF THE ACCUMULATED FUEL SYSTEM OF AGRICULTURAL DIESEL ENGINES	86
KISEL Y.E., LYSENKO A. N. INCREASE OF DURABILITY OF CUTTERS MULCHING INSTALLATIONS ELECTROCHEMICAL COATINGS	90
LAVROV N. P., MAZHAYSKY Y. A., ATAMANOVA O. V. THE IMPLEMENTATION OF THE CREATIVE IDEAS OF Y.V. BORCHKAREV IN MODERN SCIENTIFIC RESEARCH AND WATER MANAGEMENT PROJECTS	
MAMONOV R. A THE THEORY OF THE CENTRIFUGAL PROCESS OF SCARIFICATION BEE HONEYCOMBS10	02
OMAROV R.S., SHLYKOV S. N., ANTIPOVA L.V. USE OF EMULSIONS BASED ON BLOODED ANIMALS TO INCREASE THE CONTENT OF ORGANIC IRON IN MEAT PRODUCTS	
POPOVA I. M., DANILOV I. K., ABDULINA E. A., NEFEDOV B. A., UGLANOV M. B. INVENTORY MANAGEMENT ON THE AUTOMOBILE SERVICE ENTERPRISES	111
RYAZANTSEV A. I., ANTIPOV A.O., SMIRNOV A. I. SOREVNOVANIE GAUGE MULTISUPPORTING SPRINKLERS1	
ULYANOV V. M., ORESHKINA, M. V., KHRIPIN V. A., TSYGANOV N.V., DADENKO V. A., KHRIPIN A. A., THEORETICAL STUDIES TO DETERMINE THE PRESSURE OF THE WALLS OF THE TEAT RUBBER ON THE TEAT OF THE UDDER OF A COW	21
ITRIBUNE OF YOUNG SCIENTISTS	
ASTANIN V. K., STEKOLNIKOV Y. A., STEKOLNIKOVA N. Y., EMTSEV V. V., SANNIKOV E. M. THE EFFECT OF ALLOYING COMPONENTS AND ORGANIC ADDITIVES ON THE HYDROGEN ABSORPTION IN CHROMIUM COATIN GS	
DOBRYNIN R. A. OVERVIEW OF THE DEVICE OF MODERN OILS	
KASHIRINA L. G., IVANISCHEV, K. A. THE INFLUENCE OF ANTIOXIDANTS IN THE FORM OF VITAMINOUS PREPARATIONS ON MILK QUALITY PARAMETERS AND FATTY ACID CONTENT OF CURD MADE OF IT	
TUNIKOV G. M., RUDNAYA A. V., KUZNETSOVA I. A. THE DEFINITION OF EFFECTIVE MEANS OF TREATMENT AND PREVENTION OF DISEASES OF THE HOOVES OF CATTLE TO INCREASE THEIR PRODUCTIVE LONGEVITY	VD 49
HEROES OF THE DAY	55



# СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ



УДК 636.22./28.087.7

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕЛКОВОГО КОНЦЕНТРАТА «ORGANIC» В КОРМЛЕНИИ МОЛОДНЯКА МЯСНЫХ ПОРОД В ПЕРИОД ДОРАЩИВАНИЯ

**АБИЛОВ Батырхан Тюлимбаевич,** канд. с.-х. наук, доцент, заведующий отделом кормления, abilovbt@mail.ru

БОБРЫШОВА Галина Тимофеевна, канд. с.-х. наук, доцент

**ЗАРЫТОВСКИЙ Александр Иванович,** канд. биол. наук, доцент, ст. научн. сотрудник отдела кормления

**ПАШКОВА Лариса Александровна,** канд. с.-х. наук, ст. научн. сотрудник отдела кормления **КУЛИНЦЕВ Валерий Владимирович,** д-р с.-х. наук, директор, sniish@mail.ru

ФГБНУ Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр

**УЛИМБАШЕВ Мурат Борисович,** д-р с.-х. наук, доцент, доцент кафедры зоотехнии, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова, murat-ul@yandex.ru

Цель работы – исследование эффективности использования белкового концентрата «Organic» и пробиотической добавки «Бацелл-М» при выращивании ремонтных бычков мясного скота абердинангусской и лимузинской пород. Белково-минеральный витаминный концентрат «Organic» представляет собой однородную смесь высокобелкового средства (до 90% сырого протеина), обогащённого биологически активными веществами (витаминами, комплексом аминокислот, микроэлементами) и измельчённого до необходимой фракции. Не содержит генно-модифицированных организмов. Для сравнения использовали кормовую пробиотическую добавку «Бацелл-М», содержащую микробную массу бактерий Bacillus subtilis. Lactobacillus acidophilus и Ruminococcus albus с наполнителем шрот подсолнечный. Скармливание препаратов производили в смеси с подкормкой. Применение кормовой добавки «Бацелл-М» и белкового концентрата «Organic» позволило повысить среднесуточный прирост соответственно на 11,14 и 13,14% у бычков абердин-ангусской породы, в результате их живая масса увеличилась за 103 дня на 3,35 и 4,03% соответственно. Коэффициент инвестиции от применения белкового концентрата «Organic» составил 1,18 и 3,97 от добавки «Бацелл-М». Применение кормовой добавки «Бацелл-М» и белкового концентрата «Organic» позволило повысить среднесуточный прирост на 24,1 и 19,4% у бычков лимузинской породы, в результате их живая масса увеличилась за 72 дня на 5,41 и 4,35% соответственно. Коэффициент инвестиции от применения белкового концентрата «Organic» составил 1,98 и 9,78 – от КД «Бацелл-М».

**Ключевые слова:** бычки абердин-ангусской и лимузинской пород, кормовые добавки «Бацелл-М» и «Organic», живая масса, эффективность.

#### Введение

В агропромышленном комплексе Российской Федерации в последние годы наблюдаются положительные тенденции в сфере производства мяса. Страна практически полностью обеспечивает себя мясом птицы и свининой. Однако объемы производства говядины, ее качество не полностью удовлетворяют потребностям населения. Решить вопрос увеличения производства конкурентоспособной говядины возможно за счет увеличения численности товарного скота и создания условий для максимальной реализации животными их генетического потенциала продуктивности [1-3]. Основным фактором для успешного ведения отрасли мясного скотоводства является полноценное кормление [4-6], которое базируется на знании потребностей животных в различных видах питательных веществ, витаминов, минеральных веществ и т.д.

В подавляющем большинстве сельскохозяйственных предприятий мясного направления продуктивности не обеспечена стабильная кормовая база, которая отвечала бы потребностям животных в различных питательных веществах.

Ряд исследований [7-10] подтверждают, что для балансирования рационов молодняка крупного рогатого скота необходимо использовать различные кормовые добавки и премиксы, используя при этом отходы пищевой промышленности, продукты микробиологического синтеза, минеральные вещества, витамины, ферменты, аминокислоты и многие другие полезные и необходимые вещества.

Исследования, проведенные на бычках мясных пород [11, 12], свидетельствуют, что использование кормовых добавок в рационах животных спо-



собствует повышению их продуктивности, а также повышается конверсия питательных веществ корма в говядину.

При этом особое внимание уделяют биологически активным веществам, среди которых важное место занимают бактериальные препараты ферментно-пробиотического действия для лучшего усвоения питательных веществ корма.

Цель исследования – изучение эффективности использования белкового концентрата «Organic» и пробиотической добавки «Бацелл-М» при выращивании ремонтных бычков мясного скота абердин-ангусской и лимузинской пород.

#### Материал и методы исследований

Исследования проводились в хозяйствах СХПК «Пата» Карачаево-Черкесской Республики и ООО им. С.М. Кирова Петровского района Ставропольского края на ремонтных бычках после отъема в период доращивания. Были сформированы 3 группы животных-аналогов абердин-ангусской породы по 25 голов в каждой — одна контрольная и 2 опытных; сформированы также 3 группы животных-аналогов лимузинской породы по15 голов в каждой — одна контрольная и 2 опытных. Исследования проводились по схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Порода	Длительность опыта, дней	Количество бычков	Особенности кормления	
		СХПК «Пат	a» (20.01 – 4.05.2017	<b>7</b> r.)	
Контрольная		103	25	*Основной рацион (OP)	
1-я опытная	Абердин-	103	25	ОР+КД «Бацелл-М», 50 г/гол в сут	
2-я опытная	ангусская	103	25	OP+белковый концентрат «Organic», 150 г/гол в сут.	
	ООО им. С.М. Кирова (15.02 – 28.04.2017г.)				
Контрольная		72	15	**Основной рацион (OP)	
1-я опытная	Лимузин-	72	15	ОР+КД «Бацелл-М», 50 г/гол в сут	
2-я опытная	ская	72	15	OP+белковый концентрат «Organic», 150 г/гол в сут	
Примечание	*Основной рацион – сено луговое, силос кукурузный, дерть (кукуруза – 40%, ячмень – 40%, пшеница – 20%); **Основной рацион – сено разнотравное, силос кукурузный, дерть (кукуруза, ячмень, пшеница, горох).				

Белково-минеральный витаминный концентрат «Organic» (далее БМВК «Organic»), используемый во 2-й опытной группе, представляет собой однородную смесь высокобелкового средства (до 90% сырого протеина), обогащённого биологически активными веществами (витаминами, комплексом аминокислот, микроэлементами) и измельченного до необходимой фракции. Не содержит генно-модифицированных организмов.

Для сравнения использовали в первой опытной группе кормовую пробиотическую добавку «Бацелл-М», содержащую микробную массу бактерий Bacillus subtilis, Lactobacillus acidophilus и Ruminococcus albus с наполнителем шрот подсолнечный. Скармливание препаратов производили в

смеси с подкормкой.

Измеряли живую массу у бычков с точностью ло 1.0 кг

Результаты исследований подвергались биометрической обработке по Н.А. Плохинскому [14] с использованием компьютерной программы «BIOSTAT.EXE» и последующим сопоставлением между собой.

#### Результаты исследований и их обсуждение

Использование БМВК «Organic» при выращивании ремонтных бычков мясного скота абердинангусской породы повысило их среднесуточный прирост на 118 г или 13,14%, тем самым увеличив на 4,03% их живую массу (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты применения кормовых добавок в период доращивания бычков

Показатель			Группа	
		Контроль- ная	1-я опытная	2-я опытная
	СХПК «Пата» (аберд	ин-ангусская	порода)	
Живая масса,	при постановке опыта	188,4±2,1	187,6±3,2	187,6±3,2
кг:	по завершению опыта	280,9±3,8	290,3±3,7	292,2±3,9
	в % к контролю	100,0	103,35	104,03
Среднесуточны	й прирост, г	898	998	1016
в % к контролю		100,0	111,14	113,14
Эффективность применения кормовых добавок				
	Валовой прирост, кг	92,5	102,7	104,6
Дополі	нительный валовой прирост, кг	-	10,2	12,1



### Продолжение таблицы 2

Предполагаемый доход по цене 150 рублей за 1 кг ж. м., руб.		-	1530	1815
	асход добавок за 103 дн., кг	-	5,15	15,45
Затраты,	на «Бацелл-М» по цене 75 руб. за кг	-	386,25	-
рублей	на «Organic» по цене 100 руб. за 1 кг	-	-	1545
	Коэффициент инвестиции	-	3,97	1,18
	ООО им. С.М. Киров	а (лимузинск	ая порода)	^
Живая масса,	при постановке	239,4±3,6	238,7±3,8	238,8±4,1
кг:	по завершению	312,3±4,5	329,2±4,4	325,9±4,7
	в % к контролю	100,00	105,41	104,35
Среднесуточный прирост, г		1013	1257	1210
в % к контролю		100,0	124,1	119,4
	Эффективность приме	нения кормо	вых добавок	
Валовой прир	ост, кг	72,9	90,5	87,1
Дополнительн	ый валовой прирост, кг	-	17,6	14,2
Предполагаемый доход по цене 150 рублей за 1 кг ж. м., руб.		-	2640	2130
Расход добавок за 72 дня, кг		-	3,6	10,8
на «Бацелл-М» по цене 75 руб. за 1 кг			270	
Затраты, рублей	на «Organic» по цене 100 руб. за 1 кг	-	-	1080
Ко	эффициент инвестиции	-	9,78	1,98

Применение кормовой добавки «Бацелл-М» увеличило среднесуточный прирост у бычков абердин-ангусской породы на 100 г или 11,14%, что повысило на 3,35% их живую массу.

Затраты на кормление и содержание животных были одинаковые. Опытные группы отличались по затратам на кормовые добавки: в первой группе — на КД «Бацелл-М» (цена 75 руб. за кг) и во второй — на БМВК «Organic» (100 руб. за 1 кг).

Коэффициент инвестиции от применения БМВК «Organic» составил 1815руб./1545руб.=1,18 и от применения КД «Бацелл-М» — 1530руб./386,25руб.=3,97.

Использование БМВК «Organic» при выращивании ремонтных бычков лимузинской породы повысило их среднесуточный прирост на 197 г или 19,4%, тем самым увеличив на 4,35% их живую массу (табл. 2). Применение кормовой добавки «Бацелл-М» увеличило среднесуточный прирост у бычков на 244 г или 24,1%, что повысило на 5,4% их живую массу.

Коэффициент инвестиции от применения БМВК «Organic» составил 2130руб./1080руб.=1,98 и 2640руб./270руб.=9,78 от КД «Бацелл-М».

#### Заключение

Применение кормовой добавки «Бацелл-М» и БМВК «Огдапіс» позволило повысить среднесуточный прирост на 11,14 и 13,14% у бычков абердин-ангусской породы, в результате их живая масса увеличилась за 103 дня на 3,35 и 4,03% соответственно. Коэффициент инвестиции от применения БМВК «Organic» составил 1,18 и 3,97 — от КД «Бацелл-М».

Применение кормовой добавки «Бацелл-М» и БМВК «Organic» позволило повысить среднесуточный прирост на 24,1 и 19,4% у бычков лимузинской породы, в результате их живая масса увеличилась за 72 дня на 5,41 и 4,35% соответ-

ственно. Коэффициент инвестиции от применения БМВК «Organic» составил 1,98 и 9,78 – от КД «Бацелл-М».

#### Список литературы

- 1. Горлов, И.Ф. Эффективность использования новых кормовых добавок при производстве говядины / И.Ф. Горлов, А.В. Ранделин, М.И. Сложенкина, С.Н. Шлыков, А.А. Кайдулина, А.В. Яковенко // Вестник мясного скотоводства. 2016. №1 (93). С. 80-85.
- 2. Шевхужев, А.Ф. Мясная продуктивность бычков разного генотипа в зависимости от технологии производства говядины / А.Ф. Шевхужев, Р.А. Улимбашева, М.Б. Улимбашев // Зоотехния. 2015. №3. С. 23-25.
- 3. Хардина, Е.В. Убойные и мясные качества бычков черно-пестрой породы, обусловленные современным подходом в кормлении / Е.В. Хардина, О.А. Краснова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. №9 (143). С. 117-121
- 4. Шевхужев, А.Ф. Формирование мясной продуктивности молодняка черно-пестрого и помесного скота при использовании разных технологий выращивания / А.Ф. Шевхужев, Р.А. Улимбашева, М.Б. Улимбашев // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2017. №3. С. 95-109.
- 5. Мироненко, С.И. Показатели экономической эффективности выращивания крупного рогатого скота разного направления продуктивности в условиях Южного Урала / С.И. Мироненко, В.И. Косилов, Д.А. Андриенко, Е.А. Никонова // Вестник мясного скотоводства. 2014. №3 (86). С. 58-63.
- 6. Шевхужев, А.Ф. Результативность использования породных ресурсов крупного рогатого скота при производстве говядины в Северо-Кавказском регионе / А.Ф. Шевхужев, М.Б. Улимбашев // Мо-



лочное и мясное скотоводство. – 2017. - №3. – С. 17-19

- 7. Абилов, Б.Т. Использование в рационах пробиотических препаратов для ускоренного доращивания ремонтных тёлок казахской белоголовой до случного возраста / Б.Т. Абилов, А.И. Зарытовский, Н.А. Болотов, И.А. Синельщикова // Сб. науч. тр. Ставрополь: СНИИЖК. 2014. Т. 1. Вып.7. С. 72-77.
- 8. Сложенкина, М.И. Влияние нетрадиционных кормов на показатели безопасности и пищевую адекватность мясного сырья / М.И. Сложенкина, О.А. Суторма // Молочное и мясное скотоводство. 2013. №8. С. 30-32.
- 9. Абилов, Б.Т. Сравнительный анализ по применению кормовых пробиотических добавок в рационе коров мясных пород при выращивании ремонтных тёлок в подсосный период / Б.Т. Абилов, Н.А. Болотов, А.И. Зарытовский, А.С. Баграмян // Сборник научных трудов, Ставрополь: ГНУ СНИ-ИЖК. 2013. Т.2. Вып. 6. С. 105-108.
- 10. Краснова, О.А. Функционально-технологические свойства говядины при использовании антиоксидантов в рационах кормления бычков черно-пестрой породы / О.А. Краснова, Е.В. Хар-

- дина // Мат. всеросс. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию кандидата с.-х. наук, доц. А.П. Степашкина «Научные аспекты повышения племенных и продуктивных качеств сельскохозяйственных животных». Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2012. С. 62-65.
- 11. Абилов, Б.Т. Результаты использования БИ-КОДО в кормлении козовалушков / Б.Т. Абилов, И.А. Синельщикова // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. Ставрополь, 2007. Т. 2. №2-2. С. 114-115.
- 2007. Т. 2. №2-2. С. 114-115. 12. Абилов, Б.Т. Использование пробиотических добавок в рационах ремонтных тёлок казахской белоголовой породы в период их технологического доращивания до случного возраста / Б.Т. Абилов, А.И. Зарытовский, Н.А. Болотов, В.В. Хабибулин // Вестник мясного скотоводства. – 2014. - №4 (87). – С. 85-89.
- 13. Овсянников, А.И. Основы опытного дела в животноводстве / А.И. Овсянников. М.: Колос, 1976. 304с.
- 14. Плохинский, Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников / Н.А. Плохинский. М.: Колос, 1969. 256с.

# THE EFFICIENCY OF USE OF PROTEIN CONCENTRATE ORGANIC IN THE FEEDING OF YOUNG ANIMALS OF BEEF BREEDS IN REARING PERIOD

Abilov Batyrkhan Tyu., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of feeding. North-Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, abilovbt@mail.ru

**Bobryshova Galina T.**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, North-Caucasian Federal Scientific Agrarian Center

**Zarytovsky Alexander I.,** Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Senior Researcher the Department of feeding, North-Caucasian Federal Scientific Agrarian Center

**Pashkova Larisa A.,** Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher the Department of feeding, North-Caucasian Federal Scientific Agrarian Center

**Kulintsev Valery V.,** Doctor of Agricultural Sciences, director, North-Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, sniish@mail.ru

**Ulimbashev Murat B.,** Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Zootechnics, Kabardino-Balkarian state agrarian University named after V.M. Kokov, muratul@yandex.ru

The aim of the work the use of a protein concentrate "Organic" probiotic supplements "Bacell-M" in the rearing of calves for beef cattle Aberdeen Angus and Limousin breeds. Protein-mineral and vitamin concentrate "Organic" is a homogeneous mixture of high-protein products (up to 90% of crude protein) enriched with biologically active substances (vitamins, amino acid, trace elements) and crushed to the required fraction. Does not contain genetically modified organisms. For comparison used in the second experimental group probiotic feed additive "Bacell" soderjamoe microbial mass of bacteria Bacillus subtilis, Lactobacillus acidophilus and Ruminococcus albus filled with sunflower meal. Feeding drugs produced in mixture with dressing. The use of food additives "Batsell-M" protein concentrate "Organic"is allowed to increase average daily gain by 11.14 and 13,14% bulls Angus breed, as a result, their live weight increased for 103 days by 3.35 and 4.03%, respectively. The ratio of investments from the application of protein concentrate "Organic" were 1.18 and 3.97 from CD "Batsell-M". The use of food additives "Batsell-M" protein concentrate "Organic"is allowed to increase average daily gain by 24.1 and 19.4% in bulls Limousin breeds, their live weight increased for 72 days by 5.41 and 4.35 percent, respectively. The ratio of investments from the application of protein concentrate "Organic" made up 1.98 and 9.78 - from the CD "Batsell-M".

**Key words:** bulls Aberdeen Angus and Limousin breeds, feed additive "Bacell-M" and "Organic", live weight, efficiency.

#### Literatura

- 1. Gorlov, I.F. JEffektivnost' ispol'zovanija novyh kormovyh dobavok pri proizvodstve govjadiny / I.F. Gorlov, A.V. Randelin, M.I. Slozhenkina, S.N. SHlykov, A.A. Kajdulina, A.V. JAkovenko // Vestnik mjasnogo skotovodstva. 2016. №1 (93). S. 80-85.
- 2. SHevhuzhev, A.F. Mjasnaja produktivnost' bychkov raznogo genotipa v zavisimosti ot tehnologii proizvodstva govjadiny / A.F. SHevhuzhev, R.A. Ulimbasheva, M.B. Ulimbashev // Zootehnija. 2015. №3. S. 23-25.



- 3. Hardina, E.V. Ubojnye i mjasnye kachestva bychkov cherno-pestroj porody, obuslovlennye sovremennym podhodom v kormlenii / E.V. Hardina, O.A. Krasnova // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. №9 (143). S. 117-121
- 4. SHevhuzhev, A.F. Formirovanie mjasnoj produktivnosti molodnjaka cherno-pestrogo i pomesnogo skota pri ispol'zovanii raznyh tehnologij vyrashhivanija / A.F. SHevhuzhev, R.A. Ulimbasheva, M.B. Ulimbashev // Izvestija Timirjazevskoj sel'skohozjajstvennoj akademii. 2017. №3. S. 95-109.
- 5. Mironenko, S.I. Pokazateli jekonomicheskoj jeffektivnosti vyrashhivanija krupnogo rogatogo skota raznogo napravlenija produktivnosti v uslovijah JUzhnogo Urala / S.I. Mironenko, V.I. Kosilov, D.A. Andrienko, E.A. Nikonova // Vestnik mjasnogo skotovodstva. 2014. №3 (86). S. 58-63.
- 6. SHevhuzhev, A.F. Rezul'tativnost' ispol'zovanija porodnyh resursov krupnogo rogatogo skota pri proizvodstve govjadiny V Severo-Kavkazskom regione / A.F. SHevhuzhev, M.B. Ulimbashev // Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo. 2017. №3. S. 17-19.
- 7. Abilov, B.T. Ispol'zovanie v racionah probioticheskih preparatov dlja uskorennogo dorashhivanija remontnyh tjolok kazahskoj belogolovoj do sluchnogo vozrasta / B.T. Abilov, A.I. Zarytovskij, N.A. Bolotov, I.A. Sinel'shhikova // Sb. nauch. tr. Stavropol': SNIIZHK. 2014. T. 1. Vyp.7. S. 72-77.
- 8. Slozhenkina, M.I. Vlijanie netradicionnyh kormov na pokazateli bezopasnosti i pishhevuju adekvatnost' mjasnogo syr'ja / M.I. Slozhenkina, O.A. Sutorma // Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo. 2013. №8. S. 30-32.
- 9. Abilov, B.T. Sravnitel'nyj analiz po primeneniju kormovyh probioticheskih dobavok v racione korov mjasnyh porod pri vyrashhivanii remontnyh tjolok v podsosnyj period / B.T. Abilov, N.A. Bolotov, A.I. Zarytovskij, A.S. Bagramjan // Sbornik nauchnyh trudov, Stavropol': GNU SNIIZHK. 2013. T.2. Vyp. 6. S. 105-108.
- 10. Krasnova, O.A. Funkcional'no-tehnologicheskie svojstva govjadiny pri ispol'zovanii antioksidantov v racionah kormlenija bychkov cherno-pestroj porody / O.A. Krasnova, E.V. Hardina // Mat. vseross. nauch.-prakt. konf., posvjashh. 90-letiju kandidata s.-h. nauk, doc. A.P. Stepashkina «Nauchnye aspekty povyshenija plemennyh i produktivnyh kachestv sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh». Izhevsk: FGBOU VPO Izhevskaja GSHA, 2012. S. 62-65.
- 11. Abilov, B.T. Rezul'taty ispol'zovanija BIKODO v kormlenii kozovalushkov / B.T. Abilov, I.A. Sinel'shhikova // Sbornik nauchnyh trudov Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ovcevodstva i kozovodstva. Stavropol', 2007. T. 2. №2-2. S. 114-115.
- 12. Abilov, B.T. Ispol'zovanie probioticheskih dobavok v racionah remontnyh tjolok kazahskoj belogolovoj porody v period ih tehnologicheskogo dorashhivanija do sluchnogo vozrasta / B.T. Abilov, A.I. Zarytovskij, N.A. Bolotov, V.V. Habibulin // Vestnik mjasnogo skotovodstva. − 2014. №4 (87). − S. 85-89.
  - 13. Ovsjannikov, A.I. Osnovy opytnogo dela v zhivotnovodstve / A.I. Ovsjannikov. M.: Kolos, 1976. 304s.
  - 14. Plohinskij, N.A. Rukovodstvo po biometrii dlja zootehnikov / N.A. Plohinskij. M.: Kolos, 1969. 256s.



УДК 636.22/.28.083.37:636.22/.28.085.12

## ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНО-ВИТАМИННЫХ ДОБАВОК ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

**ГАМКО Леонид Никифорович,** д-р с.-х. наук, профессор кафедры кормления животных и частной зоотехнии, gamkol@mail.ru

**ШЕПЕЛЕВ Сергей Иванович,** канд. с.-х. наук, доцент кафедры кормления животных и частной зоотехнии, bgau32@mail.ru

**ЯКОВЛЕВА Светлана Евгеньевна,** д-р биол. наук, профессор кафедры кормления животных и частной зоотехнии, yakovleva sv@rambler.ru

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Актуальной задачей современного молочного животноводства является организация полноценного кормления при выращивании ремонтного молодняка крупного рогатого скота [5]. В реализации генетического потенциала животных решающим фактором является уровень кормления и полноценность рационов, зависящие от поступления в организм энергии протеина, минеральных веществ, витаминов [1,4]. Системы кормления и содержания при выращивании молодняка определяются специализацией скотоводства в данном хозяйстве и кормовыми условиями, которые меняются в зависимости от почвенно-климатических и экономических условий [6]. Основной целью выращивания ремонтного молодняка является получение скороспелых, хорошо развитых животных с крепкой конституцией, способных к использованию большого количества растительных кормов для формирования высокой продуктивности. Направленное выращивание и продуктивность молодняка крупного рогатого скота при этом всецело определяются уровнем кормления и условиями содержания животных [1,6]. Рядом исследований установлено, что кормление ремонтного молодняка должно обеспечить его интенсивный рост с таким расчетом, чтобы при осеменении в 15-16-ти месячном

© Гамко Л. Н., Шепелев С.И., Яковлева С. Е., 2018г.



возрасте они достигали живой массы не менее 70% от стандарта живой массы взрослых животных данной породы. Животные, выращенные при недостаточном кормлении, отстают в росте, у них нарушается нормальное развитие мышечной и костной ткани, возрастает срок их полового и физиологического созревания. Особую роль в кормлении молодняка крупного рогатого скота играют минеральные и биологически активные вещества, при недостатке которых снижается усвоение всех питательных веществ, нарушается водный обмен, уменьшаются приросты [1,3]. В промышленном животноводстве минеральные и витаминные добавки для восполнения потребностей животных в питательных веществах применяют в составе комплексных минерально-витаминных добавок — премиксов. В наших исследованиях, при изучении влияния отечественного премикса П-63-1 на рост и продуктивность ремонтного молодняка крупного рогатого скота черно-пестрой породы, установлено положительное влияние комплексной минерально-витаминной добавки как на показатели продуктивности, так и на показатели экономической эффективности производства.

**Ключевые слова:** ремонтный молодняк, черно-пестрая порода, минерально-витаминная добавка, сбалансированное кормление, продуктивность молодняка, эффективность выращивания.

#### Введение

Научно-обоснованное кормление предусматривает совершенствование существующих методов оценки питательности кормов и рационов, изучение потребностей животных в питательных веществах и использование соответствующих знаний в практике животноводства для наиболее полного удовлетворения потребностей животных в питании при современных методах приготовления и использования кормов [1]. Помимо кормового рациона важными факторами являются экологическая обстановка местности и климатические факторы, которые воздействуют через рецепторный аппарат на нейрогуморальную систему, влияют на воспроизводство сельскохозяйственных животных, рост и развитие молодняка [6].

Особую роль в кормлении молодняка сельскохозяйственных животных играют минеральные и биологически активные вещества, при недостатке которых снижается усвоение всех питательных веществ, нарушается водный обмен, уменьшаются приросты [3,4]. В промышленном животноводстве для восполнения потребностей животных в питательных веществах применяют комплексные минерально-витаминные добавки — премиксы [1,3]. В связи с этим исследования, направленные на изучение применения премиксов при выращивании ремонтного молодняка крупного рогатого скота, являются актуальными и имеют практическое значение.

#### Методика исследований

Материалом для исследования явился отечественный премикс П-63-1 производства ГК «Аскор» (Россия), используемый в качестве комплексной витаминно-минеральной добавки для ремонтного молодняка крупного рогатого скота возраста 6-12 месяцев (таблица 1).

С целью изучения влияния премикса П-63-1 на продуктивность ремонтного молодняка крупного рогатого скота в условиях СПК «Жданковка» Стародубского района Брянской области был проведен научно-хозяйственный опыт на ремонтных

телках в возрасте от 6 до 12 месяцев.

Для проведения опыта были сформированы две группы ремонтных телок черно-пестрой породы со средней живой массой 136,4±5,28 кг в контрольной и 135,6±5,64 кг в опытной группе. В каждую группу было отобрано по 20 голов ремонтных телок (табл. 2). Условия кормления и содержания ремонтных телок соответствовали принятой в хозяйстве технологии — кормовой смесью, приготовленной в соответствии с рационом кормления при содержании ремонтных телок группами по 20 голов в секции.

В соответствии со схемой опыта телки контрольной группы получали основной рацион, принятый в хозяйстве. Выращиваемые ремонтные телки крупного рогатого скота опытной группы дополнительно к основному рациону получали премикс в количестве 1% от сухого вещества рациона, что составило от 40 г/гол в сутки в возрасте 6 месяцев, до 60 г/гол в сутки в возрасте 12 месяцев.

Таблица 1 – Состав премикса П-63-1

Компонент	Содержится в 1 кг
Вит. А, тыс. МЕ	800
Вит. Д <sub>3</sub> , тыс.МЕ	200
Вит. Е, мг	100
Кальций, г	50
Железо, мг	1000
Марганец, мг	400
Цинк, мг	3000
Медь, мг	500
Йод, мг	150
Кобальт, мг	150
Селен, мг	10
Наполнитель – отруби пшенич- ные	Общую массу доводят до 1 кг

Таблица 2 – Схема опыта

Группы	Количество голов	Средняя живая масса на начало опыта, кг	Продолжительность опыта, суток	Условия кормления
Контрольная	20	136,4±5,28	180	ОР (основной рацион)
Опытная	20	135,6±5,64	180	OP+1% от сухого веще- ства рациона премикса П-63-1



В ходе проведения научно-хозяйственного опыта учитывали показатели изменения живой массы животных по периодам опыта, продолжительность которых составляла по 60 суток каждый. По результатам взвешивания в начале опыта и в конце каждого периода рассчитывали валовой и среднесуточный прирост живой массы. Общая продолжительность опыта составила 180 суток.

При проведении анализа рационов кормления были использованы нормы кормления ВГНИИЖ 2003 г. Исследования крови проводились по методикам: количество лейкоцитов и эритроцитов в крови подсчитывали в камере Горяева, гемоглобин – в гемометре Сали, лейкоцитарную формулу – в мазках, окрашенных по Романовскому-Гимза, СОЭ – по Панченкову, гематокрит – с помощью гематокритной центрифуги СМ-70. Фагоцитарный показатель (ФП, %) рассчитывали как процент нейтрофилов, способных к поглощению частиц латекса; фагоцитарный индекс (ФИ, уе) как среднее число частиц латекса, поглощенных одним активным нейтрофилом; абсолютный фагоцитоз крови (АФ, 109/л) – как общее количество частиц латекса, поглощаемое нейтрофилами в литре крови. Поглотительную способность нейтрофилов (ФП, %, ФИ, у. е., АФ, 109/л) оценивали в двух состояниях: базальном – в свежевзятой крови, стабилизированной гепарином, и стимулированном - после внесения в пробы крови зимо-

Для оценки эффективности применения премикса определяли затраты энергетических кормовых единиц, обменной энергии и переваримого протеина на единицу прироста живой массы животных. По результатам исследования была проведена экономическая оценка использования премикса П-63-1 в рационах молодняка крупного рогатого скота.

Статистическая обработка материалов исследований проводилась методами вариационной статистики с использованием приложения «Microsoft Excel».

### Результаты исследований

В ходе постановки научно-хозяйственного опыта был проведен анализ условий кормления телок по периодам опыта по данным хозяйственных рационов. В состав рациона по питательности входили: сено злаково-разнотравное — 10,2%, сено злаково-бобовое — 20,7%, силос кукурузный

– 36,9%, свекла кормовая – 5,3%, зерно ячменя – 20,3% жмых подсолнечный – 6,7%.

В соответствии с ростом ремонтных телок ежемесячно проводилась корректировка количественного состава рациона при сохранении его структуры по энергетической питательности.

Как показывает анализ данных, рацион сбалансирован по энергетическим кормовым единицам и минеральным элементам — фосфору, меди и марганцу. Однако в рационе наблюдался недостаток сырого и переваримого протеина, сахара, кальция, цинка, кобальта и йода, а также каротина и витамина Д. Для обеспечения телок минеральными веществами — Са и Р — в рационах кормления телок контрольной и опытной групп в различные периоды выращивания применялся монокальцийфосфат от 40 г/гол до 60 г/гол в сутки.

После введения в состав рациона опытной группы премикса П-63-1 на уровне 1% от сухого вещества рациона дефицит большинства названных минеральных элементов значительно сократился, а недостаток таких элементов как кальций, кобальт цинк и йод полностью возмещен. При этом было отмечено, что уровень витаминов A,  $Д_3$  и E в рационах ремонтных телок также повысился до нормативного содержания.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о положительном влиянии премикса П-63-1 на показатели продуктивности растущих животных. Так, например, валовой и среднесуточный прирост у телок опытной группы был выше по периодам опыта, чем в контрольной на 6,08 -7,11%. При этом за весь период опыта среднесуточный прирост телок опытной группы составил 681,1 г/гол, что выше показателя контрольной группы на 6,61% (табл. 3).

Динамика среднесуточных приростов по периодам опыта показывает, что наибольшее влияние на повышение продуктивности телок опытной группы по сравнению с контрольной группой кормовая добавка оказала во втором периоде опыта по сравнению с первым и третьим периодами.

Разница по энергии роста телок, получавших премикс, по сравнению с телками контрольной группы была выше во все периоды опыта и составила в целом за опыт 62,3%, что на 3,0% выше аналогичного показателя ремонтных телок контрольной группы.

Таблица 3 – Показатели изменения продуктивности ремонтных телок при применении премикса по периодам опыта, в среднем на 1 гол.

Показатели	Груг	ПЫ	опытная в %	
Показатели	контрольная	опытная	к контролю	
	Живая масса	Э, КГ		
в возрасте 6 мес.	136,4±3,28	135,6±3,65	99,41	
в возрасте 8 мес.	172,3±5,21	173,9±5,08	100,93	
в возрасте 10 мес.	210,3±6,14	214,6±6,25*	102,04	
в возрасте 12 мес.	251,4±6,34	258,2±6,18	102,70	
Валовой прирост за опыт, кг				
за период 6-8 мес.	35,9±0,87	38,3±0,85	106,69	
за период 8-10 мес.	38,0±0,94	40,7±0,98*	107,11	



Продолжение таблицы 3

за период 10-12 мес.	41,1±0,92	43,6±0,86	106,08		
за весь период опыта -12 мес.	115,0±1,64	122,6±1,52	106,61		
	Среднесуточный г	трирост, г			
за период 6-8 мес.	598,3±19,21	638,3±19,11	106,69		
за период 8-10 мес.	633,3±20,84	678,3±21,05*	107,11		
за период 10-12 мес.	685,0±22,16	726,7±21,86	106,08		
за весь период опыта 6-12 мес.	638,9±21,15	681,1±21,28	106,61		
	Энергия роста, %				
за период 6-8 мес.	23,3±0,65	24,7±0,62	106,41		
за период 8-10 мес.	19,9±0,58	21,0±0,61*	105,48		
за период 10-12 мес.	17,8±0,52	18,4±0,50	103,59		
за весь период опыта 6-12 мес.	59,3±0,87	62,3±0,84	104,98		

\*P< 0.05

Положительное влияние премикса на показатели продуктивности ремонтных телок, по нашему мнению, связано с тем, что в состав премикса входит комплекс минеральных элементов, которые в организме животного участвуют в обменных процессах, в регуляции осмотического давления и кислотно-щелочного равновесия, а также служат

материалом для построения костяка животных.

Повышение уровня содержания биологически активных веществ в рационах кормления ремонтных телок стимулирует эритропоэз и лейкопоэз, повышает возможности иммунной системы организма животных (табл. 4)

Таблица 4 – Сравнительные гематологические показатели при применении премикса в рационах ремонтных телок

Показатели	Контрольная группа М±т	Опытная группа М±m	Опытная в % к контролю
Эритроциты 10 <sup>12</sup> / л	8,33±0,28	9,42±0,25	113,09
Гемоглобин, Г/л	105,32±3,97	107,19±3,58	101,78
Лейкоциты 10 <sup>9</sup> / л	9,15±0,14	10,64±0,21	116,28
Палочкоядерные, %	1,75±0,28	2,85±0,32*	162,86
Сегментоядерные, %	18,45±1,14	19,87±1,18	107,70
Нейтрофилы, %	20,65±1,87	24,15±1,74	116,95
Нейтрофилы 10 <sup>9</sup> / л	2,54±0,19	3,12±0,24	122,83
Эозинофилы, %	1,14±0,48	0,92±0,52	80,70
Базофилы, %	0,81±0,14	0,82±0,16	101,23
Моноциты, %	74,26±2,41	81,85±2,13	110,22
Лимфоциты, %	72,18±2,16	90,24±2,24	125,02
Лимфоциты, 10 <sup>9</sup> /л	7,38±0,41	9,21±0,37	124,80

\*P< 0,05

Содержание эритроцитов в крови ремонтных телок опытной группы оказалось более высоким, чем у телок контрольной группы (P< 0,05), при этом несколько возросло содержание гемоглобина – на 1,38%.

Количество лейкоцитов в крови животных обеих групп находится в границах физиологической нормы  $(4,5-14,0*10^9/ \text{ л})$ , но у ремонтных телок опытной группы их количество на 16,28% выше (P<0,05), чем в контрольной группе

Свидетельством низкой регенерационной способности костного мозга телок контрольной группы является сниженное содержание палочкоядерных нейтрофилов. Под действием комплекса биологически активных веществ премикса гранулопоэз восстанавливается, содержание палочкоядерных нейтрофилов у ремонтных телок опытной группы соответствует норме.

Относительное количество зрелых, сегменто-

ядерных нейтрофилов в крови у телок опытной группы на 7,70% выше, чем у телок контрольной группы, при этом абсолютное количество нейтрофилов ядерных форм на 22,83% превышает их число у контрольных животных.

Уровень базофилов и эозинофилов в крови всех подопытных животных соответствует физиологически нормальным значениям и не изменяется при применении премикса. Следует отметить более высокий уровень моноцитов — на 10,22% в крови ремонтных телок опытной группы. Эти клетки принимают участие в иммунных реакциях и более высокое их количество может способствовать успешной защите организма от инфекционных заболеваний.

Абсолютное количество лимфоцитов в крови телок опытной группы значительно — на 25,02% превышает уровень этих клеток в крови телок контрольной группы. Таким образом, если у телок



контрольной группы отмечено угнетение регенерационной способности костного мозга в отношении нейтрофильных гранулоцитов, то применение премикса в рационах ремонтных телок опытной группы эти способности восстанавливает.

Расчет затрат корма на 1 кг прироста живой массы показывает, что затраты энергетических кормовых единиц в опытной группе были ниже, чем в контрольной на 7,3%, а затраты переваримого протеина — ниже на 8,1%.

Таким образом, результаты исследований показали, что скармливание ремонтным телкам в возрасте 6-12 месяцев премикса П-63-1 в количестве 1% от сухого вещества рациона способствует сокращению дефицита в рационе ряда минеральных элементов, которые, проявляя свою активность в организме животного, способствуют повышению среднесуточных приростов на 6,61% и снижению затрат корма на 1 кг прироста на 5,3%.

Расчет затрат кормов при выращивании ремонтных телок показал, что общие затраты основных кормов в контрольной и опытной группах составили 6814,6 руб/гол. Общие затраты на корма с премиксом в опытной группе составили 7102,6 руб/гол.

Использование премикса в качестве кормовой добавки при кормлении ремонтных телок в возрасте 6-12 месяцев показало достаточно высокую экономическую эффективность. Так, в опытной группе средний прирост живой массы одной головы за опытный период выращивания превысил показатель контрольной группы на 7,6 кг. С учетом того, что на приобретение премикса потребовались дополнительные затраты на уровне 288,0 руб/гол за период опыта, дополнительная прибыль от реализации прироста в расчете на одну голову в опытной группе составила 145,2 руб., что на 8,2% выше показателя контрольной группы.

Расчет экономической эффективности от применения премикса П-63-1 показал, что дополнительный доход при применении премикса в опытной группе составил 1,51руб на 1 руб. произведенных затрат. Таким образом, использование в рационах ремонтных телок в возрасте 6-12 месяцев премикса экономически оправдано, и может быть рекомендовано для использования при организации кормления ремонтного молодняка крупного рогатого скота в хозяйствах всех форм собственности.

#### Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что применение премикса П-63-1 в количестве 1% от сухого вещества рациона ремонтным телкам черно-пестрой породы способствовало увеличению среднесуточных приростов на 6,61% по сравнению с контрольной группой. При этом отмечается увеличение содержания эритроцитов в крови ремонтных телок опытной группы на 13,0%, а содержание гемоглобина – на 1,38%.

Установлено, что применение премикса в рационах кормления ремонтных телок позволило получить дополнительный доход на уровне 1,51 рубля на 1 рубль дополнительных затрат.

#### Список литературы

- 1. Гамко Л.Н., Глушень В.В., Гулаков А.Н. Влияние минеральных подкормок на продуктивность и затраты обменной энергии у молодняка крупного рогатого скота // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. 2011. Т. 47. № 2-1. С. 254-256.
- 2. Лемеш Е.А., Гулаков А.Н. Мергель в рационах дойных коров и молодняка крупного рогатого скота // // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник научных трудов. Факультет ветеринарной медицины и биотехнологии. 2013. С. 142-147.
- 3. Кормовые добавки с биологически активными свойствами в кормлении скота / Ф.А. Мусаев, Н.И.Торжков, Ж.С. Майорова, Д.А. Благов // Фундаментальные исследования. 2015. № 2-23. С. 5133-5138.
- 4. Рахманин Е.С., Дорофеев А.И., Торжков Н.И. Влияние кормления на рост и развитие телок в зависимости от происхождения // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2016. № 1 (2). С. 108-114.
- 5. Родина Т.Е., Шепелев С.И. Проблемы обеспечения продовольственной безопасности региона // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 4-3 (23). С. 72-73.
- 6. Торжков Н.И., Прошляков А.А. Рост и развитие молодняка разных породных групп в условиях Рязанской области // Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников Рязанской государственной сельскохозяйственной академии имени профессора П.А. Костычева 50-летию РГСХА посвящается. Рязань, 1998. С. 90-92.

### THE USE OF MINERAL-VITAMIN SUPPLEMENTS FOR GROWING YOUNG CATTLE

**Gamko Leonid N.,** Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Animal Feeding and Private Zootechnics, gamkol@mail.ru

**Shepelev Sergey I.,** Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Feeding and Private Zootechnics, bgau32@mail.ru

Yakovleva Svetlana E., Doctor of Biological Sciences, Professor, of the Department of Animal Feeding and Private Zootechnics, yakovleva\_sv@rambler.ru

FSBEI HE «Bryansk State Agrarian University»

An urgent task of modern dairy cattle breeding is an organization of complete feeding while rearing replacement young cattle [5]. In realization of genetic potential of animals, a decisive factor is a level of feeding and the full value of rations, depending on the intake of energy, protein, minerals, vitamins into the body [1,4]. The feeding and management systems while rearing young cattle are determined by specialization of the cattle breeding and feeding conditions in this farm, which vary depending on soil-climatic and economic conditions



[6]. The main purpose of rearing replacement young cattle is to obtain precocious, well-developed animals with a strong constitution, capable of using a large number of vegetable feeds to form high productivity. The directed rearing and productivity of young cattle is entirely determined by the level of feeding and the conditions of animal management [1,6]. The task of obtaining highly productive replacement young cattle becomes even more urgent at its realization on the territory of the Bryansk region contaminated with longlived radionuclides after the Chernobyl accident. A number of researches have established, that feeding the replacement young cattle should ensure their intensive growth in such a way that when inseminated at the age of 15-16 months they would reach a living weight of at least 70% of the standard live weight of adult animals of this breed. The animals, grown at inadequate feeding, lag behind in growth, their normal development of muscular and bone tissue is disrupted, and the period of their sexual and physiological maturation increases. The mineral and biologically active substances play a special role in the feeding of young cattle, with the lack of which the absorption of all nutrients decreases; water exchange is disrupted, and gains are reduced [1,3]. In industrial animal husbandry, mineral and vitamin additives are used in the complex of mineral and vitamin additives-premixes, for replenishment of nutritional requirements of animals. In our researches, when studying the influence of the domestic premix P-63-1 on the growth and productivity of replacement young cattle of white and black breed in the rearing conditions on the contaminated territory after the Chernobyl accident. the positive effect of the complex mineral vitamin additive, both on productivity indicators and indicators of economic efficiency of production has been established.

**Key words:** cattle, replacement young cattle, white and black breed, mineral and vitamin additive, balanced feeding, productivity of young cattle, effectiveness of rearing.

#### Literatura

- 1. Gamko L.N., Glushen' V.V., Gulakov A.N. Vlijanie mineral'nyh podkormok na produktivnost' i zatraty obmennoj jenergii u molodnjaka krupnogo rogatogo skota // Uchenye zapiski uchrezhdenija obrazovanija Vitebskaja ordena Znak pocheta gosudarstvennaja akademija veterinarnoj mediciny. 2011. T. 47. № 2-1. S. 254-256.
- 2. Lemesh E.A., Gulakov A.N. Mergel' v racionah dojnyh korov i molodnjaka krupnogo rogatogo skota // Aktual'nye problemy veterinarii i intensivnogo zhivotnovodstva / sbornik nauchnyh trudov. fakul'tet veterinarnoj mediciny i biotehnologii. 2013. S. 142-147.
- 3. Feed additives with bioactive properties in feeding cattle / F.A. Musaev, N.I. Torzhkov, J.S. Mayorov, D.A. Blagov// Fundamental study. 2015. No. 2-23. C. 5133-5138.
- 4. Rahmanin E.S., Dorofeev A.I., Torzhkov N.I. Vlijanie kormlenija na rost i razvitie telok v zavisimosti ot proishozhdenija
- // Vestnik Soveta molodyh uchenyh Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. 2016. № 1 (2). S. 108-114.
- 5. Rodina T.E., SHepelev S.I. Problemy obespechenija prodovol'stvennoj bezopasnosti regiona // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2014. № 4-3 (23). S. 72-73.
- 6. Torzhkov N.I., Proshljakov A.A. Rost i razvitie molodnjaka raznyh porodnyh grupp v uslovijah Rjazanskoj oblasti // Sbornik nauchnyh trudov aspirantov, soiskatelej i sotrudnikov Rjazanskoj gosudarstvennoj seľskohozjajstvennoj akademii imeni professora P.A. Kostycheva 50-letiju RGSHA posvjashhaetsja. Rjazan', 1998. S. 90-92.



УДК 502/504:8502.175

# К ВОПРОСУ О МЕТОДАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

ГРАЧЕВ Николай Николаевич, канд. экон. наук, доцент, вед. научн. сотрудник ДЕНИСОВ Анатолий Викторович, заведующий отделом МАШКОВ Иван Семенович, ст. научн. сотрудник ДЕНИСОВА Маргарита Эмильевна, ст. научн. сотрудник

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации и информатизации агрохимического обеспечения сельского хозяй-

ства, vnims@rambler.ru

Цель исследований — разработка предложений по выбору наиболее приемлемых методов моделирования комплексной оценки экологической и профессиональной опасности в сельском хозяйстве для создания в дальнейшем информационно-компьютерной технологии данного процесса. Объекты



исследования — экологические и профессиональные риски в процессе сельскохозяйственного производства. Выполнен обзор развития методов моделирования в России и за рубежом по литературным источникам. Обоснованы для использования следующие методы: экспертно-эвристический, математический, логико-лингвистический. Даны предложения по использованию методов применительно к намеченным к решению задачам в соответствии с блок-схемой модели комплексной оценки экологической опасности и охраной труда в сельскохозяйственном предприятии. Так, например, определены методы моделирования по каждому блоку: оценка загрязнения почв пестицидами и тяжелыми металлами; баланс азота, фосфора и калия. Оценку производства экологически чистой продукции планируется моделировать экспертно-эвристическим и математическим методами: оценку нагрузки скота на пастбищные угодья, соотношение стабилизирующих и дестабилизирующих факторов, оценку уровня инвестиций в охрану труда, окружающей среды и экологически чистой продукции моделировать математическими методами; оценку опасности отходов производства и побочной продукции; класс условий труда, оценку экологической культуры и культуры охраны труда работников и населения — моделировать логико-лингвистическими методами.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, экологические и профессиональные риски, методы моделирования комплексной оценки.

#### Введение

В науке моделирование является основным и наиболее перспективным методом научного познания действительности, позволяющим совершенствовать способы получения и фиксации информации об изучаемых объектах и процессах, а также получать новые знания на основе модельных экспериментов. Особенно возросла роль моделирования с развитием информационно- компьютерных технологий.

#### Методы моделирования

В развитии методов моделирования можно отметить три этапа: физическое, математическое и системное моделирование; каждый из этапов дополнял и расширял возможности предыдущего этапа. На этапе физического моделирования модели строились на основе законов физики, но такой подход не позволял моделировать процессы и явления.

На этапе математического моделирования были задействованы специальные математические методы оптимизации, позволяющие найти наилучший вариант решения задачи. Однако с помощью математических моделей не всегда было возможным адекватно представить практические проблемы. Дело в том, что не всегда возможно корректно определить понятие оптимальности и сформулировать адекватную модель процесса или явления. Для любой системной проблемы свойственно отсутствие какой-либо модели, устанавливающей абсолютно все причинно-следственные связи между ее компонентами, а о существовании критериев оптимальности можно говорить только после разрешения проблемы.

Условность оптимального варианта разрешения сколько-нибудь значимой практической проблемы — факт общепризнанный. Достаточно назвать вариант, претендующий на эту роль, как не составит большого труда найти ряд обстоятельств, которые не были учтены при его обосновании, и тем самым продемонстрировать условность оптимальности. То есть, сделать вывод о том, что данный вариант можно признать оптимальным при условии, что выполняется ряд ограничений и допущений, позволивших свести реальную проблему к оптимизационной математической задаче. Конечно, можно модифицировать метод и снять

или добавить ряд ограничений и допущений, но тогда вскроются новые неучтенные обстоятельства, и такой процесс может повторяться неограниченно долго, всякий раз констатируя условную оптимальность. Условная оптимальность приемлема в теории, но не на практике, где она проявляется в виде ошибочных решений и неверных действий.

На этапе системного моделирования исследования, ориентированные на изучение свойств отдельных частей системы, трансформировались в модели исследования связей между ними и выявлению на этой основе качественных характеристик изучаемого процесса или объекта.

Это потребовало пересмотра подхода к моделированию исследуемых процессов и объектов с использованием информационно-компьютерных технологий и стало мотивом к развитию специальных методов моделирования, адекватно отражающих моделируемые процессы и объекты.

Системные модели дополняют математическое моделирование и вносят разумный компромисс между этими методами.

Системное моделирование отличается от математического тем, что использует языки представления знаний, которые позволяют описывать эти знания не только на количественном, но и на качественном уровнях [1]. Для этого используются как аналоговые, так и знаковые модели. Последние в связи с развитием информационно-компьютерных технологий приобретают наибольшую значимость

Знаковые модели могут быть описательными, формальными и формализованными или логиколингвистическими. Логико-лингвистические модели позволяют формализовать задачи оценки и поиска решений там, где оперируют не с точными числами, а с понятиями и расплывчатыми категориями, которые просматриваются в задаче комплексной оценки экологической и профессиональной опасности в сельском хозяйстве. Поэтому логико-лингвистические методы могут найти свое практическое применение при моделировании анализа экологических и социальных проблем в сельском хозяйстве [2].

В последнее время в мировой литературе предложены оценки различных методов модели-



рования, которые можно использовать при оценке экологической опасности и охраны труда. Так, например, в работе [3] отмечено, что при оценке рисков техногенного характера статистический анализ предыдущего опыта не вполне приемлем. Предлагается использовать аппарат вероятностного анализа безопасности. В работах [4-7] приводится описание детерминированных и стохастических математических моделей, применяемых в экологических исследованиях. Описание основных экологических моделей, которые применяются при оценках рисков, приводится в работе [8].

Задача комплексной оценки экологической и профессиональной опасности в сельском хозяйстве является многоплановой, многоаспектной, сложной и характеризуется неопределенностью, неоднозначностью и наличием риска [9]. Она не решается каким-то одним простым методом. Эта задача не может быть решена на основе известных методов математического программирования или их модификаций. На наш взгляд, для такой задачи наиболее приемлем комплексный подход, при котором методы логико-лингвистического моделирования сочетаются с элементами экспертноэвристических и имитационных методов и используются как элементы структурирования проблемы и выявления ее наиболее существенных аспектов.

Вопрос выбора метода моделирования исходит из поставленной задачи и входной и выходной информации, характеризующей функционирование объекта или процесса моделирования, а также из того, как представлен критерий оценки.

Методология, методика, критерии и общие принципы формирования показателей комплексной оценки экологической опасности и опасности для жизни, здоровья и трудоспособности работников сельскохозяйственных предприятий были разработаны в процессе системных исследований и изложены в научно-исследовательских отчетах ученых ФГБНУ ВНИМС [10-12].

В результате этих исследований определились основные направления экологических и профессиональных опасностей в сельском хозяйстве, подлежащих системному моделированию и оценке, это:

- загрязнение почв пестицидами и тяжелыми металлами;
  - баланс азота, фосфора и калия;
  - отходы производства;
  - нагрузка скота на пастбищные угодья;
- соотношение стабилизирующих и дестабилизирующих факторов;
- производство экологически безопасной продукции;
  - классификация условий труда;
- уровень инвестиций в охрану окружающей среды, охрану труда и экологически безопасную продукцию;
- экологическая культура и культура охраны труда работников и населения.

В общем виде блок-схема модели комплексной оценки экологической опасности и охраны труда в сельхозпредприятиях представлена на рисунке.

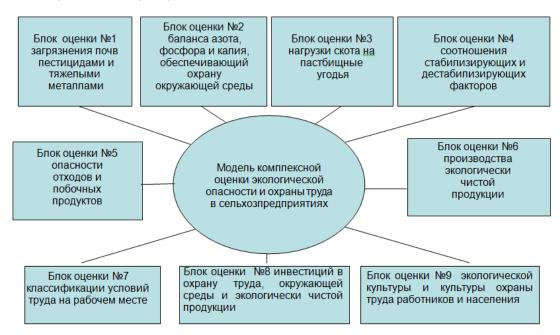


Рис. – Блок-схема модели комплексной балльной оценки экологической опасности и охраны труда в сельхозпредприятиях

При разработке модели оценки загрязнения почв пестицидами и тяжелыми металлами (блок №1) в качестве критерия загрязнения пестицидами предложен контроль по их допустимому остаточному количеству (ДОК) в почве и по тяжелым металлам – по превышению предельно допустимых концентраций (ПДК), а оценка уровня показателя в баллах (табл. 1).



Таблица 1- Критерий загрязнения почв пестицидами и тяжелыми металлами

Показатели	Значение показателей	Значение показателя в баллах
Пестициды, тяжелые металлы,	Соответствует ДОК, ПДК	1
ДОК по каждому виду пестици-	Превышает ДОК, ПДК до 2-х раз	30
дов и превышение ПДК по каж- дому виду тяжелых металлов	Превышает ДОК, ПДК от 2 до 5 раз	50

Если принять за норму содержание питательных веществ (NPK) в почве, обеспечивающее планируемую урожайность, то в качестве критерия мы рассмотрим превышение NPK по сравнению с оптимальными расчетными значениями под планируемую урожайность (табл. 2).

Таблица 2 – Критерий баланса азота, фосфора и калия, обеспечивающий охрану окружающей среды

Показа- тели	Значение показателей	Значение по- казателей в баллах
Азот	Соответствует по- требности под запла- нированный урожай	1
	Превышает по- требность	100
Фосфор	Соответствует по- требности под запла- нированный урожай	1
	Превышает по- требность	100
Калий	Соответствует потребности под запланированный урожай	1
	Превышает по- требность	100

Критерием нагрузки скота на пастбище будет интенсивность его использования, определяемая как соотношение условной головы к фуражной массе или площади пастбища (табл. 3).

Таблица 3 – Средняя ориентировочная нагрузка скота на пастбище

Нагрузка скота на пастбище	Количество условных голов скота на 100 га пастбища	Балл нагруз- ки
Нормальная Повышенная	до 217 217-250	1 50
Высокая	> 250	150

Соотношение стабилизирующих и дестабилизирующих факторов 1:1 считается оптимальным соотношением в использовании земельных ресурсов сельскохозяйственного предприятия. Значение показателей соотношения стабилизирующих и дестабилизирующих факторов приведены в табл. 4.

Критерии опасности отходов для окружающей среды разработаны в соответствии со статьей 14 закона «Об отходах производства и потребления» и приказом МПР России от 15.06.2001 г. № 511 и устанавливаются по степени возможного воздействия на окружающую природную среду (ОПС), (табл.5).

Таблица 4 – Показатели дестабилизирующих и стабилизирующих факторов

Значение показателей	Значение показателей в баллах
не более 1,0 – оптимальное	1
свыше 1,0-1,5 – слегка дестабили- зирующее	20
свыше 1,5-2,0 –дестабилизирующее	50
свыше 2,0-3,0 – сильно дестабили-	100
	не более 1,0 – оптимальное свыше 1,0-1,5 – слегка дестабилизирующее свыше 1,5-2,0 –дестабилизирующее

Таблица 5 — Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды

NºNº	Степень вредного воздействия опасных отходов на ОПС	Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для ОПС	Класс опасности отходов для ОПС	Балл опасности
1 ОЧЕНЬ ВЫСОКАЯ наруше		Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления отсутствует	I класс – чрезвычай- но опасные	300
2	ВЫСОКАЯ	Экологическая система сильно на- рушена. Период восстановления не менее 30 лет после полного устране- ния вредного источника воздействия	II класс – высоко- опасные	150
3	СРЕДНЯЯ	Экологическая система нарушена. Период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздей- ствия от существующего источника	III класс – умеренно опасные	50



Продолжение таблицы 5

4	<b>РЕМИЗКАЯ</b>	Экологическая система нарушена. Период самовосстановления не менее 3-х лет	IV класс – малоопас- ные	20
5	ОЧЕНЬ НИЗКАЯ	Экологическая система практически не нарушена	V класс – практиче- ски не опасные	1

Критерием производства экологически чистой продукции принято соответствие содержания вредных веществ в почве, сырье и готовой продукции нормативам ПДК, ПДУ, ДОК, утвержденным Минздравом РФ.

Значение показателей экологически чистой продукции приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Критерий экологически чистой продукции

Показате-	Значение	Значение
ЛИ	показателя	показателя в баллах
	Равен 0	1
	не превышает	
ПДК*	ПДК	20
вредных	Превышает	
веществ в	ПДК на 10%	50
продукции	превышает	
	ПДК более	
	чем на 10%	150

Если каждому классу условий труда присвоить соответствующий балл (табл.7), то его можно использовать в качестве критерия условий труда на рабочем месте и по формуле, приведенной ниже подсчитать общий балл условий труда (Куо), характеризующий конкретное предприятие.

Kyo = 
$$\sum_{i}^{n} Ki \times Pi$$
, где

Кі – балл условий труда на рабочем месте по i-му классу условий труда;

Рі – количество рабочих мест с і-м классом условий труда

Таблица 7 – Балльная оценка условий труда на рабочем месте

условии груда на расс тем месте					
Классифика	Количество				
ция условий труда (УТ)	баллов				
1*	1				
2*	2				
3,1	30				
3,2	50				
3,3	100				
3,4	150				
4	300				

Примечание: \* – Первый и второй классы УТ в расчет не берутся

Уровень инвестиций в охрану окружающей среды и охрану труда в сельском хозяйстве предлагается оценивать путем соотнесения расходов на охрану окружающей среды и охрану труда к объему производства валовой продукции, а в качестве критерия — показатель этого соотношения в % и в баллах (табл. 8).

Таблица 8 – Критерий оценки уровня инвестиций в охрану окружающей среды и охрану труда

Показатели	Значение по- казателя в % от объема про- изводства валовой продук- ции	Значение показателя в баллах
Низкий уровень инвестиций	0,1-0,4	100
Средний уровень инвестиций	0,5-1,5	50
Высокий уровень инвестиций	1,6-3,0	1

Основные компоненты экологической культуры человека представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Критерии, показатели и уровни сформированности экологической культуры

Критерии	Показатели	Уровни	Баллы
Потребность в гармониза- ции отношений «общество- природа»	Направленность на безопасное взаимодействие человека со средой обитания	Высокий Средний Низкий	1 30 50
Уровень теоретической под- готовки по экологии	Наличие комплекса знаний обе- спечения безопасности	Высокий Средний Низкий	1 30 50
Уровень готовности к природоохранной деятельности	Умение прогнозировать деятельность и ее результаты с позиций экологической безопасности	Высокий Средний Низкий	1 30 50
Творческая активность в решении экологических проблем	Способность к видению проблем	Высокий Средний Низкий	1 30 50



#### Заключение

По предварительным оценкам блоки №№1,2,6 целесообразно моделировать экспертно-эвристическими и математическими методами, блоки №3, №4, №8 – математическими методами, блоки №5, №7, №9 – методами логико-лингвистического моделирования.

#### Список литературы

- 1 Аржаков М.В. Моделирование систем [Текст]: под ред. В.И. Новосильцева; авт. коллектив: М.В. Аржаков, Н.В. Аржакова, В.К. Голиков,Б.Е. Демин, В.И. Новосельцев; Воронеж : Изд-во «Научная книга», 2005.-216с.
- 2 Брюханов А.Ю. Логико-лингвистическое моделирование для решения экологических проблем. [Текст]. Ю.А. Брюханов. А.В. Трифонов, А.В. Спесивцев, И.А. Субботин. Сборник докладов XIX Международной конференции по мягким вычислениям и измерениям. Санкт-Петербург, 2016. С. 236-239.
- 3 Sornette D., Maillart T., Kroger W. Exploring the limits of safety analysis in complex technological systems / Risk Center, Zurich, 2013. http://arxiv.org/pdf/1207.5674.pdf.
- 4 May R. and McLean A. Theoretical Ecology. Principles and Applications / Oxford University Press Inc., New York. 2007. 268 pp..
- 5 Gillman, M. An introduction to mathematical models in ecology and evolution: time and space / A John Wiley & Sons, Ltd., 2nd ed. 2009. 167 pp
  - 6. Авдин В. В. Математическое моделирова-

ние экосистем: Учебное пособие / Челябинск: Издво ЮУрГУ. 2004. 80 с.

- 7 Bieda B. Stochastic Analysis in Production Process and Ecology Under Uncertainty / Berlin, New York: Springer, 2012. 189 pp.
- 8 Pastorok R. et al. Role of Ecological Modeling in Risk Assessment // Human and Ecological Risk Assessment: Vol. 9, No. 4, 2003. Pp. 939–972.
- 9 Сорокин, Н.Т. Экологические аспекты продовольственной безопасности [Текст]: науч. изд. / под рук. Н.Т. Сорокина; авт. коллектив: Н.Н. Новиков, Н.Н. Грачев, А.В. Денисов и др.; ФГБНУ ВНИМС. Рязань: ФГБНУ ВНИМС, 2017. 123 с.
- 10 Разработать методологию комплексной оценки экологической опасности при использовании средств химизации сельхозпредприятиями [Текст]: отчет о НИР /науч. рук. Н.Н. Новиков; исполн. Н.Н. Грачев [и др.] Рязань: ФГБНУ ВНИМС, 2015. 83с. № Г.Р.11503177002. Инв.№ 2426
- 11 Разработать методику комплексной оценки экологической опасности и охраны труда в условиях развития органического земледелия [Текст]: отчет о НИР/ науч. рук. Т.Г.Солдатова; исполн. Н.Н. Грачев [и др.] Рязань: ФГБНУ ВНИМС, 2016. 114с. № Г.Р.1160220100184. Инв.№ 2435
- 12 Разработать научно-обоснованные критерии комплексной оценки экологической опасности и охраны труда в условиях органического земледелия [Текст]: отчет о НИР / научн. рук. Н.Н. Грачев; исполн. Н.Н. Грачев [ и др].- Рязань: ФГБНУ ВНИМС ФАНО, 2017. 124с.- Инв. № 2441

# ON THE QUESTION OF METHODS OF MODELING THE COMPLEX EVALUATION OF ECOLOGICAL AND PROFESSIONAL HAZARDS IN AGRICULTURE

**Grachev Nikolay N.,** Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Leading Researcher **Denisov Anatoly V.**, the Head of Department **Mashkov Ivan S.,** Senior Researcher

**Denisova Margarita E.,** Senior Researcher, Federal State Budget-financed Scientific Institution All-Russian Research Institute of Mechanization and Informatization of Agrochemical Support of Agriculture, vnims@rambler.ru

On the methods of modeling the integrated assessment of environmental and occupational hazards in agriculture Grachev Nikolai Nikolaevich, Ph.D. econ. , senior lecturer Denisov Anatoly Viktorovich, head of the department Mashkov Ivan Semenovich, senior research fellow Denisova Margarita Emilyevna, senior researcher, Federal State Budget Scientific Institution All-Russian Scientific Research Institute of Mechanization and Informatization of Agrochemical Support of Agriculture, (hidden) Objective research development of proposals for the selection of the most suitable methods for modeling the integrated assessment of environmental and occupational hazards in the agriculture in order to create further information and computer technology of this process. The objects of research are environmental and occupational risks in the process of agricultural production. The review of the development of modeling methods in Russia and abroad on the basis of literature is performed. The following methods are substantiated for use: expert-heuristic mathematical, logical-linguistic. Proposals are given on the use of methods in relation to the tasks assigned to the solution in accordance with the block diagram of the integrated environmental risk assessment model and labor protection in the agricultural enterprise. So, for example, the modeling methods for each block are determined: the assessment of soil contamination with pesticides and heavy metals, the balance of nitrogen, phosphorus and potassium, the evaluation of the production of environmentally friendly products is planned to be modeled by expert-heuristic and mathematical methods: assessing the load of livestock on pasture land, the ratio of stabilizing and destabilizing factors, the assessment of the level of investment in health, environment and environmentally friendly products is modeled by mathematical methods; assessment of the hazard of production waste and by-products; class of working conditions The assessment of ecological culture and the culture of labor protection of workers and the population is modeled by logical-linguistic methods.

Key words: agriculture, ecological and occupational risks, modeling methods.



#### Literatura

1 Arzhakov M.V. Modelirovanie sistem [Tekst]: pod red. V.I. Novosil'tseva; avt. kollektiv: M.V. Arzhakov, N.V. Arzhakova, V.K. Golikov,B.E. Demin, V.I. Novosel'tsev; Voronezh: Izd-vo «Nauchnaja kniga», 2005.-216s.

2 Brjuhanov A.Ju. Logiko-lingvisticheskoe modelirovanie dlja reshenija `ekologicheskih problem. [Tekst]. Ju.A. Brjuhanov. A.V. Trifonov, A.V. Spesivtsev, I.A. Subbotin. Sbornik dokladov XIX Mezhdunarodnoj konferentsii po mjagkim vychislenijam i izmerenijam. Sankt-Peterburg, 2016. S. 236-239.

3 Sornette D., Maillart T., Kroger W. Exploring the limits of safety analysis in complex technological systems / Risk Center, Zurich, 2013. http://arxiv.org/pdf/1207.5674.pdf.

4 May R. and McLean A. Theoretical Ecology. Principles and Applications / Oxford University Press Inc., New York. 2007. 268 pp..

5 Gillman, M. An introduction to mathematical models in ecology and evolution: time and space / A John Wiley & Sons, Ltd., 2nd ed. 2009. 167 pp.

6. Avdin V. V. Matematicheskoe modelirovanie `ekosistem: Uchebnoe posobie / Chelja- binsk: Izd-vo JuUrGU. 2004. 80 s.

7 Bieda B. Stochastic Analysis in Production Process and Ecology Under Uncertainty / Berlin, New York: Springer, 2012. 189 pp.

8 Pastorok R. et al. Role of Ecological Modeling in Risk Assessment // Human and Ecological Risk Assessment: Vol. 9, No. 4, 2003. Pp. 939–972.

9 Sorokin, N.T. `Ekologicheskie aspekty prodovol'stvennoj bezopasnosti [Tekst]: nauch. izd. / pod ruk. N.T. Sorokina; avt. kollektiv: N.N. Novikov, N.N. Grachev, A.V. Denisov i dr.; FGBNU VNIMS. – Rjazan' : FGBNU VNIMS, 2017. – 123 s.

10 Razrabotat' metodologiju kompleksnoj otsenki `ekologicheskoj opasnosti pri ispol'zovanii sredstv himizatsii sel'hozpredprijatijami [Tekst]: otchet o NIR /nauch. ruk. N.N. Novikov; ispoln. N.N. Grachev [i dr.] − Rjazan': FGBNU VNIMS, 2015. − 83s. − № G.R.11503177002. − Inv.№ 2426

11 Razrabotat' metodiku kompleksnoj otsenki `ekologicheskoj opasnosti i ohrany truda v uslovijah razvitija organicheskogo zemledelija [Tekst]: otchet o NIR/ nauch. ruk. T.G.Soldatova; ispoln. N.N. Grachev [i dr.] − Rjazan': FGBNU VNIMS, 2016. − 114s. − № G.R.1160220100184. − Inv.№ 2435

12 Razrabotat' nauchno-obosnovannye kriterii kompleksnoj otsenki `ekologicheskoj opasnosti i ohrany truda v uslovijah organicheskogo zemledelija [Tekst]: otchet o NIR / nauchn. ruk. N.N. Grachev; ispoln. N.N. Grachev [ i dr].- Rjazan': FGBNU VNIMS FANO , 2017. 124s.- Inv. № 2441



УДК 591.112.2

# АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ ВТОРИЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАЦИОННЫХ ПУЛЬСОГРАММ С МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ КОРОВ ДЖЕРСЕЙСКОЙ ПОРОДЫ С РАЗНЫМ ИВТ

**ЕМЕЛЬЯНОВА Анна Сергеевна** д-р биол. наук, профессор кафедры анатомии и физиологии сельскохозяйственных животных, disert@rgatu.ru

**СТЕПУРА Евгений Евгеньевич,** ст. преп. кафедры лесного дела, агрохимии и экологии, chimik89@ mail.ru

**БОРЫЧЕВА Юлия Павловна,** аспирант кафедры анатомии и физиологии сельскохозяйственных животных

**ГЕРАСИМОВ Михаил Алексеевич,** аспирант кафедры анатомии и физиологии сельскохозяйственных животных, chimik89@mail.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева

**ЕМЕЛЬЯНОВ Сергей Дмитриевич,** студент 6 курса РязГМУ имени И.П. Павлова, chimik89@mail.ru

Физиологическая природа вариабельности сердечного ритма (ВСР) продолжает оставаться актуальной проблемой в области физиологии сердца. Анализ функциональной активности сердечно-сосудистой системы у коров в современных условиях животноводства требует особого внимания исследователей для оценки вегетативной регуляции и продуктивности животных. Математический анализ ритма сердца показывает соотношение симпатической и парасимпатической вегетативной нервной системы. Данный метод позволяет оценить компонент функционального состояния — степень напряжения регуляторных систем. Цель исследований — изучение закономерности изменений функциональной активности сердечно-сосудистой системы и вегетативной нервной системы. Коровы джерсейской породы были разделены на 4 группы по типу вегетативной нерв-



ной системы (ваготоники, нормотоники, симпатикотоники и гиперсимпатикотоники). При анализе электрокардиограмм были изучены кардиоинтервалы R-R в динамическом ряду. Анализ этих значений заключается в расчете характеристик сердечного ритма. Функциональное состояние системы кровообращения находит свое отражение в изучении вариационных пульсограмм. Таким образом, в результате исследования функционального состояния организма исследуемых животных методом математического анализа вариабельности сердечного ритма была установлена взаимосвязь между исходным вегетативным тонусом, молочной продуктивностью за 305 дней и вторичными показателями вариационных пульсограмм, такими как индекс вегетативного равновесия, вегетативный показатель ритма и показатель адекватности процессов регуляции.

**Ключевые слова:** коровы, сердечно-сосудистая система, вариабельность сердечного ритма, молочная продуктивность.

#### Введение

Анализ функциональной активности сердечнососудистой системы у коров в современных условиях животноводства требует особого внимания исследователей для оценки вегетативной регуляции сердечного ритма и продуктивности животных [1].

С помощью оценки функционального состояния организма крупного рогатого скота можно получить важную информацию о процессах регуляции, которая позволяет проводить эффективное прогнозирование физиологических функций или управление ими [2].

Физиологическая природа вариабельности сердечного ритма (ВСР) продолжает оставаться актуальной проблемой в области физиологии сердца.

Математический анализ ритма сердца показывает соотношение симпатической и парасимпатической вегетативной нервной системы [3-6].

Данный метод позволяет оценить компонент функционального состояния — степень напряжения регуляторных систем [10].

Кардиоинтервалометрия дает оценку состоянию вегетативного гомеостаза, а также рассматривает взаимодействие симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, а именно автономного и центрального контура управления ритмом сердца [1].

Применение метода математического анализа для исследования сердечно-сосудистой деятельности у крупного рогатого скота изучалось немногими авторами (Емельяновой А.С., Никитовым С.В, Луповой Е.И. и др.). Однако данная методика была апробирована не на всех породах коров, а только на голштинской, черно-пестрой и симментальской породах [7,8,9].

Поэтому исследования показателей вариабельности сердечного ритма для коров джерсейской породы актуальны, так как на данный момент нет данных, учитывающих породные особенности данного крупного рогатого скота; эти исследования помогут в дальнейшем осуществлять прогнозирование молочной продуктивности и срока хозяйственного использования [2].

Цель исследований – изучить закономерности изменений функциональной активности сердечно-сосудистой системы и вегетативной нервной системы, а также произвести анализ вариационных пульсограмм методом математического анализа вариабельности сердечного ритма и на основании этого установить породные особенности

коров джерсейской породы с разным исходным вегетативным тонусом на основе индекса напряжения.

#### Материалы и методы исследования

Клиническое и электрокардиографическое исследования проводили в животноводческом комплексе ООО «Вакинское Агро» Рязанской области Рыбновского района, село Вакино, у коров джерсейской породы, сопоставленных по возрасту и живой массе. В период проведения исследований животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания в соответствии с зоогигиеническими требованиями. Перед проведением электрокардиографических обследований коровы джерсейской породы в присутствии ветеринарного врача хозяйства проходили контрольный осмотр, чтобы исключить наличие инфекционных и неинфекционных заболеваний ввиду того, что многие болезни могут оказывать как прямое так и косвенное воздействие на состояние сердечно-сосудистой системы. Клинические методы исследования включали осмотр, пальпацию, перкуссию, аускультацию и термометрию.

В работе использовался метод вариабельности сердечного ритма, который является общепринятым для оценки функционального состояния регуляторных систем, а также врожденных функциональных резервов организма.

Анализ был проведен по Р.М. Баевскому, регистрировался синусовый сердечный ритм с последующим анализом его структуры [1].

Регистрация кардиоинтерваллограмм проводилась в системе фронтальных отведений с помощью специализированной электрофизиологической лаборатории «CONAN 4.5», ЭКГ снималась за 2-3 часа до приема пищи.

Регистрировались 100 последовательных кардиоинтервалов (R-R), рассчитывался индекс напряжения (ИН) регуляторных систем, а также исходный вегетативный тонус.

### Результаты исследований

При анализе электрокардиограмм были изучены кардиоинтервалы (R-R) в динамическом ряду. Анализ этих значений заключается в расчете характеристик сердечного ритма. Функциональное состояние системы кровообращения находит свое отражение в изучении вариационных пульсограмм.

Взаимосвязь исходного вегетативного тонуса с молочной продуктивностью и вторичными показателями вариационных пульсограмм представлена в таблице 1.



Таблица 1 — Взаимосвязь вторичных показателей с исходным вегетативным тонусом на основе индекса напряжения и молочной продуктивностью коров джерсейской породы, М±m

ИН, у.е.	ИВТ по ИН	Молочная продуктивность за 305 дней, кг	ИВР, у.е.	ВПР, у.е.	ПАПР, у.е.
менее 50	Ваготония (n=9)	5448±162,2	45±24,2	1,2±0,9	50±11,5
51-150	Нормотония (n=25)	5697±131,9	175±52,9	3,8±1,3	69±9,5
151-250	Симпатикотония (n=52)	5903±196,5	329±68,9	6,8±0,9	72±9,5
более 251	Гиперсимпатикото- ния (n=17)	5668±189,7	658±168,7	8,8±1,8	93±12,1

Примечание: различия по ПАПР (ИВТ– нормотония и ИВТ– симпатикотония); молочная продуктивность за 305 дней (ИВТ– нормотония и ИВТ– гиперсимпатикотония); индекс напряжения (ИВТ–нормотония) и ПАПР (ИВТ– гиперсимпатикотония) не достоверны – p>0,05

У коров джерсейской породы с исходным вегетативным тонусом ваготония индекс напряжения составил менее 50 у.е., молочная продуктивность – 5448±162,2 кг. Вторичные показатели оказались самыми низкими среди других групп коров: ИВР составил 45±24,1 у.е., ВПР – 1,2±0,9 у.е. и ПАПР – 50±11,5 у.е..

У нормотоников, вегетативный гомеостаз которых находится в равновесии между парасимпатической и симпатической системами, индекс напряжения составил 51-150 у.е., молочная продуктивность —  $5697\pm131,9$  кг. Вторичные показатели у данной группы коров: ИВР —  $175\pm52,8$  у.е., ВПР —  $3,8\pm1,3$  у.е. и ПАПР —  $69\pm9,5$  у.е..

У коров группы симпатикотоников, для которых характерно преобладание симпатической нервной системы с исходным вегетативным тонусом «симпатикотония», индекс напряжения составил 151-250 у.е., молочная продуктивность – 5903±196,5 кг. Вторичные показатели у данной группы коров составили: ИВР – 329±68,6 у.е. (больше, чем у ваготоников и нормотоников), ВПР – 6,8±0,9 у.е. (также больше, чем у ваготоников и нормотоников) и ПАПР – 72±9,5 у.е.

У коров с исходным вегетативным тонусом *ги-персимпатикотония* индекс напряжения составляет более 251 у.е., молочная продуктивность – 5668±189,7 кг (это больше, чем у ваготоников, нормотоников, и меньше, чем у симпатикотоников). Вторичные показатели оказались самыми высокими по сравнению с другими группами: ИВР – 658±168,7 у.е., ВПР – 8,8±1,8 у.е. и ПАПР – 93±12,1 у.е..

Для выявления взаимосвязи молочной продуктивности за 305 дней с индексом вегетативного равновесия приведена параболическая кривая на рисунке 1.

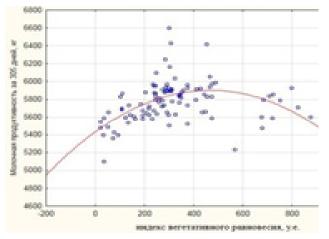


Рис. 1 — Параболическая зависимость значения молочной продуктивности за 305 дней с индексом вегетативного равновесия

Анализ параболической зависимости, представленной на рисунке 1, показывает, что отклонения от значения индекса вегетативного равновесия, как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения (ветви анализируемой параболы направлены вниз) связано с уменьшением уровня молочной продуктивности.

Вершина параболы находится в диапазоне значения индекса вегетативного равновесия 329±68,6 у.е. Объясняется это тем, что наибольшая молочная продуктивность за 305 дней наблюдается у коров джерсейской породы с предполагаемым исходным вегетативным тонусом — симпатикотония, то есть с преобладанием симпатической нервной системы.

В таблице 2 представлена корреляционная зависимость между молочной продуктивностью за 305 дней и индексом вегетативного равновесия.

Таблица 2 – Корреляционная взаимосвязь зависимости молочной продуктивности за 305 дней и индексом вегетативного равновесия

Показатель	Уравнение зависимости	Коэффициент корреляции	Коэффициент детерминации,%	Достоверность
Молочная продуктивность за 305 дней	y=5433,45+2,01x- 0,002x <sup>2</sup>	0,53	28,42	p<0,05



При анализе данных зависимость достоверна, p<0,05, коэффициент корреляции составляет 0,53, а коэффициент детерминации — 28,42 % и уравнение зависимости: y=5433,45+2,01x-0,002x².

Для выявления взаимосвязи молочной продуктивности за 305 дней с вегетативным показателем ритма приведена параболическая кривая на рисунке 2.

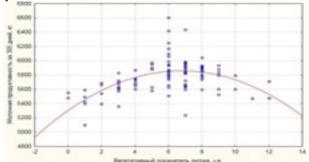


Рис. 2 — Параболическая зависимость значения молочной продуктивности за 305 дней с вегетативным показателем ритма

Анализ параболической зависимости, представленной на рисунке 2, между молочной продуктивностью за 305 дней и значением вегетативного показателя ритма показывает, что отклонения от значения вегетативного показателя ритма как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения (ветви анализируемой параболы направлены вниз) связано с уменьшением уровня молочной продуктивности за 305 дней.

Вершина параболы находится в диапазоне значения вегетативного показателя ритма 6,8±0,9 у.е.. Объясняется это тем, что наибольшая молочная продуктивность за 305 дней наблюдается у коров джерсейской породы с предполагаемым исходным вегетативным тонусом — симпатикотония, то есть с преобладанием симпатической нервной системы.

В таблице 3 представлена корреляционная зависимость между молочной продуктивностью за 305 дней и вегетативным показателем ритма.

Таблица 3 – Корреляционная взаимосвязь зависимости молочной продуктивности за 305 дней и вегетативным показателем ритма

Показатель	Уравнение зависимости	Коэффициент корреляции	Коэффициент детерминации,%	Достоверность
Молочная продуктивность за 305 дней	y=5302,87+164,15x-12,12x <sup>2</sup>	0,56	31,32	p<0,05

При анализе данных зависимость достоверна, p<0.05, коэффициент корреляции составляет 0,56, а коэффициент детерминации — 31,32 % и уравнение зависимости:  $y=5302.87+164.15x-12.12x^2$ 

Для выявления взаимосвязи молочной продуктивности за 305 дней с показателем адекватности процессов регуляции приведена параболическая кривая на рисунке 3.

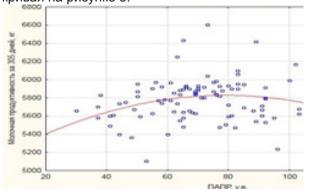


Рис. 3 — Параболическая зависимость значения молочной продуктивности за 305 дней с показателем адекватности процессов регуляции

Анализ параболической зависимости, представленной на рисунке 3, между молочной продуктивностью за 305 дней и значением показателя адекватности процессов регуляции показывает, что отклонения от значения показателя адекватности процессов регуляции как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения (ветви анализируемой параболы направлены вниз) связано с уменьшением уровня молочной продуктивности за 305 дней.

Вершина параболы находится в диапазоне значения показателя адекватности процессов регуляции – 72±9,5 у.е. Объясняется это тем, что наибольшая молочная продуктивность за 305 дней наблюдается у коров джерсейской породы с предполагаемым исходным вегетативным тонусом симпатикотония, то есть с преобладанием симпатической нервной системы.

В таблице 4 представлена корреляционная зависимость между молочной продуктивностью за 305 дней и показателем адекватности процессов регуляции.

Таблица 4 — Корреляционная взаимосвязь зависимости молочной продуктивности за 305 дней и показателем адекватности процессов регуляции

Показатель	Уравнение зависимости	Коэффициент корреляции	Коэффициент детерминации,%	Достоверность
Молочная про- дуктивность за 305 дней	y=5061,7+19,41x-0,12x <sup>2</sup>	0,29	8,41	p<0,05



При анализе данных таблицы зависимость достоверна, p<0,05, коэффициент корреляции составляет 0,29, а коэффициент детерминации -8,41% и уравнение зависимости: y=5061,7+19,41x-0,12x².

Для более полной картины исследования взаимосвязи молочной продуктивности за 305 дней и вторичных показателей вариационных пульсограмм у коров джерсейской породы с разным исходным вегетативным тонусом был получен ряд регрессионных уравнений, которые отражают уровни факторов эксперимента.

Регрессионное уравнение, описывающее зависимость молочной продуктивности за 305 дней животных с разными индексами напряжения от значения ИВР, имеет следующий вид:

# Z = 5686,7172+1,6138\*x-0,6678\*y

На рисунке 4 представлена графическая интерпретация уравнения множественной регрессии, которая отражает зависимость молочной продуктивности от исходного вегетативного тонуса и вторичного показателя — индекса вегетативного равновесия.

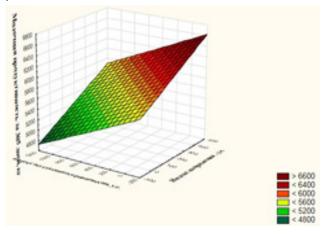


Рис. 4 – Зависимость молочной продуктивности от значения индекса вегетативного равновесия и индекса напряжения регуляторных систем

Построенная регрессионная модель показывает, что при повышении молочной продуктивности увеличивается индекс напряжения и, соответственно, увеличивается значение ИВР.

Регрессионное уравнение, описывающее зависимость молочной продуктивности за 305 дней животных с разными индексами напряжения от значения ВПР, имеет следующий вид:

#### Z = 5564.8708-0.9433\*x+64.9645\*v

На рисунке 5 представлена графическая интерпретация уравнения множественной регрессии, которая отражает зависимость молочной продуктивности от исходного вегетативного тонуса и вторичного показателя – вегетативного показателя ритма.

Приведенная на рисунке 5 регрессионная модель показывает, что при увеличении молочной продуктивности увеличивается индекс напряжения и увеличивается значение ВПР.

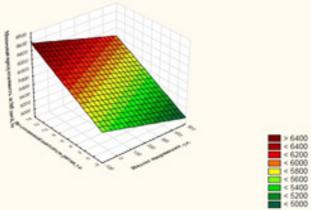


Рис. 5 — Зависимость молочной продуктивности от значения вегетативного показателя ритма и индекса напряжения регуляторных систем

Регрессионное уравнение, описывающее зависимость молочной продуктивности за 305 дней животных с разными индексами напряжения от значения ПАПР, имеет следующий вид:

#### Z = 5733,6101+0,4841\*x-0,6798\*y

На рисунке 6 представлена графическая интерпретация уравнения множественной регрессии, которая отражает зависимость молочной продуктивности, исходного вегетативного тонуса и вторичного показателя – показателя адекватности процессов регуляции.

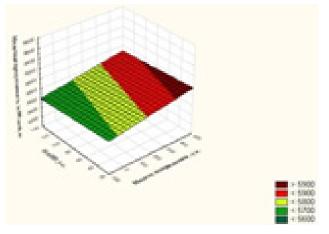


Рис. 6 – Зависимость молочной продуктивности от значения показателя адекватности процессов регуляции (ПАПР) и индекса напряжения регуляторных систем

Построенная на рисунке 6 регрессионная модель показывает, что при повышении молочной продуктивности увеличивается индекс напряжения и, соответственно, увеличивается значение ПАПР.

#### Заключение

Таким образом, в результате исследования функционального состояния организма коров джерсейской породы методом математического анализа вариабельности сердечного ритма была установлена взаимосвязь между исходным вегетативным тонусом, молочной продуктивностью и вторичными показателями вариационных пульсо-



грамм, такими как ИВР, ВПР и ПАПР.

### Список литературы

- 1. Баевский, Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем / Р.М. Баевский // Вестник аритмологии. 2001.-№ 24.- С. 65-87.
- 2. Борычева Ю.П., Степура Е.Е., Емельянов С.Д., Актуальность исследования породных особенностей параметров ВСР у коров // Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона Материалы 67-ой Международной научно-практической конференции Рязань, 2016, с. 155-157.
- 3. Степура, Е.Е. Влияние факторов окружающей среды на состояние здоровья крупного рогатого скота [Текст] / Е.Е. Степура, Ю.М. Борычева, С.Д. Емельянов // Инновационные подходы к развитию АПК региона: Материалы 67-ой Международной науч.-практ. конф. Рязань.— 2016. С. 157-160.
- 4. Степура, Е.Е. Адаптационные возможности коров джерсейской породы в условиях современного содержания [Текст] /Е.Е. Степура, Ю.М. Борычева, С.Д. Емельянов // Инновационное развитие современного АПК России: Материалы Национальной науч.-практ. конф. 2016. С. 268-272.
- 5. Степура, Е.Е. Анализ вариационных пульсограмм у коров джерсейской породы с разным исходным вегетативным тонусом / А.С. Емельяно-

- ва, Е.Е. Степура, Ю.П. Борычева // Вестник РГАТУ. 2017. № 2 (34). С. 126-129.
- 6. Степура, Е.Е. Анализ исходного вегетативного тонуса на основе индекса напряжения регуляторных систем крупного рогатого скота джерсейской породы / А.С. Емельянова, Е.Е. Степура // Естественные и технические науки. 2017. № 6 (108). C.24-27.
- 7. Степура, Е.Е., Актуальность исследования породных особенностей параметров ВСР у коров [Текст] /Е.Е. Степура, Ю.М. Борычева, С.Д. Емельянов // Инновационные подходы к развитию АПК региона: Материалы 67-ой Международной науч.-практ. конф. Рязань. 2016. С. 155-157.
- 8. Степура, Е.Е. Анализ динамического ряда вторичных показателей вариационных пульсограмм коров джерсейской породы / Е.Е. Степура // Естественные и технические науки. 2017. № 6 (108). C.28-31.
- 9. Степура, Е.Е. Исходный вегетативный тонус коров джерсейской породы на основе индекса напряжения и его анализ / А.С. Емельянова, Е.Е. Степура // Естественные науки. 2017. №4 (61). С.128-133.
- 10. Степура, Е.Е. Анализ показателей вариабельности сердечного ритма коров джерсейской породы / Е.Е. Степура // Вестник Оренбургского государственного университета. 2017. №11 (211). С. 110-114.

# ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE SECONDARY PARAMETERS OF VARIATION PULSOGRAM WITH THE MILK PRODUCTIVITY OF COWS OF THE JERSEY BREED WITH DIFFERENT IVT

**Yemelyanova Anna S.,** doctor of biological Sciences, Professor of the Department of anatomy and physiology of farm animals, faculty of veterinary medicine and biotechnology, disert@rgatu.ru

Stepura Evgeny E., senior lecturer in forest engineering, agricultural chemistry and environment engineering faculty, chimik89@mail.ru

Borycheva Julia P., PhD student, Department of anatomy and physiology of farm animals, faculty of veterinary medicine and biotechnology

Gerasimov Mikhail, PhD student, Department of anatomy and physiology of farm animals, faculty of veterinary medicine and biotechnology, chimik89@mail.ru

Emelanov Sergey, student of 6 course Rasha imeni I. P. Pavlova, chimik89@mail.ru

Ryazan State Agrotechnological University Named after P. A. Kostychev (Ryazan, Russian Federation

The physiological nature of heart rate variability (HRV) continues to be an urgent problem in the field of heart physiology. Analysis of the functional activity of the cardiovascular system in cows in modern livestock requires special attention of researchers to assess the autonomic regulation of heart rate and productivity of animals. Mathematical analysis of heart rhythm shows the ratio of sympathetic and parasympathetic autonomic nervous system. This method makes it possible to evaluate the component of the functional state – the degree of tension of regulatory systems. The aim of the research is to study the patterns of changes in the functional activity of the cardiovascular system and the autonomic nervous system. Cows Jersey breed were divided into 4 groups according to the type of the autonomic nervous system (vagotonics, normotensive, sympathicotonic and gipersimpatikotonii). In the analysis of electrocardiograms were studied the R-R intervals R – R in series. The analysis of these values is to calculate the characteristics of the heart rate. The functional state of the circulatory system is reflected in the study of variational pulsogram. Thus, the study of functional state of organism of cows of the Jersey breed by the method of mathematical analysis of heart rate variability correlation was found between baseline autonomic tone, milk yield and secondary pulsogram variational indicators such as the index of autonomic balance, autonomic index of the rhythm and measure of the adequacy of the processes of regulation.

Key words: cows, cardiovascular system, heart rate variability, milk productivity.

### Literatura

1. Baevskij, R.M. Analiz variabel'nosti serdechnogo ritma pri ispol'zovanii razlichnyh ehlektrokardiograficheskih sistem / R.M. Baevskij // Vestnik aritmologii. - 2001.-№ 24.- S. 65-87.



- 2. Borycheva YU.P., Stepura E.E., Emel'yanov S.D., Aktual'nost' issledovaniya porodnyh osobennostej parametrov VSR u korov // Innovacionnye podhody k razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa regiona Materialy 67-oj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii Ryazan', 2016, s. 155-157.
- 3. Stepura, E.E. Vliyanie faktorov okruzhayushchej sredy na sostoyanie zdorov'ya krupnogo rogatogo skota [Tekst] / E.E. Stepura, YU.M. Borycheva, S.D. Emel'yanov // Innovacionnye podhody k razvitiyu APK regiona : Materialy 67-oj Mezhdunarodnoj nauch.-prakt. konf. Ryazan'.– 2016. S. 157-160.
- 4. Stepura, E.E. Adaptacionnye vozmozhnosti korov dzhersejskoj porody v usloviyah sovremennogo soderzhaniya [Tekst]/E.E. Stepura, YU.M. Borycheva, S.D. Emel'yanov//Innovacionnoe razvitie sovremennogo APK Rossii: Materialy Nacional'noj nauch.-prakt. konf. 2016. S. 268-272.
- 5. Stepura, E.E. Analiz variacionnyh pul'sogramm u korov dzhersejskoj porody s raznym iskhodnym vegetativnym tonusom / A.S. Emel'yanova, E.E. Stepura, YU.P. Borycheva // Vestnik RGATU. 2017. № 2 (34). S. 126-129.
- 6. Stepura, E.E. Analiz iskhodnogo vegetativnogo tonusa na osnove indeksa napryazheniya regulyatornyh sistem krupnogo rogatogo skota dzhersejskoj porody / A.S. Emel'yanova, E.E. Stepura // Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2017. № 6 (108). S.24-27.
- 7. Stepura, E.E., Aktual'nost' issledovaniya porodnyh osobennostej parametrov VSR u korov [Tekst] /E.E. Stepura, YU.M. Borycheva, S.D. Emel'yanov // Innovacionnye podhody k razvitiyu APK regiona : Materialy 67-oj Mezhdunarodnoj nauch.-prakt. konf. Ryazan'. 2016. S. 155-157.
- 8. Stepura, E.E. Analiz dinamicheskogo ryada vtorichnyh pokazatelej variacionnyh pul'sogramm korov dzhersejskoj porody / E.E. Stepura // Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2017. № 6 (108). S.28-31.
- 9. Stepura, E.E. Iskhodnyj vegetativnyj tonus korov dzhersejskoj porody na osnove indeksa napryazheniya i ego analiz / A.S. Emel'yanova, E.E. Stepura // Estestvennye nauki. 2017. №4 (61). S.128-133.
- 10. Stepura, E.E. Analiz pokazatelej variabel'nosti serdechnogo ritma korov dzhersejskoj porody / E.E. Stepura // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2017. №11 (211). S. 110-114.



УДК 631.412:631.416.8

### СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ

**КОСТИН Яков Владимирович,** д-р с.-х. наук, профессор кафедры лесного дела, агрохимии и экологии, agroximiya5@gmail.com

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

ДАНИЛИНА Светлана Викторовна, магистрант, danilina\_96@mail.ru

**РУЧКИНА Анастасия Владимировна,** аспирант кафедры лесного дела, агрохимии и экологии, nasni91@gmail.com

**ЧЕРКАСОВА Светлана Вячеславовна,** аспирант кафедры лесного дела, агрохимии и экологии, ru89206345411@yandex.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

**ЖЕБРАТКИНА Ирина Яковлева,** канд. филол. наук, доцент, Академия ФСИН России miss. zhebratkina@mail.ru

В настоящее время большое внимание необходимо уделять проблеме получения экологически чистой сельскохозяйственной продукции, особенно содержания в ней тяжелых металлов. Сейчас известно, что более 90 % тяжелых металлов поступают в почву за счет техногенных процессов. Целью научной работы являлось изучение влияния рН, содержания органического вещества, средств химизации на содержание тяжелых металлов в почве, на поступление тяжелых металлов в овощную продукцию. Методы проведенных исследований: микрополевой опыт проводили на опытном участке АО «Павловское» Рязанского района в четырехкратной повторности на незагрязненных тяжелыми металлами почвах в сосудах без дна на подпахотных почвах с площадью 0,16 м². Фоновые минеральные удобрения и тяжелые металлы вносили в почву отдельно, и после внесения минеральных удобрений поочередно также отдельно вносили в почву соли тяжелых металлов. Анализы по определению содержания ТМ в почве проведены атомно-абсорбционным методом на анализаторе оптикоспектральных и органических удобрений по уменьшению содержания ТМ в почве и поступления их в



растения. Содержание тяжелых металлов в подвижной форме особенно уменьшилось при использовании извести с органическим удобрением и составило (мг/кг): по кадмию — 8,9, меди — 10,5—13,5, свинцу — 30,6—36,4; цинку — 132,1—157,7. При этом подвижность их снижалась на 10,1—36,0 % соответственно по Сd, Pb, Cu. В условиях производства при выращивании сельскохозяйственных культур, загрязненных ТМ почвах следует размещать растения, у которых в пищу используются листья и стебли.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, детоксикация, кислотность почвы, токсическое содержание ТМ, валовое содержание ТМ, подвижная форма ТМ.

#### Введение

Состояние окружающей природной среды является важнейшим фактором, определяющим жизнедеятельность человека и общества. Высокие концентрации многих химических элементов и соединений, обусловленные техногенными процессами, обнаружены в настоящее время во всех природных средах: атмосфере, воде, почве, растениях. Тяжелые металлы относятся к наиболее широко распространенным поллютантам водной и почвенной среды. Примерно 90% тяжелых металлов, поступающих в окружающую среду, аккумулируются почвами. Затем они мигрируют в природные воды, поглощаются растениями и поступают в пищевые цепи. В настоящее время уровень концентраций многих элементов в почвах определяется не только естественными факторами почвообразования, но и процессами их поступления в результате хозяйственной деятельности человека. Загрязнения почв ТМ способствует не устойчивому развитию агроландшафта, так как ведет к ухудшению свойств и режимов почвы и снижению продуктивности агроландшафта, т.е. к его деградации. В данной работе нами сделана попытка поиска путей детоксикации тяжелых металлов темно-серой лесной почвы в условиях АО «Павловское».

#### Схема и методика проведения исследований

Микрополевой опыт проводили на опытном участке АО «Павловское» Рязанского района в четырехкратной повторности на незагрязненных тяжелыми металлами почвах в сосудах без дна на подпахотных почвах с площадью 0,16 м². Сосуды изготавливали следующих размеров: 40х40х30 см. Площадь поверхности почвы 40х40=1600 см², высота сосудов 30 см. Сосуды устанавливали в почву на глубину 25 см, и 5 см должны быть выше уровня почвы. Нижние 5 см закрывали подпочвенным слоем участка, следующие 20 см — исследуемой почвой.

Фоновые минеральные удобрения и тяжелые металлы вносили в почву отдельно, и после внесения минеральных удобрений поочередно также отдельно вносили в почву соли тяжелых металлов. При набивке сосудов почвой ее уплотняли деревянной трамбовкой для того, чтобы избежать усадки во время вегетации растений. Регулярно также уплотняли у сосудов пристеночный слой почвы.

Схема опыта включала следующие варианты: абсолютный контроль (без NPK, извести, тяжелых металлов и органических удобрений), NPK, NPK + тяжелые металлы (TM), NPK + TM + известь, NPK + TM + органические удобрения, NPK + TM + органические удобрения удоб

нические удобрения + известь, N<sub>2</sub>P2K<sub>2</sub> + TM.

Основным изучаемым фактором было влияние ТМ на почву и овощную продукцию (картофель). Анализы по определению содержания ТМ в почве были проведены атомно-абсорбционным методом на анализаторе оптико-спектральном КВАНТ-АФА. Содержание тяжелых металлов в почве представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Дозы тяжелых металлов, внесенных в почву

Тяжелые металлы							
Сернокислый цинк ZnSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	300						
Сернокислый кадмий 3Cd ZnSO <sub>4</sub> 8H <sub>2</sub> O	15						
Сернокислая медь CuSO₄ ZnSO₄5H₂O	150						
Свинец уксусно-кислый (СН <sub>3</sub> ОО) <sub>2</sub> Pb3H <sub>2</sub> O	100						

#### Агротехника в опыте

После уборки предшественника (озимая пшеница) почву в сосудах механически (вручную) очищали от единственного зимующего сорняка Ромашки непахучей (Matricaria indora). Затем почву обрабатывали на глубину 0-20 см вручную лопатой по схеме опыта.

Весной при достижении физической спелости почв проводили копку микроопыта.

Посадку картофеля (сорт «Санте») проводили вручную. В сосуды сажали по два клубня картофеля. Летом проводили борьбу с сорняками и колорадским жуком.

Уборка урожая происходила по схеме опыта: сначала контрольные образцы, затем все остальные, чтобы тяжелые металлы не попали в контрольные образцы. Из каждого сосуда (пакета) растение помещали в отдельные пакеты с этикетками.

# Валовое содержание тяжелых металлов в темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве

Валовое содержание тяжелых металлов отражает, в первую очередь, потенциальную опасность загрязнения растениеводческой продукции, поверхностных и инфильтрационных вод [1,4,5]. Данный показатель описывает общую загрязненность почвы, но не отражает степень доступности элементов для растения. Многие исследователи отмечают, что нормирование тяжелых металлов по их валовому содержанию в почве недостаточно обоснованно, так как растения усваивают лишь подвижные формы элементов, присутствующих в почве. Однако определение валовых количеств,



как и подвижных форм тяжелых металлов, важно для целей мониторинга в связи с тем, что эти по-казатели отражают как химические свойства тяжелых металлов, так и свойства самой почвы, на которой выращиваются растения [2].

В настоящее время появилось мнение о возможности накопления в почве различных токсичных веществ, в том числе ТМ, при использовании минеральных, органических удобрений и некоторых мелиорантов. Внесение удобрений и мелиорантов в значительной степени может изменить поведение элемента в почве и, следовательно, его

доступность растениям. Это происходит при изменении реакции почвенной среды, в частности, в результате применения удобрений.

При проведении мелкоделяночного полевого опыта нами установлено, что при внесении минеральных и органических удобрений, а также извести в вариантах 4, 5, 6 увеличилось валовое содержание тяжелых металлов (Cd - 14,4-14,6 мг/кг; Cu - 164,0-170 мг/кг; Pb -124,6-127,5 мг/кг; Zn - 326,0-332,5 мг/кг) по сравнению с вариантами 3, 4, 7, где внесены только TM (табл. 2).

Таблица 2 – Валовое содержание тяжелых металлов, м	г/кг
--	------

Варианты	рН	Cd	Cu	Pb	Zn
1.Без удобрений	4,8	0,40	15,2	14,3	36,0
$2.N_{90}P_{90}K_{90}$	4,9	0,40	15,9	14,4	38,0
$3.N_{90}P_{90}K_{90}+TM$	4,8	14,0	160,0	120,5	315,0
4. N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +ТМ+известь	6,1	14,6	170,0	126,6	330,0
5. N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +TM+орг.удобрения	6,0	14,4	164,0	127,5	332,5
6. N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +ТМ+орг.удобрения + известь	6,0	14,5	168,0	124,6	326,0
7. N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub> +TM	4,9	13,9	159,1	120,3	302,2
пдк	_	15	150	100	30

Почва опытного участка по Cd не превышает ПДК, а по Cu, Pb, Zn частично превышает ПДК. Возможно, это связано с повышенным геохимическим фоном данных почв (исключение Pb). При внесении фоновых удобрений (NPK) в слое 0-20 см и по всему профилю лесной почвы заметных изменений не произошло, хотя наблюдались некоторые перераспределения ТМ.

# Содержание в темно-серой лесной почве подвижных форм тяжелых металлов

Токсичность тяжелых металлов для живых организмов определяется как свойствами и уровнем концентрации самих элементов, так и их миграционной способностью, а также степенью накопления в органах и тканях. По мнению ряда ученых, более объективную оценку загрязнения окружающей среды можно получить по определению не только валовых, но и подвижных форм [6,7].

При содержании тяжелых металлов в корнеобитаемом слое почвы в количествах, значительно превышающих предел, который может быть закреплен за счет внутренних ресурсов почвы, в корни поступает такое количество металлов, которое клеточные мембраны удержать уже не могут. Уменьшение миграции тяжелых металлов по органам растений происходит в ряду: корни—стебли—листья—семена—плоды— клубни. По скорости миграции в растения металлы распределяются следующим образом: Cd > Pb > Zn > Cu > Mn > Fe.

Нами выявлено, что содержание тяжелых металлов в подвижной форме в почве значительно уменьшилось в вариантах с известью и органическими удобрениями (табл.3). Максимальное содержание подвижных форм ТМ было в вариантах опыта -3, 5, 7: Cd -8,9-9 мг/кг; Cu -10,5-13,5 мг/кг; Pb -30,6-36,4 мг/кг; Zn -132,1-157,7 мг/кг.

Таблица 3 – Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве, мг/к

Варианты	рН	Cd	Cu	Pb	Zn
1.Без удобрений	4,8	0,11	0,29	0,82	0,84
2.N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	4,9	0,13	0,30	0,84	1,2
$3.N_{90}P_{90}K_{90}+TM$	4,8	9,1	12,0	33,4	157,7
4. N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +ТМ+известь	6,1	8,0	6,7	23,5	70,0
5. N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +TM+орг. удобрения	6,0	8,9	10,8	30,6	132,1
6. N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +ТМ+орг. удобрения + известь	6,0	8,2	6,3	25,4	73,4
7. N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub> +TM	4,9	9,0	13,5	36,4	145,0
ПДК	-	8	70	50	150

На подвижность тяжелых металлов оказывает влияние реакция почвенной среды (pH), что выразилось в увеличении кислотности почвы и повышении подвижности ТМ. Анализ почвенных проб показывает, что в вариантах  $N_{180}P_{180}K_{180}+TM$  кислотность почвы рН 4,9 самый высокий коэф-



фициент подвижности: Cd -70%; Cu -8,2%; Pb -28,5%; Zn -47,9%.

Наши исследования показали, что эффективным приемом в снижении содержания подвижных форм тяжелых металлов в почве является внесение извести. Известь значительно снижала в вариантах  $N_{90}P_{90}K_{90}+TM+$ орг.удобрения+известь, подвижность тяжелых металлов уменьшилась и составила по: кадмию — 10,1%; меди — 5,9%; свинцу — 22,5%; цинку — 36%. Поведение кадмия заметно отличалось от других TM. Его подвижность была самая высокая во всех вариантах, даже на фоне извести. В нашем опыте он занимает первое место по подвижности, второе занимает цинк, третье — медь, четвертое — свинец.

Органические удобрения также оказывали влияние на подвижность ТМ, уменьшая с/х подвижность, так как они, на наш взгляд, обладают высокой способностью образовывать комплексные соединения с гумусом.

# Содержание тяжелых металлов в растительной продукции – картофеле

Тяжелые металлы нарушают нормальный ход биохимических процессов, влияют на синтез и функции многих активных соединений: ферментов, витаминов, пигментов. Они снижают поступление железа, фосфора и кальция, что приводит к уменьшению содержания этих элементов в растениях. При этом тяжелые металлы тормозят синтез фосфорорганических соединений клетки, изменяют свойства мембран, что приводит к нарушению ближнего и дальнего транспорта элементов питания [3].

Наряду с физиологическими системами, ограничивающими поступление тяжелых металлов, растения выводят эти вещества с помощью корневых выделений, а также в процессе транспирации и дыхания.

Токсичность тяжелых металлов в растениях проявляется по-разному. Так, медь и ртуть в токсичных концентрациях подавляют активность ферментов и образуют с органическими веществами комплексные соединения, способные проникать через клеточные мембраны. Кадмий снижает активность ряда ферментов (карбоангидразы, фосфатазы, дегидрогеназы), связанных с дыханием. Замещение цинка на кадмий (благодаря их близости по химическим свойствам) в растениях приводит к цинковой недостаточности, их угнетению и гибели.

Проникновение ТМ в ткани растений в избыточном количестве приводит к нарушению нормальной работы их органов. Продуктивность при этом падает.

Токсическое содержание ТМ начинает проявляться в ранних стадиях развития растений, но не в одинаковой степени для разных культур.

В течение вегетационного периода проводили фенологическое наблюдение.

Анализируя данные (табл. 4), можно заключить, что вынос ТМ основной продукции в вариантах 4, 6 меньше (Cd - 0,2 мг/кг; Cu - 0,6 мг/кг; Pb - 0,1 мг/кг; Zn - 17,1 мг/кг), чем в варианте 5.

Таким образом, эффективность от известкования на формирование урожая и поступление ТМ в растения выше, чем от органических удобрений.

Таблица 4 – Содержание тяжелых металлов в растительной продукции – картофеле

	. ooHob			pa.c.								
	Содержание ТМ мг/кг сухого вещества											
Варианты	C	d	С	u	Р	b	Zn					
	клубни	ботва	клубни	ботва	клубни	ботва	клубни	ботва				
1.Абсолютный контроль	0,20	1,45	4,87	12,15	0,82	3,71	12,00	84,55				
2.N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	0,22	1,87	6,00	10,86	0,86	9,02	15,20	83,14				
3.N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +TM	0,6	16,28	8,70	20,91	1,10	12,44	42,20	596,99				
4.N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +TM + известь	0,41	12,26	8,50	23,98	1,00	13,88	23,70	269,81				
5.N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +TM + орг.удобрения	0,67	18,09	8,20	23,57	1,10	12,73	38,40	582,16				
6.N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +TM + орг.удобрения +известь	0,54	13,29	7,30	26,86	1,00	16,07	18,90	288,94				
7.N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub> + TM	0,93	18,60	8,4	24,18	0,85	13,33	42,00	239,17				

Анализ содержания тяжелых металлов в ботве картофеля показывает: вынос ТМ побочной продукцией (мг/кг сухого вещества) в несколько раз больше: Сd – в 12 раз, Сu - в 15,5 раз, Pb – в 13 раз, Zn в 200 раз больше, чем основной продукцией (таблица 4).

Таким образом, клубни картофеля более устойчивы к проникновению ТМ и обладают защитным механизмом, поэтому при выращивании сельскохозяйственных культур на загрязненных тяжелы-

ми металлами почвах следует избегать размещения растений, у которых в пищу используются листья, стебли.

### Урожайность картофеля в опыте

Итоговым показателем полевого опыта является урожайность сельскохозяйственных культур (табл. 5).

В нашем опыте высокое содержание тяжелых металлов в почве привело к запозданию наступления фенофаз и частичной гибели растений,



но урожай к моменту уборки сохранился во всех вариантах. Но в варианте 3, где ТМ вносили без извести, наблюдалось угнетение растений. Они резко отличались по высоте от растений вариантов 1, 2, 4, 5 и 6. У картофеля так и не наступила фаза бутонизации и цветения.

Таблица 5 – Урожайность картофеля (ц/га)

Варианты	Урожай- ность, ц/га	Прибавка урожая (±) к контролю
1.Абсолютный контроль	167,5	-
2.N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	163,1	-4,4
3.N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +TM	145,0	-22,5
4.N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +TM +известь	224,4	+56,9
5.N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +TM +орг.удобрения	253,1	+85,6
6.N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +TM +орг. удобрения+известь	386,3	+218,8
7.N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub> +TM	224,4	+56,0
HCP <sub>05</sub>	-	2,66

Проведенные наблюдения свидетельствуют о том, что тяжелые металлы резко снижают урожайность картофеля. Посадка без извести давала низкий урожай на варианте 3 — 145,0 ц/га (табл. 5). Благодаря известкованию почв и внесению органики был получен значительный урожай картофеля на вариантах 4 — 224,4 ц/га и на варианте 5 — 253,1 ц/га. Несмотря на высокое содержание ТМ, известь способствовала их детоксикации, что позволило вырастить урожай даже выше, чем на фоне минеральных удобрений. В варианте 6, где совместно были внесены органика и известь, получен самый высокий урожай — 386,3 ц/га. Этому

варианту немного уступает вариант с известью и вариант с органическими удобрениями, но все равно урожай выше, чем на фоне с NPK.

Таким образом, наличие тяжелых металлов в почве без известкования снизило урожайность картофеля. При этом известкование на загрязненных ТМ почвах на фоне NPK показало положительное влияние на урожайность.

# Экономическая оценка результатов исследований

В условиях современных рыночных отношений огромное внимание необходимо уделять экономичному расходованию производственных ресурсов с тем, чтобы на единицу ресурсов всех вкладываемых средств получать большую прибыль.

Экономическую оценку производства тех или иных культур характеризуют следующие показатели: урожайность, себестоимость 1 ц, руб., затраты труда на 1 ц, чел.-ч;, объем валовой продукции и чистого дохода на 1 га, руб., техническая окупаемость, руб, экономическая окупаемость, руб. (табл. 6)

Высокие энергетические и передовые затраты в современном земледелии говорят о необходимости разработки и внедрения ресурсосберегающих технологий возделывания культур с учетом почвенно-климатических условий местности.

В условиях поддержания комфортных для выращивания растений параметров окружающей среды, использование приемов по снижению содержания тяжелых металлов в почве, посредством применения доступных компонентов, приготовленных из недорогих недефицитных удобрений, является эффективным методом снижения затрат на производство единицы овощной продукции.

В работе для характеристики экономической эффективности мы использовали следующие показатели: производственные затраты, стоимость валовой продукции, чистый доход и уровень рентабельности. Все они находятся в тесной корреляции между собой.

Таблица 6 – Экономическая эффективность возделывания картофеля

Варианты	Урожайность, ц/га	Валовой доход с 1 га, руб.	Затраты по технологиче- ской карте на 1 га, руб.	Прибыль с 1 га, руб.	Уровень рентабель- ности, %
1. Абсолютный контроль	167,5	150750	85653	65097	76
$2.N_{90}P_{90}K_{90}$	163,1	146790	91743	55047	60
$3.N_{90}P_{90}K_{90} + TM$	145,0	130500	89383	41117	46
4.N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + TM + известь	224,4	201960	100980	100980	100
5.N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +ТМ+ орг. удобрения	253,1	227790	115629	112161	97
$6.N_{90}P_{90}K_{90}+TM+орг.$ удобрения+ известь	386,3	347670	133719	213951	160
$7.N_{180}P_{180}K_{180} + TM$	224,4	201960	107425	94535	88

При расчете экономической эффективности (таблица 6) выявлено преимущество вариантов с известью и удвоенным минеральным удо-

брением. Уровень рентабельности в вариантах  $N_{\rm 90}P_{\rm 90}K_{\rm 90}+TM$ +известь на 24 в.п. выше по сравнению с контролем. Вариант с органическим удобре-



нием имеет более высокие показатели условно чистого дохода и рентабельности. Максимальная экономическая эффективность достигается на варианте  $N_{90}P_{90}K_{90}+TM$ +известь+органическое удобрение. Условно чистый доход и рентабельность превышает контроль на 148 тыс. руб. и 84 п.п.

#### Заключение

Проведенный мелкоделяночный полевой опыт позволил сделать следующие выводы:

- 1) внесение минеральных, органических удобрений, а также извести увеличивало валовое содержание кадмия, меди, свинца и цинка в сравнении с вариантами, где вносили только ТМ. При этом по кадмию не произошло превышение предельно допустимой концентрации;
- 2) внесение извести, органического удобрения уменьшило подвижность ТМ от 6 (Cu) до 36 (Zn);
- 3) выявлена высокая эффективность влияния известкования на формирование урожая и поступление ТМ в растения;
- 4) максимально высокая эффективность достигнута на варианте  $N_{90}P_{90}K_{90}+TM+$ орг. удобрения+известь, где уровень рентабельности составил 160%;
- 5) В условиях производства при выращивании сельскохозяйственных культур на загрязненных ТМ почвах следует размещать растения, у которых в пищу используются листья и стебли.

### Список литературы

1. Гаспарян, И.Н. Картофель: технологии

- возделывания и хранения. [Электронный ресурс] / И.Н. Гаспарян, Ш.В. Гаспарян. Электрон. дан. СПб. : Лань, 2017. 256 с.
- 2. Добровольский, В.В. Ландшафтно-геохимические критерии оценки загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами [Текст] / В.В. Добровольский //Почвоведение. 1999. -№5. С. 639-645.
- 3. Ивенин, В.В. Агротехнические особенности выращивания картофеля. [Электронный ресурс] / В.В. Ивенин, А.В. Ивенин. Электрон. дан. СПб. : Лань, 2015. 336 с.
- 4. Мажайский, Ю.А. Агроэкология техногенно загрязненных ландшафтов. [Текст] / Ю.А. Мажайский, С.А. Тобратов, Н.Н. Дубенок, Ю.П. Пожогин.— Смоленск, 2003.— С.383.
- 5. Мажайский, Ю.А. Экология агроландшафта Рязанской области. [Текст] / Ю.А. Мажайский, В.Ф. Евтюхин, А.В.Резникова. // -М.:МГУ, 2001. –С.95.
- 6. Мальцев, В.Ф. Особенности накопления тяжелых металлов сельскохозяйственными культурами [Текст] / В.Ф. Мальцев, В.Е. Ториков, О.В.Торикова // АГРО XXI: научно-практический журнал. Выпуск 0709. М.:Изд-во ООО «Издательство Агрорус», 2009. С.15-18.
- 7. Теплая, Г.А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды [Текст] / Г.А.Теплая // Астраханский вестник экологического образования. Выпуск 2. Н.: Изд-во ООО «Нижневолжский экоцентр», 2013. С.18-20.

#### WAYS TO REDUCE HEAVY METALS IN GRAY FOREST SOILS

**Kostin Yakov V.,** Doctor of Agricultural Science, Full Professor, Faculty of Forestry, Agrochemistry and Ecology, agroximiya5@gmail.com

**Ushakov Roman N.,** Doctor of Agricultural Science, Full Professor, Faculty of Forestry, Agrochemistry and Ecology, r.ushakov1971@mail.ru

Danilina Svetlana V., Master's Student, danilina 96@mail.ru

Ruchkina Anastasiya V., Aspirant, Faculty of Forestry, Agrochemistry and Ecology, nasni91@gmail.com Cherkasova Svetlana V., Aspirant, Faculty of Forestry, Agrochemistry and Ecology, ru89206345411@yandex.ru

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

**Zhebratkina Irina Ya.,** Candidate of Philological Science, Associate Professor, "Academy of Law and Administration of the Federal Service for the Execution of Sentences", miss.zhebratkina@mail.ru

Nowadays much attention must be paid to the problem of obtaining environmentally friendly agricultural products, especially concerning the content of heavy metals in them. It is known that more than 90 % of heavy metals enter the soil due to anthropogenic processes. The aim of the research was studying the effect of pH, organic matter and chemical means on heavy metals in the soil and on the content of heavy metals in vegetables. Methods of investigations were as follows: the micro-field experience was carried out on the pilot site of JSC "Pavlovskoe" in Ryazan oblast in fourfold replication on soils unpolluted with heavy metals in vessels without a bottom in subsurface soils with an area of 0.16 m2. Background mineral fertilizers and heavy metals were introduced into the soil separately, and after the application of mineral fertilizers, salts of heavy metals were alternately added to the soil in turn. Analyses to determine the content of HMs in the soil were carried out by the atomic absorption method at optical spectral analyzer Kvant-AFA. The main results of the investigation revealed high efficiency of mineral and organic fertilizers to reduce heavy metals in the soil and plants. The content of heavy metals in the mobile form was particularly reduced when using lime with organic fertilizer and amounted to (mg/kg): cadmium - 8.9, copper - 10.5-13.5, lead - 30.6-36.4 and zinc - 132.1-157.7. Their mobility decreased by 10.1-36.0 %, respectively, in terms of Cd, Pb, Cu.In practice when growing crops on soils contaminated with heavy metals, one should take plants which leaves and stems are used for food.

# **Key words:** heavy metals, detoxication, soil acidity, toxic HMs, total HMs, active HMs. **Literatura**

Gasparyan, I.N. Kartofel': tekhnologii vozdelyvaniya i khraneniya. [Elektronny resurs] / I.N. Gasparyan,



SH.V. Gasparyan. - Elektron. dan. - SPb.: Lan', 2017. - 256 s.

- 2. Dobrovol'skiy, V.V. Landshaftno-geokhimicheskiye kriterii otsenki zagryazneniya pochvennogo pokrova tyazhelymi metallami [Tekst] / V.V. Dobrovol'skiy // Pochvovedeniye. 1999. № 5. S. 639-645.
- 3. Ivenin, V.V. Agrotekhnicheskiye osobennosti vyrashchivaniya kartofelya. [Elektronnyy resurs] / V.V. Ivenin, A.V. Ivenin. Elektron. dan. SPb. : Lan', 2015. 336 s.
- 4. Mazhayskiy, Yu.A. Agroekologiya tekhnogenno zagryaznennykh landshaftov. [Tekst] / Yu.A. Mazhayskiy, S.A. Tobratov, N.N. Dubenok, Yu.P. Pozhogin. Smolensk, 2003. S.3 83.
- 5. Mazhayskiy, Yu.A. Ekologiya agrolandshafta Ryazanskoy oblasti. [Tekst] / Yu.A. Mazhayskiy, V.F. Yevtyukhin, A.V.Reznikova. // M.: MGU, 2001. S. 95.
- 6. Mal'tsev, V.F. Osobennosti nakopleniya tyazhelykh metallov sel'skokhozyaystvennymi kul'turami [Tekst] / V.F. Mal'tsev, V.Ye. Torikov, O.V.Torikova // AGRO XXI: nauchno-prakticheskiy zhurnal. Vypusk 0709. M.: Izd-vo OOO «Izdatel'stvo Agrorus», 2009. S. 15-18.
- 7. Teplaya, G.A. Tyazhelyye metally kak faktor zagryazneniya okruzhayushchey sredy [Tekst]/G.A. Teplaya // Astrakhanskiy vestnik ekologicheskogo obrazovaniya. Vypusk 2. N.: Izd-vo OOO «Nizhnevolzhskiy ekotsentr», 2013. S. 18-20.



УДК 637.12.04/07

# МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ГОЛШТИНСКИХ КОРОВ В УСЛОВИЯХ РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА

**МОРОЗОВА Нина Ивановна** д-р с.-х. наук, профессор, зав. кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, morozova@rgatu.ru,

**МУСАЕВ Фаррух Атауллахович** д-р с.-х. наук, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, musaev@rgatu.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

**САДИКОВ Рифат Зайнидинович** канд. с.-х. наук, ведущий консультант шведской компании «Де-Лаваль», rifat.sadikov@delaval.com

**ЖАРИКОВА Ольга Владимировна** преподаватель факультета довузовской подготовки, zharikova.1985@yandex.ru

**МУРАВЬЕВА Юлия Сергеевна,** ст. преподаватель кафедры общественного питания, murav9@ yandex.ru

**МОРОЗОВА Ольга Александровна,** канд. с.-х. наук, преподаватель факультета довузовской подготовки, 505om@mail.ru>

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Экспериментальные исследования проводили в ООО «Вакинское Агро» Рыбновского района Рязанской области. Объектом исследований явились коровы голштинской породы, содержащиеся в условиях мега-фермы (1841 голова). Ферма рассчитана на 33 робота-дояра добровольного доения Шведской компании «DeLaval». Молочную продуктивность коров учитывали с помощью системы управления фермой «DelPro 5.1». Вторым объектом исследования явились коровы голштинской породы (724 головы), содержащиеся в скотных дворах на привязи. Кормление коров осуществлялось по сбалансированным рационам. Расчет рационов кормления проводили в программе Hybrimin futter. Корма рациона измельчались, смешивались и раздавались кормораздатчиком. На роботизированной ферме помимо кормов на кормовом столе докорм концентратами осуществляли в роботах и кормостанциях в среднем по 2,8 кг на корову в зависимости от продуктивности и физиологического состояния животных. Доение коров на ферме с привязным содержанием осуществляли на линейной доильной установке с молокопроводом доильными аппаратами «ДельПро» MU480 компании «ДеЛаваль». Молочную продуктивность коров учитывали с помощью системы управления фермой «DelPro 3.5 CP 1». Изучена молочная продуктивность коров черно-пестрой голштинской породы в ООО «Вакинское Агро» Рыбновского района Рязанской области. Установлено, что в условиях роботизированного молочного комплекса максимальная молочная продуктивность голитинских коров была на втором-седьмом месяцах лактации. Максимальный среднесуточный удой коров приходился на второй и третий месяцы лактации – 32-34 кг. На ферме с привязной системой содержания максимальный среднесуточный удой коров приходился на третий-четвертый месяцы лактации и составлял 31-29 кг. Сравнительный анализ лактационных кривых голштинских коров свидетельствует о том, что при добровольной системе доения на роботизированном молочном комплексе



молочная продуктивность голштинских коров была выше с первого и по одиннадцатый месяцы лактации на 1,6-7,4 кг или на 5,2-33%.

**Ключевые слова:** молочная продуктивность, голштинская порода; роботизированный молочный комплекс; привязная система содержания, беспривязная система содержания.

#### Введение

Одним из важнейших зоотехнических факторов, влияющих на молочную продуктивность, является порода. Голштинская порода занимает ведущее место в селекции молочного скота в разных странах мира и в Российской Федерации [2,3,5,6].

Во всем мире большое значение уделяют системам содержания крупного рогатого скота. В молочном скотоводстве распространены два способа содержания молочных коров - привязный и беспривязный. Каждый из них имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Связано это в основном с возможностями обеспечения биологических потребностей животного организма, с применяемыми средствами механизации рабочих процессов. Основное преимущество беспривязного содержания молочного скота перед привязным способом заключается в более высокой производительности труда. При таком технологическом режиме прямые затраты труда на производство одного центнера молока составляют 1,1-2,9 чел/ час.

В последние годы в связи автоматизацией трудоемких процессов в странах с развитым молочным скотоводством все шире внедряется беспривязно-боксовое круглогодовое стойловое содержание скота, поточно-цеховая секционная система производства молока. Производственная необходимость этой системы связана с разделением коров по производственным цехам, в которых сосредоточено большое поголовье коров, а также высокопроизводительные доильные установки и системы добровольного доения VMS (роботы) [1,4].

### Методика исследований

Экспериментальные исследования проводили в ООО «Вакинское Агро» Рыбновского района Рязанской области. Объектом исследований явились коровы голштинской породы, содержащие-

ся в условиях мега-фермы (1841 голова). Ферма рассчитана на 33 робота-дояра добровольного доения Шведской компании «DeLaval». Молочную продуктивность коров учитывали с помощью системы управления фермой «DelPro 5.1». Вторым объектом исследования явились коровы голштинской породы (724 головы), содержащиеся в скотных дворах на привязи.

Кормление коров осуществлялось по сбалансированным рационам. Расчет рационов кормления проводили в программе Hybrimin futter. Корма рациона измельчались, смешивались и раздавались кормораздатчиком. На роботизированной ферме помимо кормов на кормовом столе докорм концентратами осуществляли в роботах и кормостанциях, в среднем по 2,8 кг на корову в зависимости от продуктивности и физиологического состояния животных.

Доение коров на ферме с привязным содержанием осуществляли на линейной доильной установке с молокопроводом доильными аппаратами «ДельПро» МU480 компании «ДеЛаваль». Молочную продуктивность коров учитывали с помощью системы управления фермой «DelPro 3.5 CP 1».

#### Результаты и их обсуждение

Результаты исследований по молочной продуктивности в зависимости от способа содержания голштинских коров и способа доения представлены в таблицах 1 и 2. Из таблицы 1 видно, что 983 коровы или 53,3% имели максимальную молочную продуктивность на втором и седьмом месяцах лактации. Максимальный среднесуточный удой коров приходился на третий и четвертый месяцы лактации — 31-29 кг. Следует также отметить и то, что на долю коров, находящихся на одиннадцатом месяце лактации, приходилось 27,8% (515 голов), что может оказать влияние на увеличение продолжительности лактации и высокую яловость.

Таблица 1 − Динамика среднесуточных надоев по месяцам лактации на роботизированном
молочном комплексе (n=1841 головы коров)

	Месяц лактации												
Показатели	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	≥ 11		
	Среднесуточный удой												
Надой, кг	22,4	32,1	34,0	30,6	28,9	28,1	27,9	26,8	24,6	24,0	18,6		
	Поголовье по месяцам лактации												
Количество коров: голов	49	192	193	182	165	115	136	63	110	121	515		
%	2,7	10,4	10,5	10,0	9,0	6,3	7,4	3,4	5,9	6,6	27,8		



Количество

коров: голов

%

на ферме с привязной системой содержания (п= 724 голов )													
	Месяц лактации												
Показатели	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	≥ 11		
Среднесуточный удой													
Надой, кг	15,0	28,0	31,0	29,0	26,7	25,3	24,1	22,4	21,5	18,1	14,8		

79,0

10,9

Таблица 2 – Динамика среднесуточных надоев по месяцам лактации

Поголовье по месяцам лактации

87,0

12,0

61,0

8,5

В таблице 2 показана динамика среднесуточных надоев по месяцам лактации на ферме с привязной системой содержания. Основная масса коров – 363 головы или 50,1% – имела максимальную продуктивность с третьего по седьмой месяцы. Максимальный среднесуточный удой коров приходился на третий и четвертый месяцы лакта-

41,0

5,7

72,0

9,9

64,0

8,8

13,0

1,8

ции - 31-29 кг. На ферме с привязной системой содержания 189 коров находились на одиннадцатом месяце лактации и более (26,1%).

32,0

4,4

53,0

7,3

189,0

26,1

33,0

4,6

В таблице 3 приведен сравнительный анализ среднесуточных надоев по месяцам лактации голштинских коров на роботизированном комплексе и на ферме с привязным содержанием.

Таблица 3 – Сравнительный анализ среднесуточных надоев на роботизированной ферме и ферме с привязным содержанием

		Месяц лактации												
Наименова-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	≥ 11			
фор		Среднесуточный удой												
Роботизи- рованная ферма	22,4	32,1	34,0	30,6	28,9	28,1	27,9	26,8	24,6	24,0	18,6			
Ферма с привязным содержанием	15,0	28,0	31,0	29,0	26,7	25,3	24,1	22,4	21,5	18,1	14,8			
			± к фері	ме с при	вязным	содержа	анием, к	Г						
	+7,4	+4,1	+3,0	+1,6	+2,2	+2,8	+3,8	+4,4	+3,1	+5,9	+3,8			
				± к ферм	ие с при	вязным (	содержа	нием, %	)					
	33,0	12,8	8,8	5,2	7,6	10,0	13,6	16,4	12,6	24,6	20,4			

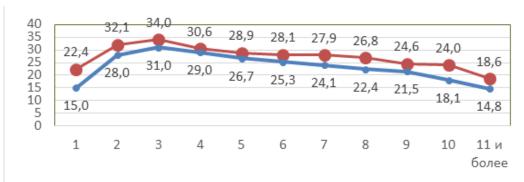


Рис. 1 – Сравнительный анализ лактационных кривых голштинских коров на роботизированной ферме и ферме с привязным содержанием

На рисунке 1 показан сравнительный анализ лактационных кривых голштинских коров на роботизированной ферме и ферме с привязным содержанием, который свидетельствует о том, что при добровольной системе доения на роботизированной ферме молочная продуктивность голштинских коров была выше с первого по 11 месяцы лактации на 1,6-7,4 кг или на 5,2-33%. Одним из факторов повышения продуктивности голштинских коров явилось использование беспривязного со-



держания коров на роботизированной ферме и добровольное доение роботом.

#### Заключение

Результаты исследований показали, что в условиях роботизированного молочного комплекса максимальная молочная продуктивность голштинских коров была на втором-седьмом месяцах лактации. Максимальный среднесуточный удой коров приходился на второй-третий месяцы лактации - 32-29 кг. На ферме с привязной системой содержания коров максимальный среднесуточный удой приходился на третий и четвертый месяцы лактации и составлял 31-29 кг. Сравнительный анализ лактационных кривых голштинских коров на роботизированной ферме и ферме с привязной системой содержания свидетельствует о том, что при добровольной системе доения на роботизированном комплексе молочная продуктивность голштинских коров была выше с первого по одиннадцатый месяцы лактации на 1,6-7,4 кг или на 5,2-33%.

#### Список литературы

- 1. Инновационные технологии в производстве молока [Текст]: моногр. /Н. Г, Бышова, Г. М. Туников, Н. И. Морозова, Ф. А. Мусаев, Л. В. Иванова.. –Рязань. 2013. 156 с.
- 2.Морозова, Н.И. Молочная продуктивность голштинских коров в племенном заводе «Аван-

гард» при балансировании рационов в программе «Корм Оптима Эксперт». [Текст] /Н.И. Морозова, Н.Г. Бышова, О.А. Морозова. //Вестник РГАТУ. -2016. - №3. - С. 32-37.

- 3.Морозова, О.А. Сравнительная оценка молочной продуктивности коров голштинской породы и черно-пестрой при круглогодовом стойловом содержании. [Текст] /Н.И. Морозова, Ф.А. Мусаев, О.А. Морозова. //Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. -2016. №3. С. 81-88.
- 4.Мусаев Ф.А. Технология производства молока при круглогодовом стойловом содержании коров с использованием инноваций. [Текст] /Ф.А. Мусаев, Н.Г. Бышова, О.А. Морозова. //Вестник РГАТУ. -2016. - №3. - С. 37-40.
- 5.Туников, Г.М. Совершенствование технологии доения коров-первотелок голштинской породы в условиях роботизированной фермы в рязанской области [Текст] / Г.М. Туников, К.К. Кулибеков // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2014. №2 (22). С. 15-19.
- 6.Шевхужев, А.Ф. Современные технологии производства молока с использованием генофонда голштинского скота. [Текст] /А.Ф. Шевхужев. М.: ИЛЕКСА.- 2015. 392 с.

### MOLOCHNAYA PRODUKTIVNOST' GOLSHTINSKIH KOROV V USLOVIYAH ROBOTIZIROVANNOGO KOMPLEKSA

**Morozova Nina I.,** doctor of agricultural sciences. Sciences, Professor, Head of the Department of Technology of Growth and Processing of Agricultural Products, morozova@rgatu.ru,

Musayev Farrukh A., doctor of agricultural sciences., Professor, Department of Technology of Growth and Processing of Agricultural Products, musaev@rgatu.ru

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev

**Sadikov Rifat Z.** Cand. s.-. sciences, leading consultant to the Swedish company "DeLaval", rifat.sadikov@ delaval.com

**ZHarikova Olga V.** teacher of secondary vocational education of the faculty of pre-university training, zharikova.1985@yandex.ru

Muravyeva Julia S., ct. lecturer of public catering department, murav9 @ yandex.ru

**Morozova Olga A.,** Cand. s.-. sciences, teacher of secondary vocational education of the faculty of pre-university training, 505om@mail.ru>

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev

Experimental studies were conducted in LLC "Vakinskoe Agro" Rybnovsky district of the Ryazan region. The object of the research were the cows of Holstein breed, contained in the mega-farm conditions (1841 heads). The farm is designed for 33 robots - a milkmaid of voluntary milking of the Swedish company "DeLaval". Milk productivity of cows was taken into account with the help of the farm management system DelPro 5.1. The second object of the study was the cow of the Holstein breed (724 heads), which were kept in the cattle yards on a leash. Cows were fed on balanced diets. The calculation of feeding rations was carried out in the Hybrimin futter program. The feed of the ration was crushed, mixed and distributed by a feed distributor. On a robotic farm, in addition to feeds on the feeding table, supplementation with concentrates was carried out in robots and fodder stations on average 2.8 kg per cow, depending on the productivity and physiological condition of the animals. Milking cows on a farm with tied content was carried out on a linear milking unit with Milk milking machines DelPro MU480 from DeLaval. Milk productivity of cows was taken into account with the help of the farm control system DelPro 3.5 CP 1. The milk productivity of cows of black and motley Holstein breed was studied in LLC "Vakinskoe Agro" of Rybnovsky district of Ryazan region. It was found that in the conditions of a robotic milk complex, the maximum milk productivity of Holstein cows was in the second to the seventh months of lactation. The maximum daily average yield of cows was in the second and third months of lactation - 32-34 kg. On a farm with a tethered maintenance system, the maximum daily average yield of cows was in the third and fourth months of lactation and amounted to 31-29 kg. A comparative analysis of the lactation curves of Holstein cows indicates that, with a voluntary milking system in a robotic dairy complex,



the milk productivity of Holstein cows was higher from the first and the eleventh month of lactation by 1.6-7.4 kg or by 5.2-33%.

**Key words:** milk productivity, Holstein breed; robotic milk complex; tied content system, loose maintenance system.

#### Lliteratura

- 1. Innovacionnye tekhnologii v proizvodstve moloka [Tekst]: monogr. /N. G, Byshova, G. M. Tunikov, N. I. Morozova, F. A. Musaev, L. V. Ivanova.. –Ryazan'. 2013. 156 s.
- 2.Morozova, N.I. Molochnaya produktivnost' golshtinskih korov v plemennom zavode «Avangard» pri balansirovanii racionov v programme «Korm Optima EHkspert». [Tekst] /N.I. Morozova, N.G. Byshova, O.A. Morozova. //Vestnik RGATU. -2016. №3. S. 32-37.
- 3.Morozova, O.A. Sravnitel'naya ocenka molochnoj produktivnosti korov golshtinskoj porody i chernopestroj pri kruglogodovom stojlovom soderzhanii. [Tekst] /N.I. Morozova, F.A. Musaev, O.A. Morozova. // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. -2016. №3. S. 81-88.
- 4.Musaev F.A. Tekhnologiya proizvodstva moloka pri kruglogodovom stojlovom soderzhanii korov s ispol'zovaniem innovacij. [Tekst] /F.A. Musaev, N.G. Byshova, O.A. Morozova. //Vestnik RGATU. -2016. №3. S. 37-40.
- 5. Tunikov, G.M. Sovershenstvovanie tekhnologii doeniya korov-pervotelok golshtinskoj porody v usloviyah robotizirovannoj fermy v ryazanskoj oblasti [Tekst] / G.M. Tunikov, K.K. Kulibekov // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. − 2014. − №2 (22). − S. 15-19.
- 6.SHevhuzhev, A.F. Sovremennye tekhnologii proizvodstva moloka s ispol'zovaniem genofonda golshtinskogo skota. [Tekst] /A.F. SHevhuzhev. M.: ILEKSA.- 2015. 392 s.



УДК:001.573:631.81.095.337

# ПРОГРАММА ПО РАСЧЕТУ ДОЗ МИКРОУДОБРЕНИЙ

**НИКИТИН Василий Степанович,** ст. научн. сотрудник отдела №1, nikitin.vnims@yandex.ru **БЕЛЫХ Сергей Анемподистович,** канд. техн. наук, заведующий отделом №1, belyh.vnims@yandex.ru

**БЛАГОВ Дмитрий Андреевич,** канд. биол. наук, заместитель заведующего отделом №1, aspirantyra2013@gmail.com

**МИТРОФАНОВ Сергей Владимирович,** врио заместителя директора по научной работе, f-mitrofanoff2015@yandex.ru

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт механизации и информатизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства» (ВНИМС)

В работе рассматриваются вопросы расчета оптимальных доз микроудобрений на основе математической модели. Рациональное использование микроэлементов является ключевым фактором в сохранении плодородия почв, а также в получении высоких и стабильных урожаев основных сельскохозяйственных культур. В последние годы многие аграрии стали проявлять повышенный интерес к методике расчета и применения микроудобрений. Это связанно с тем, что эффективность вносимых в почву органических и минеральных удобрений повышается при их совместном использовании с микроудобрениями. Актуальность работы заключается в определении оптимальных дозировок микроудобрений с учетом данных всех источников поступления микроэлементов (бора, меди, марганца, кобальта, молибдена, цинка) в почву. Цель выполняемой работы – моделирование поступления количественного состава микроэлементов в продукционных процессах выращивания сельскохозяйственных культур. Объект исследования – содержание микроэлементов в почве, органике, в основной и побочной продукции и их влияние на урожайность сельскохозяйственных культур. Основу работы составляют математические модели по определению потребности в микроудобрениях под планируемую урожайность сельскохозяйственных культур. Научная новизна заключается в разработке алгоритма расчета доз микроэлементов на основе многолетних опытных данных научно-исследовательских учреждений. Конечным итогом использования алгоритма расчета является программный продукт, который позволяет в диалоговом режиме проводить требуемые расчеты. Достоинство предлагаемой программы – проведение многовариантного расчета исходя из фактического содержания микроэлементов в почве. Область применения данной разработки является до-



статочно обширной. Ее можно применять в хозяйствах различных форм собственности, занимаю щихся производством растениеводческой продукции.

Ключевые слова: алгоритм, математическая модель, микроудобрения, урожайность сельскохозяйственных культур, почвенные показатели, плодородие, базы данных, программный комплекс.

Для увеличения производства качественной сельскохозяйственной продукции наряду с макроэлементами особое значение имеют микроэлементы. Они необходимы растениям в очень небольших количествах - их содержание составляет тысячные и десятитысячные доли процента массы растений [1]. Они оказывают положительное влияние на обмен веществ в растениях, снимают функциональные нарушения и способствуют естественному течению физиолого-биохимических процессов, повышают устойчивость к неблагоприятным условиям выращивания - засухе, пониженным и повышенным температурам воздуха, почвы, увеличивают устойчивость к грибным и бактериальным заболеваниям. Проблема использования микроэлементов и удобрений на их основе приобретает с каждым годом все большее и большее значение. Установлено, что внесение микроудобрений в соответствующих условиях значительно повышает урожай (10-12 %) и улучшает качество продукции, а также предо¬храняет растения и животных от ряда заболеваний [6]. При недостатке в почвах усвояемых форм необходимых элементов сельскохозяйственные культуры дают низкий и неполноценный по своему качеству урожай. Острый недостаток минералов в почве приводит к заболеванию растений. Потребность растений в микроэлементах проявляется, как правило, только при обеспечении растений ос¬новными питательными веществами, прежде всего азотом, фосфором и калием. В условиях интенсификации сельского хозяйства рост урожаев сопровождается увеличением выноса всех питательных элементов, в том числе микроэлементов. Это повышает потребность в отдель¬ных микроудобрениях на почвах не только с недостаточным, но и с умеренным содержанием соответствующих элементов в доступной растениям форме [2]. Расчет оптимальной дозировки микроудобрений для выращивания сельскохозяйственных культур является одной из важнейших задач в области агрохимии [3]. Для определения оптимальных доз микроэлементов чаще всего используется балансовый метод, основанный на количественных нормативах выноса с урожаем. Учеными ВНИМСа для решения этой задачи была разработана математическая модель микроэлементного почвенного питания растений на основе многолетних опытных данных НИИ ЦРНЗ по влиянию элементов почвы, внесенных микроудобрений, органических удобрений на урожайность основных сельскохозяйственных культур Центрального региона России с учетом содержания их в почве, органике, побочной продукции.

#### Описание математической модели

Математическая модель минерального питания сельскохозяйственных культур учитывает все известные нам источники поступления бора,

меди, марганца, молибдена, кобальта, цинка и других металлов в почвенный раствор [4]. При этом для каждой основной сельскохозяйственной культуры по каждому элементу разработана своя математическая модель. Ниже приведена математическая модель борного, медного, марганцевого питания сельскохозяйственных культур, которая имеет вид уравнения [5]:

$$Y = \frac{aX_{1}(1 + X_{2})}{1 + bX_{2} + cX_{1}X_{2}} ,$$

где  $X_{{}_{\!\scriptscriptstyle 4}}$  – содержание бора (меди, марганца) в обрабатываемом слое пашни (агрохимическое обследование), мг/кг;

Y – планируемая урожайность культуры, ц/га; а, b, c - коэффициенты уравнения;

 $X_{2(B,Cu,Mn)}$  – агрегированная переменная – сумма всех источников поступления в почву, соответственно, бора, меди, марганца, кг действующего вещества (д.в.):

$$X_{2B} = 3X_4 + \text{ org}_B X_7 + X_9 + X_B;$$
  
 $X_{2Cu} = 3X_5 + \text{ org}_C u X_7 + X_{10} + X_{Cu};$   
 $X_{2Mn} = 3X_6 + \text{ org}_M n X_7 + X_8 + X_{Mn}.$   
где  $3X4 - \text{ содержание}$  бора в почве на площа-

ди 1 га, кг;

3X5 – содержание меди в почве на площади 1 га, кг;

3X6 – содержание марганца в почве на площади 1 га, кг;

org В – количество бора в 1 т органического удобрения (навоза), кг;

org\_Cu – количество меди в 1 т органического удобрения (навоза), кг;

org\_Mn – количество марганца в 1 т органического удобрения (навоза), кг;

 $X_7$  – количество внесенных органических удобрений (навоза), т;

 $X_9$ ,  $X_{10}$ ,  $X_8$  – количество внесенных микроудобрений (борных, медных, марганцевых).

 $\mathbf{X}_{_{\mathrm{B}}},\ \mathbf{X}_{_{\mathrm{Cu}}},\ \mathbf{X}_{_{\mathrm{Mn}}}$  – сумма других источников поступления в почву, соответственно, бора, меди, мар-

Источники поступления микроэлементов в почвенный раствор: почва, органическое вещество (навоз), семена, солома (ботва) предшественника.

Далее, для примера, приведен расчет компонентов агрегированной переменной бора(X2B). Расчет компонентов для других агрегированных переменных  $(X_{2Cu}, X_{2Mn})$  аналогичен.

Расчет компонентов агрегированной переменной X<sub>2В</sub>.

Бор почвы:  $B_{\text{почвы}} = 3X_{\text{бор}},$ где, 3 -коэффициент пропорциональности;

X<sub>бор</sub>- содержание бора в почве, мг/кг. ор органического вещества: В<sub>орг.в-ва</sub> Бор KolSod 1t,

где, Kol – количество органического вещества, т; Sod\_1t – содержание бора в 1 т органического



вещества, кг/т.

Бор семян:  $B_{cemян} = NrmSod\_1c$ ,

где, Nrm – норма высева семян, ц/га;

Sod\_1c - содержание бора в 1 ц семян с.-х. культуры, кг/ц.

Бор соломы (ботвы) предшественника: В (ботвы) = k\_urUrk\_suhSod\_pr,

тде, k\_ur – коэффициент побочной продукции предшественника;

Ur – урожайность предшественника, ц/га;

k suh – коэффициент сухого вещества для побочной продукции предшественника;

Sod\_pr – содержание бора в 1 ц побочной продукции предшественника, кг.

Чтобы определить количество (дозу) микроудобрений в действующем веществе для получения планируемого урожая с.-х. культуры, необходимо по найденным ранее коэффициентам (a,b,c) определить агрегированную переменную  $X_{2B}$  ( $X_{2Cu}$ ,  $X_{2Mn}$ ); вычесть из  $X_{2B}(X_{2Cu}, X_{2Mn})$  фактический объем бора (меди, марганца), имеющийся в почве, то

$$\begin{array}{l} D_{B} = X_{2B}^{-} (3X_{4} + \text{org}_{B} X_{7} + X_{B}^{-}); \\ D_{Cu} = X_{2Cu}^{-} (3X_{5} + \text{org}_{Cu} X_{7} + X_{Cu}^{-}); \\ D_{Mn} = X_{2Mn}^{-} (3X_{6} + \text{org}_{Mn} X_{7} + X_{Mn}^{-}) \end{array}$$

 $D_{\rm B}$ = $X_{\rm 2B}$ - (3 $X_{\rm 4}$ +org\_B  $X_{\rm 7}$ + $X_{\rm B}$ );  $D_{\rm Cu}$ = $X_{\rm 2Cu}$ - (3 $X_{\rm 5}$  + org\_Cu  $X_{\rm 7}$  +  $X_{\rm Cu}$ );  $D_{\rm Mn}$ =  $X_{\rm 2Mn}$ - (3 $X_{\rm 6}$  + org\_Mn  $X_{\rm 7}$  +  $X_{\rm Mn}$ ), где,  $D_{\rm B}$ ,  $D_{\rm Cu}$ ,  $D_{\rm Mn}$  – расчетные дозы микроудобрений для бора, меди, марганца для планируемой урожайности Ү, соответственно, кг д.в.

Алгоритм расчета доз микроудобрений представлен на рисунке 1. В приведенной блок-схеме наглядно показаны необходимая входная информация, а также этапы выполнения расчетов по заданной модели с конечным результатом.

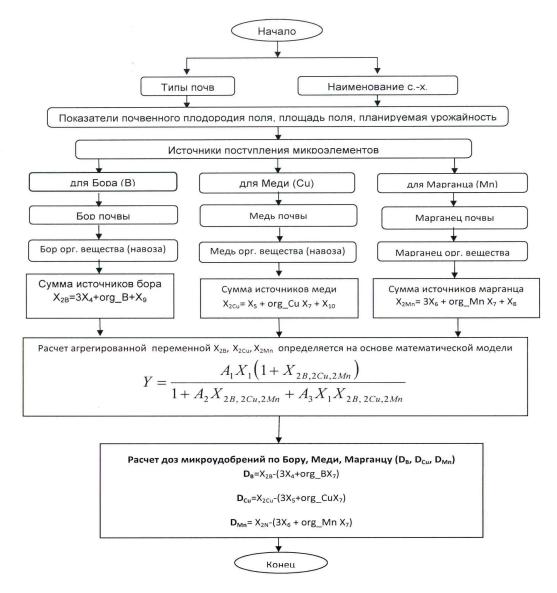


Рис. 1 – Алгоритм расчета доз микроудобрений

На основе рассмотренного выше алгоритма разработан программный комплекс расчета потребности микроэлементов для основных групп сельскохозяйственных культур. Интерфейс программного комплекса представлен на рисунке 2.



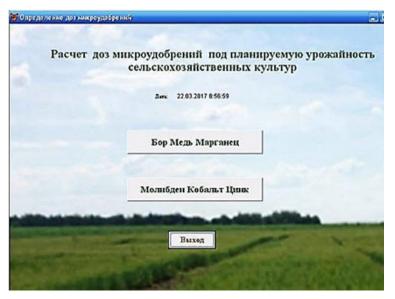


Рис. 2 – Интерфейс программы для определения потребности в микроудобрениях

В программном комплексе использованы базы данных:

данные опытов по влиянию микроэлементов почвы на урожайность сельскохозяйственных культур;

данные коэффициентов урожайности сельскохозяйственных культур по отношению к базовой культуре (ячмень);

данные о содержании микроэлементов в семенах полевых сельскохозяйственных культур;

данные о содержании микроэлементов в побочной продукции сельскохозяйственных культур;

данные по выносу микроэлементов основными сельскохозяйственными культурами;

данные по норме высева семян основных сельскохозяйственных культур;

данные о содержании бора в борных микроудобрениях;

данные о содержании меди в медных микроудобрениях;

данные о содержании марганца в марганцевых

микроудобрениях;

данные о содержании молибдена в молибденовых микроудобрениях;

данные о содержании кобальта в кобальтовых микроудобрениях;

данные о содержании цинка в цинковых микроудобрениях.

Расчет требуемого количества удобрений проводится в два этапа. На первом этапе выбираются микроудобрения и вводятся данные: планируемая урожайность, площадь поля, содержание микроэлементов в почве. На втором этапе производится расчет доз микроудобрений. Пример расчета приведен на рисунке 3. В приведенную таблицу заносятся данные по типу почвы, ее механическому составу, выращиваемой продукции, урожайности сельскохозяйственной культуры и т.д. Когда необходимые данные занесены в соответствующие поля, программа автоматически производит расчет согласно заданной математической модели и отображает выходные результаты на экране.

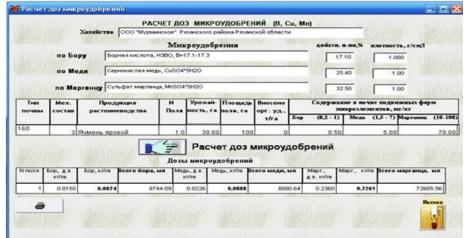


Рис. 3 – Расчет доз микроудобрений

После окончания расчетов пользователь может распечатать их результаты (рис.4). Данная выходная форма содержит вид продукции растение-

водства, ее урожайность, площадь, занимаемую данной культурой, а также информацию по количеству внесения в почву микроудобрений



# Расчет потребности микроудобрений под планируемую урожайность сельскохозяйственных культур

N Продукция растионностиа		Уро- жай-	Ilto-		инспота, В		Сереск	оудобр кам ман			эвргина,		100 CO. C.	KIND HOUSE KIND HOUSE	
nonx	General exercis entres	HOCTS,	TOTA,	17.10,	% z. z. l	Ses)1, 000.	25.40 .	%z : 1	.00 , r/c#3	32.50	.%z.z.	1.00 ,r/cs3			
		u/n.	FA.	Eop, m/ra	Бор,	Всего бора, их	Mens,	Mega,	Всего жиди,	Mapra- sont	Mapra- mel	Воего энфгьюць, экт	Eop.	Mega,	Mapra- sout, ser
				Z.X.			п.в.			ZZ,			N1	ж	KT
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Ясполоно	30,000	100.0	0.0150	0.0874	\$744.09	0.0226	0.038	2830,64	0.2360	8,726	72605.56	0.50	5.00	78

Рис. 4 – Форма печати «Расчета доз микроудобрений»

#### Заключение

Полученные результаты позволят специалистам хозяйства при планировании урожайности сельскохозяйственных культур научно-обоснованно применять микроудобрения, что обеспечит оптимальное питание выращиваемых культур в хозяйствах Центрального региона России.

#### Список литературы

- 1. Аристархов, А.Н. Влияние микроэлементов на продукционные процессы ячменя ярового [Текст] / А.Н. Аристархов, В.П. Толстоусов, А.Ф. Харитонов, Н.К. Ефимова, Н.Н. Бушуев // Агрохимия. 2010. №9. С. 36 50.
- 2.Зубкова, Т.А. Влияние комплексных микроудобрений на урожайность и качество ячменя ярового [Текст] / Т.А. Зубкова, В.А. Гулидова // Земледелие. — 2012. — № 8. — С. 44 — 45.
- 3. Любченко, В.Б. Сохранение баланса микроэлементов в почве – один из факторов повышения урожайности [Текст] / В.Б. Любченко, С.В. Митрофанов, В.С. Никитин, Н.Б. Горохова // Инновации в

АПК: стимулы и барьеры: сборник статей по материалам участников международной научно – практич. конф. – М.: Изд-во «Научный консультант», 2017. – С. 183 – 186.

- 4. Никитин, В.С.Формирование алгоритма расчета доз комплексных удобрений на основе гуминовых под планируемую урожайность [Текст] / В.С. Никитин // Техника и оборудование для села, 2016. №5. С. 20 23.
- 5. Никитин В.С.Математическая модель почвенного питания сельскохозяйственных культур нечерноземной зоны Центрального региона Российской Федерации [Текст] / В.С. Никитин // Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства: сб. науч. тр. Рязань: Изд-во ГНУ ВНИМС Россельхозакадемии, 2013. С. 121—125.
- 6. Романенко, Г.А. Удобрения. Значение, эффективность применения: справоч. пособие [Текст] / Г.А. Романенко, А.И. Тютюников, В.Г. Сычев. М.: ЦИНАО, 1998. 376 с.

### OPERATING MATHEMATICAL MODELS OF DETERMINING THE OPTIMAL DOSES OF MICRONUTRIENT FERTILIZERS

Nikitin, Vasily S., Senior researcher of the Department №1, nikitin.vnims@yandex.ru

Belyh Sergey A., Candidate of Engineering Science, head of the Department №1, belyh.vnims@yandex.ru

Blagov Dmitry A., Candidate of Biological Science, deputy head of the Department №1, aspirantyra2013@

gmail.com

**Mitrofanov Sergey V.,** a.i. Deputy Director for Science, f-mitrofanoff2015@yandex.ru
Federal State-financed Scientific Institution All-Russian Research Institute of Mechanization and Informatization of Agrochemical Service

This paper addresses the issues of calculating the optimal doses of micronutrient fertilizers on the basis of a mathematical model. Efficient use of trace elements is the key factor for conservation of soil fertility and getting sustainable yield of the main crops. In recent years many agrarians showed an increased interest in techniques for calculating and applying micronutrient fertilizers. It stems from the fact that the effectiveness of applied mineral and organic fertilizers increases when being used in combination with micronutrient fertilizers. The topicality of the research lies in determining the optimal dosages of micronutrient fertilizers considering data from all the sources of trace elements (boron, copper, manganese, cobalt, molybdenum, zinc) supply in soil. The aim of the undertaken research is to model supply and quantitative representation of trace elements in production processes of crop cultivation. The object of the research is trace elements content in soil, organics, core and side products and their influence on crops productivity. The foundation of the research are mathematical models of determining fertilizer requirement for the planned crops yield. The scientific novelty of the research is in developing an algorithm of calculating doses of micronutrients based on multi-annual experimental data obtained by research institutions. Using this algorithm has resulted in creation of a software product allowing to carry out the required calculations in interactive mode. An advantage of this program is a possibility of carrying out multivariate calculations on the basis of the actual content of trace elements in soil. The application range of this development is rather wide. It can be used at farming enterprises of different



forms of ownership manufacturing crop products.

Key words: algorithm, mathematical model, micronutrient fertilizers, crop productivity, soil indicators, fertility, database, software complex.

#### Literatura

- 1. Aristarkhov, A.N. Vliyanie mikroehlementov na produktsionnye protsessy yachmenya yarovogo [Tekst] / A.N. Aristarkhov, V.P. Tolstousov, A.F. Kharitonov, N.K. Efimova, N.N. Bushuev // Agrokhimiya. 2010. № 9. S. 36 50.
- 2. Zubkova, T.A. Vliyanie kompleksnykh mikroudobrenij na urozhajnost' i kachestvo yachmenya yarovogo [Tekst] / T.A. Zubkova, V.A. Gulidova // Zemledelie. 2012. № 8. S. 44 45.
- 3. Lyubchenko, V.B. Sokhranenie balansa mikroehlementov v pochve odin iz faktorov povysheniya urozhajnosti [Tekst] / V.B. Lyubchenko, S.V. Mitrofanov, V.S. Nikitin, N.B. Gorokhova // Innovatsii v APK: stimuly i bar'ery: sbornik statej po materialam uchastnikov mezhdunarodnoj nauchno praktich. konf. M.: Izd-vo «Nauchnyj konsul'tant», 2017. S. 183 186.
- 4. Nikitin, V.S.Formirovanie algoritma rascheta doz kompleksnykh udobrenij na osnove guminovykh pod planiruemuyu urozhajnost' [Tekst] / V.S. Nikitin // Tekhnika i oborudovanie dlya sela, 2016. − №5. − S. 20 − 23.
- 5. Nikitin V.S.Matematicheskaya model' pochvennogo pitaniya sel'skokhozyajstvennykh kul'tur nechernozemnoj zony Tsentral'nogo regiona Rossijskoj Federatsii [Tekst] / V.S. Nikitin // Problemy mekhanizatsii agrokhimicheskogo obespecheniya sel'skogo khozyajstva: sb. nauch. tr. Ryazan': Izd-vo GNU VNIMS Rossel'khozakademii, 2013. S. 121 125.
- 6. Romanenko, G.A. Udobreniya. Znachenie, ehffektivnost' primeneniya: spravoch. posobie [Tekst] / G.A. Romanenko, A.I. Tyutyunikov, V.G. Sychev. M.: TSINAO, 1998. 376 s.



УДК 576.89:639.3

### СЕРОЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРИ ТОКСОПЛАЗМОЗЕ

**HOBAK Михаил Дмитриевич**, д-р биол. наук, профессор кафедры эпизоотологии, микробиологии и паразитологии, peace100@mail.ru

**НОВАК Александра Ивановна,** д-р биол. наук, профессор кафедры зоотехнии и биологии, marieta69@mail.ru

**HA3APOBA Светлана Анатольевна,** аспирант кафедры эпизоотологии, микробиологии и паразитологии, svetlanak9191@mail.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Представлены современные подходы в тактике диагностики токсоплазмоза животных. Основой эпидемического и эпизоотического благополучия является ретроспективный мониторинг заболеваемости токсоплазмозом, анализ результатов сероэпизоотологического, паразитологического исследований, биопробы на лабораторных животных и комплексные профилактические, ветеринарно-санитарные мероприятия в животноводческих хозяйствах и на мясоперерабатывающих предприятиях. Актуальным направлением является разработка экспресс- тестов для выявления токсоплазм в мясе, молоке и получаемых из них продуктах на перерабатывающих предприятиях. На зараженность токсоплазмами с помощью РНГА исследовали сыворотки крови крупного рогатого скота и свиней. В работе применяли растворимый и корпускулярный антигены Toxoplasma gondii штамма RH. Тест-системы с антигенными эритроцитарными диагностикумами на основе трофозоитов токсоплазм изготавливали в научном Центре лабораторных исследований при ФГБОУ ВО РГАТУ. Для диагностики токсоплазмоза показана возможность применения РНГА с антигенами Toxoplasma gondii, полученными путем многократного замораживания-оттаивания и дезинтеграции детергентом тритон X-100. Активность токсоплазменных антигенов (Аг) в РНГА различается в зависимости от способа приготовления: корпускулярные Аг не пригодны из-за неспецифической агглютинации: растворимый комплексный мембрано-цитоплазменный антиген характеризуется высокой специфичностью; мембранные фракции Az Toxoplasma gondii, полученные при обработке детергентом, максимально активны. Диагностический титр при исследовании на токсоплазмоз в РНГА – 1:80, в меньших разведениях выражены антигенные связи с таксономически близкими паразитическими простейшими рода Sarcocystis. Перекрестные реакции в РНГА между Toxoplasma gondii u Sarcocystis spp. при использовании сверхпороговых разведений сывороток крови не выявлены. Серологический скрининг на токсоплазмоз при помощи РНГА позволил обнаружить антитела к Toxoplasma gondii y 25,7 % крупного рогатого скота и 42 % свиней.

© Новак М. Д., Новак А. И., Назарова С. А., 2018 г.



**Ключевые слова:** токсоплазмоз, Toxoplasma gondii, свиньи, крупный рогатый скот, серологическая диагностика, реакция непрямой гемагелютинации (РНГА), биологическая проба, послеубойные исследования.

#### Введение

Несмотря на панзоотический характер эпизоотического процесса при токсоплазмозе, клинически выраженные формы заболевания среди людей и животных достаточно редкие. Как правило, это случаи реактивации латентного и хронического токсоплазмоза вследствие иммунодефицитных состояний различной этиологии и смешанных форм с хронически протекающими инфекциями.

Первостепенное значение в распространении возбудителя токсоплазмоза (Toxoplasma gondii) имеют кошки (дефинитивные хозяева), у которых специфические антитела обнаруживают в 35-62% случаев. Пролиферативные стадии токсоплазм (трофозоиты, цисты, псевдоцисты) установлены у многих видов млекопитающих и птиц, в том числе сельскохозяйственных животных. В Болгарии [4] при серологическом скрининге и с помощью аллергической внутрикожной пробы выявлено 5-20% коров, серопозитивных и положительно реагирующих на токсоплазмоз. Аналогичные данные по распространенности токсоплазмоза получил Б.А. Тимофеев [7] при обследовании коров в Тверской, Московской и других областях Центральной части России. В Германии и Австрии диагноз на токсоплазмоз подтвержден при исследовании 18% коз, 23% овец, 15,5% свиней, 16,5% кур. Т. Hagiwara, Ү. Katsube [12] токсоплазмы обнаружили в 4 % проб диафрагмы от 98 туш клинически здоровых свиней, а также в 1% проб свинины из мясных лавок Токио. При исследовании экстракта из свинины с помощью метода Себин-Фельдмана выяснена его высокая эффективность в диагностике токсоплазмоза.

Отечественными учеными Н.В. Градковской, Л.И. Грачевой, Н.А. Захаровой [2] установлена корреляция результатов РНГА, НРИФ и ИФА при исследовании на токсоплазмоз сывороток крови людей. Авторами описан способ приготовления токсоплазменного антигена и методика постановки иммуноферментного анализа. ИФА – наиболее достоверный, информативный и чувствительный тест по сравнению с другими [6].

С. Marenzi et al. [15] изучали распространение токсоплазмоза среди овец и коз. Для исследования использовали реакцию прямой агглютинации (РА), латексагглютинации (РЛА), РНГА, РСК и метод Себин-Фельдмана с красителем. У серопозитивных животных титры антител в реакции с красителем составляли 1:50-1:4000, в РА — 1:40-1:20480. У мышей, зараженных гомогенатом мышечной ткани из проб сердца и языка, в РА уровень антител соответственно составлял 1:2048 и 1:128.

В Малайзии на антитела к токсоплазмам исследованы сыворотки крови 132 коров, 107 коз, 106 овец, 122 свиней и 48 кур. Исследования проводили с помощью НРИФ и РНГА (Тох На). Положительные результаты получены соответственно в 0; 17,8; 22,6; 15,6; 16,6 % случаев.

Реактивация латентного или хронически про-

текающего токсоплазмоза часто является причиной слабой напряженности иммунитета [11]. S. Bretagne et al. [9] показана роль полимеразной цепной реакции (ПЦР) в диагностике рецидивов токсоплазмоза у реципиентов после пересадки костного мозга, смертность которых от генерализованной формы болезни достигает 70-100%, несмотря на специфическую терапию. ПЦР – молекулярно-биологический метод диагностики, позволяющий достаточно точно определить врожденный токсоплазмоз. Известны случаи токсоплазмоза ассоциированного с ВИЧ-инфекцией. Исследования проведены с помощью ИФА, НРИФ и реакции торможения гемагглютинации [5, 10, 13, 16].

Методом биопробы трофозоиты Т. gondii выделены из крови, спинномозговой жидкости, бронхоальвеолярных смывов и мокроты людей [12]. Выяснена более высокая активность антигенов тахизоитов токсоплазм, полученных на культуре клеток, по сравнению с таковыми из перитонеального экссудата экспериментально зараженных белых мышей [1].

А.М. Tenter, A.M. Johnson [18] при тестировании сывороток крови на токсоплазмоз в ИФА использовали рекомбинантный паразитарный белок — нуклеозидтрифосфатгидролазу. Специфичность метода составила 92-98 %, что соответствует таковой, наблюдаемой при использовании антигенов эндозоитов Toxoplasma gondii. С помощью метода иммунофлуоресценции определены антигенные различия между цистозоитами (брадизоитами) и эндозоитами (тахизоитами) Т. gondii. Иммунные сыворотки к брадизоитам реагируют только с ними, тогда как сыворотки к тахизоитам показывают положительный результат как с тахи-, так и с брадизоитами [14].

ИФА, НРИФ и РНГА обладают значительными преимуществами по сравнению с другими серологическими методами, так как сочетают высокую чувствительность, специфичность, несложную технику выполнения [6, 17, 18]. Достоверность результатов зависит от способа получения антигенов. Активность антигенов тахизоитов Т. gondii выше, чем брадизоитов. Наибольшей активностью обладают антигены тахизоитов, полученных на культуре клеток.

Известны различные стадии токсоплазмоза, как клинически выраженного заболевания: глазной, церебральный, хронический, внутриутробный [14]. Описаны симптомы токсоплазмоза у овец, коз и свиней. У новорожденных ягнят и козлят наблюдаются признаки менингоэнцефалита и нарушения дыхания; абортированные плоды мумифицированы и частично мацерированы [8]. Крупный рогатый скот наиболее устойчив к экспериментальному заражению токсоплазмами. Для свиней при токсоплазмозе характерны не только аборты, но и рождение поросят с различными уродствами и гермафродитизмом, а также



нежизнеспособных.

При реактивации токсоплазмоза в период беременности у женщин отмечают аборты, у новорожденных — поражения центральной нервной системы, глаз (гидроцефалия, энцефаломиелит, менингоэнцефалит, кератит, хориоретинит) [3].

Устойчивость ооцист токсоплазм к неблагоприятным факторам внешней среды обуславливает высокую напряженность эпизоотического и эпидемического процесса [6].

Данные по эпизоотологической и эпидемиологической географии токсоплазмоза, различной патогенности штаммов Toxoplasma gondii, по разнообразию антигенного спектра пролиферативных стадий (тахи-, брадизоитов) и эффективности серологических, молекулярно-биологических методов представляют методологическую основу комплексной диагностики и профилактики. Современный мониторинг с использованием инновационных технологий позволяет предупреждать спорадические случаи, энзоотии и эндемии токсоплазмоза. Актуальным является разработка экспресс-тестов для выявления токсоплазм в молоке, мясе и в получаемых из них продуктах на перерабатывающих предприятиях.

#### Материалы и методы исследований

На зараженность токсоплазмами с помощью РНГА исследовали сыворотки крови крупного рогатого скота и свиней. В работе применяли растворимый и корпускулярный антигены Toxoplasma gondii шт. RH. Тест-системы с антигенными эритроцитарными диагностикумами из Toxoplasma gondii штамма RH готовили в лаборатории паразитологии ФГБОУ ВО РГАТУ.

Эритроцитарные диагностикумы для скрининга на токсоплазмоз изготавливали на основе свободных пролиферативных форм токсоплазм, выделенных из брюшного экссудата белых мышей и очищенных путем четырехкратного центрифугирования в фосфатно-солевом буфере (рH=7,2-7,4). Концентрированную суспензию трофозоитов Тохорlаsma подвергали разрушению многократным замораживанием и оттаиванием, а также путем воздействия детергентом тритон X-100.

Эритроциты барана (один из компонентов РНГА) формалинизировали по Вайнбаху. Для получения эритроцитов кровь брали во флакон с раствором Олсвера (1:1,2). В день приготовления диагностикума эритроциты трижды отмывали в забуференном физиологическом растворе ФСБ (рН=7,2-7,4). Взвесь эритроцитов барана в фосфатном буфере (рН=7,2) 2,5% концентрации соединяли с равным объемом раствора танина (1:20000). Смесь инкубировали 10 мин. при температуре 37 °C, после чего двукратно отмывали центрифугированием в забуференном физиологическом растворе (рН=7,2) в течение 10 мин. при 2000 об./мин. Надосадок удаляли, эритроциты однократно отмывали забуференным физиологическим раствором (рН=7,2) и готовили из них 2,5% взвесь в фосфатно-солевом буфере (рН=7,2).

Эритроциты после обработки танином соединяли с антигеном (количество белка 50-70 мкг/мл) в равных объемах и помещали на 18-20 ч в термостат при температуре 37 °С. Для фиксации антигена на эритроцитах за 1 ч до окончания сенсибилизации к суспензии добавляли 1 % формалина.

После инкубации диагностикум дважды в течение 10 мин. отмывали от избытка антигена кроличьей сывороткой, разведенной 1:250 физиологическим раствором pH=7,2, третий раз — фосфатно-солевым буфером pH=7,2, и осадок взвешивали в первоначальном объеме, т.е. получали 2,5% концентрацию эритроцитов. Для хранения к токсоплазменному антигенному эритроцитарному диагностикуму добавляли раствор формалина в конечной концентрации 1 %.

Перед постановкой реакции непрямой гемагглютинации для инактивации комплемента исследуемые сыворотки крови помещали в термостат при температуре 56 °C на 30 мин. В день постановки РНГА проводили разведения сывороток крови от 1:20 до 1:2560. Исследуемую сыворотку разводили забуференным физиологическим раствором (рН=7,2) или кроличьей сывороткой 1:100. В горизонтальные ряды лунок планшета с помощью автоматической пипетки вносили по 25 мкл каждого разведения сыворотки, затем в каждую лунку такой же объем сенсибилизированных токсоплазменным антигеном эритроцитов барана (2:1). Инкубацию проводили при комнатной температуре в течение двух часов. При постановке реакции непрямой гемагглютинации на токсоплазмоз применяли следующие контроли:

- 1 эритроциты, обработанные танином и сенсибилизированные токсоплазменным антигеном + нормальная кроличья сыворотка в разведении 1:100 (контроль на спонтанную агглютинацию эритроцитов);
- 2 забуференный физиологический раствор (pH=7,2) + эритроциты (контроль на спонтанную агглютинацию);
- 3 эритроциты, обработанные танином + иммунная гетерологичная сыворотка против Sarcocystis, разведенная нормальной кроличьей сывороткой 1:100 (контроль на специфичность).

Учет результатов реакции непрямой гемагглютинации проводили по диаметру зоны агглютинированных эритроцитов: положительный результат — 3 мм и более, отрицательный — 2 мм.

Реакцию непрямой гемагглютинации в разведениях сыворотки крови 1:20-1:40 считали неспецифической, а в титрах 1:80 и выше оценивали как положительный результат на токсоплазмоз.

### Результаты исследований и обсуждение

Специфичность реакции непрямой гемагглютинации (РНГА) определяли, используя антигенные эритроцитарные диагностикумы, полученные на основе токсоплазменных и саркоцистных иммунореагентов. Результаты представлены в таблице.



Таблица – Специфичность антигенных токсоплазменных диагностикумов в РНГА

Иммунные и	РНГА				
испытуемые (спонт.) сыворотки	ТАгЭД	САгЭД			
Токс. свин.	1:640	0			
Токс. свин.	1:320	0			
Токс. к.р.с.	1:1280	1:40			
Токс. крол.	1:2560	1:80			
Сарк. крол.	1:40	1:5120			

Условные обозначения: ТАгЭД – токсоплазменный антигенный эритроцитарный диагностикум; «Токс. крол.» – иммунная токсоплазменная кроличья сыворотка; «токс. свин.» – сыворотка спонтанно зараженной токсоплазмами свиньи; «токс. к.р.с.» – сыворотка спонтанно зараженного токсоплазмами крупного рогатого скота; САгЭД – саркоцистный антигенный эритроцитарный диагностикум; спонт. – сыворотки крови от спонтанно зараженных животных; «0» – отрицательный результат.

Учитывая антигенное родство паразитических простейших Тохорlаsma gondii и Sarcocystis spp. при постановке реакции непрямой гемагглютинации на токсоплазмоз следует предполагать вероятное присутствие в сыворотке крови животных саркоцистных антител. Особенно часто саркоцистами инвазирован крупный рогатый скот. При этом титр токсоплазменных антител 1:40 нельзя считать диагностическим. Диагноз на токсоплазмоз можно считать достоверным при положительных результатах в титрах 1:80 - 1:160 и выше.

В выполненных экспериментальных исследо-

ваниях перекрестные иммунологические реакции между Toxoplasma gondii и Sarcocystis обнаружены при использовании токсоплазменного антигенного эритроцитарного диагностикума и наличии в исследуемых сыворотках крови антител к пролиферативным формам саркоцист (меронты, метроциты, промежуточные клетки, мерозоиты) в титрах 1:40. В обратном варианте скрининг токсоплазменных сывороток с применением саркоцистного антигена в РНГА позволил установить отрицательный результат.

Серологический скрининг на токсоплазмоз свиней и крупного рогатого скота, проведеный в нескольких хозяйствах Центрального района Российской Федерации, показал следующие результаты: антитела к Toxoplasma gondii выявлены в РНГА у 25,7% крупного рогатого скота и 42% свиней. В группах молодняка 5-12 мес. на токсоплазмоз серопозитивны 11,5%, среди быков и телок 13-24 мес. – 21,8%, взрослого скота – 17,8-29,7%. Результаты исследований крупного рогатого скота в различные сезоны года показали увеличение количества серопозитивных животных в весеннелетний период. Весной и летом экстенсивность инвазии составила соответственно 53,3 и 55-70%.

Исследования на токсоплазмоз в РНГА и методом хроматографии позволили обнаружить антитела к Toxoplasma gondii у свиноматок, хряков, ремонтных свинок, животных на откорме и доращивании.

Наиболее высокие показатели экстенсивности инвазии при токсоплазмозе отмечены среди подсвинков на откорме в возрасте 9-10 мес. — 61,5% и свиноматок 2-4 лет — 38%. Хряки 2-4 лет, поросята на доращивании 2-3 мес. и ремонтные свинки 6-12 мес. оказались серопозитивны в РНГА соответственно на 8, 34 и 37,5% (рис. 1).

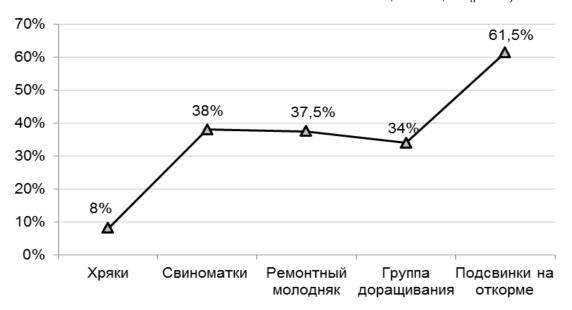


Рис. 1 — Возрастная динамика токсоплазмоза свиней

При выборочном исследовании проб головного мозга, селезенки и лимфатических узлов от подсвинков методом биопробы на лабораторных бе-

лых мышах диагноз на токсоплазмоз подтвержден в трех из восьми случаев (рис. 2).







Рис. 2 — Трофозоиты Toxoplasma gondii из брюшного экссудата мышей (результаты биопробы)

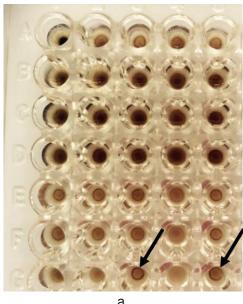
Для токсоплазмоза свиней свойственна сезонная динамика. Результаты серологических исследований в зимний (19-25%), весенний (21-61%), летний (19-59%) и осенний (15-17 %) сезоны года свидетельствуют о возрастании числа серопозитивных животных в весенне-летний период.

Максимальные показатели серопозитивности на токсоплазмоз у свиней в мае – 61%, а значения титров антител к Toxoplasma gondii также возрастают в апреле-мае (1:640, 1:1280).

При серологическом исследовании на токсоплазмоз коров 3-8 лет получены следующие результаты: серопозитивны 22,2% в титрах 1:80-1:640 при отсутствии саркоцистных антител, получены одновременно положительные результаты на токсоплазмоз (1:160-1:1280) и саркоцистоз (1:80-1:320) — 72,2%. В группе молодняка до 1,5 лет: положительные результаты на токсоплазмоз установлены в титрах 1:80-1:640 при отсутствии саркоцистных антител — 18%, серопозитивны на токсоплазмоз (1:160 - 1:640) и саркоцистоз (1:80-1:320) — 59,2%.

Результаты РНГА на токсоплазмоз свиней,

крупного рогатого скота показаны на рисунке 3. В связи с тем, что Toxoplasma gondii имеет антигенное родство с Sarcocystis, необходимо учитывать возможность перекрестных положительных реакций на токсоплазмоз у животных, зараженных саркоцистами. Титр антител 1:80 при постановке реакции непрямой гемагглютинации на токсоплазмоз является пороговым, поэтому не считается диагностическим при наличии положительного результата на саркоцистоз. Соотношение титров антител на токсоплазмоз и саркоцистоз определяли при исследовании крупного рогатого скота. Уровень токсоплазменных антител 1:40 у 23,4% животных не оценивали как диагностический, так как в сыворотках крови одновременно присутствовали саркоцистные антитела в титрах от 1:80 до 1:640. Положительные результаты РНГА на токсоплазмоз при отрицательных на саркоцистоз отмечены у 9,9% животных, титры 1:80-1:1280. Смешанная инвазия установлена в 67% случаев по соотношению титров токсоплазменных антител 1:160-1:1280 и саркоцистных - 1:80-1:640.



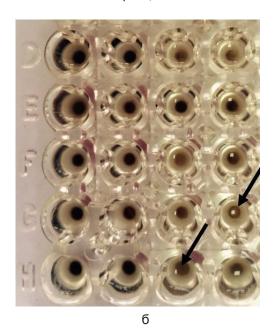


Рис. 3 — Результаты РНГА на токсоплазмоз животных: а — свиней (положительны сыворотки крови № 1 — 1:1280, № 3 и 5 — 1:2560); б — крупного рогатого скота (положительны сыворотки крови № 3 — 1:2560, № 4 — 1:1280).



Отсутствие положительных результатов РНГА на токсоплазмоз в разведениях сывороток крови от 1:40 до 1:320 объясняется торможением реакции агглютинации вследствие блокирования активных антигенных рецепторов на эритроцитах циркулирующими иммунными комплексами (ЦИК) с последующим прекращением этого эффекта в больших разведениях. Полученные данные подтверждают реактивацию латентной формы токсоплазмоза у свиней и крупного рогатого скота в весенний сезон, что обусловлено иммунодефицитным состоянием (снижением клеточно-гуморального иммунитета) и сопровождается наличием в крови животных как свободных специфических антител, так антигенов и ЦИК. Рецидивы заболевания возникают при разрушении псевдоцист токсоплазм и циркуляции в крови тахизоитов, для которых свойственна высокая антигенная активность и вирулентность.

При серологическом тестировании животных вышеуказанных видов в осенний и зимний периоды антигены и ЦИК в крови, как правило, не выявляются. Латентные формы и хроническое течение токсоплазмоза характеризуется невысоким уровнем антител (1:80-1:160), так как брадизоиты цист Тохорlasma gondii не обладают активными антигенными свойствами.

Кроме РНГА, для выявления антител и антигенов в сыворотках крови крупного рогатого скота и свиней использовали хроматографический экспресс-тест с красителем на нитроцеллюлозной мембране. Корреляция результатов исследований в двух вышеуказанных тестах составила 97,5 %. Преимуществом хроматографического метода является возможность обнаружения антигенов токсоплазм в головном мозге, миокарде, тканях паренхиматозных органов и скелетных мышцах. Такие скрининговые исследования востребованы на мясоперерабатывающих предприятиях, бойнях.

Большинство штаммов токсоплазм цистогенные, т.е. формируют цисты в головном и спинном мозге. Кроме цист с паразитофорной вакуолью в центральной нервной системе, встречаются колонии токсоплазм (псевдоцисты) в сердце, печени, селезенке, лимфатических узлах, скелетных мышцах. Пролиферация токсоплазм в форме трофозоитов, образование псевдоцист во внутренних органах отмечается в ранние сроки инвазии, а цисты Тохорlаsma gondii — при латентной форме и длительном хроническом течении заболевания.

Необходимо иметь представление о реальной зараженности токсоплазмами животных, являющихся источником возбудителя для человека. Растворимые саркоцистные антигены содержатся в коровьем молоке, это предполагает присутствие значительного количества антител в виде иммунных комплексов. О наличии саркоцистных антител в сыворотках крови людей сообщают многие зарубежные ученые. Становятся понятными довольно часто встречающиеся ложноположительные результаты (РСК, НРИФ, РНГА) на токсоплазмоз у людей. Основной причиной их является естественная иммунизация содержащимися в молоке саркоцистными антигенами, филогенетически

близкими к токсоплазменным.

Учитывая эпидемическое значение токсоплазмоза, экономический ущерб, причиняемый животноводческим предприятиям, необходимо своевременно проводить диагностические исследования с использованием современных иммунодиагностических тестов (РНГА, НРИФ, ИФА и др.), выявлять источники инвазии и проводить комплексные профилактические мероприятия с учетом эпизоотологической и эпидемиологической географии, механизма и множественных путей передачи возбудителя.

#### Выводы

Для диагностики токсоплазмоза показана возможность применения РНГА с антигенами Toxoplasma gondii, полученными путем многократно замораживания-оттаивания и дезинтеграции детергентом тритон X-100.

Активность токсоплазменных антигенов (Аг) в РНГА различается в зависимости от способа приготовления: корпускулярные Аг не пригодны из-за неспецифической агглютинации; растворимый комплексный мембрано-цитоплазменный антиген является специфичным, а мембранные фракции Аг Toxoplasma gondii, полученные при обработке детергентом, максимально активны — 1:2560-1:5120.

С помощью хроматографического экспресстеста можно обнаруживать как токсоплазменные антитела в сыворотке крови, так и антигены Тохорlasma gondii в тканях и органах при проведении исследований в условиях мясоперерабатывающих предприятий. Корреляция результатов хроматографического метода и РНГА составляет 97,5%.

Перекрестные реакции в РНГА между Toxoplasma gondii и Sarcocystis при использовании сверхпороговых разведений сывороток крови не выявлены. Диагностический титр при исследовании на токсоплазмоз в РНГА – 1:80.

Серологический скрининг на токсоплазмоз при помощи РНГА позволил обнаружить антитела к Toxoplasma gondii у 25,7 % крупного рогатого скота и 42 % свиней.

#### Список литературы

1.Гладкова, С.Е. Иммунохимическое изучение антигенов тахизоитов Toxoplasma gondii, полученных в различных системах культивирования [Текст] / С.Е. Гладкова, Н.И. Бормотов, Л.М. Дедкова, С.С. Решетников, Т.Б. Курлаева, Е.Ф. Беланов // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. — 1998. - № 1. — С. 20-23.

2.Градковская, Н.В. Использование иммуноферментного анализа в диагностике токсоплазмоза [Текст] / Н.В. Градковская, Л.И. Грачева, Н.А. Захарова // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. — 1985. — № 4. — С. 69-72.

3.Грачева, Л.И. Проблема токсоплазмоза [Текст] / Л.И. Грачева // Педиатрия. — 1999. — № 4. — С. 83-86.

4. Курдова, Р. Остра и латентна токсоплазмоза при HIV инфектирани лица [Текст] / Р. Курдова, Т. Духовникова, Д. Бешков, И. Диков, Н. Цветкова, П.



Рачев // Инфектология. – 1996. – Вып. 33. – № 1. – С. 25-27.

- 5.Лукьянова, Т.А. Серодиагностика токсоплазмоза методом иммуноферментного анализа [Текст] / Т.А. Лукьянова // Педиатрия. 1996. № 4. С. 30-32.
- 6.Новак, М.Д. Токсоплазмоз [Текст] / М.Д. Новак, А.И. Новак, С.Н. Королева // Кострома: Издательство КГСХА, 2005. 98 с.
- 7.Тимофеев, Б.А. Токсоплазмоз крупного рогатого скота: автореф. дисс. ... доктора вет. наук: 03.00.19 [Текст] / Ставрополь, 1975. 44 с.
- 8. Arthur, M.J. IFAT detection of Ig G specific to toxoplasma in thoracic fluids from aborted lambs: Evalution on routine diagnostic submissions [Τεκτ] / M.J. Arthur, D.A. Blewett // Veter. Rec. 1988. V. 122. № 2. P. 29-31.
- 9. Bretagne, S. Late toxoplasmosis evidenced by PCR in marrow transplant recipient [Tekct] / S. Bretagne, J.M. Costa, M. Kuentz, D. Simon, M. Vidaud, I. Fortel, J.P. Vernant, C. Cordonnier / Bone Marrow Transplant. 1995. 15, № 5. P. 809-811. 10. Conti, C. Diagnose von Toxoplasma
- 10. Conti, C. Diagnose von Toxoplasma gondii infectionen bei AIDS-patienten mit der Gewebekulturtechnik [Τεκττ] / C. Conti, R. Romani, S. Magno, S. Delia / Clin. Lab. 1996. 42, № 3. P. 204-205.
- 11. Deckert-Schluter, M. Different subsets of immune cells mediate the intracerebral immune response to Toxoplasma gondii in athymic nude and euthymic immunocompetent Lewis rats [Tekct] / M. Deckert-Schluter, A. Hein, R. Dorries, D. Schluter // Abstr. 40th Annu. Meet. Dtsch Ges. Neuropathol. Und Neuroanat., Tubingen, Oct. 11-14, 1995. Clin. Neuropathol. 1995. 14, № 5. P. 254.

- 12. Hagiwara, T. Detection of Toxoplasma infection in pork by Sabin-Feldman s dye test with meat extract [Tekct] / T. Hagiwara, Y. Katsube // Japan. J. Veter. Sc. 1981. V. 43. № 5. P. 763-765.
- 13. Hellerbrand, C. Untersuchunden uber die Bedeutung der Serologie fur die Diagnose und Profilaxe der Toxoplasmoseen zephalitis bei HIV-infizierten Patienten: diss. ... dok. med. science: 03.00.19 [Tekct] / Fak. Med. Techn. Univ., Munchen, 1994. 101 s.
- 14.Lund, M.N. Antigenic differences between endozoites and cystozoites of Toxoplasma gondii [Tekct] / M.N. Lund, L. Jacobs // J. Parasitol. 1983. V. 69. № 5. P. 806-808.
- 15. Marenzi, C. Toxoplasmosi in ovini e caprini allevati in provincia di Varese: indagini siero-immunologiche e isolamento di toxoplasma gondii da organi e tessuti [Teκcτ] / C. Marenzi, F. Avezza, M. Finazzi, D. Rothauer, F. Turri // Arch. vet. ital. 1985. V. 36. № 3. P. 53-60.
- 16. Marty, P. Prenatal diagnosis of severe fetal toxoplasmosis a resuet of toxoplasmic reactivation in an HIV-1 seropositive woman [Tekct] / P. Marty, A. Bondain, A. Ranal, P. Thulliez, D. Wasfi, J.C. Lambert, Y. Le Fichoux, J.Y. Gillet / Prenat. Diagn. 1994. 14, № 5. P. 414-415.
- 17 Miller, R.F. Disseminated Toxoplasma gondii infection presenting with a fulminant pneumonia [Текст] / R.F. Miller, S.B. Lucas, M.T. Bateman // Genitourin. Med. 1996. 72, № 2. P. 139-143.
- 18. Tenter, A.M. An ELISA for toxoplasmosis using recombinant nucleoside triphosphate hydrolase [Tekct] / A.M. Tenter, A.M. Johnson // Bull. Soc. fr. Parasitol. 1990. V. 8. № 2. P. 936.

#### SEROEPIDEMIOLOGICAL MONITORING FOR TOXOPLASMOSIS

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

Novak Alexandra I., Doctor of biology, professor of department of zootechnia and biology

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

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev

Contemporary approaches in tactics of diagnosis toxoplasmosis animals. The basis of epidemic and epizootic welfare is a retrospective monitoring of the incidence of toxoplasmosis, analysis of results seroepidemiological, parasitological studies on laboratory animals bioprobe and comprehensive preventive veterinary-sanitary measures in livestock farms and meat processing plants. Current direction is to develop rapid tests to identify Toxoplasma gondii in meat, milk and derived products in the processing plants. Toxoplasmosis to the infestation with Phragmites investigated the blood serum of cattle and pigs. There was used a soluble and corpuscular antigens of Toxoplasma gondii strain RH. Test with antigenic erythrocytic diagnosticums on the basis of Toxoplasma trophozoites produced in a research Center laboratory research for of RGATU. For the diagnosis of toxoplasmosis is shown the possibility of using Phragmites with antigens of Toxoplasma gondii obtained by repeatedly freezing and thawing and disintegration of the detergent Triton X-100. For the diagnosis of toxoplasmosis is shown the possibility of using Phragmites with antigens of Toxoplasma gondii obtained by repeatedly freezing and thawing and disintegration of the detergent Triton X-100. Activity toxoplasmosis antigens (Ag) in Phragmites varies depending on the method of preparation: particulate Ag are not suitable due to nonspecific agglutination; soluble complex membrane-cytoplasmic antigen is characterized by high specificity; membrane fraction Ag of Toxoplasma gondii, obtained by treatment with detergent, the most active. The diagnostic titer in the study on toxoplasmosis in Phragmites – 1:80, in smaller dilutions are expressed antigenic connection with taxonomically close parasitic protozoan of the genus Sarcocystis. Cross-reactions in Phragmites between Toxoplasma gondii and Sarcocystis spp. when using higher diagnostic titer dilutions of blood serum were not identified. Serological screening for toxoplasmosis by using Phragmites allowed to detect antibodies to Toxoplasma gondii from 25,7% of cattle and 42 % of pigs.



**Key words:** toxoplasmosis, Toxoplasma gondii, pigs, cattle, serum diagnostics, reaction of indirect hemagglutination (RIHA), bioassay method in laboratory animals, veterinary examination after the slaughter of animals. Modern approaches are presented in tactics of diagnostics and prophylaxis of toxoplasmosis of animals. Basis of epidemic and epizootic prosperity is the retrospective monitoring of morbidity by a toxoplasmosis, analysis of results of seroepizootology and parasitology researches, bioassays on laboratory animals and complex prophylactic, veterinary gygien events in live farming and on meet enterprises.

#### Literatura

- 1. Gladkova. S.E. Immunokhimicheskoye izucheniye antigenov takhizoitov Toxoplasma gondii. poluchennykh v razlichnykh sistemakh kultivirovaniya [Tekst] / S.E. Gladkova. N.I. Bormotov. L.M. Dedkova. S.S. Reshetnikov. T.B. Kurlayeva. E.F. Belanov // Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnyye bolezni. − 1998. № 1. − S. 20-23.
- 2. Gpadkovskaya. N.V. Ispolzovaniye immunofepmentnogo analiza v diagnostike toksoplazmoza [Tekst] / N.V. Gpadkovskaya. L.I. Gpacheva. N.A. Zakhapova // Zhupnal mikpobiologii. epidemiologii i immunobiologii. 1985. № 4. S. 69-72.
  - 3. Gracheva. L.I. Problema toksoplazmoza [Tekst] / L.I. Gracheva // Pediatriya. 1999. № 4. S. 83-86.
- 4.Kurdova. R. Ostra i latentna toksoplazmoza pri HIV infektirani litsa [Tekst] / R. Kurdova. T. Dukhovnikova. D. Beshkov. I. Dikov. N. Tsvetkova. P. Rachev // Infektologiya. 1996. Vyp. 33. № 1. S. 25-27.
- 5.Lukianova. T.A. Serodiagnostika toksoplazmoza metodom immunofermentnogo analiza [Tekst] / T.A. Lukianova // Pediatriya. 1996. № 4. S. 30-32.
- 6.Novak. M.D. Toksoplazmoz [Tekst] / M.D. Novak. A.I. Novak. S.N. Koroleva // Kostroma: Izdatelstvo KGSKhA. 2005. 98 s.
- 7. Timofeyev. B.A. Toksoplazmoz krupnogo rogatogo skota: avtoref. diss. ... doktora vet. nauk: 03.00.19 [Tekst] / Stavropol. 1975. 44 s.
- 8.Årthur, M.J. IFAT detection of Ig G specific to toxoplasma in thoracic fluids from aborted lambs: Evalution on routine diagnostic submissions [Teκcm] / M.J. Arthur, D.A. Blewett // Veter. Rec. − 1988. − V. 122. − № 2. − P. 29-31.
- 9.Bretagne, S. Late toxoplasmosis evidenced by PCR in marrow transplant recipient [Texcm] / S. Bretagne, J.M. Costa, M. Kuentz, D. Simon, M. Vidaud, I. Fortel, J.P. Vernant, C. Cordonnier / Bone Marrow Transplant. 1995. 15, № 5. P. 809-811.
- 10.Conti, C. Diagnose von Toxoplasma gondii infectionen bei AIDS-patienten mit der Gewebekulturtechnik [Текст] / С. Conti, R. Romani, S. Magno, S. Delia / Clin. Lab. 1996. 42, № 3. Р. 204-205.
- 11. Deckert-Schluter, M. Different subsets of immune cells mediate the intracerebral immune response to Toxoplasma gondii in athymic nude and euthymic immunocompetent Lewis rats [Tekcm] / M. Deckert-Schluter, A. Hein, R. Dorries, D. Schluter // Abstr. 40th Annu. Meet. Dtsch Ges. Neuropathol. Und Neuroanat., Tubingen, Oct. 11-14, 1995. Clin. Neuropathol. 1995. 14, № 5. P. 254.
- 12. Hagiwara, T. Detection of Toxoplasma infection in pork by Sabin-Feldman s dye test with meat extract [Текст] / Т. Hagiwara, Y. Katsube // Japan. J. Veter. Sc. 1981. V. 43. № 5. Р. 763-765.
- 13. Hellerbrand, C. Untersuchunden uber die Bedeutung der Serologie fur die Diagnose und Profilaxe der Toxoplasmoseen zephalitis bei HIV-infizierten Patienten: diss. ... dok. med. science: 03.00.19 [Текст] / Fak. Med. Techn. Univ., Munchen, 1994. 101 s.
- 14.Lund, M.N. Antigenic differences between endozoites and cystozoites of Toxoplasma gondii [Текст] / M.N. Lund, L. Jacobs // J. Parasitol. 1983. V. 69. № 5. Р. 806-808.
- 15.Marenzi, C. Toxoplasmosi in ovini e caprini allevati in provincia di Varese: indagini siero-immunologiche e isolamento di toxoplasma gondii da organi e tessuti [Teκcm] / C. Marenzi, F. Avezza, M. Finazzi, D. Rothauer, F. Turri // Arch. vet. ital. − 1985. − V. 36. − № 3. − P. 53-60.
- 16. Marty, P. Prenatal diagnosis of severe fetal toxoplasmosis a resuet of toxoplasmic reactivation in an HIV-1 seropositive woman [Teκcm] / P. Marty, A. Bondain, A. Ranal, P. Thulliez, D. Wasfi, J.C. Lambert, Y. Le Fichoux, J.Y. Gillet / Prenat. Diagn. − 1994. − 14, № 5. P. 414-415.
- 17. Miller, R.F. Disseminated Toxoplasma gondii infection presenting with a fulminant pneumonia [Teκcm] / R.F. Miller, S.B. Lucas, M.T. Bateman // Genitourin. Med. 1996. 72, № 2. P. 139-143.
- 18. Tenter, A.M. An ELISA for toxoplasmosis using recombinant nucleoside triphosphate hydrolase [Текст] / А.М. Tenter, A.M. Johnson // Bull. Soc. fr. Parasitol. 1990. V. 8. № 2. Р. 936.





### УДК 636.5.082.12:575.113

# ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ КУР ПО МИКРОСАТЕЛЛИТНЫМ ЛОКУСАМ

**НОВГОРОДОВА Инна Петровна,** канд. биол. наук, ст. научн. сотрудник, ФГБНУ Федеральный научный центр животноводства — ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, e-mail: novg-inna2005@yandex.ru

Сохранению генетического разнообразия сельскохозяйственных животных и птиц на сегодняшний день уделяют особое внимание. Обеднение генетического ресурса животноводства в мире может привести к потере ценного генетического материала. Молекулярно-генетические методы заняли решающее место в селекции и генетике как животноводства, так и птицеводства. Появилась возможность изучать популяционно-генетические параметры, проводить анализ происхождения кур, а также генетическую паспортизацию птиц с использованием микросателлитных маркеров (МС). Цель исследований заключалась в оценке уровня генетической дифференциации и филогенетических связей десяти пород кур (n=300): VEL (вельзумер), MEG (мегрула), ERK (ереванская красная), KIRGC (киргизская серая), RODA (род айланд), NEWH (нью гемпшир), BRK (брама куропатчатая), BRT (брама темная), BRS (брама светлая), BRP (брама палевая). Полиморфизм 16-ти микросателлитных локусов изучался на генетическом анализаторе АВІЗ130хІ. Среднее число аллелей в зависимости от породы изменялось от 2-х до 16-ти (локус MCW0111 и MCW0183 у BRK). Частота встречаемости аллелей находилась в пределах от 1,7 до 81,7%. Число информативных аллелей варьировало от 3,56 y VEL до 6,44 y RODA. У 2-х пород из 10 уровень наблюдаемой гетерозиготности превышал 0,54. Анализ AMOVA показал, что 96% генетической изменчивости приходились на внутригрупповую изменчивость, в то время как 4% изменчивости составляли межгрупповые различия. Выявлено филогенетическое родство изучаемых пород птиц. Таким образом, проведенные исследования дают наиболее полные сведения о состоянии аллелофонда, генетическом разнообразии и дифференциации девяти пород кур. Полученные данные могут быть использованы при составлении генетических паспортов кур, а также будут полезными в работе, направленной на выявление взаимосвязи генов с хозяйственно-полезными признаками птиц.

Ключевые слова: куры, полиморфизм, микросателлитные маркеры, аллели, породы.

Работа была выполнена в рамках выполнения задания Федерального агентства научных организаций (ФАНО) № АААА-А18-118021590138-1 в 2018 году

#### Введение

Фенотипические и генотипические показатели имеют важное значение для характеристики генетических ресурсов животных и птиц, т.к. позволяют иметь представление о необходимой информации для эффективного сохранения генофонда. Социально-экономические, экологические проблемы, а также проблемы, связанные с различными заболеваниями, ростом населения и растущим интересом потребителей в продукции животноводства, могут нанести колоссальный вред – утерю чистопородных особей. В свое время селекционное разведение значительно сократило количество пород, доступных в птицеводстве. Куры являются самым распространенным видом домашних птиц, используемых в сельском хозяйстве, т.к. играют существенную роль в обеспечении питания людей высококачественным белком.

В последнее время было проведено много исследований, направленных на изучение характеристики генетического разнообразия кур [1-4]. Ученые предположили, что более точные методы оценки могут быть получены путем геномного отбора при использовании геномной информации с применением большого числа молекулярных маркеров. Знания, полученные в области молекулярной генетики применительно к животноводству, открыли новые возможности для повышения эффективности также и на сельскохозяйственной птице [5]. Молекулярные маркеры, такие как полиморфизм длин рестрикционного фрагмента (RFLP), случайная амплификация полиморфной ДНК (RAPD), минисателлиты и микросателлиты,

являются мощным инструментом для оценки генетической зависимости между популяциями животных и внутри них [6-7].

Микросателлитные маркеры являются наиболее предпочтительными маркерами для оценки генетической изменчивости вследствие того, что они являются многочисленными, беспорядочно распределены в геноме, высоко полиморфны и обладают кодоминантным наследованием, а также низкой скоростью мутации в разных генах [8-9]. Молекулярные исследования позволяют получать дополнительную информацию о фенотипических данных птиц, а также создавать комплексную программу оценки и сохранения чистопородных особей [10-11]. В птицеводстве были успешно использованы разные системы генетических маркеров изменчивости. Определение гетерозиготности и генетических расстояний на основе микросателлитных маркеров считается наиболее удобным методом еще и за счет того, что у кур достаточно много микросателлитных локусов [12].

Применение микросателлитных маркеров стало стандартным методом оценки молекулярной генетики и картирования хромосом курицы. Оценка генетической изменчивости и генетического разнообразия различных пород кур с использованием современных молекулярных методов является очень важным как для программ сохранения, так и для генетического улучшения. Генетическая карта кур содержит более 1900 локусов, из которых около 800 являются высокополиморфными микросателлитными маркерами. Стоит также отметить, что информация о последовательности

© Новгородова И. П., 2018 г.



генома кур с более чем 2,8 млн однонуклеотидных полиморфизмов (SNP) открыла большие возможности как для понимания их биологии, так и идентификации количественных признаков продуктивности (QTL).

Интерес к генетическим маркерам, применяемым для оценки различий кур, возрос и вследствие изучения количественных признаков продуктивности (QTL). Поэтому микросателлитные маркеры идентифицируются как надежные и эффективные маркеры птиц [13,14].

Цель настоящего исследования заключалась в оценке уровня генетической дифференциации и филогенетических связей среди изучаемых пород кур с использованием молекулярных маркеров.

#### Объекты и методы

Работа была проведена на базе лаборатории молекулярных основ селекции отдела биотехнологии и молекулярной диагностики животных ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста в 2016-2017 гг. Эксперимент был выполнен на 300 головах кур 10 пород: VEL (вельзумер, n=30), MEG (мегрула, n=30), ERK (ереванская красная, n=30), KIRGC (киргизская серая, n=30), RODA (род айланд, n=30), NEWH (нью гемпшир, n=30), BRK (брама куропатчатая, n=30), BRT (брама темная, n=30), BRS (брама светлая, n=30), BRP (брама палевая, n=30).

Материалом для исследований служили образцы пера (пульпа) кур, предоставленных генофондным стадом ВНИТИП. Геномная ДНК была выделена с помощью наборов «ДНК-Экстран2» (ЗАО «Синтол», Россия) согласно протоколу производителя. В качестве ДНК-маркеров была использована мультиплексная панель из 16 микросателлитных локусов (MCW0111, MCW0067, LEI0094, MCW0123. MCW0081, MCW0069. MCW0104. MCW0183, MCW0295, ADL0112, MCW0037, MCW0034, ADL0268, MCW0222, MCW0014 и LEI0074). Данная панель рекомендована Международным обществом по генетике животных (ISAG) для проведения популяционно-генетических исследований кур. ПЦР-амплификация осуществлялась на термоциклере Eppendorf Mastercycler AG 22331 («Eppendorf», Германия). Вариабельность микросателлитов изучали с помощью генетического анализатора ABI3130xl Genetic Analyzer («Applied Biosystems», Life technologies, США).

# Экспериментальная часть

Исходные данные о длине аллелей были получены в программном обеспечении Gene Mapper v. 4 («Applied Biosystems», «Life technologies», США). Статистическую обработку полученных результатов проводили в программе GenAlEx 6.503 [15], с помощью которой были рассчитаны такие показатели, как среднее число аллелей на локус (Na), эффективное число аллелей (Ne), число информативных аллелей или аллелей с частотой встречаемости более 5 % (Na ≥ 5%), ожидаемая (He) и наблюдаемая (Ho) гетерозиготность, коэффициент инбридинга (FIS). С целью установления источника изменчивости между группами кур проводили анализ молекулярной дисперсии (AMOVA).

Степень генетической дифференциации между породами кур оценивали по показателю FST и значениям генетических дистанций по М. Нею (DN) [6] при парном сравнении. Значения FST представ-

лены посредством анализа главных координат (Principal Coordinates Analysis, PCoA) в программе GenAlEx 6.503. Генетические связи между изучаемыми популяциями были визуализированы с помощью сетей Neighbour Net на основе матрицы генетических дистанций DN в программе SplitsTree 4.14.5 [16].

#### Результаты и выводы

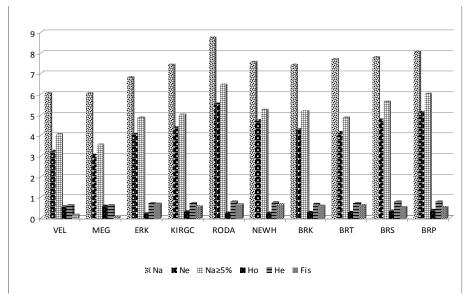
Общее количество идентифицируемых аллелей у 10 исследуемых пород кур по 16 микросателлитным локусам составило 122. Наименьшим числом аллелей на локус характеризовалась порода кур BRK (2 аллеля, локус MCW0111), в то же время и наибольшее число аллелей отмечалось в этой же породе птиц (16 аллелей, MCW0183). Частота встречаемости аллелей находилась в пределах от 1,7 до 81,7%. Эффективное число аллелей (Ne) варьировало от 3,05±0,30 у кур породы MEG до 5,54±0,47 породы RODA. Максимальным генетическим разнообразием по среднему числу аллелей на локус (Na) характеризовались куры породы RODA, что составляло 8,75±0,62. Среднее число эффективных аллелей (Ne) является критерием информативности генетической оценки породных групп. Стоит отметить тот факт, что среднее число информативных аллелей (Na≥5%) было наибольшим также у птиц RODA (6,44±0,38) (рис. 1). Наименьшим генетическим разнообразием характеризовались птицы породы MEG, среднее число аллелей, а также число эффективных и информативных аллелей составило соответственно 6,06±0,44; 3,05±0,30 и 3,56±0,33. В среднем по породным группам значение Na составило 7,37 ±0,51.

Для оценки изменчивости пород с учетом уровня аллельного разнообразия определяли уровни фактической Но и ожидаемой гетерозиготности Не, рассчитанные по 16 микросателлитным маркерам. Анализ параметров генетического разнообразия, представленный на рисунке 1, указывает на то, что у всех пород кур, за исключением VEL и MEG, уровень наблюдаемой гетерозиготности (Но) был ниже 0,4. Минимальное значение этого показателя было отмечено в группе птиц ERK (Ho=0,23). Максимальное значение было выявлено у кур MEG (Ho=0,58). Параметры ожидаемой гетерозиготности (Не) колебались в пределах от 0,62 (птицы MEG) до 0,793 (птицы RODA). Высокое генетическое разнообразие исследуемых пород было выявлено в ходе анализа микросателлитных профилей птиц, который позволил определить специфические (приватные) аллели во всех популяциях. Наличие приватных аллелей, т.е. аллелей, встречающихся только в одной из исследуемых пород, рассматривается в качестве одного из критериев характеристики уникальности популяций и отсутствия интенсивного обмена генами между этой и другими сравниваемыми породами. Следует отметить, что количество приватных аллелей изменялось от 1 (локус MCW0014 у кур RODA с частотой встречаемости 6,7% и локус MCW0104 у кур VEL - 10,0%) до 6 (локусы MCW0081, MCW0183, MCW0034, MCW0222 - no 1,7%, MCW0067 - 6,7%, и LEI0074 - 20,0% у кур MEG). В нашем исследовании не встречалось специфичных аллелей в локусе MCW0037 и MCW0111 ни в одной из иссле-



дуемых пород. Приватные аллели используются для паспортизации пород, т.к. они встречаются с

высокой частотой у одних пород и редко или совсем отсутствуют в других породах.



Na – среднее число аллелей, Ne – число эффективных аллелей, Na≥5% – число информативных аллелей,

Но – наблюдаемая гетерозиготность, Не – ожидаемая гетерозиготность, F<sub>IS</sub> – индекс фиксации Рис. 1 – Показатели информативности исследуемых пород кур

Генетическая принадлежность птиц к соответствующей породе была рассчитана на основании анализа 16 микросателлитных маркеров и была показана вероятность идентификации породной принадлежности особей при условии независимого наследования микросателлитов. Отмечена высокая консолидированность кур в пределах от 63,3 у BRK, BRT и BRC до 100,0% у VEL и MEG. Среднее значение идентичности особей в породных группах составило 81,7%.

У исследуемых пород кур при рассмотрении значений индекса фиксации не было отмечено критических отклонений от генетического равновесия Харди-Вайнберга у птиц МЕG (6,5%) и VEL (14,1%). У остальных исследуемых породных групп индекс фиксации варьировал от 51,3 до 68,5%.

Анализ молекулярной дисперсии показал, что

96% генетической изменчивости приходилось на внутригрупповую изменчивость, в то время как 4% изменчивости составляли межгрупповые различия (p<0,01).

В таблице представлены параметры, характеризующие степень дифференциации между изучаемыми породами кур и рассчитанные для каждой пары групп (генетическая дистанция Нея и значения Fst). Согласно классификации, предложенной D. L. Hartl и A. G. Clark [17], значения Fst менее 0,05 свидетельствуют о незначительной, от 0,05-0,15 – об умеренной, 0,15-0,25 – о значительной генетической дифференциации. Большинство значений Fst между изучаемыми выборками пород кур характеризовали значительную (от 0,150 до 0,196) или умеренную (от 0,069 до 0,150) генетическую дифференциацию.

Таблица – Генетическая дифференциация изучаемых пород кур

	VEL	MEG	ERK	KIRGC	RODA	NEWH	BRK	BRT	BRS	BRP
VEL	0,000	0,588	0,366	0,419	0,893	0,908	0,799	0,306	0,812	0,478
MEG	0,096	0,000	0,633	0,664	0,645	1,420	0,530	0,618	0,939	0,837
ERK	0,118	0,122	0,000	0,769	0,659	0,978	0,844	0,635	0,765	0,883
KIRGC	0,125	0,133	0,048	0,000	0,712	0,901	0,622	1,005	1,063	0,702
RODA	0,098	0,114	0,075	0,092	0,000	0,637	0,541	0,750	1,443	1,027
NEWH	0,144	0,150	0,088	0,079	0,109	0,000	0,651	0,640	1,044	1,127
BRK	0,170	0,196	0,136	0,130	0,152	0,139	0,000	0,637	1,026	1,158
BRT	0,163	0,160	0,107	0,098	0,121	0,105	0,092	0,000	0,954	0,958
BRS	0,134	0,141	0,085	0,077	0,103	0,095	0,117	0,069	0,000	0,942
BRP	0,122	0,127	0,075	0,078	0,074	0,091	0,116	0,091	0,076	0,000



На графике Neighbour Net (рис. 2) продемонстрированы генетические взаимосвязи изучаемых пород кур. Следует отметить, что птицы пород брама (BRK, BRT, BRS и BRP) выделяются в отдельный кластер. Птицы породы VEL и MEG

формируют две отдельные длинные ветви, это говорит об их генетической обособленности от других пород. Куры пород NEWH, KIRGC, ERK и ROD образуют обособленный кластер.

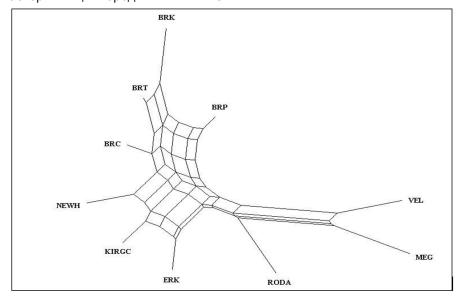


Рис. 2 — Генетические взаимосвязи изучаемых пород кур на основе матрицы генетических дистанций Нея [18]

Генетическая принадлежность птиц к соответствующей породе была рассчитана на основании анализа 16 микросателлитных локусов, показана вероятность идентификации породной принадлежности особей при условии независимого наследования микросателлитов. Высокая консолидированность кур была отмечена в пределах от 63,3 у BRK, BRT и BRC до 100,0% у VEL и MEG. Среднее значение идентичности особей в породных группах составило 81,7%.

Таким образом, в ходе наших исследований была дана оценка генетической дифференциации и генетической взаимосвязи 10 пород кур с использованием мультилокусной системы генетических маркеров. Полученные данные подтверждают актуальность применения микросателлитных маркеров для популяционно-генетических исследований кур. Эти данные могут быть использованы при составлении генетических паспортов изучаемых пород птиц.

# Список литературы

- 1. Wilkinson, S. Characterization of the genetic diversity, structure and admixture of British chicken breeds / S. Wilkinson, P. Wiener, D. Teverson, C.S. Haley and Hocking P.M. // Animal Genetics, 2011. №43. S. 552-563.
- 2. Babar, M.E. Microsatellite marker based genetic diversity among four varieties of Pakistani Aseel Chicken / M.E. Babar, A. Nadeem, T. Hussain, A. Wajid, S.A. Shah, A. Iqbal, Z. Sarfraz and M. Akram

Pakistan veterinary journal, 2012. - №32 (2). - S. 237-241.

3. Gruszczyńska, J. and Michalska, E. Application of chicken microsatellite markers to molecular monitoring of the experimental population

- of Japanese quail (Coturnix japonica) // Animal science papers and reports (ANIM SCI PAP REP), 2013. №31 (1). S. 73-84.
- 4. Mamizade, N. Evaluation of genetic diversity in Japanese and English White quail populations using microsatellite markers / N. Mamizade, M.A. Azari, S. Zerehdaran, A.R.K. Ahmadi and S. Naghavian // Poultry Science Journal. 2013. №1. S. 46-54.
- 5. Toosi, A. Genomic selection in admixed and crossbred populations / A. Toosi, R.L. Fernando, J.C.M.J. Dekker // Journal Animal Sciences, 2010. №88. S. 32-46.
- 6. Aly, O.M. Molecular phenotypic analysis and efficiency of crossing on meat production in local chicken strains / O.M. Aly, M.M. Ahmed S.M. and S.M. Abdel-Rahman // Biotechnology Animal Husband, 2010. №26. S. 215-223.
- 7. Ibrahim, A.M. Genetic characterization of local chicken from Taif region in Saudi Arabia using RAPD markers / A.M. Ibrahim, A.M. Sabry, H.M.M. Mohamed, E.I. El Hallous and A.A. Mohamed A.A. // International Journal of Biosciences, 2015. №6. S. 142-148.
- 8. Rajkumar, U. Genomic Heterogeneity of Chicken Populations in India / U. Rajkumar, B.R. Gupta and R.A. Rajasekhara // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 2008. №21(12). S. 1710-1720.
- 9. Ramadan, G.S. Microsatellite Markers Assisted Selection for High Body Weight in Local Broiler Breeders / G.S. Ramadan, R.E. Moghaieb, A.A. EL-Ghamry, E.M. EL-Komy, F.S. Nassar, M.M. Ghaly and F.K.R. Stino // International Journal of Advanced Research, 2014. №2(8). S. 901-910.
- 10. Bianchi, M. A microsatellites-based survey on the genetic structure of two Italian local chicken



breeds / M. Bianchi, S. Ceccobelli, V. Landi, P. Di Lorenzo, E. Lasagna, M. Ciocchetti, E. Şahin, C. Mugnai, F. Panella and F.M. Sarti // Italian Journal of Animal Science (Ital J Anim Sci), 2011. - №10(39). - S. 205-211.

- 11. Leroy, G. Gene diversity, agroecological structure and introgression patterns among village chicken populations across North, West and Central Africa / G. Leroy, B.B. Kayang, I.A.K. Youssao, C.V. Yapi-Gnaoré, R. Osei-Amponsah, E. Loukou N'goran, J.-C. Fotsa, K. Benabdeljelil, B. Bed'hom, M. Tixier-Boichard and X. Rognon // BMC Genetics, 2012. №13. S. 34.
- 12. Rudresh, B.H. Microsatellite based genetic diversity study in indigenous chicken ecotypes of Karnataka / B.H. Rudresh, H.N.N. Murthy, M.R. Jayashankar, C.S. Nagaraj, A.M. Kotresh, S.M. Byregowda // Veterinary World. 2015. №8 (8). S. 970-976. doi: 10.14202/vetworld.
- 13. Lenstra, J.A. Molecular tools and analytical approaches for the characterization of farm animal genetic diversity / J.A. Lenstra, L.F. Groeneveld, H.

- Eding, J. Kantanen, J.L. Williams, P. Taberlet, E.L. Nicolazzi, J. Solkner, H. Simianer, E. Ciani, J.F. Garcia, M.W. Bruford, P. Ajmone-Marsan and S. Weigend S. // Animal Genetics, 2012. №43. S. 483-502.
- 14. Farrag, S.A. Genetic Variation Analysis of Sinai Chicken and Japanese Quail Populations Using Microsatellite DNA Markers / S.A. Farrag, M.E. Soltan and A.A. Enab // International Conference on Food and Agricultural Sciences, 2013. №55. S. 12-17. DOI: 10.7763/IPCBEE.
- 15. Dunin I. M., Dankvert A. G. (Red.). Directory of breeds and types of farm animals bred in the Russian Federation. Moscow: VNIIPLEM, 2013.
- 16. Huson D. H. Application of Phylogenetic Networks in Evolutionary Studies / D. H. Huson, D. Bryant // Molecular Biology and Evolution, 2006. № 23(2). S. 254-267.
- 23(2). S. 254-267.

  17. Hartl D. L., Clark A. G. Principles of population genetics, United Kingdom: Sunderland, 1997.
- 18. Nei M. Genetic distance between populations // American Naturalist, 1972. № 106. S. 283-392.

#### GENETIC DIFFERENTIATION CHICKENS AT MICROSATELLITE LOCI

**Novgorodova Inna P.**, candidate of biological Sciences, Senior Researcher, L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, e-mail: novg-inna2005@yandex.ru).

Today, special attention is paid to the preservation of genetic diversity of farm animals and birds. Depletion of livestock genetic resources in the world can lead to the loss of valuable genetic material. Molecular genetic techniques have become crucial in breeding and genetics, both in livestock and poultry. There is an opportunity to study population genetic parameters, to analyze the origin of chickens, as well as genetic certification of birds using microsatellite markers (MS). The purpose of the research was to assess the level of genetic differentiation and phylogenetic relationships of 10 breeds of chickens (n=300) (VEL (Welsummer), MEG (Megruli), ERK (Yerevan red), KIRGC (Kyrgyz gray), RODA (Rhode island), NEWH (New Hampshire), BRK (Brahma kuropatkina), BRT (Brahma dark), BRS (Brahma light), BRP (Brahma yellow). Polymorphism of 16 microsatellite loci was studied on the genetic analyzer ABI3130xl. The average number of alleles varied from 2 to 16 depending on the breed (locus MCW0111 and MCW0183 in BRC). The frequency of occurrence of alleles ranged from 1.7 to 81.7%. The number of informative alleles ranged from 3.56 in VEL to 6.44 in RODA. In 2 out of 10 breeds the level of observed heterozygosity exceeded 0.54. AMOVA analysis showed that 96% of genetic variability was due to intra-group variability, while 4% of variability was due to inter-group differences. The phylogenetic relationship of the studied bird species is revealed. Thus, the conducted researches give the most complete data on the condition of allelofond, genetic diversity and differentiation of nine breeds of hens. The obtained data can be used in the preparation of genetic passports of chickens, as well as will be useful in the work aimed at identifying the relationship of genes with economic and beneficial signs of birds.

Key words: chickens, polymorphism, microsatellite markers, alleles, breeds



УДК 632.98

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНСЕКТИЦИДОВ ПРИ ХРАНЕНИИ ЗЕРНА

**ПОЛОЖЕНЦЕВ Валерий Петрович,** канд с.-х. наук, доцент кафедры агрономии и агротехнологий

**ЛУПОВА Екатерина Ивановна,** канд. биол. наук, доцент кафедры агрономии и агротехнологий, katya.lilu@mail.ru

ВИНОГРАДОВ Дмитрий Валериевич, д-р биол. наук, профессор, заведующий кафедрой агроно-

© Положенцев В. П., Лупова Е. И., Виноградов Д. В., Морозова Н. И., Мысин С. П., 2018 г.



мии и агротехнологий, vdv-rz@rambler.ru

**МОРОЗОВА Нина Ивановна,** д-р с.-х. наук, профессор, зав. кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, morozova@rgatu.ru

**МЫСИН Сергей Петрович**, магистрант направления Агрономия, vdv-rz@rambler.ru Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Защита растений от болезней и вредителей превратилась в важный аспект технологии возделывания сельскохозяйственных культур. В статье предложена оценка влияния препаратов химической обработки на эффективность хранения зерна пшеницы и его технологические свойства. В исследовании использовались образцы зерна озимой пшеницы сорта Московская 39, полученные на ОАО «Рязаньэлеватор». При проведении эксперимента использовались химические препараты Квикфос и Актелик. В результате исследования не было выявлено неблагоприятных для качества продуктов переработки зерна и зернопродуктов последствий обработки химическими препаратами. Применением химических препаратов удалось добиться ликвидации зараженности клещом. Обработка зерна химическими препаратами является эффективным способом борьбы с вредителями хлебных запасов (насекомыми, клещами), а также предупреждает их появление в процессе хранения. В процессе исследований отмечено отсутствие значительного отрицательного изменения качества зерна при наличии допустимой стандартом зараженности клещом. Обработка зерна химическими препаратами не оказала отрицательного влияния на качество полученной муки и ее хлебопекарные свойства. Отмечено, что затраты на хранение зерна без обработки отличаются от затрат на хранение зерна с обработкой преимущественно из-за влияния на цены стоимости препаратов.

Ключевые слова: зерно, пшеница, пестициды, эффективность, хранение

#### Введение

Зерно – важнейший продукт сельского хозяйства. Оно служит основным источником питания человека, кормовой базой продуктивного животноводства и сырьем для производства [1,2,4]. Зерновые продукты являются основными продуктами питания в силу присущих им отличительных свойств: способности синтезировать большое количество сухих веществ (около 85% всей массы); сохраняться в обычных условиях в течение нескольких лет без существенного изменения свойств; высокой транспортабельности и доступности [1,3,6]. По количеству питательных веществ (белки, углеводы, а также минеральные вещества и витамины группы В) продукты переработки зерна (мука, крупа, хлеб) составляют около 1/3 рациона питания человека, обеспечивая более половины энергетической ценности суточного рациона [8,10].

Элеваторная промышленность выполняет важную роль в народном хозяйстве страны. На предприятиях элеваторной промышленности зерно обрабатывают для улучшения его качества и относительно длительного хранения, поскольку зерно заготавливают в течение двух-трех месяцев, а потребляют в течение всего года.

Элеваторная промышленность обрабатывает около 40% объема необходимых для сельского хозяйства семян зерновых культур и 100% гибридных и сортовых семян кукурузы. Это способствует увеличению урожайности зерновых культур и повышению валовых сборов зерна.

Защита растений от болезней и вредителей превратилась в важный аспект технологии возделывания сельскохозяйственных культур. В стране представлены многочисленные средства защиты для защиты семян и растений зерновых, в том числе малотоксичные для человека, благодаря которым можно осуществлять контроль за урожаем, в том числе и при хранении [5,7-10].

#### Объекты и методы исследований

Экспериментальная работа была проведена в

2016-2017 годах в лаборатории и пекарне кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО РГАТУ, лаборатории ОАО «Рязаньэлеватор».

На всех этапах работы с зерном была организована и проводилась квалифицированная оценка качества зерна как обязательное условие при хранении больших масс зерна и переработке его с наибольшим производственным эффектом в продукцию высокого качества. В работе были последовательно выполнены действия, взятые из государственного стандарта, и получены числовые данные, анализ которых представлен работе.

Цель работы – оценка влияния препаратов химической обработки на эффективность хранения зерна пшеницы и его технологические свойства.

В исследовании использовались образцы зерна озимой пшеницы IV типа, полученные на ОАО «Рязаньэлеватор». Зерно пшеницы принято от колхоза имени Куйбышева Рыбновского района Рязанской области. Из зерновой массы были отобраны четырнадцать навесок массой 300 грамм каждая. Две навески послужили контрольным образцом, который не подвергался увлажнению и последующей сушке, а использовался для сравнения с исследуемыми образца

Схемой опыта было предусмотрено 3 варианта — вариант 1 — контрольный — хранение зерна пшеницы без обработки химическими препаратами;

- вариант 2 обработка зерна пшеницы квикфосом перед хранением;
- вариант 3 обработка зерновых складов актеликом перед закладкой зерна пшеницы на хранение.

Объект исследований – зерно озимой пшеницы сорта Московская 39 третьего класса (продовольственное зерно), по ГОСТ 9355-90.

При проведении эксперимента использовались следующие химические препараты.

Квикфос – его действующим веществом явля-



ется фосфид алюминия. Квикфос — это фумигант для борьбы с вредителями хлебных запасов. После соприкосновения с атмосферным воздухом выделяет бесцветный газ фосфин, имеющий запах карбида и чеснока. Этот газ относят к первому классу опасности (концентрация 560 г/л) и он не фитотоксичен.

Актелик – концентрат эмульсии – инсектицид широкого спектра действия для защиты сельско-хозяйственных культур и борьбы с вредителями хлебных запасов, применяется для обработки складских помещений при хранении зерна. Не фитотоксичен. Препарат относится ко второму классу опасности.

В ходе исследований определялись следующие показатели качества зерна: натуру определяли по ГОСТ 10840.1-64; стекловидность – по ГОСТ 1098776-76; количество и качество сырой клейковины – по ГОСТ13586.1-64; влажность – по ГОСТ 13586.5-85 [6].

Оценку качества полученной муки проводили по следующим показателям: определяли запах, вкус и цвет муки, ГОСТ 27558-87; влажность муки по ГОСТ 9404-88; белизну муки по ГОСТ 26361-84; количество и качество сырой клейковины по ГОСТ27839-88 [6].

Результаты определений сравнивали со стандартом «Мука пшеничная. Общие технические условия», ГОСТ 52189-2003.

В работе для выявления хлебопекарных свойств зерна помольной смеси была проведена пробная лабораторная выпечка хлеба в соответствии с требованиями ГОСТ 27669-88 «Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба».

Качество хлеба оценивали через 4-24 часа после выпечки по следующим показателям: органолептические показатели определяли по ГОСТ 5667-65; объемный выход хлеба по ГОСТ 27669-88; формоустойчивость определяли по ГОСТ 27669-88; влажность по ГОСТ 21094-75; кислотность определяли по ГОСТ 5670-96; пористость по ГОСТ 5669-96 [6].

#### Результаты исследований

В работе нами изучены показатели качества зерна и продуктов его переработки и влияние на них препаратов химической обработки, применяемых на ОАО «Рязаньэлеватор». Закладываемое на хранение зерно для проведения опыта было одного качества и соответствовало третьему классу – продовольственное зерно (сорт Московская 39).

Зараженность закладываемого зерна была 2-й степени – зараженность клещом, что допускается при закладе на хранение.

Показатели качества исследуемого зерна после хранения на всех исследуемых вариантах: цвет — красно-желтый, запах — свойственный зерну, натура 755 г/л.

'			
Показатель	контроль	Обработанное квикфосом	Обработанное актеликом
цвет	Красно-желтый	-//-	-//-
запах	Свойственный зерну	-//-	-//-
натура, г/л	755	755	755
стекловидность, %	51	50,0	52,0
содержание клейковины, %	24,0	25,0	25,0
качество клейковины, ед. ИДК	65(1)	60(1)	65(1)
влажность, %	13,7	13,8	13,8
зараженность	+	_	_

Таблица 1 – Показатели качества исследуемого зерна после хранения

Как видно из таблицы 1, цвет и запах зерна после хранения не изменились, так же как и натура. При исследовании остальных показателей заметны следующие изменения: во-первых — это увеличение стекловидности до 50-52%, во-вторых — произошло увеличение содержания клейковины в контрольном варианте на 1% и на 2% в остальных. Качество клейковины в контроле и при обработке актеликом осталось на прежнем уровне, а при обработке квикфосом снизилось до 60 ед.

ИДК. Но в целом клейковину можно отнести к 1-й группе – хорошая. Влажность лишь в контрольном варинате снизилась на 0,1%. Зараженность клещом удалось ликвидировать благодаря применению химических препаратов, что явилось положительным фактором.

В исследованиях разница между вариантами невелика, изучены показатели качества муки, таблица 2.

Таблица 2 – Показатели качества муки, полученной при лабораторном помоле

Показатель	Кон- троль	Обработанный квикфосом	Обработанный актеликом
Органолептические свойства:			
цвет	белый с	сероватым оттенком	
вкус	свойственный муке		
запах	СВОЙ	іственный муке	



#### Продолжение таблицы 2

Физико-химические свойства:			
влажность, %	14, 0	14,1	14,2
белизна, ед. пр.	20,0	19,0	21,0
массовая доля сырой клейковины	25,0	24,0	26,0
,	·	·	
Градация качества сырой клейко-			
вины, ед. ИДК	65	65	65
Зараженность клещом	_	_	_

Применение химических препаратов не оказало влияния на данные показатели. Изменения физико-химических свойств незначительны, имеется в виду разница между контрольным вариантом и другими, а именно 14% влажность на контроле и 14,1%; 14,2% у вариантов, обработанных квикфо-

сом и актелликом соответственно. Зараженность муки клещом по вариантам не обнаружена, что, однако, не исключает наличия незначительного количества вредителей в контрольном варианте. Результаты пробной выпечки отражены в таблице 3

Таблица 3 – Органолептические показатели выпечки хлеба

	Вариант					
Показатель	контроль	квикфос	актелик			
Внешнего вида:						
а) форма	несимметричная округла:	Я				
б) цвет корки	бледная					
в) поверхность корки	шероховатая с трещинам	И				
Мякиша:						
а) цвет	белый с сероватым оттенком					
б) эластичность	хорошая					
в) промес	без комочков и следов непромеса					
г) пропеченность	слегка влажный мякиш					
д) пористость	равномерная мелкостенная					
Вкус	соответствующий хлебу					
Запах	соответствующий хлебу					

Как видно из таблицы 3, показатели всех трех вариантов идентичны друг другу. Следовательно, можно сделать вывод о независимости органолептических показателей от обработки зерна химическими препаратами при хранении.

Таблица 4 – Физико-химические показатели выпечки хлеба

Показатель	Контроль	Квикфос	Актелик
объемный выход, см	250	250	257
формоустойчивость, Н:D	0,7	0,7	0,7
пористость, %	63	63	63
влажность, %	31,4	34,2	34,2
кислотность, %	2,0	2,0	2,0

- объемный выход выше при применении актелика для обработки зерна;
- пористость стандартная и варианты одинаковы;
- ислотность одинакова во всех трех вариантах;
- влажность в контроле на 2,8% ниже, чем в других вариантах.

За исключением процента усушки (12,1 – квикфос и актелик, и 10,7 – контроль) показатели одинаковы. Следовательно, на них практически не влияет обработка зерна данными препаратами.

Таблица 5 – Технико-экономические показатели пробной лабораторной выпечки

Поколотоли	Вариант						
Показатель	контроль	квикфос	актелик				
Упек, %	10,0	10,0	10,0				
Усушка, %	10,7	12,1	12,1				
Выход, %	118	118	118				

В результате исследования не было выявлено неблагоприятных для качества продуктов переработки зерна и зернопродуктов последствий об-



работки химическими препаратами. В целом, за исключением небольших изменений после хранения и разницы между вариантами, касающейся влажности, стекловидности и клейковины, значения показателей одинаковы. Применением химических препаратов удалось добиться ликвидации зараженности клещом.

Расчет экономической эффективности по сушке зерна при различной его исходной влажности включает в себя: расчет затрат на сушку; определение прибыли и рентабельности производства. При расчете экономической эффективности использовались цены на 2017 год. Затраты на хранение зерна без обработки отличаются от затрат на хранение зерна с обработкой преимущественно из-за влияния на цены стоимости препаратов.

На ОАО «Рязаньэлеватор» используется механический способ обработки химическими препаратами, следовательно, отсутствует разница в расходах на электричество. Стоимость работ с химикатами, являющихся обязанностью работников предприятия, включена в заработную плату и не меняется. Различия в транспортных расходах также отсутствуют.

Таким образом, общие затраты на 1 тонну обработанного зерна увеличиваются на стоимость химических препаратов.

Себестоимость обработанного химическими препаратами зерна увеличивалась за счет стоимости данных препаратов. В связи с улучшением качественных показателей возрастает цена реализации обработанного зерна с 7,0 тыс. руб. до 11,0 тыс. руб., влияя на выручку – увеличивая ее. Рентабельность возрастает с 9,6% до 12,6%.

### Выводы

Таким образом, обработка зерна химическими препаратами является эффективным способом борьбы с вредителями хлебных запасов (насекомыми, клещами), а также предупреждает их появление в процессе хранения.

В процессе исследований отмечено отсутствие значительного отрицательного изменения качества зерна при наличии допустимой стандартом зараженности клещом. Обработка зерна химическими препаратами не оказала отрицательного влияния на качество полученной муки и ее хлебопекарные свойства.

#### Список литературы

1. Антошина О.А., Сортовые особенности возделывания озимой пшеницы на семенные цели / О.А. Антошина, Д.В. Виноградов, Т.В. Хабарова, Ю.В. Однодушнова, А.А. Соколов, О.А. Лапшинова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2017.-№ 4 (36).- С. 118-121.

- 2. Виноградов, Д.В. Исследование технологических свойств зерна пшеницы с признаками прорастания и изучение качества муки, выработанной из такого зерна, в процессе хранения [Текст] / Д.В. Виноградов, Н.Н. Седова // Международный технико-экономический журнал, 2014. №3. С. 57-61.
- 3. Виноградов, Д.В. Методологические вопросы оценки эффективности управления затратами [Текст] / Д.В. Виноградов, В.С. Конкина, Е.Н. Правдина // В сборнике: Молодёжь в поисках дружбы Материалы Республиканской научнопрактической конференции. Институт энергетики Таджикистана. 2017. С. 20-28.
- 4. Виноградов, Д.В. Практикум по технологии хранения, переработки и стандартизации продукции растениеводства. Часть технология переработки продукции растениеводства [Текст] / Д.В. Виноградов, В.А. Рылко, Г.А. Жолик, Н.Н. Седова, Н.В. Винникова, Н.А. Дуктова // Рязань: РГАТУ, 2016. 221 с.
- 5. Виноградов, Д.В. Эффективность химической защиты ярового рапса в Рязанской области [Текст] / Д.В. Виноградов, П.Н. Балабко, А.В. Жулин // Агро XXI. 2010. № 1. С. 7.
- 6. Мельник, А.Ф. Формирование урожайности и качества зерна озимой пшеницы [Текст] / Мельник А.Ф., Мартынов А.Ф. // Вестник Орловского государственного аграрного университета, 2012. Том-35. С. 23-28.
- 7. Положенцев, В.П. Влияние физиологически активных соединений на накопление сухого вещества и урожайность яровой пшеницы в условиях Нечерноземной зоны России [Текст] / В.П. Положенцев // В сборнике: Научное наследие профессора П.А. Костычева в теории и практике современной аграрной науки Сборник научных трудов молодых ученых Рязанской ГСХА. 2005. С. 377-381.
- 8. Поляков, В.А. Технологические свойства зерна озимой пшеницы в Рязанской области [Текст] / В.А. Поляков, В.П. Положенцев // В сборнике: Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников РГСХА. Рязань, 1998. С. 229-231.
- 9. Соколов, А.А. Продуктивность ярового ячменя при использовании различной предпосевной обработки семян [Текст] / А.А. Соколов, Д.В. Виноградов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева.- 2016.- № 1 (29) С. 47-50.
- 10. Юкиш, А.Е. Техника и технология хранения зерна [Текст] / А.Е. Юкиш, О.А. Ильина // М.: ДеЛи, 2009. 313 с.

### THE EFFICIENCY OF INSECTICIDES IN GRAIN STORAGE

**Polozhentsev Valery P.,** candidate of agricultural Sciences, associate Professor, Department of agronomy and agricultural technologies

**Lupova Ekaterina I.,** candidate of Biol. Sciences, associate Professor, Department of agronomy and agricultural technologies, katya.lilu@mail.ru

**Vinogradov Dmitriy V.,** Dr. Biol. Sciences, Professor, head of the Department of agronomy and agrotechnology, vdv-rz@rambler.ru

Morozova Nina I., doctor of agricultural Sciences, Professor, head of the Department of agricultural



production and processing technology, morozova@rgatu.ru

**Mysin Sergei P.,** graduate student of agronomy, directions, vdv-rz@rambler.ru Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev

Plant protection against diseases and pests has become an important aspect of crop cultivation technology. In the article the estimation of influence of preparations of chemical processing on efficiency of storage of grain of wheat and its technological properties is offered. The study used samples of winter wheat variety Moskovskaya 39, IV type 4 subtype obtained at JSC "Rasonalisti". In the experiment used chemical drugs Quickpos and Actelic. As a result of the study, there were no adverse consequences for the quality of products of grain processing and grain products processing chemicals. The use of chemicals has succeeded in eliminating the contamination of the mite. Treatment of grain with chemical treatment is an effective way to combat pests of grain stocks (insects, mites), as well as prevents their occurrence in the process of storage.

The research noted the lack of significant adverse changes in grain quality if you have a valid standard infestation of mites. Processing grain chemicals did not have a negative impact on the quality of the resulting flour and its baking properties. It is noted that the cost of grain storage without processing differ from the cost of grain storage with processing mainly due to the impact on the price of the cost of drugs.

Key words: grain, wheat, pesticides, efficiency, storage

#### Literatura

- 1. Antoshina O.A., Sortovye osobennosti vozdelyvaniya ozimoj pshenicy na semennye celi / O.A. Antoshina, D.V. Vinogradov, T.V. Habarova, U.V. Odnodushnova, A.A. Sokolov, O.A. Lapshinova // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. 2017. № 4 (36). S. 118-121.
- 2. Vinogradov, D.V. Issledovanie tekhnologicheskih svojstv zerna pshenicy s priznakami prorastaniya i izuchenie kachestva muki, vyrabotannoj iz takogo zerna, v processe hraneniya [Tekst] / D.V. Vinogradov, N.N. Sedova // Mezhdunarodnyj tekhniko-ehkonomicheskij zhurnal, 2014. №3. S. 57-61.
- 3. Vinogradov, D.V. Metodologicheskie voprosy ocenki ehffektivnosti upravleniya zatratami [Tekst] / D.V. Vinogradov, V.S. Konkina, E.N. Pravdina // V sbornike: Molodyozh' v poiskah druzhby Materialy Respublikanskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Institut ehnergetiki Tadzhikistana. 2017. S. 20-28.
- 4. Vinogradov, D.V. Praktikum po tekhnologii hraneniya, pererabotki i standartizacii produkcii rastenievodstva. CHast' tekhnologiya pererabotki produkcii rastenievodstva [Tekst] / D.V. Vinogradov, V.A. Rylko, G.A. ZHolik, N.N. Sedova, N.V. Vinnikova, N.A. Duktova // Ryazan': RGATU, 2016. 221 s.
- 5. Vinogradov, D.V. EHffektivnost' himicheskoj zashchity yarovogo rapsa v Ryazanskoj oblasti [Tekst] / D.V. Vinogradov, P.N. Balabko, A.V. ZHulin // Agro XXI. 2010. № 1. S. 7.
- 6. Mel'nik, A.F. Formirovanie urozhajnosti i kachestva zerna ozimoj pshenicy [Tekst] / Mel'nik A.F., Martynov A.F. // Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2012. Tom-35. S. 23-28.
- 7. Polozhencev, V.P. Vliyanie fiziologicheski aktivnyh soedinenij na nakoplenie suhogo veshchestva i urozhajnost' yarovoj pshenicy v usloviyah Nechernozemnoj zony Rossii [Tekst] / V.P. Polozhencev // V sbornike: Nauchnoe nasledie professora P.A. Kostycheva v teorii i praktike sovremennoj agrarnoj nauki Sbornik nauchnyh trudov molodyh uchenyh Ryazanskoj GSKHA. 2005. S. 377-381.
- 8. Polyakov, V.A. Tekhnologicheskie svojstva zerna ozimoj pshenicy v Ryazanskoj oblasti [Tekst] / V.A. Polyakov, V.P. Polozhencev // V sbornike: Sbornik nauchnyh trudov aspirantov, soiskatelej i sotrudnikov RGSKHA. Ryazan', 1998. S. 229-231.
- 9. Sokolov, A.A. Produktivnost' yarovogo yachmenya pri ispol'zovanii razlichnoj predposevnoj obrabotki semyan [Tekst] / A.A. Sokolov, D.V. Vinogradov // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. 2016. T. 29. № 1. S. 47-50.
- 10. YUkish, A.E. Tekhnika i tekhnologiya hraneniya zerna [Tekst] / A.E. YUkish, O.A. Il'ina // M.: DeLi, 2009. 313 s.



УДК 633.85:631:526.32

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОРТООБРАЗЦОВ РЫЖИКА ОЗИМОГО ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ НА АДАПТИВНОСТЬ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО КРЫМА

**ПРАХОВА Татьяна Яковлевна,** д-р с.-х. наук, вед. научн. сотрудник, зав. отделом масличных культур, prakhova.tanya@yandex.ru

**ТУРИНА Елена Леонидовна**, канд. с.-х. наук, ст. научн. сотрудник, зав. лабораторией растениеводства, schigortsovaelena@rambler.ru.



**ПРАХОВ Владимир Александрович**, ст. научн. сотрудник отдела масличных культур, annap95@ yandex.ru

ФГБНУ «Пензенский НИИСХ»

Рыжик озимый – перспективная масличная культура семейства Brassicaceae разностороннего многопланового использования. С экологической точки зрения рыжик озимый является пластичным растением, способен произрастать в широком диапазоне почвенно-климатических условий. Цель исследований – оценка сортообразцов озимого рыжика в экологических условиях степного Крыма в 2015-2017 годах. Объектом исследований являлись сортообразцы рыжика озимого, созданные методом отбора в Пензенском НИИСХ из коллекционных образцов различного происхождения. Стандартом служил сорт Пензяк, селекции Пензенского НИИСХ. Зимостойкость изучаемых сортообразцов в условиях Крыма колебалась в пределах 92,3-96,9%. Самый высокий процент зимостойкости был отмечен у линии и.о. 4156, который превышал зимостойкость стандартного сорта на 1,0%. Реализация потенциала урожайности была сравнительно высокой, на уровне 72,3-86,3%. Наибольший вклад в формирование урожайности вносит число стручков на растении. доля влияния которого составляет 78,34%. Урожайность сортообразцов в условиях Крыма варьировала от 1,56 до 1,83 т/га. Наиболее высокая продуктивность отмечена у номеров и.о. 3290 (Алтайский кр.), и.о. 1357 (Франция) и Дикий (Астрахань) и составила 1,73-1,83 т/га, что превышало стандарт на 0,09-0,19 т/га. Данные образцы (Дикий bi= 0,99; σdr²= 0,09), (u.o. 3290 bi= 0,95; σdr²= 0,07) и (u.o. 1357 bi= 0,96; σdr²= 0,08) являются наиболее стабильными и более адаптированными к неблагоприятным условиям вегетации. Наиболее высоким критерием приспособленности обладали образцы и.о. 1357 (85,4 г/м²) и Дикий (88,9 г/м²). Низкий критерий приспособленности отмечен у сортообразца и.о. 4175 (Чехословакия),  $K_0$  которого составил 59,6 г/м $^2$ . Экологическая оценка сортообразцов рыжика озимого, созданных в Пензенском НИИС, показала их высокую адаптивность к природным условиям степного Крыма.

**Ключевые слова:** рыжик озимый, сортообразцы, экологическая адаптивность, продуктивность, зимостойкость.

#### Введение

Рыжик озимый (Camelina silvestris pilosa Z.) – перспективная масличная культура семейства Brassicaceae разностороннего многопланового использования в пищевой, в лакокрасочной и мыловаренной промышленности, в медицине и парфюмерии, а также для получения биодизеля [1,2,3].

Интерес к рыжику как сельскохозяйственной культуре обусловлен тем, что в нем сочетается высокая потенциальная урожайность семян (до 2,0 т/га) с содержанием в них масла до 36-40% и белков – до 25-30% [4,5].

Но главное хозяйственное значение рыжика заключается в его высокой адаптации к различным условиям вегетации, что позволяет возделывать его в широком диапазоне почвенно-климатических условий [6,7,8].

Однако успешное внедрение культуры в том или ином регионе и формирование стабильной урожайности зависят от генетического разнообразия сортов, адаптированных к местным условиям, а также от взаимодействия генотип-среда.

Современная селекция масличных культур, в том числе и рыжика озимого, направлена на повышение экологической и биологической устойчивости растительного организма к контрастным агроклиматическим факторам с сохранением высокого потенциала продуктивности и качества маслосемян [9,14].

Целью исследований являлось оценка адаптивности сортообразцов озимого рыжика, созданных в Пензенском НИИСХ, в экологических условиях степного Крыма.

#### Объекты и методика

Методом индивидуального отбора из коллекционных образцов различного эколого-географиче-

ского происхождения в Пензенском НИИСХ были созданы сортообразцы озимого рыжика, которые были переданы в НИИСХ Крыма для оценки их адаптивности к местным агроклиматическим условиям. Исследования проводились в 2015-2017 годах. Стандартом служил сорт Пензяк, селекции Пензенского НИИСХ.

Все наблюдения и учеты осуществляли согласно методическим рекомендациям по масличным культурам [10].

Статистическую обработку данных, доля вклада основных показателей структуры урожая в общую продуктивность растений определяли по методике Б.А. Доспехова [11].

Параметры экологической стабильности и адаптивности – по методике А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой [12].

Критерий приспособленности сортов по отдельным элементам структуры определяли по методике, описанной О.А. Беленкевич [13].

Климат опытного участка НИИСХ Крыма (с. Клепинино) – степной, умеренно холодный, полусухой, континентальный, с большими годовыми и суточными колебаниями температуры. Среднегодовая температура здесь составляет 15,1°С при 350-450 мм осадков в год.

Почвы представлены южными слабогумусированными черноземами на желто-бурых лессовидных легких глинах. Количество гумуса составляет 2,29%.

Метеорологические условия в годы проведения исследований отличались от среднемноголетних данных по количеству осадков (334,7-606,9 мм, при среднемноголетних показателях 316,0 мм), и превышали среднемноголетнюю норму на величину от 18,7 до 290,9 мм.



#### Результаты исследований

Озимый рыжик отличается от других капустных культур высокой морозостойкостью и зимостойкостью. В среднем за годы исследований в условиях НИИСХ Крыма зимостойкость сортообразцов колебалась в пределах 92,3-96,9% (рис. 1). Самый высокий процент зимостойкости был отмечен у

линий и.о.-4175 и у и.о.-4156, которые превышали стандартный сорт Пензяк на 0,4 и 1,0%, соответственно. Данный показатель дает возможность установить, как влияют на растения низкие температуры и иные неблагоприятные факторы в различном их сочетании в период зимы.

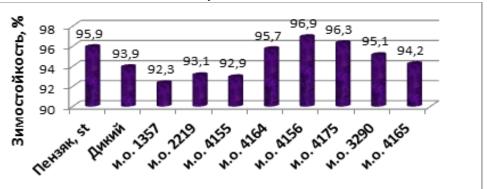


Рис. 1 – Зимостойкость озимого рыжика в условиях НИИСХ Крыма

Урожайность сортообразцов в условиях Крыма варьировала в широких пределах от 1,56 до 1,83 т/га. Наиболее высокая продуктивность отмечена у номеров и.о.-3290 (Алтайский кр.), и.о.-1357 (Франция) и Дикий (Астрахань) и составила 1,73-1,83 т/га, что существенно превышало Пензякна 0,09-0,19 т/га (табл. 1).

Таблица 1 – Продуктивность сортообразцов рыжика озимого (среднее за 2015-2017 гг.)

		Пенза	Крым				
Сортообразец	Происхождение	урожайность, т/га	урожайность, т/га	± к стандарту	масличность, %		
Пензяк, st	Пенза	1,65	1,64	-	41,25		
Дикий	Астрахань	1,97	1,83	0,19	38,19		
и.о1357	Франция	1,69	1,74	0,10	38,03		
и.о2219	Украина	1,81	1,57	-0,07	35,61		
и.о4155	Дагестан	1,76	1,66	0,02	37,79		
и.о4164	Швеция	1,64	1,67	0,03	38,70		
и.о4156	Марий Эл	1,62	1,69	0,05	38,37		
и.о4175	Чехословакия	1,61	1,56	-0,08	36,95		
и.о3290	Алтай	1,85	1,73	0,09	38,29		
и.о4165	Германия	1,72	1,67	0,03	38,27		
HCP <sub>05</sub>		0,12	0,08				

Масличность варьировала от 35,61 до 41,25 %. Однако ни один номер не превысил стандарт по содержанию жира в семенах.

Кроме того, выявлено, что линии из Швеции (и.о.-4164), республики Марий Эл (и.о.-4156) и Франции (и.о.-1357), выращенные в условиях НИ-ИСХ Крыма, превышали по урожайности на 0,05-0,07 т/га данные линии, выращенные в условиях Пензы. Это свидетельствует об их наибольшем проявлении адаптивности к различным стрессовым факторам и взаимодействия генотип-среда.

Проведение структурного анализа урожая является неотъемлемой частью изучения исходного материала и определяет продуктивность растений. Наибольшее влияние на формирование продуктивности растений оказывают число стручков на одном растении, число семян в стручке и масса 1000 семян.

Образцы существенно различались по количеству стручков на растении, размах варьирования которого составил от 171 до 368 штук на растении (табл. 2).

Таблица 2 – Уровень изменчивости показателей структуры урожая сортообразцов рыжика озимого (НИИСХ Крыма)

Показатель	St	Сортообразцы				
		min	max	сред.	HCP <sub>05</sub>	V, %
масса 1000 семян, г	0,98	0,89	1,02	0,96	0,04	6,6
число стручков на растении, шт	226	171	368	219	14,3	33,3
число семян в стручке, шт	14	11	18	14	0,5	12,1



Выделены образцы, которые имели показатели данного признака 254 (и.о. 1357) и 368 (Дикий) штук на одном растении и достоверно превышали Пензяк на 28 и 141 штук, соответственно.

Количество семян в стручке варьировало в пределах 12-18 штук, масса 1000 семян в пределах 0,89-1,02 г. Наиболее крупные семена были у номеров и.о. 4156 и у и.о. 3290, масса 1000 семян которых составила 1,02 г.

Высокая изменчивость по образцам отмечалась по числу стручков на растении, коэффициент вариации здесь составил 33,3%. Наиболее стабильным признаком являются масса 1000 семян, вариабельность которой составила 6,6%.

Различная вариация отдельных показателей структуры урожая рыжика озимого под влиянием экологических параметров среды обитания свидетельствует о неодинаковой степени их связанности, как между собой, так и с семенной продуктивностью. Математическая обработка структуры урожая показала высокую зависимость урожайности от числа стручков на растении (r = 0,85). Слабую сопряженность урожайность имела с массой 1000 семян (r = 0,29) и низкую – с числом семян в одном стручке (r = 0,12).

Эти различия прослеживаются и в изменении соотношений вклада компонентов структуры урожая в конечную урожайность (рис. 2).



Рис. 2 – Доля влияния основных элементов структуры урожая на общую урожайность

Наибольший вклад в формирование урожайности вносит число стручков на растении, доля влияния которого составляет 78,34%. Взаимосвязь между продуктивностью и основными элементами структуры урожая растений, изменение соотношений размера вкладов элементов структуры урожая в конечную урожайность семян оценивается по критерию приспособленности ( $K_0$ ) к факторам и условиям возделывания.

Изученные сортообразцы рыжика существенно различаются по приспособленности растений к среде обитания. Наиболее высоким критерием приспособленности обладали образцы и.о.-1357 (85,4 г/м²) и Дикий (88,9 г/м²). Низкий критерий приспособленности отмечен у сортообразца и.о.-4175 (Чехословакия),  $K_0$  у которого составил 59,6 г/м² (табл. 3).

Таблица 3 – Параметры экологической адаптивности озимого рыжика в условиях НИИСХ Крыма

Сортообразец	Потенциал Экологическая урожайности, % адаптивность bi		Стабильность σdr²	Общий критерий приспособленности, ( $K_0$ ), г/м <sup>2</sup>
Пензяк, st	72,3	0,85	0,11	83,7
Дикий	86,3	0,99	0,09	88,9
и.о1357	81,6	0,96	0,08	85,4
и.о2219	72,6	1,15	0,29	72,3
и.о4155	77,4	1,02	0,16	74,6
и.о4164	77,8	1,08	0,18	69,8
и.о4156	78,9	1,10	0,21	75,1
и.о4175	72,1	1,14	0,23	59,6
и.о3290	81,1	0,95	0,07	81,5
и.о4165	77,8	1,06	0,17	71,9

Реализация потенциала урожайности сортообразцов озимого рыжика в условиях степной зоны Крыма была сравнительно высокой, на уровне 72,3-86,3%, при реализации урожайности в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья — до 70,9-88,9%.

Наиболее высокий уровень реализации урожайности отмечен у сортообразцов 3290 (81,1%),

1357 (81,6%) и Дикий (86,3%), что объясняется их способностью противостоять действию различных биотических и абиотических стрессов региона возделывания.

Наиболее стабильными и пластичными образцами являются и.о.-3290 (bi= 0,95;  $\sigma$ dr²= 0,07), и.о.-1357 (bi= 0,96;  $\sigma$ dr²= 0,08) и Дикий (bi= 0,99;  $\sigma$ dr²= 0,09), которые более адаптированы к агро-



климатическим условиям вегетации региона возделывания и способны формировать высокий и качественный урожай.

Таким образом, экологическая оценка сортообразцов рыжика озимого, созданных в Пензенском НИИСХ, показала их высокую адаптивность к природным условиям степного Крыма. Изученные сортообразцы можно использовать в качестве исходного материала в селекции сортов озимого рыжика для контрастных условий данного региона

#### Список литературы

- 1. Рензяева Т.В., В.И. Кривовяз и др. Качество и жирнокислотный состав рыжикового масла // Масложировая промышленность. 2003.- № 3. С. 62-63
- 2. Мапелли С., Карузо И., Мартинелли Т., Печиа П. Оценка в северной Италии ярового рыжика как непродовольственной масличной культуры для многоцелевого использования// Нива Татарстана Казань, 2012. №1. С. 21-24
- 3. Романцова С.В., Гаврилова В.А., Конькова Н.Г., Пашинин В.А. Состав и спектральные характеристики компонентов биотоплива, синтезированных из масел рапса, рыжика и крамбе//Вестник ТГУ. 2012. т. 17. вып. 1. С. 339-341.
- 4. Кулинич Р.А., Турина Е.Л. Выращивание озимого рыжика и крамбе абиссинской в центральной степи Крыма в 2014-2015 гг.// Сб. мат. конференции «Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России». Пенза, 2016. С. 152-155.
- 5. Буянкин В.И., Прахова Т.Я. Рыжик масличный (Camelina SP.). Волгоград: ООО «СФЕРА», 2016. 116 с.

- 6. Рябцева Н.А. Возможности возделывания CAMELINA SYLVESTRIS WALLER в Ростовской области// Сельское, лесное и водное хозяйство. 2015. № 1 (40). С. 14-17.
- 7. Бекузарова С.А., Дулаев Т.А. Рыжик озимый новая культура в Северной Осетии-Алания//Новые нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2016. № 12 С. 182-184.
- 8. Лошкомойников И.А., Кузнецова Г.Н. Технология возделывания ярового рыжика в Западной Сибири// Кормопроизводство. 2009. № 4. С. 24-27
- 9. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). М., Изд-во РУДН, 2001.– Т.1. –780 с.
- 10. Методика проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами Краснодар: ВНИИМК, 2007. 113 с.
- 11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
- 12. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Генетические основы селекции растений. Общая генетика растений. Минск, 2008. Т. 1. С. 50-56.
- 13. Беленкевич О.А. Физиолого-генетические аспекты взаимосвязей между растениями ярового ячменя в моноценозе//Сельскохозяйственная биология. 2002. № 3. С. 57-61.
- 14. Лупова Е.И. Особенности технологии и перспективы возделывания рыжика ярового // В книге: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК Материалы Международной научно-практической конференции. 2017. С. 265-270.

# ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF VARIETY THE WINTER CAMELINA PILOSA FOR SELECTION FOR ADAPTIVITY IN THE CONDITIONS OF THE STEPPE CRIMEA

**Prahova Tatiyana Ya.** Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the department of oilseeds, prakhova.tanya@yandex.ru

Turina Yelena L. Candidate of Agricultural Sciences, Senior Research fellow, Head of the Laboratory of plant growing, schigortsovaelena@rambler.ru

**Prahov Vladimir A.** Senior Researcher, of the department of oilseeds, annap95@yandex.ru FSBSI «Penza NIISH of agriculture»

Of winter camelina pilosa promising oil crop of the family Brassicaceae versatile multi-use. From an ecological point of view the winter camelina pilosa is a plastic plant that can grow in a wide range of soil and climatic conditions. The purpose of the research is the evaluation of varieties of winter camelina pilosa in ecology the conditions of the steppe Crimea in 2015-2017. The object of research were varieties of winter camelina, created by the selection method in the Penza NIISH from collection samples of various origins. The standard was Penzyak, selection of the Penza NIISH. The winter hardiness of the studied varieties in the Crimea varied The highest percentage of winter hardiness was observed near the line of within the range of 92.3-96.9%. i.o. 4156, which exceeded the standard grade by 1.0%. The realization of the yield potential was relatively high, at the level of 72.3-86.3%. The greatest contribution to the formation of yields is made by the number of pods on the plant, the share of which is 78.34 %. The yield of varieties in the Crimea varied from 1.56 to 1.83 t/ha. The highest productivity was registered in the rooms of the i.o. 3290 (Altai Cr.), i.o. 1357 (France) and Dikiy (Astrakhan), and amounted to 1.73-1.83 t / ha, which exceeded the standard by 0.09-0.19 t / ha. These samples (Dikiy bi = 0.99,  $\sigma dr^2 = 0.09$ ), (i.o. 3290 bi = 0.95,  $\sigma dr^2 = 0.07$ ) and (i.o. 1357 bi = 0.96,  $\sigma dr^2 = 0.08$ ) are the most stable and more adapted to the unfavorable conditions of vegetation. The highest eligibility criterion was found in samples of i.o. 1357 (85.4 g / m²) and Dikiy (88.9 g /m²). A low criterion for fitness was noted in the varieties of the i.o. 4175 (Chekhoslovakiya), K0 which amounted to 59.6 g/m². Ecological evaluation of varieties of winter camelina, created in the Penza NIISH, showed their high adaptability to the natural conditions of the steppe Crimea.

Key words: winter Camelina pilosa, varieties, ecological adaptivity, productivity, winter hardiness



#### Literatura

- 1. Renzjaeva T.V., V.I. Krivovjaz i dr. Kachestvo i zhirnokislotnyj sostav ryzhikovogo masla /// Maslozhirovaja promyshlennost'. - 2003.- № 3. - S. 62-63.
- 2. Mapelli S., Karuzo I., Martinelli T., Pechia P. Ocenka v severnoj Italii jarovogo ryzhika kak neprodovol'stvennoj maslichnoj kul'tury dlja mnogocelevogo ispol'zovanija// Niva Tatarstana – Kazan'. 2012. - №1. – S. 21-24
- 3. Romancova S.V., Gavrilova V.A., Kon'kova N.G., Pashinin V.A. Sostav i spektral'nye harakteristiki komponentov biotopliva, sintezirovannyh iz masel rapsa, ryzhika i krambe//Vestnik TGU. – 2012. – t. 17. – vyp. 1. - S. 339-341.
- 4. Kulinich R.A., Turina E.L. Vyrashhivanie ozimogo ryzhika i krambe abissinskoj v central'noj stepi Kryma v 2014-2015 gg.// Sb. mat. konferencii «Innovacionnye idei molodyh issledovatelej dlja agropromyshlennogo kompleksa Rossii». – Penza, 2016. – S. 152-155.
- 5. Bujankin V.I., Prahova T.JA. Ryzhik maslichnyj (Camelina SP.). Volgograd: OOO «SFERA», 2016. 116 s.
- 6. Rjabceva N.A. Vozmozhnosti vozdelyvanija CAMELINA SYLVESTRIS WALLER v Rostovskoj oblasti//
- Sel'skoe, lesnoe i vodnoe hozjajstvo. 2015. № 1 (40). S. 14-17.

  7. Bekuzarova S.A., Dulaev T.A. Ryzhik ozimyj novaja kul'tura v Severnoj Osetii-Alanija//Novye netradicionnye rastenija i perspektivy ih ispol'zovanija. 2016. № 12 S. 182-184.
- 8. Loshkomojnikov I.A., Kuznecova G.N. Tehnologija vozdelyvanija jarovogo ryzhika v Zapadnoj Sibiri// Kormoproizvodstvo. - 2009. - № 4. - S. 24-27.
- 9. ŻHuchenko A.A. Adaptivnaja sistema selekcii rastenij (jekologo-geneticheskie osnovy). M., Izd-vo RUDN, 2001.- T.1. -780 s.
- 10. Metodika provedenija polevyh i agrotehnicheskih opytov s maslichnymi kul'turami Krasnodar: VNIIMK, 2007. – 113 s.
- 11. Dospehov B.A. Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij. M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
- 12. Kil'chevskij A.V., Hotyleva L.V. Geneticheskie osnovy selekcii rastenij. Obshhaja genetika rastenij. -Minsk, 2008. – T. 1. – S. 50-56.
- 13. Belenkevich O.A. Fiziologo-geneticheskie aspekty vzaimosvjazej mezhdu rastenijami jarovogo jachmenia v monocenoze//Sel'skohozjajstvennaja biologija. – 2002. - № 3. – S. 57-61.
- 14. Lupova E.I. Osobennostitehnologiii perspektivy vozdely vanija ryzhika jarovogo // Vknige: JEkologicheskoe sostojanie prirodnoj sredy i nauchno-prakticheskie aspekty sovremennyh resursosberegajushhih tehnologij v APK Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. 2017. S. 265-270.



УДК 636.22/.28.087.8:579.8

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРОБИОТИКА ЦЕЛЛОБАКТЕРИН+ И МИНЕРАЛА ШУНГИТ В РАЦИОНАХ БЫЧКОВ

РОМАНОВ Виктор Николаевич, канд. биол. наук, доцент. вед. науч. сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, romanoff-viktor51@yandex.ru

БОГОЛЮБОВА Надежда Владимировна, канд. биол. наук, рук. отдела физиологии и биохимии животных, 652202@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

Реализация генетического потенциала животных в современных условиях ведения животноводства может быть осуществима на основе обеспечения биологически полноценного питания и внедрения современных достижений физиологической науки. Для изучения способа сохранения продуктивного здоровья, улучшения физиолого-биохимических процессов в организме бычков путем использования в питании минерально-пробиотической кормовой добавки, состоящей из минерала шунгит и ферментно-пробиотического препарата Целлобактерин+ был проведен эксперимент в условиях вивария ФГБНУ ФНЦ ВИЖ имени Л.К.Эрнста длительностью 100 дней проводился на доращиваемых бычках черно-пестрой породы возрастом 10-12 месяцев, средней постановочной живой массой 300 кг, по 8 голов группе. получены данные, свидетельствующие об улучшении обменных

© Романов В. Н., Боголюбова Н. В., 2018г.



процессов в организме бычков, рост продуктивности. Проводился учет мясной продуктивности по ежемесячным контрольным взвешиваниям животных, осуществлялся отбор проб крови и анализ на показатели белкового, углеводно-липидного обмена и клинические показатели. Результаты эксперимента показали, что дополнительный прирост живой массы за 100 дней опыта составил в контрольной группе 74,25±3,38кг, в опытной-84,57±2,05кг, при среднесуточном приросте живой массы, соответственно, 742,5±33,79, и 845,7±20,53 граммов (Р <0,05), с разницей 12,9%. Значительные изменения в динамике живой массы были обусловлены физиологическим действием минерала шунгит и пробиотика, что в свою очередь сказалось на течении углеводно-жирового и белкового обмена в организме бычков. У бычков опытной группы отмечалось повышение концентрации общего белка (на 5,5%), снижение уровня мочевины на 8,9%, повышение концентрации глюкозы был на 12,7%, снижение уровня билирубина на 21,7% и холестерина на 23,4%.

**Ключевые слова:** бычки откормочные, пробиотик Целлобактерин+, минерал шунгит, обмен веществ, прирост

#### Введение

Реализация генетического потенциала животных в современных условиях ведения интенсивных технологий может быть осуществима на основе обеспечения биологически полноценного питания и внедрения современных достижений физиологической науки.

Учитывая стрессы различной этиологии, нежелательные стороны интенсивных промышленных технологий ведения животноводства, назрела необходимость разработки методов, способствующих улучшению биологического статуса животного организма на основе современных инновационных достижений био- и нанотехнологий [6,13,17,18].

Принимая во внимание важную роль в организме жвачных животных преджелудочного пищеварения, целесообразно применение способов улучшения процессов рубцового метаболизма. К настоящему времени широкое использование находит использование пробиотических препаратов, улучшающих переваримость и усвоение питательных веществ кормов в желудочно-кишечном тракте, способствующих повышению обеспеченности обменного фонда организма в энергопластических веществах. В многочисленных научных работах выявлена высокая эффективность применения препаратов ферментно-пробиотического действия в практике животноводства [3,5,7,12,15,16].

В ООО «Биотроф» разработан новый отечественный препарат Целлобактерин +, в основе которого спорообразующий штамм Enterococcus sp. 1-30, в отличие от ранее изученного ферментно-пробиотического препарата Целлобактерин Т (штамм Bacillus sp. 1-85), с установленным положительным его действии на процессы пищеварения, переваримость питательных веществ кормов, обменные процессы в организме, продуктивность жвачных животных [4,14].

Общеизвестно, что в числе негативных стрессовых факторов, отрицательно влияющих на гомеостаз организма животных, — отрицательное действие ксенобиотиков, вызывающих не только нежелательные изменения в направленности метаболических процессов, начиная с преджелудочного пищеварения, но и заболевания различной этиологии. В этой связи целесообразно направленное применение физиологически активных веществ нейтрализующего, антитоксического

действия. Одним из доступных отечественных ресурсов могут являться природные минеральные добавки, являющиеся не только энтеросорбентами, но и источниками минеральных соединений, в частности минерал шунгит. Согласно полученным к настоящему времени научным данным минерал уникален, с проявлением не только адсорбционно-связывающих, буферных, ионообменных, но и антитоксических, антиоксидантных, а также имммуномодулирующих свойств [8,10, 11,19].

В ранее проведенных нами исследованиях установлено положительное действие минерала на процессы преджелудочного пищеварения, переваримость и использование питательных веществ кормов, обменные процессы в организме жвачных животных, рост продуктивности [1,2,9].

В целях разработки способов регулирования физиолого-биохимических и микробиологических процессов в организме, обеспечивающих сохранение продуктивного здоровья и реализацию генетического потенциала продуктивности животных научно-практический интерес представляет изучение эффективности комплексного применения пробиотика Целлобактерин+ и минерала шунгит (ЦбШ) в рационах откармливаемых бычков.

#### Материалы и методы исследований

Научно-производственный опыт длительностью 100 дней проводился на доращиваемых бычках черно-пестрой породы возрастом 10-12 месяцев, средней постановочной живой массой 300 кг, по 8 голов в группе, в условиях вивария ФГБНУ ФНЦ ВИЖ имени Л.К.Эрнста.

Содержание животных – групповое беспривязное на открытых площадках в зимне-стойловый период. Животные в период опыта получали средневзвешенный общехозяйственный сеноконцентратный рацион, содержавший в среднем за период опыта 4,5 кг зерновой дерти (ячмень 70%+пшеница 30%), сено ежи сборной по поедаемости, от 3,5 кг на голову в сутки. Бычкам опытной группы ежедневно задавали кормовую добавку ЦбШ, в составе которой Цб+ – 20 г, минерал шунгит – 30 г.

Учет продуктивности проводился ежемесячным взвешиванием животных, со взятием крови из хвостовой вены и анализом показателей биохимического статуса организма в отделе физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных ФГБНУ ФНЦ ВИЖа.



#### Результаты собственных исследований

Таблица 1 – Динамика прироста живой массы бычков (п=8)

Показатель	Группы		
	Контрольная	Опытная	
Масса при постановке, кг	298,75±3,61	298,86±5,35	
Масса через 30 дней, кг	322,38±4,11	325,29±5,65	
Масса через 35дней, кг	349,38±2,99	353,71±5,62*	
Масса через 55 дней, кг	373,0±3,63	382,71±4,44*	
Прирост за 100 дней, кг	74,25±3,38	83,86±2,16*	
Среднесуточный прирост, г	742,5±33,79	838,6±21,66*	

Различия по сравнению с контролем статистически достоверны при значении \* – P <0,05.

Дополнительный прирост живой массы за 100 дней опыта составил в контрольной группе  $74,25\pm3,38$ кг, в опытной —  $84,57\pm2,05$ кг, при среднесуточном приросте живой массы, соответственно,  $742,5\pm33,79$ , и  $845,7\pm20,53$  граммов (P <0,05), с разницей 12,9%.

Значительные изменения в динамике живой массы были обусловлены физиологическим дей-

ствием минерала шунгит и пробиотика, что, в свою очередь, сказалось на течении углеводножирового и белкового обмена в организме бычков. Так, по показателям белкового обмена выявлено, что скармливание добавки оказало благоприятное влияние на состояние азотистого обмена, с повышением концентрации общего белка на 5,5 %, с тенденцией повышения уровня как альбуминов, так и глобулинов.

Таблица 2 – Биохимические показатели крови бычков в конце опыта

Показатель	Группа		
	контроль	ОПЫТ	% к контролю
Общий белок, г/л	76,92±1,14	81,18±0,43*	105,5
Альбумины, г/л	30,82±0,32	33,06±0,34	107,3
Глобулины, г/л	46,10±0,65	47,12±0,60	102,2
Α/Γ	0,67	0,70	-
Мочевина, ммоль/л	2,70±0,30	2,46±0,07	91,1
Креатинин, ммоль/л	103,92±10,88	111,24±5,65	107,0
Билирубин общий, ммоль/л	1,38±0,24	1,08±0,19	78,3
АЛТ, МЕ/л	26,17±1,43	24,63±1,63	94,1
АСТ, МЕ/л	73,53±1,61	71,76±4,56	97,6
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	352,39±14,10	306,55±13,0	87,0
Глюкоза, ммоль/л	4,71±0,12	5,31±0,22	112,7
Холестерин, ммоль/л	3,42±0,09	2,62±0,08*	76,6
Кальций, ммоль/л	2,64±0,06	2,73±0,04	103,4
Фосфор, ммоль/л	3,32±0,28	3,07±0,41	92,5
Эритроциты	11,85±0,39	13,40±0,57	113,0
Лейкоциты	10,07±0,40	10,25±1,30	101,8
Гемоглобин	98,46±1,89	103,90±2,04	105,6
Гематокрит	42,65±1,03	43,13±0,93	101,1

Различия достоверны при значении \* - Р < 0.05.

Об улучшении азотистого обмена под влиянием добавки свидетельствует и снижение уровня мочевины на 8,9%, как конечного продукта, образующегося в печени при обезвреживании аммиака

Креатинин, как и мочевина, – продукт обмена белков, содержание которого зависит как от уровня белка, так и от интенсивности обмена, в синтезе которого принимают участие аминокислоты метионин, глицин и аргинин. Концентрация креа-

тинина в сыворотке крови бычков, получавших добавку, была выше, чем в контроле, на 7,0 %, что может свидетельствовать о возможностях активизации энергетического обмена через креатинфосфат, – запасного аккумулятора энергии, для более полного его использования при синтезе белков. Известно, что креатинфосфат является донором фосфорного остатка для АДФ, восстановление последнего до АТФ повышает энергетический потенциал клеток тканей. Косвенным показателем



этому может быть и тенденция снижения уровня фосфора на 7,5% в сыворотке крови.

Процессы переаминирования, стоящие на грани белкового и углеводного обмена, характеризуются активностью аминотранфераз, образующихся в клетках печени, скелетных мышц, сердца, а АСТ, еще и эритроцитах. Выявлена тенденция снижения уровня АСТ в сыворотке крови животных, получавших добавку на 2,4%, а также активности АЛТ на 5,9%.

Уровень глюкозы в крови — источника энергии во всех жизненно важных процессах, происходящих в организме, является одним из важнейших параметров, характеризующих углеводный обмен. В наших исследованиях в сыворотке крови бычков, получавших добавку, уровень глюкозы был на 12,7 % выше, что может свидетельствовать о более высокой энергообеспеченности их организма.

Щелочная фосфатаза, катализирующая гидролиз моноэфиров ортофосфорной кислоты, является маркерным ферментом, отражающим состояние энергетического и минерального, в частности кальциево-фосфорного, обмена. В период эксперимента активность щелочной фосфотазы у животных, получавших добавки, была ниже, что при снижении уровня фосфора может указывать на повышение расходования фермента для энергообеспеченности клеток тканей в виде АТФ.

Снижение уровня билирубина на 21,7% и уровня холестерина на 23,4% в сыворотке крови животных, получавших добавку, может косвенно свидетельствовать об улучшении функциональной деятельности печени.

В гематологических показателях в крови бычков, потреблявших добавку, выявлен более высокий уровень эритроцитов (на 13,0%), а также гемоглобина на 5,6%.

В минеральной части значительных различий по группам отмечено не было, и они находилась в пределах физиологической нормы.

#### Выводы и предложения

- 1. Комплексное применение пробиотика Целлобактерин+ и минерала шунгит (ЦбШ) бычкам на откорме способствует достоверному увеличению среднесуточных приростов живой массы от 742,5±33,8 до 845,7±20,5 граммов, с разницей 12,9%.
- 2. Применение комплекса оказывает положительное влияние на азотистый обмен, с повышением концентрации общего белка на 5,5 %, в том числе уровня альбуминов на 7,2%, глобулинов, при снижении уровня мочевины на 8,9% в сыворотке крови.
- 3. Под действием добавки улучшается энергообеспеченность организма, согласно показателю повышения уровня глюкозы на 12,7 %, креатинина на 7,0 % в сыворотке крови, при снижении активности щелочной фосфотазы и уровня ферментов переаминирования.
- 4. Снижение уровня билирубина на 21,7%, и уровня холестерина на 23,4% в сыворотке крови животных, получавших добавку, свидетельствует об улучшении липидного обмена, и, косвенно,

функциональной деятельности печени.

5. На основании полученных в исследованиях данных, свидетельствующих об улучшении углеводно-жирового и белкового обмена в организме, роста продуктивности бычков на откорме, целесообразно комплексное применение пробиотика Целлобактерин+ и минерала шунгит (ЦбШ) в рационах молодняка крупного рогатого скота.

#### Список литературы

- 1. Боголюбова, Н.В.Использование минерала шунгит в рационах жвачных животных. Методические рекомендации / Н.В.Боголюбова, В.Н.Романов, В.А.Девяткин, Ю.К.Калинин Дубровицы. ВИЖ им. Л.К.Эрнста. 2016.
- 2. Боголюбова, Н.В. Повышение продуктивности жвачных с использованием минерала шунгит / Н.В.Боголюбова, В.Н.Романов, В.А.Девяткин// Доклады ТСХА: Сборник статей. Вып.288. Ч І. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016.- С.282-286.
- 3. Кряжевских, Л. Микробиология рубца крупного рогатого скота / Л. Кряжевских, Г. Лаптев // Животноводство России, 2008. № 10. С. 56-57.
- 4. Лаптев, Г.Ю. Эффективность использования Целлобактерина в рационах молочных коров / Г.Ю. Лаптев, С.В. Полуляшная, В.Н. Романов // Эффективное животноводство, 2009.- №2.- С.25.
- 5. Некрасов, Р.В. Эффективность использования пробиотических комплексов нового поколения в комбикормах для крупного рогатого скота и свиней. Материалы диссертации на соискание ученой степени доктора с\х наук / Р.В.Некрасов. Дубровицы.2016.
- 6. Новое в кормлении животных: Справочное пособие / Под общ. ред. В.И. Фисинина, В.В. Калашникова, И.Ф. Драганова, Х.А. Амерханова. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. 788с.
- 7. Панин, А.Н. Пробиотики неотъемлемый компонент рационального кормления животных / А.Н. Панин, Н.И. Малик // Ветеринария, 2006.-№7.
- 8. Панов, П. Б. Использование шунгитов для очистки питьевой воды / П.Б.Панов, А. И. Калинин, Е. Ф. Сороколетова, Е. В. Кравченко, Ж. В. Плахотская, В. П. Андреев. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007.- С.103.
- 9. Патент 2569632 РФ Способ регулирования продуктивности жвачных животных. №2014138202, заявл.23.09.14., зарег.29.10.2015. Боголюбова Н.В., Романов В.Н., Девяткин В.А., Калинин Ю.К., Воробьева С.В.
- 10. Пиотровский, Л. Б. Фуллерены в биологии и медицине: проблемы и перспективы/ Л.Б.Пиотровский // Фундаментальные направления молекулярной медицины: Сб. статей. Спб.: Росток, 2005. С.195–268.
- 11. Пиотровский, Л. Б. На пути к наномедицине. Фуллерены в биологии /Л.Б.Пиотровский, О.И.Киселев.- Северо-западное отделение Российской академии наук.СПб.: Росток, 2006. С. 257–258.
- 12. Романов, В.Н. Применение пробиотиков как способ оптимизации пищеварительных процессов и повышения продуктивности скота./



- В.Н.Романов, Н.В. Боголюбова, Р.В. Некрасов-Материалы Межд. науч.-практ. конф. посвящ. 50-летию ВНИИФБиП «Актуальные проблемы биологии в животноводстве» 14-16 сентября 2010. - Боровск .- С.103-104.
- 13. Романов, В.Н. Физиологические основы и методы снижения отрицательного действия технологических стрессов у жвачных животных. /В.Н.Романов, Н.В. Боголюбова, Г.В. Иванова, В.А. Девяткин.- Сборник научных тезисов «Адаптация и становление физиологических функций у животных». –МВА. Москва, 2010. С. 131-134.
- 14. Романов, В.Н. Использование пробиотика-Целлобактерин Т в кормлении жвачных животных /В.Н.Романов., С.В.Воробьева, В.Г.Двалишвили, В.М.Дуборезов, М.Г.Чабаев, Р.В.Некрасов, Г.В.Иванова, Г.Ю.Лаптев, Л.А.Ильина// Методические рекомендации. Дубровицы. - ВИЖ, 2011. - 52 с.
  - 15. Тараканов, Б.В. Использование про-

- биотиков в животноводстве / Б.В. Тараканов // Калуга.:ВНИИФиП с/х животных, 1998.-86с.
- 16. Тараканов, Б.В. Пробиотики. Достижения и перспективы использования в животноводстве/Б.В. Тараканов, Т.А. Николичева, В.В.Алешин// Научные труды ВИЖа. Дубровицы, 2004.- Т. 3.- Вып. 62.- С.69-73.
- 17. Чернышев, Н.И. Антипитательные факторы кормов / Н.И.Чернышев, И.Г.Панин, Н.И. Шумский, В.В. Гречишников. –Воронеж, 2013. -186 с.
- 18. Фурдуй, Ф.И. Стресс и адаптация с.-х. животных в условиях индустриальных технологий / Ф.И.Фурдуй, Е.И. Штирбу и [др.].- Кишинев, 1992. 223 с.
- 19. Шунгиты и безопасность жизнедеятельности человека: материалы первой Всероссийской научно-практической конференции (3-5 октября 2006 г. / Под ред.Ю.К.Калинина. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 126 с.

# EFFICIENCY OF COMPLEX USE OF PROBIOTICS TSELLOBAKTERIN + AND MINERAL SCHUNGITE DIETS BULLS

**Romanov Viktor N.,** Associate Professor, candidate of biological sciences, Leading Researcher of the Department of Physiology and Biochemistry of Agricultural Animals, romanoff-viktor51@yandex.ru

**Bogolyubova Nadezhda V.,** candidate of biological sciences, Head of the Department of Physiology and Biochemistry of Agricultural Animals, 652202@mail.ru

All-Russia Research Institute for Animal Husbandry, Federal Science Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst

Realization of the genetic potential of animals in the current conditions of animal husbandry can be achieved on the basis of providing a biologically nutritious diet and introducing modern achievements in physiological science. To study the method of preserving productive health, improving physiological and biochemical processes in the body of bull-calves by using a mineral-probiotic feed additive consisting of a shungite mineral and an enzyme-probiotic preparation, CelloBacterin +, an experiment was performed in a vivarium of the L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry duration of 100 days was carried out on the bulls 10-12 months old, the average live weight of 300 kg, for 8 heads of the group. Data were obtained that indicated improvement of metabolic processes in the body of bull-calves, and increased productivity. The meat production was taken into account according to the monthly control weights of animals, blood samples were taken and analysis was performed on protein, carbohydrate-lipid metabolism and clinical parameters. The results of the experiment showed that the additional increase in live weight in 100 days of the experiment was  $74.25 \pm 3.38$  kg in the control group,  $84.57 \pm 2.05$  kg in the experimental group, and  $742.5 \pm 33$ , respectively, 79, and 845.7  $\pm$  20.53 grams (P < 0.05), with a difference of 12.9%. Significant changes in the dynamics of live weight were due to the physiological effect of the mineral schungite and probiotic, which in turn affected the carbohydrate-fat and protein metabolism in the body of bull-calves. In the experimental group bulls there was an increase in the concentration of total protein (by 5.5%), a decrease in the urea level by 8.9%, an increase in the glucose concentration by 12.7%, a decrease in the level of bilirubin by 21.7% and cholesterol by 23.4 %.

# Key words: fattening bulls, probiotic, schungite, metabolism, growth

# Literatura

- 1. Bogoljubova, N.V.Ispol'zovanie minerala shungit v racionah zhvachnyh zhivotnyh. Metodicheskie rekomendacii/N.V.Bogoljubova, V.N.Romanov, V.A.Devjatkin, JU.K.Kalinin Dubrovicy. VIZH im. L.K.JErnsta. 2016.
- 2. Bogoljubova, N.V. Povyshenie produktivnosti zhvachnyh s ispol'zovaniem minerala shungit / N.V.Bogoljubova, V.N.Romanov, V.A.Devjatkin// Doklady TSHA: Sbornik statej. Vyp.288. CH I. M.: Izd-vo RGAU-MSHA, 2016.- S.282-286.
- 3. Krjazhevskih, L. Mikrobiologija rubca krupnogo rogatogo skota / L. Krjazhevskih, G. Laptev // ZHivotnovodstvo Rossii, 2008. № 10. S. 56-57.
- 4. Laptev, G.JU. JEffektivnost' ispol'zovanija Cellobakterina v racionah molochnyh korov / G.JU. Laptev, S.V. Poluljashnaja, V.N. Romanov // JEffektivnoe zhivotnovodstvo, 2009.- №2.- S.25.
- 5. Nekrasov, R.V. JEffektivnost' ispol'zovanija probioticheskih kompleksov novogo pokolenija v kombikormah dlja krupnogo rogatogo skota i svinej. Materialy dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni doktora s\h nauk / R.V.Nekrasov. Dubrovicy.2016.
- 6. Novoe v kormlenii zhivotnyh: Spravochnoe posobie / Pod obshh. red. V.I. Fisinina, V.V. Kalashnikova, I.F. Draganova, H.A. Amerhanova. M.: Izd-vo RGAU-MSHA, 2012. 788s.



- 7. Panin, A.N. Probiotiki neot#emlemyj komponent racional'nogo kormlenija zhivotnyh / A.N. Panin, N.I. Malik // Veterinarija. 2006.- №7.
- 8. Panov, P. B. Ispol'zovanie shungitov dlja ochistki pit'evoj vody / P.B.Panov, A. I. Kalinin, E. F. Sorokoletova, E. V. Kravchenko, ZH. V. Plahotskaja, V. P. Andreev. Petrozavodsk: Karel'skij nauchnyj centr RAN, 2007.- S.103.
- 9. Patent 2569632 RF Sposob regulirovanija produktivnosti zhvachnyh zhivotnyh. №2014138202, zajavl.23.09.14., zareg.29.10.2015. Bogoljubova N.V., Romanov V.N., Devjatkin V.A., Kalinin JU.K., Vorob'eva S.V.
- 10. Piotrovskij, L. B. Fullereny v biologii i medicine: problemy i perspektivy/L.B. Piotrovskij // Fundamental'nye napravlenija molekuljarnoj mediciny: Sb. statej. Spb.: Rostok, 2005. S.195–268.
- 11. Piotrovskij, L. B. Na puti k nanomedicine. Fullereny v biologii /L.B.Piotrovskij, O.I.Kiselev.- Severozapadnoe otdelenie Rossijskoj akademii nauk.SPb.: Rostok, 2006. S. 257–258.
- 12. Romanov, V.N. Primenenie probiotikov kak sposob optimizacii pishhevaritel'nyh processov i povyshenija produktivnosti skota./V.N.Romanov, N.V. Bogoljubova, R.V. Nekrasov- Materialy Mezhd. nauch.-prakt. konf. posvjashh. 50-letiju VNIIFBiP «Aktual'nye problemy biologii v zhivotnovodstve» 14-16 sentjabrja 2010. Borovsk .- S.103-104.
- 13. Romanov, V.N. Fiziologicheskie osnovy i metody snizhenija otricateľnogo dejstvija tehnologicheskih stressov u zhvachnyh zhivotnyh. /V.N.Romanov, N.V. Bogoljubova, G.V. Ivanova, V.A. Devjatkin.- Sbornik nauchnyh tezisov «Adaptacija i stanovlenie fiziologicheskih funkcij u zhivotnyh». –MVA. Moskva, 2010. S. 131-134.
- 14. Romanov, V.N. Ispol'zovanie probiotikaCellobakterin T v kormlenii zhvachnyh zhivotnyh /V.N.Romanov.,S.V.Vorob'eva, V.G.Dvalishvili, V.M.Duborezov, M.G.CHabaev, R.V.Nekrasov, G.V.Ivanova, G.JU.Laptev, L.A.Il'ina// Metodicheskie rekomendacii. Dubrovicy.- VIZH, 2011.- 52 s.
- 15. Tarakanov, B.V. Ispol'zovanie probiotikov v zhivotnovodstve / B.V. Tarakanov // Kaluga.:VNIIFiP s/h zhivotnyh, 1998.-86s.
- 16. Tarakanov, B.V. Probiotiki. Dostizhenija i perspektivy ispol'zovanija v zhivotnovodstve/ B.V. Tarakanov, T.A. Nikolicheva, V.V.Aleshin// Nauchnye trudy VIZHa. Dubrovicy, 2004.- T. 3.- Vyp. 62.- C.69-73.
- 17. CHernyshev, N.I. Antipitatel'nye faktory kormov / N.I.CHernyshev, I.G.Panin, N.I. SHumskij, V.V. Grechishnikov. –Voronezh, 2013. -186 s.
- 18. Furduj, F.I. Stress i adaptacija s.-h. zhivotnyh v uslovijah industrial'nyh tehnologij / F.I.Furduj, E.I. SHtirbu i [dr.].- Kishinev, 1992. 223 s.
- 19. SHungity i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti cheloveka: materialy pervoj Vserossijskoj nauchnoprakticheskoj konferencii (3-5 oktjabrja 2006 g. / Pod red.JU.K.Kalinina. – Petrozavodsk: Karel'skij nauchnyj centr RAN. 2007. – 126 s.





# TEXHUMECKNE HAYKN

УДК 631.369.258/638.178

# ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЕРГИ В ПРОЦЕССЕ ВАКУУМНОЙ ИНФРАКРАСНОЙ СУШКИ

**БЫШОВ Дмитрий Николаевич,** канд. техн. наук, доцент каф. эксплуатации машинно-тракторного парка

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

**MOPO3OB Сергей Сергеевич,** аспирант кафедры электроснабжения, mars37603@mail.ru **ВОРОНОВ Владимир Петрович,** соискатель

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

В настоящее время наиболее энергозатратной операцией при извлечении перги является ее сушка. Наименее энергоемким способом сушки перги является вакуумная сушка. Однако наибольшие сложности в процессе вакуумной сушки возникают при подведении тепловой энергии к объекту сушки. Поэтому наиболее перспективным для сушки перги является применение инфракрасного излучения в вакууме. Для данного способа сушки существуют ограничения: температура продукта не должна превышать 50 °C. Цель проводимого исследования заключалась в изучении изменения температуры продукта в процессе вакуумной инфракрасной сушки в зависимости от величины вакуума. Для проведения эксперимента была изготовлена специальная лабораторная установка; она представляет собой вакуумный сушильный шкаф SPT-200 с расположенной внутри кассетой, поверхность которой покрыта плоскими инфракрасными излучателями. Установка снабжена двумя терморегуляторами с термодатчиками. Исследование проводили следующим образом: навески с продуктом массой 50±1гр помещали в кассету, после чего сущильный шкаф закрывали, включали терморегуляторы и задавали температуру инфракрасных излучателей 55±0.3 °C. Величина вакуума, в соответствии с планом проведения опытов, составляла: 0; 0.025; 0.05; 0.075 и 0.1 МПа. Эксперимент проводили на протяжении двух часов с пятикратной повторностью, регистрируя максимальную температуру продукта. В результате статистической обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии. Анализ полученной зависимости показывает, что при значении величины вакуума выше 0,09 МПа температура продукта не превышает 50 °C при температуре теплоподводящей поверхности 55 °C.

Ключевые слова: вакуумная инфракрасная сушка, перга, влажность, камера.

# Введение

Перга — один из продуктов пчеловодства, изготавливаемый из пыльцы, запечатанной медом и законсервированной молочной кислотой. Благодаря входящим в ее состав моносахарам, заменимым и незаменимым аминокислотам, витаминам, минеральным элементам, каротиноидами и другим элементам пергу применяют для профилактики и лечения множества заболеваний [2, с.48; 4, с.26; 8, с.177].

В настоящее время наиболее энергозатратной операцией при извлечении перги является ее сушка.

Наиболее распространенными способами сушки перги являются вакуумная, конвективная и инфракрасная сушка [12, с.172].

При использовании солнечной инфракрасной сушки продукт быстро перегревается и теряет свои биологически активные свойства; кроме того, сахара продукта быстро карамелизуются, что является порчей продукта [11, с.48].

Во время конвективной сушки температура продукта не должна превышать 42 °С. При этом продолжительность и энергоемкость процесса сушки неоправданно высоки, в частности, составляют 50 часов и 15-20 кВт•ч/кг.

Наименее энергоемким способом сушки перги является вакуумная сушка. Температура продукта для данного способа сушки не должна превышать 50 °С [9, с.197]. Наибольшие сложности при вакуумной сушке возникают в процессе подведения тепловой энергии к объекту сушки. С практической точки зрения этот процесс возможно осуществить подводом к продукту тепла инфракрасного или сверхвысокочастотного электромагнитного излучения.

Практическое применение в процессе вакуумной сушки перги в сотах сверхвысокочастотного электромагнитного излучения нецелесообразно по причине высокого воздействия температур на продукт и дороговизны оборудования.

Поэтому наиболее перспективным для сушки перги является применение инфракрасного излучения в вакууме.

#### Цель и задачи исследования

В связи с вышесказанным целью исследования является изучение изменения температуры продукта в процессе вакуумной инфракрасной сушки в зависимости от величины вакуума.

### Материалы и методы исследования

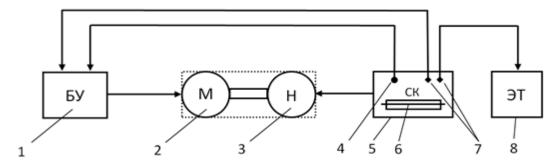
Для проведения исследования была спроектирована экспериментальная установка, состоящая

© Бышов Д. Н., Каширин Д. Е., Морозов С. С., Воронов В. П., 2018 г.



из вакуумной сушильной камеры 5, внутри которой располагались инфракрасные излучатели 6 (рис. 1). Для поддержания заданных параметров использовался блок управления 1, к которому подключались датчик величины вакуума 4, электро-

двигатель вакуумного насоса 2, один датчик температуры 7 и инфракрасные излучатели 6. Для контроля температуры продукта использовался электронный термометр 8 с внедряемым в продукт вторым датчиком температуры 7.



1 – блок управления лабораторной установки; 2 – электродвигатель вакуумного насоса; 3 – вакуумный насос; 4 – датчик величины вакуума; 5 – вакуумная сушильная камера; 6 – ИК излучатели; 7 – датчики температуры; 8 – электронный термометр

Рис. 1 – Структурная схема лабораторной установки

Исследование проводили в лабораторной установке, состоящей из вакуумного шкафа SPT-200 1 и кассеты 3 из термоизоляционного материала, на внутренних стенках которой располагались плоские инфракрасные излучатели (рис. 2). Для контроля температур использовались два терморегулятора 2, один термодатчик которого измерял интенсивность излучения, а другой внедрялся в продукт. Величину вакуума в сушильном шкафу поддерживали в требуемом диапазоне встроен-

ным вакуум-регулятором 4.

Исследование проводили следующим образом: навески с продуктом массой 50±1гр помещали в кассету 3, после чего сушильный шкаф 1 закрывали, включали терморегуляторы 2 и задавали температуру инфракрасных излучателей 55±0,3 °С. Величина вакуума, в соответствии с планом проведения опытов, составляла: 0; 0,025; 0,05; 0,075 и 0,1 МПа.



1 — сушильный шкаф; 2 — терморегуляторы; 3 — кассета; 4 — вакуум-регулятор Рис.2 — Лабораторная установка

Исследование проводили на протяжении двух часов с пятикратной повторностью, регистрируя максимальную температуру продукта.

#### Результаты и их обсуждение

В результате статистической обработки экспериментальных данных, уравнение регрессии получено в виде:

T = 54,5882 + 12,5541·P – 750,3608·P², (1) где P – величина вакуума , МПа; T – температура продукта, °C.

На рисунках 3 и 4 представлена графическая зависимость температуры продукта от величины вакуума.

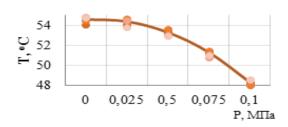


Рис. 3 – Зависимость температуры продукта от величины вакуума



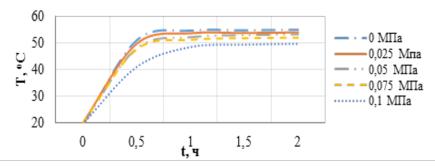


Рис. 4 – Изменение температуры продукта от величины вакуума

Наиболее точно процесс изменения температуры продукта от величины вакуума описывают уравнения:

 $T = -85.9 + 162.2 \cdot t - 68.8833 \cdot t^2 + 12.75 \cdot t^3 - 0.8667 \cdot t^4$ 

#### Выводы

где t – время сушки, ч.

Проведенные теоретическое и экспериментальное исследования позволяют сделать следующие выводы:

- вакуумная инфракрасная сушка перги является наименее энергозатратным способом сушки;
- 2) экспериментально установлено, что при значении вакуума выше 0,09 МПа температура продукта не превышает 50 °C при температуре теплоподводящей поверхности 55 °C;
- получен ряд математических моделей, достоверно описывающих исследованные процессы.

#### Список литературы

- 1. Бышов, Д.Н. К вопросу экспериментального исследования инфракрасной вакуумной сушки перги в соте [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин, С.С. Морозов // В сборнике: Методы механики в решении инженерных задач. Материалы I Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 102-104.
- 2. Бышов, Д.Н. Определение энергоемкости процесса вакуумной инфракрасной сушки перги [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин, С.С. Морозов, А.В. Протасов, А.А Петухов // В сборнике: Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса. Материалы Национальной научно-практической конференции. Рязань, 2017. С. 48-50.
- 3. Бышов, Н.В. Вопросы теории энергосберегающей конвективной циклической сушки перги [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Монография. Рязань: Изд-во РГАТУ 2012. 70с.
- 4. Бышов, Н.В. Модернизированная энергосберегающая установка для сушки перги [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Техника в сельском

- хозяйстве. 2012. №1. С. 26-27.
- 5. Бышов, Н.В. Экспериментальное исследование режимов циклической конвективной сушки перги в соте [Текст] / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин // Вестник КрасГАУ 2012. №5. С.283-285.
- 6. Каширин, Д.Е. Вакуумная сушка перги [Текст] / Д.Е. Каширин // Пчеловодство. – 2006. – №4. – С.50.
- 7. Каширин, Д.Е. Исследование процесса вакуумной инфракрасной сушки перги [Текст] / Д.Е. Каширин, С.С. Морозов, Б.А. Нефедов, С.Д. Полищук // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2017. № 3. С. 168-173.
- 8. Каширин, Д.Е. К вопросу вакуумной сушки перги [Текст] / Д.Е. Каширин, М.Н. Харитонова // Инновационные технологии в пчеловодстве: материалы науч. практич. конф. Рыбное, 2006. С.177–179.
- 9. Каширин, Д.Е. Качество перги, стабилизированной различными способами, в процессе ее хранения [Текст] / Д.Е. Каширин, М.Н. Харитонова // Инновационные технологии в пчеловодстве: материалы науч.- практич. конф. Рыбное, 2006. С.195—197.
- 10. Каширин, Д.Е. Конвективная сушка перги [Текст] / Д.Е. Каширин // Пчеловодство. 2009. №8. С.46–47.
- 11. Каширин, Д.Е. Энергосберегающая установка для сушки перги [Текст] / Д.Е. Каширин // Вестник КрасГАУ. 2009. №12. С.189–191.
- 12. Морозов, С.С. Вакуумная инфракрасная сушка перги [Текст] / С.С. Морозов, Д.Е. Каширин // В сборнике: Улучшение эксплуатационных по-казателей сельскохозяйственной энергетики. Материалы X Международной научно-практической конференции "Наука Технология Ресурсосбережение". Сборник научных трудов, посвященный 65-летию со дня образования инженерного факультета Вятской ГСХА. 2017. С. 172-174.
- 13. Морозов, С.С. Установка для вакуумной инфракрасной сушки перги [Текст] / С.С. Морозов, Д.Е. Каширин // В сборнике: Современный агропромышленный комплекс глазами молодых ученых Материалы научно-образовательной школы аспирантов Ассоциации аграрных вузов Центрального Федерального округа России Орел, 2017. С. 118-121.
- 14. Пат. № 2391610 РФ. МПК F26B 9/06. Установка для сушки перги / Д.Е. Каширин. Заявл. 16.03.2009; опубл. 10.06.2010, бюл. № 16. 7с.



### RESEARCH OF CHANGE OF TEMPERATURE OF BEE-BREAD IN THE PROCESS OF VACUUM-INFRARED DRYING

Byshov Dmitriy N., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Kashirin Dmitriy Ye., Doctor technical sciences, Associate Professor, kadm76@mail.ru Morozov Sergei S., graduate student, mars37603@mail.ru Voronov Vladimir P., applicant

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

Currently, the most energy-intensive operation in the extraction of bee-bread is its drying. The least energyintensive way of drying bee bread is vacuum drying. However, the greatest difficulties in the process of vacuum drying arise in the process of bringing thermal energy to the drying object. Therefore, the most promising is the use of infrared radiation in vacuum for drying bee-bread. For this method of drying, there are restrictions: the product temperature should not exceed 50 °C. The aim of the study was to study the changes in the temperature of the product in the process of vacuum infrared drying from the vacuum value. For the experiment was made a special laboratory setup: it is a vacuum drying Cabinet SPT-200, which is located inside the cassette, the surface of which is covered with flat infrared emitters. The unit is equipped with two thermostats with temperature sensors. The study was carried out as follows: an overhang with a product weighing 50±1 g was placed in a cassette, after which the drying Cabinet was closed, thermoregulators were switched on and the temperature of the infrared emitters was set to 55±0,3 °C. The value of the vacuum, in accordance with the plan of the experiments, was respectively: 0 MPa; 0.025 MPa; 0.05 MPa; 0.075 MPa and 0.1 MPa. The experiment was carried out for 2 hours with a fivefold repetition, registering the maximum temperature of the product. The regression equation is obtained as a result of statistical processing of experimental data. The analysis of the obtained dependence shows that when the vacuum value increases above 0.09 MPa, the product temperature does not exceed 50 °C at a temperature of 55 °C.

Key words: drying, infrared, vacuum, bee-bread, humidity, camera.

#### Literatura

- 1. Byshov, D.N. K voprosu ehksperimental'nogo issledovaniya infrakrasnoj vakuumnoj sushki pergi v sote [Tekst] / N.V. Byshov, D.E. Kashirin, S.S. Morozov // V sbornike: Metody mekhaniki v reshenii inzhenernyh zadach. Materialy I Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. 2017. S. 102-104.
- 2. Byshov, D.N. Opredelenie ehnergoemkosti processa vakuumnoj infrakrasnoj sushki pergi [Tekst] / N.V. Byshov, D.E. Kashirin, S.S. Morozov, A.V. Protasov, A.A Petuhov // V sbornike: Sovershenstvovanie sistemy podgotovki i dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya kadrov dlya agropromyshlennogo kompleksa. Materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii. Ryazan', 2017. S. 48-50.
- 3. Byshov, N.V. Voprosy teorii ehnergosberegayushchej konvektivnoj ciklicheskoj sushki pergi [Tekst] / N.V. Byshov, D.E. Kashirin // Monografiya. Ryazan': Izd-vo RGATU 2012. 70s.
- 4. Byshov, N.V. Modernizirovannaya ehnergosberegayushchaya ustanovka dlya sushki pergi [Tekst] / N.V. Byshov, D.E. Kashirin // Tekhnika v sel'skom hozyajstve. 2012. №1. S. 26-27.
- 5. Byshov, N.V. EHksperimental'noe issledovanie rezhimov ciklicheskoj konvektivnoj sushki pergi v sote [Tekst] / N.V. Byshov, D.E. Kashirin // Vestnik KrasGAU 2012. №5. S.283-285.
- 6. Kashirin, D.É. Vakuumnaya sushka pergi [Tekst] / D.E. Kashirin // Pchelovodstvo. 2006. №4. S.50.
- 7. Kashirin, D.E. Issledovanie processa vakuumnoj infrakrasnoj sushki pergi [Tekst] / D.E. Kashirin, S.S. Morozov, B.A. Nefedov, S.D. Polishchuk // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 3. S. 168-173.
- 8. Kashirin, D.E. K voprosu vakuumnoj sushki pergi [Tekst] / D.E. Kashirin, M.N. Haritonova // Innovacionnye tekhnologii v pchelovodstve: materialy nauch. praktich. konf. Rybnoe, 2006. S.177–179.
- 9. Kashirin, D.E. Kachestvo pergi, stabilizirovannoj razlichnymi sposobami, v processe ee hraneniya [Tekst] / D.E. Kashirin, M.N. Haritonova // Innovacionnye tekhnologii v pchelovodstve: materialy nauch.-praktich. konf. Rybnoe, 2006. S.195—197.
- 10. Kashirin, D.E. Konvektivnaya sushka pergi [Tekst] / D.E. Kashirin // Pchelovodstvo. 2009. №8. S.46–47.
- 11. Kashirin, D.E. EHnergosberegayushchaya ustanovka dlya sushki pergi [Tekst] / D.E. Kashirin // Vestnik KrasGAU. 2009. №12. S.189–191.
- 12. Morozov, S.S. Vakuumnaya infrakrasnaya sushka pergi [Tekst] / S.S. Morozov, D.E. Kashirin // V sbornike: Uluchshenie ehkspluatacionnyh pokazatelej sel'skohozyajstvennoj ehnergetiki. Materialy X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii "Nauka Tekhnologiya Resursosberezhenie". Sbornik nauchnyh trudov, posvyashchennyj 65-letiyu so dnya obrazovaniya inzhenernogo fakul'teta Vyatskoj GSKHA. 2017. S. 172-174.
- 13. Morozov, S.S. Ustanovka dlya vakuumnoj infrakrasnoj sushki pergi [Tekst]/S.S. Morozov, D.E. Kashirin // V sbornike: Sovremennyj agropromyshlennyj kompleks glazami molodyh uchenyh Materialy nauchno-obrazovateľnoj shkoly aspirantov Associacii agrarnyh vuzov Centraľnogo Federaľnogo okruga Rossii Orel, 2017. S. 118-121.
- 14. Pat. № 2391610 RF. MPK F26B 9/06. Ustanovka dlya sushki pergi / D.E. Kashirin. Zayavl. 16.03.2009; opubl. 10.06.2010, byul. № 16. 7s.





УДК 664.66

### ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА СВОЙСТВА ДРОЖЖЕЙ, МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ И БОЛЕЗНИ ХЛЕБА

**ВЕСЕЛОВА Анна Юрьевна,** канд. тех. наук, доцент кафедры технологии общественного питания, Институт пищевых технологий и дизайна — филиал ГБОУ ВО Нижегородского государственного инженерно-экономического университета. anna.0680@mail.ru

Целью работы явилось исследование влияния бетулинсодержащего экстракта бересты (БЭБ) на свойства дрожжей, молочнокислых бактерий и болезни хлеба. Объект исследования – биологически активная добавка БЭБ-ТУ 9197-034-58059245. БЭБ обладает эмульгирующим свойством и многовекторной биологической активностью, проявляя антиоксидантные и антигипоксантные свойства, что подтверждено данными научно-технической литературы и результатами клинических испытаний. Молекулы бетулина способны встраиваться в липидный слой клеток и восстанавливать структуру поврежденных перекисными соединениями биологических мембран. Сочетание антиоксидантных и антимикробных свойств БЭБ способствует повышению срока годности пищевой продукции. Микробиологические показатели БЭБ определяли по ГОСТ 10444.15-94. Влияние БЭБ на свойства чистых культур дрожжей S.cerevisiae № 69 и молочнокислых бактерий (далее МКБ) Lactobacillus casei C, определяли в соответствии с «Методическим руководством по производству жидких дрожжей». Диагностику картофельной болезни проводили в соответствии с «Инструкцией по предупреждению картофельной болезни хлеба»: люминесцентным экспресс-методом и модифицированным методом по содержанию водорастворимых веществ в мякише хлеба. Степень плесневения хлеба определяли визуально и по методике, разработанной в ФГБНУ НИИХП. Изучено влияние БЭБ на свойства чистых культур дрожжей S. cerevisiae № 69 и МКБ Lactobacillus casei С, и влияние БЭБ на болезни хлеба. Выявлено, что введение в тесто БЭБ оказывает ингибирующее действие на плесневение и развитие картофельной болезни хлеба, которое обусловлено действием входящих в состав БЭБ тритерпеновых спиртов, обладающих антимикробным действием. Это делает возможным применение данной добавки при разработке хлебобулочных изделий с удлиненными сроками хранения.

**Ключевые слова:** природные источники биологически активных веществ, бетулинсодержащий экстракт бересты, микробиологические показатели, болезни хлеба.

#### Введение

В настоящее время проблема длительного хранения хлебобулочных изделий в современном обществе приобретает все большее значение. Индустриальный подход к производству хлеба и хлебобулочных изделий ставит хлебопекарным предприятиям задачу увеличения сроков хранения. При длительном хранении хлебобулочные изделия должны сохранять своё качество в течение заданного периода времени [5]. Применение упаковочных материалов способствует удлинению сроков хранения хлебобулочных изделий до 4-15 суток. Однако использование только упаковки не обеспечивает длительную защиту хлеба от микробной порчи – картофельной болезни и плесневения, этих наиболее распространенных и опасных заболеваний хлеба.

Учитывая важность проблемы, актуальным является изучение влияния природных источников биологически активных веществ на свойства дрожжей, молочнокислых бактерий и болезни хлеба. В качестве таких источников использовали бетулинсодержащий экстракт бересты (БЭБ).

#### Объекты и методы

В качестве объектов исследования использо-

вали биологически активную добавку БЭБ производства ООО «Березовый мир» по ТУ 9197-034-58059245-08. БЭБ представляет собой смесь природных тритерпеновых соединений, основным из которых является тритерпеновый спирт бетулинол. В 1952 г. была выяснена химическая структура бетулина. Бетулин обнаружен в пробковом слое берез – B.alba, B.pendula, B.pubescent и В.plathyphylla, а также в ряде других растений; в чистом виде его получают путем возгонки березовой коры (Lowitz, 1788; этот метод используется и в настоящее время) и в виде пальмитата [11].

Кора березы является источником ряда экстрактивных веществ, обладающих биологической активностью. Наиболее богата этими веществами внешняя кора берез — береста, в экстрактах которой преобладают пентациклические тритерпеноиды ряда лупана и β-амирина. Основным компонентом тритерпеноидов бересты является бетулин [10], придающий березовой коре белый цвет, тритерпеновый спирт, обладающий двумя гидроксильными группами. Доступность, биологическая активность и легкость выделения продукта ставит его в ряд ценных природных соединений [8]. Содержание бетулина в экстракте бересты

© Веселова А. Ю., 2018г.



зависит от вида березы, места и условий ее произрастания, возраста дерева [6]. Присутствие в организме бетулина изменяет механизм усвоения жиров печенью, что приводит к снижению холестерина в крови, помогает предотвращать ожирение и повышает чувствительность к инсулину, через воздействие на синтез жирных кислот и триглицеридов. Лупеол содержится в наружном слое коры березы в концентрации 1,5-3,0 %, в распространенном растении влажных субтропиков Canavalia ensiformis — в концентрации около 8,2 %.

БЭБ – порошок белого цвета, без запаха и вкуса, не токсичен, обладает эмульгирующим свойством и многовекторной биологической активностью. Важным преимуществом использования БЭБ является его антимикробное действие, способствующее увеличению сроков годности продукции [2,7].

Адекватные нормы потребления бетулина внесены в Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (утв. Решением Комиссии таможенного союза от 28 мая 2010 года № 299) [2, 3].

В работе использовались специальные методы исследований. Микробиологические показатели БЭБ определяли по ГОСТ 10444.15-94. Влияние БЭБ на свойства чистых культур дрожжей S. cerevisiae № 69 и молочнокислых бактерий (далее

МКБ) Lactobacillus casei C¹ определяли в соответствии с «Методическим руководством по производству жидких дрожжей». Диагностику картофельной болезни проводили в соответствии с «Инструкцией по предупреждению картофельной болезни хлеба»: люминесцентным экспресс-методом и модифицированным методом по содержанию водорастворимых веществ в мякише хлеба. Степень плесневения хлеба определяли визуально и по методике, разработанной в ФГБНУ НИИХП.

#### Экспериментальная часть

Вначале исследований изучали микробиологическое состояние БЭБ; было определено количество колоний КМАФАНМ в БЭБ, которое составляло менее 1,0 x 101 КОЕ/г, что свидетельствовало о высокой микробиологической чистоте добавки [1].

Далее было изучено влияние БЭБ на свойства чистых культур дрожжей S. cerevisiae № 69 и молочнокислых бактерий Lactobacillus casei С¹. В питательные среды вносили сухой порошок БЭБ в следующих количествах: 3,4 мг/200 см³(концентрация 1,7 мг/100 г среды, соответствующая 2,6 мг/100 г муки), 3,4 мг/100 см³ (концентрация 3,4 мг/100 г среды, соответствующая 5,2 мг/100 г муки) и 8,4 мг/100 см³ (концентрация 8,4 мг/100 г среды, соответствующая 13,0 мг/100 г муки). Контролем служили среды без внесения БЭБ. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние БЭБ на свойства дрожжей S. cerevisiae № 69 и молочнокислых бактерий Lactobacillus casei C¹

Наименование	Контроль	Питательные среды с содержанием БЭБ, соответствующим его количеству в тесте, мг БЭБ/100 г муки			
показателей		2,6	5,2	13,0	
Количество дрожжей, млн /г	147	150	170	177	
Подъемная сила (по всплытию шарика теста), мин	15	14	13	12	
Количество МКБ, млн /г	285	275	330	375	
Кислотность, град.	9,8	9,8	9,9	10,0	

Установили, что добавление БЭБ увеличивало число клеток дрожжей S. Cerevisiae № 69 на 3-22% и подъемную силу на 7-20%. На питательных средах со средней и максимальной дозировкой БЭБ наблюдалось увеличение количества клеток МКБ Lactobacillus casei С¹на 16-32%, при этом кислотность среды повышалась незначительно.

При исследовании влияния БЭБ на рост плесневых грибов Aspergillus niger на питательных средах БЭБ вносили в питательные среды в концентрациях 2,6; 5,2 и 13,0 мг, соответствующих тем, что будут получены в хлебе при внесении 0,0026, 0,0052 и 0,013 % добавок к массе муки. Результаты исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние БЭБ на свойства плесневых грибов Aspergillus niger

Наименование	Контроль	Количество плесневых грибов, х10⁵КОЕ/г при концентрации добавки в среде, соответствующей ее количеству в тесте, мг добавки/100 г муки			
показателей		2,6 БЭБ	5,2 БЭБ	13,0 БЭБ	
Количество плесневых грибов Aspergillus niger	1,3	1,1	1,4	1,4	

В результате исследования влияния БЭБ на рост плесневых грибов Aspergillus niger на питательных средах, установили, что БЭБ в концен-

трации 2,6% не стимулировал рост плесневых грибов. Увеличение количества БЭБ до 5,2 и 13,0 % способствовало некоторому росту плесне-



вых грибов Aspergillus niger.

Учитывая отсутствие четкого влияния БЭБ на развитие плесневых грибов Aspergillus niger на питательных средах, было изучено влияние БЭБ на плесневение хлеба.

При изучении влияния БЭБ на болезни хлеба опытные образцы готовили методом пробной лабораторной выпечки. После выпечки хлеб вынимали из форм, перекладывали на деревянные доски и охлаждали в течение 1,5-2,0 часов до температуры 18-22 °С. Один образец ножом, обработанным этиловым спиртом, разрезали пополам, затем целые и разрезанные образцы вкладывали в прозрачные двойные полиэтиленовые пакеты и помещали в термостат с температурой (24±1) °С и

фиксировали время. В процессе хранения продукции наблюдали за появлением признаков плесневения хлеба. БЭБ вносили в тесто в количестве 0,0026, 0,0052 и 0,013 % к массе муки.

Результаты исследования влияния БЭБ на плесневение хлеба показали (рис.), что через 5 суток хранения на поверхности контрольного образца появились 3 колонии плесени, на всех опытных образцах наличие плесени на поверхности обнаружено не было. На 7-е сутки на поверхности опытного образца с 0,0026 % БЭБ появились четыре колонии плесени (черной, зеленой и желтой), на образце с 0,0052 % БЭБ — 3 колонии. Признаки плесневения в опытном образце с 0,013 % БЭБ проявились только на 11-е сутки хранения.

Таблица 3 – Влияние БЭБ на развитие картофельной болезни в хлебе

Образцы	Показатели хлеба после хранения в течение, ч			
хлеба	24	42	72	
Контроль	Колонии споровых бактерий и специфический запах не обнаружены,	Обнаружены 2 колонии споровых бактерий и присутствие специфического слабовыраженного запаха	Обнаружены 3 колонии споровых бактерий и 5 светящихся красных колоний неустановленного происхождения. Присутствовал специфический средний по интенсивности запах	
с БЭБ в до- зировке 0,0026 %	Не заболел, не обнаружены колонии споровых бактерий. Специфический запах отсутствовал	Заболел, обнаружены 2 колонии споровых бактерий. Присутствовал специфический слабовыраженный по интенсивности запах	Заболел, обнаружены 3 колонии споровых бактерий и 2 светящиеся красные колонии не установленного происхождения. Присутствовал специфический средний по интенсивности запах	
с БЭБ в до- зировке 0,0052 %	Не заболел, не обнаружены колонии споровых бактерий. Специфический запах отсутствовал	Не заболел, не обнару- жены колонии споровых бактерий. Специфичес- кий запах отсутствовал	Заболел, обнаружены 2 колонии споровых бактерий. Присутствовал средний по интенсивности специфический запах	
с БЭБ в дозировке 0,013 %	Не заболел, не обнаружены колонии споровых бактерий. Специфический запах отсутствовал	Не заболел, не обнаружены колонии споровых бактерий. Специфический запах от- сутствовал	Заболел, обнаружены 2 колонии споровых бактерий. Присутствовал слабовыраженный специфический запах	

Анализ приведенных в таблице 3 данных показывает, что в контрольном и во всех опытных образцах, хранившихся в течение 24 часов, не обнаружены признаки заболевания картофельной болезнью. В контрольном и в опытном образце с минимальной дозировкой БЭБ через 42 ч хранения появлялся слабо выраженный специфический запах, кроме этого, на ломтиках хлеба обнаружены по 2 колонии споровых бактерий. При использовании БЭБ в количестве 0.0052 и 0.013% хлеб не заболевал в течение 42 ч. Во всех образцах хлебобулочных изделий с продолжительностью хранения в течение 72 ч наблюдалось заболевание картофельной болезнью. В контрольном и опытном образце с 0,0026% БЭБ, помимо этого, наблюдались красные светящиеся колонии спорообразующих бактерий неустановленного происхождения, которые были видны на приборе Люминоскоп «ФИЛИН».

#### Заключение

Таким образом, проведенные исследования подтвердили стимулирующее воздействие БЭБ

на рост клеток дрожжей S. cerevisiae и молочнокислых бактерий Lactobacillus casei на питательных средах и ингибирующее воздействие БЭБ на развитие картофельной болезни хлеба и плесневение.

Установили, что введение в тесто БЭБ в количестве 0,0052 и 0,013 % к массе муки задерживает развитие картофельной болезни в хлебе на 30 ч. Помимо этого при увеличении дозировки БЭБ интенсивность проявления картофельной болезни хлеба снижалась.

Ингибирующее действие БЭБ на плесневение и развитие картофельной болезни обусловлено действием входящих в его состав тритерпеновых спиртов, обладающих антимикробным действием.

#### Список литературы

- 1. Бакушинская, О. А. Контроль производства хлебопекарных дрожжей / О. А. Бакушинская, Л. Д. Белова, В. И. Буканова, М. Ф. Лозенко, Н. М. Семихатова. Москва: Пищевая промышленность, 2012 168 с.
  - 2. Дьячук, Г. И. Пищевые добавки на основе



бетулина / Г. И. Дьячук, Т. Г. Вишневецкая // Фармацевтическое обозрение . – 2002. – № 6. – С. 53 - 54.

- 3. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) Утв. Решением Комиссии Таможенного Союза от 28 мая 2010 года № 299.
- 4. Инструкция по предупреждению картофельной болезни хлеба на хлебопекарных предприятиях.- М.:ГОСНИИХП, 2012.С-32.
- 5. Костюченко, М. Н. Влияние бетулинсодержащего экстракта бересты на сохранение свежести диабетического хлеба / А. Ю. Веселова, М. Н.

- Костюченко, Г. Ф. Дремучева // Хранение и переработка сельхозсырья. 2014. № 10- С. 42-44.
- 6. Левданский, В. А. Биологически активные вещества коры березы / В.А. Левданский, Н. И. Полежаева, Т. И. Когай, Б. Н. Кузнецов // Материалы V Международного симпозиума «Биологически активные добавки к пище и проблемы здоровья семьи». Красноярск, 2001. С.150-152.
- 7. Поландова, Р. Д. Методическое руководство по производству жидких дрожжей / Р. Д. Поландова, Т. Г. Богатырева, В. И. Калинина, А. И. Быстрова, И. С. Смирнова. Москва: ВНИИХП, 2-10. 44 с.

#### STUDY OF THE INFLUENCE OF THE NATURAL SOURCES OF BIOLOGICALLY ACTIVE MATERIALS ON THE PROPERTIES OF YEAST, LACTIC ACID BACTERIA AND DISEASE OF THE BREAD

**Veselova Anna Yu.,** candidate in technical sciences, docent of the department of technology of the public nutrition Institute of Food Technology and Design — a branch of the state budgetary educational institution of higher education «Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, anna.0680@mail.ru.

The purpose of studies was a study of the influence of the betulinsoderzhashchego extract of white part of birch bark (BEB) on the properties of yeast(s), lactic acid bacteria and disease of bread. Subject of the study: biologically active additive BEB - TU 9197-034-58059245. BEB - possesses the emulsifying property and multi-vector biological activity, manifesting antioxidant and antigipoksantnye properties, that by confirmed literature data scientific and technical and by the results of clinical tests. The molecules of betulin are capable of be incorporated in the lipid layer of cells and of restoring the structure of damaged by peroxide connections biological membranes. The combination of antioxidant and antimicrobic properties BEB contributes to an increase in the period of the fitness of food production. Microbiological indices BEB were determined according to GOST 10444.15-94. Influence BEB on the properties of the clean cultures of yeast(s) S. cerevisiae № 69 and lactic acid bacteria (further bar) Lactobacillus casei C1 they determined in accordance with "systematic management on the production of liquid yeast(s)". Diagnostics of potato disease was carried out in accordance with "the instruction on the prevention of the potato disease of bread": luminescent express - by the method and by the modified method in the content of water-soluble substances in the crumb of bread. The degree of molding bread was determined visually, also, employing the procedure, developed in FGBNU NIIKHP. It is studied influence BEB on the properties of the clean cultures of yeast(s) S. cerevisiae № 69 and bar Lactobacillus casei C1 and influence BEB at the disease of bread. It is revealed, that the introduction in dough BEB renders the inhibiting action on the molding and the development of the potato disease of bread, which is caused by the action of forming part BEB triterpenovykh alcohols, which possess antimicrobic action. This makes the application of this additive with the development of baked articles with the elongated period of storage possible.

**Key words:** the natural sources of biologically active materials, the betulinsoderzhashchiy extract of white part of birch bark, microbiological indices, the disease of bread.

#### Literatura

- 1.Bakushinskaya, O. A. Kontrol proizvodstva xlebopekarnyx drozhzhej / O. A. Bakushinskaya, L. D. Belova, V. I. Bukanova, M. F. Lozenko, N. M. Semixatova. Moskva: Pishhevaya promyshlennost, 2012. 168 s.
- 2.Dyachuk, G. I. Pishhevye dobavki na osnove betulina / G. I. Dyachuk, T. G. Vishneveckaya // Farmacevticheskoe obozrenie . 2002. № 6. s. 53 54.
- 3.Edinye sanitarno-epidemiologicheskie i gigienicheskie trebovaniya k tovaram, podlezhashhim sanitarno-epidemiologicheskomu nadzoru (kontrolyu) Utv. Resheniem Komissii Tamozhennogo Soyuza ot 28 maya 2010 goda № 299.
- 4.Instrukciya po preduprezhdeniyu kartofelnoj bolezni xleba na xlebopekarnyx predpriyatiyax.- M.:Gosniixp, 2012.s-32.
- 5.Kostyuchenko, M. N. Vliyanie betulinsoderzhashhego ekstrakta beresty na soxranenie svezhesti diabeticheskogo xleba / A. Yu. Veselova, M. N. Kostyuchenko, G. F. Dremucheva // Xranenie i pererabotka selxozsyrya. 2014. № 10- s. 42-44.
- 6.Levdanskij, V. A. Biologicheski aktivnye veshhestva kory berezy / V.A. Levdanskij, N. I. Polezhaeva, T. I. Kogaj, B. N. Kuznecov // Materialy v mezhdunarodnogo simpoziuma «Biologicheski aktivnye dobavki k pishhe i problemy zdorovya semi». Krasnoyarsk, 2001. s.150-152.
- 7.Polandova, R. D. Metodicheskoe rukovodstvo po proizvodstvu zhidkix drozhzhej / R. D. Polandova, T. G. Bogatyreva, V. I. Kalinina, A. I. Bystrova, I. S. Smirnova. Moskva: vniixp, 2010. 44 s.





УДК 664.788/577.15

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦЕЛЛЮЛОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ БИОКОНВЕРСИИ ОБОЛОЧЕК БЕЛОГО ЛЮПИНА

**ВИТОЛ Ирина Сергеевна,** канд. биол. наук, доцент, ВНИИЗ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва, vitolis@yandex.ru

**ЗВЕРЕВ Сергей Васильевич,** д-р. техн. наук, профессор, ВНИИЗ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва, zverevsv@yandex.ru

В работе изучены биохимические особенности оболочек белого люпина сорта Дега, с позиции их использования в качестве объекта для ферментативной модификации. Общее содержание белка (N×6,25) — 9,13%; клетчатки — 38,2%; растворимого белка — 0,350 мг/мл; восстанавливающих сахаров- 0,75%. Фракционный состав растворимых белков оболочек белого люпина (% от общего содержания белка): альбумины – 32,87%; глобулины – 37,28%, проламины – практически отсутствуют, глютелины – 8,73%; нерастворимый остаток – 21,12%. Эффективность ферментных препаратов целлюлолитического действия оценивали по накоплению восстанавливающих сахаров и растворимого белка, при этом ферментативные реакции проводили при оптимальных условиях, которые были подобраны экспериментально. Использование ферментных препаратов «Дистицим GL» и «Шеарзим 500L» увеличивает количество восстанавливающих сахаров в 3.20 и 2.85 раза соответственно. Ферментные препараты «Вискоферм L» и «Целловиридин Г20Х» в 1,2-1,6 раз менее эффективны. Максимальное накопление растворимого белка наблюдается при использовании «Дистицим GL» – в 11 раз; «Вискоферм L», «Шеарзим 500L» и «Целловиридин Г20Х», – в 9, 8 и 5 раз соответственно. Полученные данные свидетельствуют о возможности использования исследуемых препаратов при ферментативной модификации биополимеров оболочек белого люпина, как по отдельности, так и в составе мультиэнзимных композиций, что позволит существенно увеличить степень усвоения, а, следовательно, и биологическую ценность вторичных продуктов переработки зерна белого люпина.

**Ключевые слова:** белый люпин, оболочки, целлюлолитические ферментные препараты, биоконверсия

#### Введение

Белый люпин (Lupinus albus L.) относится к числу древнейших сельскохозяйственных культур, однако для России эта культура сравнительно новая, только в начале 60-х годов 20 века приступили к его исследованиям в условиях Центрального Черноземья [9].

В настоящее время в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации, включено 11 сортов белого люпина, в том числе и сорт Дега (рис.1), который был создан в РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева совместно с Всероссийским НИИ люпина и включен в Госреестр с 2004 года [5].

Многочисленные опыты показали, что белый люпин превосходит другие зернобобовые культуры, включая сою, узколистный люпин, горох, вику яровую, кормовые бобы по урожайности и по сбору белка с 1 га — в 1,5-2,0 раза [4,11]. Биохимические показатели зерна белого люпина дают основание утверждать, что белый люпин для России можно рассматривать, как источник растительного белка дополнительно к сое, или как альтернативу ей [9,10]. В таблице 1 приведены сравнительные характеристики химического состава зерна белого люпина и его анатомических частей [9].



Рис. 1 – Семена белого люпина сорта Дега

Данные таблицы свидетельствуют о высокой пищевой ценности зерна белого люпина, а именно: о высоком содержании белка как в целом зерне (39,5%), так и ядре без оболочек (46,2%); достаточно высоком по сравнению со злаковыми культурами содержанием жира — 7,2 и 8,5 и сравнительно невысоким содержанием клетчатки — 9,1 и 2,3 соответственно.

© Витол И. С., Зверев С. В., 2018г.



Таблица 1 – Химический состав и кормовая ценность зерна белого люпина, % на воздушно-сухое вещество [13,14]

Показатель	Зерно	Ядро (без оболочки)	Оболочка
Влага	12,1	10,6	10,7
Сухое вещество	87,9	89,4	89,3
Обменная энергия: ккал 100 г	251	284	107
в пересчете на МДж/кг	10,5	11,9	4,5
Сырой протеин	39,9	46,2	9,2
Сырая клетчатка	9,1	2,3	37,9
Сырой жир	7,2	8,5	1,4
Сырая зола	4	4	2
Безазотистые экстрактивные вещества	30,4	31,3	31,5
Минерал	пьные вещества і	и витамины	
Кальций, %	0,3	0,14	0,72
Фосфор, %	0,4	0,49	0,03
Селен, мг/кг	1,13	1,81	1,56
Витамин Е, мкг/г	23,11	28,87	57,74
Каротиноиды, мкг/г	25,54	31,9	1,65

Сорта люпина современной селекции отличаются отсутствием белковых ингибиторов трипсина и низким содержанием алкалоидов, что позволяет использовать зерно белого люпина в кормах без предварительной тепловой обработки [1,7]. Имеющиеся данные из различных литературных источников подтверждают эффективность применения зерна белого люпина (как дробленного, так и обрушенного) в комбикормах в различных отраслях животноводства: птицеводстве, свиноводстве, мясном и молочном скотоводстве, рыболовстве [1,6,10].

Однако, на наш взгляд, следует обратить внимание и на оболочки люпина, получаемые после обрушения целого зерна: они представляют собой отличный объект для ферментативной модификации, поскольку содержат достаточное количества белка (9,2%) и высокое – клетчатки (37,9%), а при мягких режимах ферментативного гидролиза основных биополимеров содержащиеся в оболочках макро-, микроэлементы и витамины будут сохранены.

Ферментативная модификация белков растительного сырья представляет собой важный этап в перспективных технологиях глубокой переработки. В результате модификации (ферментативный гидролиз) биополимеров растительного сырья и вторичных продуктов его переработки могут быть получены продукты, обладающие более высокой степенью усвоения, и, следовательно, повышенной биологической ценностью [2].

Однако, известно, что ферменты и ферментные препараты, обладающие специфичностью действия, осуществляют гидролиз различных субстратов с разной степенью эффективности (скорость и глубина гидролиза). Следует также учитывать, что при традиционной характеристике ферментных препаратов выявление оптимума температуры и рН, как и других кинетических параметров, проводится с использованием стандартного субстрата. Вместе с тем, в условиях,

когда в качестве субстрата выступает сложная гетерогенная система, которая влияет на характер протекания ферментативного процесса, основные кинетические параметры ферментативной реакции изменяются [2,3].

Цель исследования — оценка эффективности ферментных препаратов целлюлолитического действия при биоконверсии оболочек белого люпина.

#### Объекты и методы исследования

В работе использовали оболочки зерна белого люпина сорта Дега, полученные путем обрушения – измельчения на центробежном шелушителе и последующей пневмосепарации с отвеиванием оболочек [8].

Содержание белка определяли по методу Къельдаля – ГОСТ 10846-91; клетчатки – методом Кюшнера и Ганека; определение фракционного состава белков – по Осборну, растворимого белка – по методу Лоури; восстанавливающих сахаров – по методу Бертрана [8].

Принимая во внимание сложное строение клеточной стенки, для ее деградации и увеличения степени извлечения белка требуются ферментные препараты, обладающие целым комплексом активностей: целлюлазной, гемицеллюлазной и пектолитической и др.

В качестве ферментных препаратов использовали:

«Шеарзим 500 L» (Novozymes, Дания) – препарат эндоксилоназы, действующий только на растворимые пентозаны зерна, резко снижает вязкость.

«Вискоферм L» (Novozymes, Дания) – представляет собой мультиэнзимный комплекс, содержащий широкий спектр карбогидраз, включая арабиназу, целлюлазу, β-глюканазу и ксиланазу. Препарат имеет также пектолитическую активность.

«Целловиридин Г20Х» (Бердский завод биопрепаратов, Россия) – комплекс ферментов



карбогидраз штамма Trichoderma reesei (viride). Способен к глубокой деструкции как клеточных стенок, так и отдельных полисахаридов растений: целлюлозы, глюкана, ксилана, гемицеллюлозы и других некрахмалистых полисахаридов; существенным образом превосходит фермент, ранее выпускаемый с таким же названием, не только по целлюлолитической активности (в 40 раз больше), но и по содержанию β-глюканазы.

«Дистицим GL» (Erbslön, Германия) – препарат из генетически модифицированного штамма Trichoderma reesei. Основная активность определяется действием нескольких термотолерантных гемицеллюлаз и  $\beta$ -глюконазы. Является преимущественно эндоферментом, гидролизует  $\beta$ -1,4 и  $\beta$ -1,3-гликозидные связи в целлюлозе, гемицеллюлозах и  $\beta$ -глюканах.

Все ферментные препараты рекомендованы для гидролиза биополимеров зернового сырья.

#### Результаты и их обсуждение

На первом этапе изучали основные биохимические показатели исследуемых оболочек белого люпина сорта Дега с позиции их использования в качестве объекта для ферментативной модификации. Общее содержание белка (N×6,25) – 9,13%; клетчатки – 38,2%; растворимого белка –

0,350 мг/мл; восстанавливающих сахаров – 0,75%.

При определении фракционного состава белков оболочек белого люпина сорта Дега по Осборну альбумины выделяли дистиллированной водой, глобулины – 10%-м раствором NaCl, проламины – 70%-м этанолом, глютелины – 0,2%-м раствором NaOH [8]. Полученные результаты свидетельствуют о том, что на долю альбуминово-глобулиновой фракции приходится до 70,15% от общего содержания белка. При этом фракция альбуминов составляет 32,87%; глобулинов 37,28%. Проламины в оболочках белого люпина практически отсутствуют, на долю глютелинов приходится 8,73%; нерастворимый остаток – 21,12%. Последнее свидетельствует о том, что достаточное количество белков находится в связанном состоянии, в том числе и с некрахмальными полисахаридами, которые в большом количестве содержатся в оболочках зерна.

На втором этапе изучали основные кинетические параметры ферментативной реакции гидролиза некрахмальных полисахаридов оболочек белого люпина при действии микробных ферментных препаратов (табл. 2). Оптимумы температуры и рН были выявлены при изучении активности в диапазоне 20-80°С и рН 3,0-8,0.

Таблица 2 – Характеристика целлюлолитических ферментных препаратов при действии на некрахмальные полисахариды оболочек белого люпина

	Ферментные препараты			
Показатель	Шеарзим 500 L	Вискоферм L	Целловиридин Г20Х	Дистицим GL
Начальная скорость, $V_{_0}$ (мин)	30	30	30	30
Оптимум температуры, °С	50	50	50	60-65
Оптимум рН	5,5	3,5	5,5	6,0
Оптимальное количество ферментного препарата, ед./г оболочек	0,3 ед. КС/г отрубей	0,4 ед. ЦС/г отрубей	0,5 ед. ЦС/г от- рубей	0,4 ед. КС/г от- рубей

На заключительном этапе оценивали эффективность действия исследуемых ферментных препаратов. Для этого ферментативный гидролиз проводили при оптимальных условиях, которые были подобраны экспериментально. Инкубационная смесь состояла из отрубей, воды (гидромодуль 1:10), соответствующего буфера (20% от объема) и ферментного препарата из расчета конечной концентрации, соответствующей опти-

мальной. Отбор проб проводили через каждые 30 мин в течение 2-х часов, переносили в центрифужные стаканчики и центрифугировали при 6000 об/мин в течение 10 мин. Надосадочную жидкость использовали для определения восстанавливающих сахаров (редуцирующих веществ, РВ) по методу Бертрана и количества растворимого белка по методу Лоури [8].

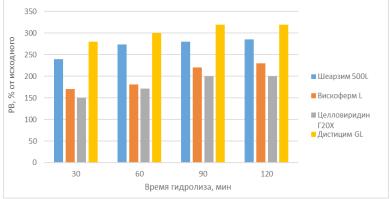


Рис. 2 – Накопление РВ при гидролизе некрахмальных полисахаридов оболочек белого люпина ферментными препаратами целлюлолитического действия



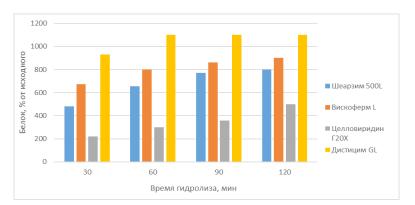


Рис. 3 — Накопление растворимого белка при гидролизе некрахмальных полисахаридов оболочек белого люпина ферментными препаратами целлюлолитического действия

Анализ данных диаграмм, представленных на рисунках 2 и 3 свидетельствуют о том, что наибольшую эффективность при гидролизе некрахмальных полисахаридов оболочек белого люпина проявляют ферментные препараты «Дистицим GL» и «Шеарзим 500L» — количество восстанавливающих сахаров увеличилось в 3,20 и 2,85 раза соответственно. Ферментные препараты «Вискоферм L» и «Целловиридин Г20Х» в 1,2-1,6 раз менее эффективны. При этом следует отметить, что для всех исследуемых ферментных препаратов максимальная эффективность достигается при полуторачасовом гидролизе.

Максимальное накопление растворимого белка закономерно наблюдается при использовании ферментного препарата «Дистицим GL» уже при 60-тиминутном гидролизе, при этом количество растворимого белка превосходит исходное содержание в оболочках белого люпина в 11 раз. Эффективность препаратов «Вискоферм L» и «Шеарзим 500L» несколько уступает эффективности препарата «Дистицим GL» – увеличение составляет 9 и 8 раз соответственно, но уже при двухчасовом гидролизе. Наименьшую эффективность при накоплении растворимого белка из всех исследуемых ферментных препаратов, как и в случае с восстанавливающими сахарами, проявляет «Целловиридин Г20Х», тем не менее при двухчасовом гидролизе количество растворимого белка увеличилось в 5 раз.

#### Заключение

Полученные данные свидетельствуют о возможности использования исследуемых препаратов при ферментативной модификации биополимеров оболочек белого люпина как по отдельности, так и в составе мультиэнзимных композиций на основе целлюлолитических и протеолитических ферментных препаратов. Это позволит существенно увеличить степень усвоения, а, следовательно, и биологическую ценность вторичных продуктов переработки зерна белого люпина при их использовании в кормах, а при более детальном изучении полученных гидролизатов, возможно, и как функционально-технологических компонентов с определенными свойствами при создании новых

пищевых продуктов.

#### Список литературы

- 1. Афанасьев Т.Д., Штеле А.Л., Терехов В.А., Писарев Е.В. Использование зерна белого люпина при выращивании перепелов на мясо // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 9. С. 43-45.
- 2. Витол И.С., Кобелева И.Б., Траубенберг С.Е. Ферменты и их применение в пищевой промышленности. М.: ИК МГУПП. 2000. 82 с.
- 3. Витол И.С., Мелешкина Е.П., Карпиленко Г.П. Биоконверсия тритикалевых отрубей с использованием ферментных препаратов целлюлолитического и протеолитического действия // Хранение и переработка сельхозсырья. 2016. № 10. С.35-38.
- 4. Гатаулина Г.Г., Медведева Н.В., Штеле АЛ, Цыгуткин А.С. Рост, развитие, урожайность и кормовая ценность сортов белого люпина (Lupinus albus L.) селекции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева // Известия ТСХА. 2013. Вып. 6. С. 12-30.
- 5. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. Сорта растений (офиц. изд.). М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2017. С. 84 с.
- 6. Егоров Н.А., Андрианова Е.Н., Цыгуткин А.С, Штеле А.Л. Белый люпин и другие зернобобовые культуры в кормлении птицы // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 9. С. 36-38.
- 7. Зверев С.В., Сесикашвили О.Ш. Первичная переработка зерна белого люпина. Кутаиси: Изд-во Государственного Университета Акакия Церетели. 2016. 82 с. ISBN 978-9941-417-96-2.
- 8. Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А., Колпакова В.В., Витол И.С., Кобелева И.Б. Пищевая химия. Лабораторный практикум. СПб.: ГИОРД. 2006. 304 с.
- 9. Цыгуткин А.С, Штеле А.Л., Андрианова Е.Н., Медведева Н.В. Аминокислотный состав зерна белого люпина сортов Гамма и Дега //Достижения науки и техники АПК. 2011. № 9. С. 41-43.
- 10. Штеле А.Л., Терехов В.А., Кузнецов А.С. Белый люпин с ферментными препаратами в комбикормах для бройлеров // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 10. С. 48-50.



11. Kurlovich B.S., Earnshaw P., Lepkovich I., Suchanov B., Chirimanova T., Nazarova N., Pilipenko S. Genetic, environmental and agro technical influences on lupin (Lupinus L.) at study in Russia and on the Ukraine / in: Proc. International Scientific Conference devoted 10 years anniversary of the

International Academy «Information, Communication, Control on Engineering, Nature, Society», 2004, April, 23. – Sankt Petersburg, Publishing house «Radius» – 2004. – P. 27-30.

#### EFFICIENCY OF CELLULIOLIC ENZYME DRUGS IN BIOCONVERSION OF WHITE LUPINE SHELLS

Vitol Irina S., candidate of biological sciences, associate professor, vitolis@yandex.ru

Zverev Sergey V., doctor of technical sciences, professor, zverevsv@yandex.ru

All-Russian Scientific Research Institute of Grain and Products of Its Processing – branch "V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems" of the Russian Academy of Sciences, Moscow

Biochemical features of white lupine corn Degas have been studies, from the position of their use as an object for enzymatic modification. The total protein content ( $N \times 6.25$ ) is 9.13%; fiber - 38.2%; soluble protein - 0.350 mg / ml; reducing sugars — 0.75%. Fractional composition of soluble proteins of white lupine (% of total protein content): albumins - 32.87%; globulins - 37.28%, prolamines - practically absent, glutelins - 8.73%; insoluble residue - 21.12%. The effectiveness of enzyme preparations of cellulolytic action was estimated from the accumulation of reducing sugars and soluble protein, with enzymatic reactions being carried out under optimal conditions that were selected experimentally. The use of enzyme preparations "Distizym GL" and "Shearzym 500L" increases the amount of reducing sugars by 3.20 and 2.85 times, respectively. Enzyme preparations "Viscoferm L" and "Celloviridin G20X" in 1.2 ... 1.6 times less effective. The maximum accumulation of soluble protein is observed when using "Distizym GL" 11 times; "Viscoferm L", "Shearzym 500L" and "Celloviridin G20X", - 9.8 and 5.0 times respectively. The obtained data testify to the possibility of using the drugs under investigation during enzymatic modification of biopolymers of white lupine, either individually or in the composition of multienzyme compositions, which will significantly increase the degree of assimilation and, consequently, the biological value of secondary products of grain processing of white lupine.

Key words: white lupine, membranes, cellulolytic enzyme preparations, bioconversion

#### Literatura

- 1. Afanas'ev T.D., SHtele A.L., Terehov V.A., Pisarev E.V. Ispol'zovanie zerna belogo ljupina pri vyrashhivanii perepelov na mjaso // Dostizhenija nauki i tehniki APK. 2011. № 9. S. 43-45.
- 2. Vitol İ.S., Kobeleva İ.B., Traubenberg S.E. Fermenty i ih primenenie v pishhevoj promyshlennosti. M.: IK MGUPP. 2000. 82 s.
- 3. Vitol I.S., Meleshkina E.P., Karpilenko G.P. Biokonversija tritikalevyh otrubej s ispol'zovaniem fermentnyh preparatov celljuloliticheskogo i proteoliticheskogo dejstvija // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ja. 2016. № 10. S.35-38.
- 4. Gataulina G.G., Medvedeva N.V., SHtele AL, Cygutkin A.S. Rost, razvitie, urozhajnost' i kormovaja cennost' sortov belogo ljupina (Lupinus albus L.) selekcii RGAU-MSHA im. K.A. Timirjazeva // Izvestija TSHA. 2013. Vyp. 6. S. 12-30.
- 5. Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushhennyh k ispol'zovaniju. T.1. Sorta rastenij (ofic. izd.). M.: FGBNU «Rosinformagroteh». 2017. S. 84 s.
- 6. Égorov N.A., Andrianova E.N., Cygutkin A.S, SHtele A.L. Belyj ljupin i drugie zernobobovye kul'tury v kormlenii pticy // Dostizhenija nauki i tehniki APK. 2010. № 9. S. 36-38.
- 7. Zverev S.V., Sesikashvili O.SH. Pervichnaja pererabotka zerna belogo ljupina. Kutaisi: Izd-vo Gosudarstvennogo Universiteta Akakija Cereteli. 2016. 82 s. ISBN 978-9941-417-96-2.
- 8. Nechaev A.P., Traubenberg S.E., Kochetkova A.A., Kolpakova V.V., Vitol I.S., Kobeleva I.B. Pishhevaja himija. Laboratornyj praktikum. SPb.: GIORD. 2006. 304 s.
- 9. Cygutkin A.S, SHtele A.L., Andrianova E.N., Medvedeva N.V. Aminokislotnyj sostav zerna belogo ljupina sortov Gamma i Dega //Dostizhenija nauki i tehniki APK. 2011. № 9. S. 41-43.
- 10. SHtele A.L., Terehov V.A., Kuznecov A.S. Belyj ljupin s fermentnymi preparatami v kombikormah dlja brojlerov // Dostizhenija nauki i tehniki APK. 2012. № 10. S. 48-50.
- 11. Kurlovich B.S., Earnshaw P., Lepkovich I., Suchanov B., Chirimanova T., Nazarova N., Pilipenko S. Genetic, environmental and agro technical influences on lupin (Lupinus L.) at study in Russia and on the Ukraine / in: Proc. International Scientifi c Conference devoted 10 years anniversary of the International Academy «Information, Communication, Control on Engineering, Nature, Society», 2004, April, 23. Sankt Petersburg, Publishing house «Radius» 2004. P. 27-30.





УДК 631.861

### ПРЕСС-ГРАНУЛЯТОР-ОБЕЗЗАРАЖИВАТЕЛЬ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГРАНУЛ И БРИКЕТОВ ИЗ ПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА

**ГУРЬЯНОВ Дмитрий Валерьевич**, канд. техн. наук, доцент кафедры агроинженерии и электроэнергетики, guryanov72@mail.ru

**ХМЫРОВ Виктор Дмитриевич,** д-р техн. наук, профессор кафедры технологических процессов и техносферной безопасности, khmyrovv@bk.ru.

ГРЕБЕННИКОВА Татьяна Владимировна, аспирант, tata58315@yandex.ru

ФГБОУ ВО Мичуринский государственный аграрный университет

**МУРОГ Игорь Александрович,** д-р техн. наук., профессор, директор Рязанского института (филиала) Университета машиностроения (МАМИ), igor.murog@bk.ru

**НЕФЕДОВ Борис Александрович,** д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры управления, Российский государственный аграрный университет - MCXA имени К.А. Тимирязева, b.a.nefedof@ mail.ru

Целью исследований является разработка конструкции и обоснование параметров прессгранулятора-обеззараживателя для изготовления гранул и брикетов из подстилочного навоза и помета. Животноводство и птицеводство – отрасли сельскохозяйственного производства, которые обеспечивают население продуктами питания (мясо, молоко, яйцо) и легкую и перерабатывающую промышленности сырьем (перо и отходы от забоя птицы) и животными. Наряду с этим от птицефабрик получается вторичное сырье – помет. За сутки содержания птицы в клетках при поголовье 500 тысяч кур выход помета составляет 125 тонн. Утилизация навоза и помета – важная задача сельскохозяйственного производства. В настоящее время существуют способы утилизации навоза и помета: вывоз помета на поля, компостирование в буртах и биореакторах, переработка помета на корм скоту, биоэнергетические методы и инновационные технологии утилизации, вермикультура и рыбоводно-биологические пруды. Полученный навоза и помет необходимо обеззараживать и использовать как органическое удобрение или корм животным. При хранении навоза и помета в хранилищах или буртах в них протекает мезофильный процесс разложения. В процессе разложения в атмосферу выделяется огромное количество биологического газа: сероводорода, аммиака, водорода, метана и других вредных веществ. При смыве дождевыми и талыми водами навоза и помета в водоёмы происходит загрязнение прудов и рек. Таким образом навоз и помет наносят большой ущерб экологии окружающей среды. Навоз и помет являются одними из компонентов для производства органических удобрений. Органические удобрения из навоза и помета можно получать при переработке в аэрационных цехах, биореакторах, в буртах и в пресс-грануляторах. Для получения высококачественных экологически чистых органических удобрений перед переработкой помет необходимо обеззараживать от грибов, микробиоты, болезнетворных бактерий и гельминтов. Для этой цели предлагается конструкция пресс-гранулятора-обеззараживателя подстилочного навоза и помета. Объект исследования – пресс-гранулятор-обеззараживатель. В процессе его работы обеззараживание органической массы происходит в загрузочном бункере, где между электродами создаётся электрическое поле, уничтожающее болезнетворные бактерии и гельминты. Органическая масса транспортируется шнеком в камеру прессования и за счет трения о стенки камеры нагревается до 100° С. Исследование температурного профиля на поверхности камеры прессования проводили с помощью тепловизора, а результаты измерения температуры поверхности обрабатывали на ЭВМ. Выявлено, что при температуре поверхности камеры прессования 90°C в полученных гранулах и брикетах погибают болезнетворные бактерии, грибы, гельминты, а семена сорных растений теряют всхожесть.

**Ключевые слова:** подстилочный навоз, помет птицы, гранулирование, температурный режим при гранулировании

#### Введение

Отрасли животноводства и птицеводства сельского хозяйства производят продукты питания для человека — мясо, молоко, яйца, и сырье для перерабатывающей промышленности. Вторичные материалы — шкуры животных, шерсть, кости и глав-

ные компоненты для производства органических удобрений: навоз и помет. Все отходы сельскохозяйственного производства: подстилочный навоз крупного рогатого скота, свиней, овец, помет птицы, дефекат, солома зерновых, крупяных культур, ботва сахарной свёклы, овощных культур должны

© Гурьянов Д. В., Хмыров В. Д., Гребенникова Т. В., Мурог И. А., Нефедов Б. А., 2018 г.



складываться в хранилищах, затем измельчаться до 5-10 мм и перерабатываться в органические удобрения [1]. Использование подстилочного навоза, помета и других сельскохозяйственных отходов в качестве органических удобрений в первоначальном виде недопустимо, так как они негативно влияют на окружающую среду, загрязняя водоемы, почву, атмосферу.

Кроме того, в непереработанных отходах присутствуют болезнетворные бактерии, грибы, микробы и гельминты, которые содержатся на растениях и при поедании животными растений попадают в организмы животных. При внесении в почву свежего подстилочного навоза, помета и других сельскохозяйственных отходов в первый год в почве будет протекать биотермический процесс разложения, будет нагреваться корневая часть растений, что пагубно влияет на развитие растений.

Поэтому все сельскохозяйственные отходы необходимо перерабатывать в экологически чистые высококачественные органические удобрения. В настоящее время существуют технологии переработки органических отходов в аэрационных цехах, биореакторах, но эти технологии требуют больших капитальных затрат для строительства. Применение пресс-гранулятора обеззараживателя позволяет сократить погрузочно-разгрузочные работы в технологическом процессе и получить гранулированное органическое удобрение в виде гранул влажностью 6%, диаметром гранул 10 мм, длиной от 10 до 40 мм. Такие гранулированные удобрения не слеживаются, имеют высокую подвижность, способны транспортироваться по трубам, желобам самотеком за счет гравитационных сил. Гранулированные органические удобрения можно вносить как по поверхности поля, так и при посадке картофеля и других овощных культур в проделанные борозды в зону корневой части. Такое внесение сокращает норму внесения органических удобрений на гектар и улучшает рост и развитие растений.

#### Методика исследований

Отходы сельскохозяйственного производства представляют большой энергетический потенциал в повышении урожайности и улучшении структуры почвы. Основными компонентами производства органических удобрений являются подстилочный навоз крупного рогатого скота, свиней, овец и птицы.

Применение только минеральных удобрений приводит к снижению количества гумуса в почве; кроме того, минеральные удобрения накапливают в почве вредные вещества — тяжелые металлы, радиактивный стронций. Органические удобрения очищают почву от гербицидов и пестицидов, являются полным удобрением, содержащим азот, фосфор и калий.

Существующие технологии и технические средства для переработки отходов в органические удобрения в буртах, аэрационных цехах и биореакторах требуют больших капитальных затрат на их строительство. Существующие технологии при переработке подстилочного навоза и куриного по-

мета имеют ряд недостатков:

- приготовленное органическое удобрение имеет большой объем, что требует дополнительных операций на погрузку и складирование;
- требуются большие материальные затраты на строительство аэрационных цехов и биоферментаторов;
- большая энергоемкость и металлоемкость технологий.

В связи с этим предлагается техническое средство, которое подстилочный навоз и помет птицы превращает в высококачественное экологически чистое органическое удобрение с последующим получением гранул и брикетов (рис. 1).

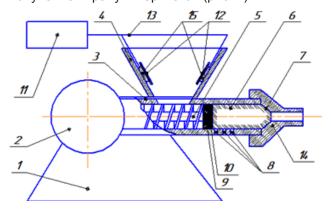


Рис. 1 – Пресс-гранулятор-обеззараживатель подстилочного навоза и помета

Пресс для изготовления гранул и брикетов из подстилочного навоза содержащит раму 1, на которой установлены электропривод с редуктором 2, загрузочный бункер 4 с дозатором 3, шнек с меняющимся шагом спирали 5, насадку 7 для формовки брикетов, камеру прессования 6 с дренажными отверстиями 8, противорежущую пластину 10 и нож 9. Противорежущая пластина с ножом для измельчения навоза установлена перед камерой прессования на валу шнека, а после камеры прессования расположена насадка для формовки гранул и брикетов. В загрузочном бункере 4 установлены пластины-электроды 12, подключенные к источнику питания 11 через электроподвод 13, которые создают электрическое поле в органической массе, что позволяет обеззараживать подстилочный навоз и получать экологически чистые гранулы и брикеты. Пластины-электроды 12 установлены на изоляторах 14 [2].

Пресс для изготовления брикетов из подстилочного навоза работает следующим образом.

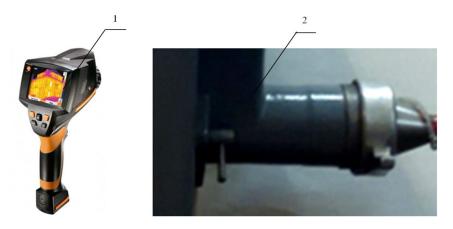
Измельченный подстилочный навоз влажностью 50-55% загружается в загрузочный бункер 4, где посредством пластин-электродов 12, установленных на изоляторах 14 через электроподвод 13 от источника питания 11, происходит его обеззараживание электрическим полем. Далее через дозатор 3 навоз поступает в камеру прессования 6, где шнеком 5 подается на измельчение ножом 9 относительно противорежущей пластины 10, затем в камеру прессования 6 и насадку для формовки гранул и брикетов 7. Удаление влаги происходит через дренажные отверстия 8. В зоне прессова-



ния подстилочный навоз нагревается до 100°C, в результате чего происходит его обеззараживание.

Изготовленные гранулы и брикеты, пройдя обеззараживание в загрузочном бункере за счет создания электрического поля в органической

массе и нагрева до 100°C в камере прессования, получаются экологически чистыми и не содержат грибов, болезнетворных бактерий, гельминтов и семян сорных растений.



1 – тепловизор TESTO 871-1; 2 – камера прессования Рис. 2 – Тепловизор TESTO 871-1 и камера прессования органической массы

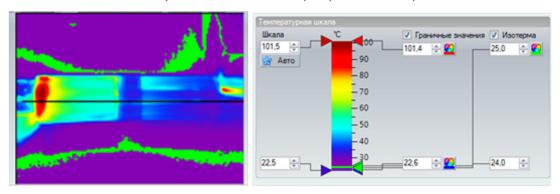
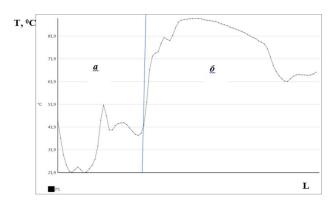


Рис. 3 – Исследование температурных режимов в камере прессования подстилочного навоза

#### Результаты исследований

Полученные результаты измерения температурного профиля процесса обеззараживания и гранулирования подстилочного навоза и куриного помета представлены на рисунке 4.



а – зона загрузки сырья, б – зона камеры прессования

Рис. 4 – Температурный профиль на поверхности камеры прессования

Из графика видно, что температура поверхности камеры прессования повышается до 90 °C, а температура органической массы внутри камеры прессования повышается до 100 °C [3]. Получают-

ся экологически чистые гранулы и брикеты, которые не содержат болезнетворных бактерий, грибов, гельминтов и семян сорных растений.

#### Заключение

Разработанная конструкция пресс-гранулятораобеззараживателя позволяет перерабатывать подстилочный навоз и помет, прошедшие мезофильный процесс, в экологически чистое органическое удобрение. Получаются гранулы влажностью 6% и длиной 10-40 мм, их можно вносить не только по поверхности поля, но и в зону корневой части растений при посадке и посеве зерновых и овощных культур.

#### Список литературы

- 1. Гурьянов, Д.В. Исследование физико-механических свойств гранулированного органического удобрения из подстилочного овечьего навоза / Д.В. Гурьянов, В.Д. Хмыров, Т.В. Гребенникова, П.Ю. Хатунцев // Вестник Мичуринского ГАУ №1. 2017. с. 145-149.
- 2. Хмыров В.Д. Пресс для изготовления брикетов из подстилочного навоза [Текст] / Гурьянова Ю.В., Труфанов Б.С., В.Б. Куденко, Гребенни-



кова Т.В.// Патент на полезную модель № 157256 18.3.15, № заявки 2015109500

3. Хмыров, В.Д. Пресс по изготовлению бри-

кетов из подстилочного навоза для выращивания рассады / В.Д. Хмыров, Т.В. Гребенникова // Вестник ВНИИМЖ. – 2015. – №4(20). – С. 153–155.

### THE PELLET MILL-DISINFECTING THE MANUFACTURE OF PELLETS AND BRIQUETTES FROM LITTER MANURE

**Guryanov Dmitry V.,** candidate of technical Sciences, associate Professor of Agroengineering and power engineering, quryanov72@mail.ru

**Hmyrov Victor D.,** doctor of engineering. Professor of the Department of technological processes and technosphere safety, fsbei, khmyrovv@bk.ru

**Grebennikova Tatyana V.,** post-graduate student, tata58315@yandex.ru Michurinsk state agrarian University,

**Murog Igor AI.,** doctor of technical sciences, Professor, Director of the Ryazan Institute (branch) of the Moscow Polytechnic University, igor.murog@bk.ru

**Nefedov Boris A.,** Professor, Professor of management Department, Russian state agrarian University - MTAA named after K. A. Timiryazev, b.a.nefedof@mail.ru

The purpose of research is to develop the design and justification of the parameters of the pellet pressdisinfector for the manufacture of pellets and briquettes from litter and manure. Livestock and poultry-agricultural industries that provide the population with food (meat, milk, egg) and light and processing industry raw materials (feather and waste from the slaughter of poultry) and animals. Along with this, the secondary raw material of the litter is obtained from the poultry farm. During the day of poultry keeping in cages with a population of 500 thousand chickens, the yield of litter is 125 tons. Manure and litter disposal is an important task of agricultural production. Currently, there are methods of manure and manure disposal, removal of manure to the fields, composting in the workshops of burts and bioreactors. Processing of litter for animal feed, bioenergy methods and innovative technologies of utilization, vermiculture and fish-breeding and biological ponds. The resulting manure and litter must be disinfected and used as organic fertilizer or animal feed. During the storage of manure in storage or clamps it flows mesophilic process of decomposition. In the process of its decomposition into the atmosphere released a huge amount of biological gas, hydrogen sulfide, ammonia, hydrogen, methane and other harmful substances. When the wash of rain and melt water manure and litter in the ponds is pollution of ponds and rivers. Thus, manure and litter causes great damage to the ecological system of the environment. Manure and manure is one of the components for the production of organic fertilizers. Organic fertilizer from manure and litter can be obtained in the processing in the aeration bioreactors shops in clamps and in the press granulators. To obtain high-quality organic fertilizers, it is necessary to disinfect manure from fungi, microbiota, pathogenic bacteria and helminths before processing. For this purpose it is proposed to design a press-granulator-postirochnaja disinfecting of manure. Object of research: pellet press-decontamination. In the process of operation of the press-granulator-decontamination of organic mass disinfection is observed in the loading hopper, where an electric field is created between the electrodes, destroying pathogenic bacteria and helminths. The organic mass is transported by a screw to the pressing chamber and by friction against the chamber wall is heated to 100° C. the Study of the temperature profile on the surface of the pressing chamber was carried out using a thermal imager, and the results of the surface temperature was recorded using a computer program. It was revealed that at the surface temperature of the compression chamber 90 ° C in the obtained granules and briquettes, pathogenic bacteria, fungi, helminths and weed seeds lose germination.

Key words: litter manure, poultry manure, granulation, temperature regime during granulation

#### Literatura

- 1. Gur'yanov, D.V. Issledovanie fiziko-mekhanicheskih svojstv granulirovannogo organicheskogo udobreniya iz podstilochnogo ovech'ego navoza / D.V. Gur'yanov, V.D. Hmyrov, T.V. Grebennikova, P.YU. Hatuncev // Vestnik Michurinskogo GAU №1. 2017. s. 145-149.
- 2. Hmyrov, V.D. Press dlya izgotovleniya briketov iz podstilochnogo navoza [Tekst] / Gur'yanova YU.V., Trufanov B.S., V.B. Kudenko, Grebennikova T.V.// Patent na poleznuyu model' № 157256 18.3.15, № zayavki 2015109500
- 3. Hmyrov, V.D. Press po izgotovleniyu briketov iz podstilochnogo navoza dlya vyrashchivaniya rassady / V.D. Hmyrov, T.V. Grebennikova // Vestnik VNIIMZH. 2015. №4(20). S. 153–155.





УДК 629.113.004

### МЕТОД ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СОВРЕМЕННОЙ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

ДАНИЛОВ Игорь Кеворкович, д-р техн. наук, профессор, директор, danilov\_ik@rudn.university МАРУСИН Александр Вячеславович, канд. техн. наук, доцент, 89271333424@mail.ru, marusin\_av@rudn.university

Департамент машиностроения и приборостроения Инженерной академии Российского университета дружбы народов

**МАРУСИН Алексей Вячеславович,** ассистент кафедры технической эксплуатации транспортных средств, 89312555919@mail.ru

ПОДОПРИГОРА Николай Владимирович, канд. техн. наук, доцент кафедры наземных транспортно-технологических машин, n.v.podoprigora@gmail.com

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

**МУРОГ Игорь Александрович,** д-р техн. наук, профессор, директор Рязанского института (филиала) Московского политехнического университета, igor.murog@bk.ru

**УГЛАНОВ Михаил Борисович,** д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева

Целью исследования является разработка метода диагностирования современной топливной аппаратуры автотракторного дизеля. Объект исследования – топливная аппаратура автотракторного дизеля типа Common Rail. Рассмотрен вопрос диагностирования современной топливной аппаратуры автотракторных дизелей, применяемых на сельскохозяйственной технике. Мировая тенденция на ужесточение экологических норм по составу отработавших газов автотракторной техники способствует технологическому совершенствованию автотракторной техники и вынуждает производителей дизельных двигателей применять современную аккумуляторную топливную аппаратуру. Наиболее широкое распространение получила топливная аппаратура дизелей типа Common Rail. Надежность узлов и агрегатов современных топливных систем дизеля и эффективность функционирования сельскохозяйственной техники определяется качеством и своевременностью проведения технического обслуживания и текущего ремонта, неотъемлемой частью которых является диагностирование. В настоящее время методы и технологии диагностирования узлов и агрегатов исследованы не в полной мере, а те, что разработаны для традиционных систем, не применимы в силу значительного отличия по устройству и характеру протекания процессов. Приведены устройство и конструкционные особенности современных топливоподающих систем типа Common Rail.Представлен анализ нагруженности узлов и агрегатов современных топливоподающих систем. Рассмотрена возможность проведения оценки технического состояния ТНВД и форсунок с использованием встроенной системы технической диагностики. Представлены недостатки существующих методов диагностирования элементов данной топливной аппаратуры и предложена методика диагностирования ТНВД непосредственно на дизеле по показаниям тензометрического датчика давления топлива о пульсации давления в гидроаккумуляторе топливной аппаратуры.

Ключевые слова: дизель, ТНВД, гидроаккум

#### Введение

С развитием технологий устройство сельско-хозяйственной техники непрерывно совершенствуется, делая её не только более экологичной и экономичной, но и более сложной [1,2]. Этот процесс требует разработки новых методов контроля технического состояния элементов дизеля.

#### Актуальность исследования

Современная программа ужесточения экологических норм по составу отработавших газов автотракторной техники практически вынуждает производителей автотракторной техники применять аккумуляторную топливную аппаратуру (ТА) для дизельных двигателей. Наиболее широкое распространение получила ТА дизелей типа Common Rail (CR). Рост числа автотракторной техники с такой топливной аппаратурой с 2004 по 2017 год составил 27% (рис. 1), а в настоящее время ею оснащаются более половины всех выпускаемых

дизелей, применяемых в сельском хозяйстве. CR разделяет функции ТА по созданию высокого давления и обеспечению требуемой характеристики топливоподачи (ТП) между её элементами. Это позволяет гибко изменять параметры впрыска топлива по цилиндрам дизеля при высоком давлении (до 250 МПа) [4,7].

#### Метод исследования

Широкое распространение система СR (рис. 2) получила за счет таких преимуществ, как низкий расход топлива (снижение до 40%), постоянное высокое давление подачи топлива в камеру сгорания, не зависимое от режима работы дизеля, многоступенчатый впрыск (до 9 впрысков топлива за цикл) с возможностью программирования и малая шумность работы (снижение до 10%) при высокой экологичности [3].

© Данилов И.К., Марусин А. В., Марусин А. В., Подопригора Н. В., Мурог И. А., Угланов М.Б., 2018 г.



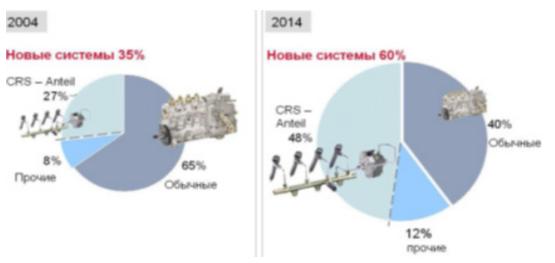
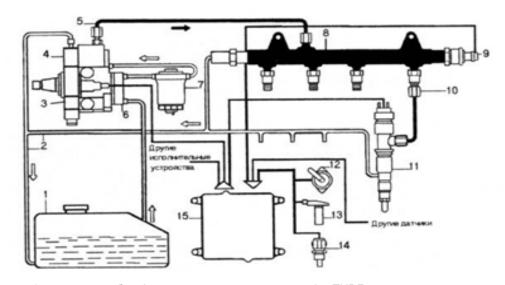


Рис. 1 – Структура рынка систем топливоподачи автотракторных дизелей 2004-2014 гг



1 – топливный бак; 2 – сливные топливопроводы; 3 – ТНВД; 4 – регулятор давления; 5 – топливопровод высокого давления; 6 – топливоподкачивающий насос; 7 – фильтрующий элемент; 8 – гидроаккумулятор (топливная рампа); 9 – датчик давления топлива;10 – предохранительный клапан; 11 – электрогидравлическая форсунка; 12 – датчик педали акселератора; 13 – датчик частоты вращения и положения коленчатого вала; 14 – температурный датчик; 15 – ЭБУ (блок управления)

Рис. 2 – Схема системы топливоподачи «Common Rail»:

ТА CR обладает также и недостатками, такими как выгорание моторного масла, высокая стоимость аппаратуры и сопряженных деталей, низкая ремонтопригодность, чувствительность к качеству топлива. Это вызвано условиями работы данной системы вследствие высокого давления и переизбытка воздуха в камере сгорания – её элементы нагреваются выше 400 °С, что требует дополнительных затрат на термостойкие материалы изготовления. Эксплуатация сельскохозяйственной техники, оснащенной TA CR, на некачественном топливе приводит к выходу из строя её основных узлов, которые заменяются целиком, т.к. ремонт даже на специализированном оборудовании и оригинальными комплектующими не может обеспечить надежность. Надежность узлов современных топливных систем и эффективность функционирования автотракторных дизелей определяется качеством и своевременностью проведения технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта (ТР), неотъемлемой частью которых является диагностирование. В настоящее время методы и технологии диагностирования узлов и агрегатов ТА CR исследованы не в полной мере, а те, что разработаны для традиционных систем, не применимы в силу значительного отличия по устройству и характеру протекания процессов. В современных системах ТП автотракторных дизелей сельскохозяйственной техники предусмотрена встроенная система технической диагностики (СТД), однако она не позволяет детально оценивать техническое состояние её элементов. Так, разработанный нами перспективный проект по способу диагностирования ТА автотракторного дизеля с традиционной системой ТП по перемещению иглы диагностической форсунки (поддержанный Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере) [5] неприменим



для системы CR в силу разности протекания процессов ТП. Применение газоаналитического метода [2,3,6] для диагностирования современных аккумуляторных систем менее информативно, чем диагностического сканера. Автопредприятия предлагают диагностирование форсунок и ТНВД ТА CR на стендах при снятии с дизеля, но это увеличивает трудоемкость работ и эксплуатационные затраты. Таким образом, разработка новых методов диагностирования элементов ТА CR является важной научно-практической задачей.

При разработке методов диагностирования элементов ТА СR учитывалась стоимость узлов данной системы ТП для среднегабаритного дизеля, которая распределяется следующим образом:

- блок управления 21%;
- форсунки 30%;
- THBД 37%;
- датчики, аккумулятор, арматура 12%.

Анализ показал, что ТНВД и форсунки являются самыми нагруженными элементами ТП СR [5,8]. В связи с этим нам представляется актуальной задача разработки метода диагностирования ТНВД непосредственно на дизеле.

При исследовании работы ТНВД автотракторных дизелей [5] нами были обнаружены колебания давления подачи топлива при впрыске, которые могут быть использованы при диагностировании его элементов. Предлагается методика диагностирования ТНВД ТА СR, основанная на принципе регистрации и оценки пульсации давления в гидроаккумуляторе тензометрическим датчиком высокого давления, устанавливаемого на месте штатного датчика, задачей которого является регистрация абсолютных значений давления топлива и его колебаний по времени на установившихся режимах работы дизеля.

Нами, в рамках исследований, создана база эталонных абсолютных значений давления топлива и осциллограммы его колебаний в гидроаккумуляторе ТА СR на установившихся режимах работы автотракторных дизелей. Эти данные могут быть использованы при диагностировании ТА дизеля в ремонтных предприятиях, что позволит снизить трудоемкость и себестоимость проведения ТО и ТР сельскохозяйственной техники. Информативным показателем при диагностировании ТНВД ТА СR может являться амплитуда колебаний давления топлива в гидроаккумуляторе, а также её период и форма.

#### Заключение

Колебания давления впрыска топлива возникают ввиду динамических процессов, обусловленных работой элементов (ТНВД, регулятор давления топлива, форсунка), неисправностей и износа (при их наличии) элементов [3,5,6,8]. Поэтому углубленная разработка метода диагностирования ТА СR, основанная на принципе регистрации и оценки пульсации давления в гидроаккумуляторе, позволит сократить эксплуатационные затраты сельскохозяйственных предприятий, что позволит повысить конкурентоспособность экономики РФ.

#### Список литературы

- 1. Голубев, И.Г. Инновационные направления развития ремонтно-эксплуатационной базы для сельскохозяйственной техники. / С.А. Соловьев, В.П. Лялякин, С.А. Горячев, З.Н. Мишина, В.С. Герасимов, Р.Ю. Соловьев, В.И. Черноиванов, И.Г. Голубев / Москва, 2014.
- 2. Голубев, И.Г. Технический сервис опыт и перспективы развития. / И.Г. Голубев, М.Ю. Конкин, В.Н. Кузьмин/ Научное издание / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса". Москва, 2011.
- 3. Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: Учебник для вузов. М.: Легион-Автодата. 2004. 344c.
- 4. Дизель в 2015 г. Требования и направления развития технологий дизелей для легковых и грузовых автомобилей Prof. Dr. Franz X. Moser; AVL List GmbH. www.avl.com
- 5. Марусин, А.В. Совершенствование диагностирования плунжерных пар топливного насоса высокого давления автотракторных дизелей: дис. ... канд. техн. наук [Текст] / А.В. Марусин. Рязань, 2017. 138 с.
- 6. Повышение готовности к использованию по назначению мобильной сельскохозяйственной техники совершенствованием системы диагностирования: монография. Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Кокорев Г.Д., Юхин И.А., Жуков К.А., Гусаров С.Н.-Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013. -187 с.: ил., табл.-Библиогр: с. 174-187 (161 назв.). -ISBN 978-5-98660-121-2. Шифр 13-4118
- 7. Рокош Уве. Бортовая диагностика [Текст] / Рокош Уве. М.: За рулем, 2013. 224 с.
- 8. AVL: control moteur Diesel [Text] // L Argus de J Futomobile et des Locomotion. 1989. № 3128. P. 21-23.

### PERSPECTIVE METHOD OF DIAGNOSING THE ELEMENTS OF THE ACCUMULATED FUEL SYSTEM OF AGRICULTURAL DIESEL ENGINES

**Danilov, Igor K.,** doctor of technical sciences, director, professor of the Department of Mechanical Engineering and Instrument Engineering of the Engineering Academy of the RUDN University, Russian Federation, danilov ik@rudn.university

Marusin, Aleksander V., cand.tech.sci., associate professor, Department of Mechanical Engineering and Instrumentation Engineering Academy of the RUDN University, Russian Federation 89271333424@mail.ru, marusin av@rudn.university

Marusin, Aleksey V., assistant of the Department "Technical exploitation of vehicles", St. Petersburg University of Architecture and Civil Engineering, 89312555919@mail.ru



**Podoprigora Nikolay V.,** cand.tech.sci., associate professor of Department of Ground-Transport-Technological Machines, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, n.v.podoprigora@gmail.com

**Murog Igor A.,** Dr. Tech. Sci., professor, director of the Ryazan Institute (branch) of the Moscow Polytechnic University, igor.murog@bk.ru

**Uglanov Mikhail B.,** Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Operation of the Machine-and-Tractor Park, Ryazan State Agrotechnological University Named after P. A. Kostychev

The purpose of the study is to develop a method for diagnosing modern fuel equipment of an automotive diesel engine. Object of investigation: fuel equipment of an automotive diesel engine of the Common Rail type. The issue of diagnosing modern fuel equipment for automotive tractor diesels used on agricultural machinery is considered. The world trend for toughening of environmental norms on the composition of exhaust gases of automotive equipment contributes to the technological improvement of automotive engineering and forces diesel engine manufacturers to use modern battery fuel equipment. The most widespread was the fuel equipment of diesel engines such as Common Rail. The reliability of units and assemblies of modern diesel fuel systems and the efficiency of the functioning of agricultural machinery is determined by the quality and timeliness of maintenance and routine repairs, an integral part of which is diagnosis. At present, the methods and technologies for diagnosing nodes and aggregates have not been fully investigated, and those developed for traditional systems are not applicable because of the significant difference between the device and the nature of the processes. The device and design features of modern fuel supply systems such as Common Rail are presented. The analysis of loading of units and aggregates of modern fuel supply systems is presented. The possibility of assessing the technical condition of injection pump and injectors using the built-in technical diagnostics system is considered. The shortcomings of the existing methods for diagnosing the elements of this fuel equipment are presented and a technique for diagnosing the fuel pump directly on the diesel engine is proposed, based on the testimony of the strain gauge fuel pressure sensor on the pressure pulsation in the hydraulic accumulator of fuel equipment.

Key words: diesel, fuel pump, hydraulic accumulator, fuel pressure sensor, accumulator fuel equipment, common rail.

#### Literature

- 1. Golubev, I.G. Innovatsionnyye napravleniya razvitiya remontno-ekspluatatsionnoy bazy dlya sel'skokhozyaystvennoy tekhniki. / S.A. Solov'yev, V.P. Lyalyakin, S.A. Goryachev, Z.N. Mishina, V.S. Gerasimov, R.YU. Solov'yev, V.I. Chernoivanov, I.G. Golubev / Moskva, 2014.
- 2. Golubev, I.G. Tekhnicheskiy servis opyt i perspektivy razvitiya. / I.G. Golubev, M.YU. Konkin, V.N. Kuz'min/ Nauchnoye izdaniye / Ministerstvo sel'skogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii, Federal'noye gosudarstvennoye byudzhetnoye nauchnoye uchrezhdeniye "Rossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut informatsii i tekhniko-ekonomicheskikh issledovaniy po inzhenerno-tekhnicheskomu obespecheniyu agropromyshlennogo kompleksa". Moskva, 2011.
- 3. Grekhov L.V., Ivashchenko N.A., Markov V.A. Toplivnaya apparatura i sistemy upravleniya dizeley: Uchebnik dlya vuzov. M.: Legion-Avtodata. 2004. 344s.
- 4. Dizel' v 2015 g. Trebovaniya i napravleniya razvitiya tekhnologiy dizeley dlya legkovykh i gruzovykh avtomobiley Prof. Dr. Franz X. Moser; AVL List GmbH. www.avl.com
- 5. Marusin, A.V. Sovershenstvovaniye diagnostirovaniya plunzhernykh par toplivnogo nasosa vysokogo davleniya avtotraktornykh dizeley: dis. ... kand. tekhn. nauk [Tekst] / A.V. Marusin. Ryazan', 2017. 138 s.
- 6. Povysheniye gotovnosti k ispol'zovaniyu po naznacheniyu mobil'noy sel'skokhozyaystvennoy tekhniki sovershenstvovaniyem sistemy diagnostirovaniya: monografiya. Byshov N.V., Borychev S.N., Uspenskiy I.A., Kokorev G.D., Yukhin I.A., Zhukov K.A., Gusarov S.N.-Ryazan': FGBOU VPO RGATU, 2013. -187 s.: il., tabl.-Bibliogr: s. 174-187 (161 nazv.). -ISBN 978-5-98660-121-2. Shifr 13-4118
  - Rokosh Uve. Bortovaya diagnostika [Tekst] / Rokosh Uve. M.: Za rulem, 2013. 224 s.
- 8. AVL: control moteur Diesel [Text] // L Argus de J Futomobile et des Locomotion. 1989. № 3128. P. 21-23





УДК 621.784

#### ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ РЕЗЦОВ МУЛЬЧЕРНЫХ УСТАНОВОК ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМИ ПОКРЫТИЯМИ

**КИСЕЛЬ Юрий Евгеньевич,** д-р техн. наук, профессор кафедры электроэнергетики и автоматики. Alex07-0789@mail.ru

**ЛЫСЕНКО Александр Николаевич**, аспирант кафедры электроэнергетики и автоматики, Sasha14-09@mail.ru

Брянский государственный аграрный университет

Целью исследования явилось теоретическое обоснование и практическая реализация способа восстановления и повышения долговечности резцов мульчерных установок электрохимическими покрытиями, которые проводились на экспериментальной установке, включающей в себя ванну, латр, трансформатор, вольтметр. Испытания обработанных резцов проходили на мульчерной установке тяжелой серии Schmidt Типа 2600 в течение пяти дней по 8 часов. Для сравнения и определения эффективности предложенного способа повышения долговечности резцов использовались образцы трех видов: необработанные, покрытые чистым железом и покрытые железо-кобальтом. Эффективность применения электрохимических покрытий деталей определялась по показателю изменения массы резцов мульчерных установок. Необработанные резцы имеют наибольшую потерю массы (более 20 г) и, соответственно, наибольший износ. Резцы, обработанные чистым железом, имеют более низкую потерю массы (от 14 до 17 г) и износ по сравнению с необработанными. Резцы, обработанные электрохимическим покрытием железо-кобальт, имеют наименьшую потерю массы (менее 7 г) и износ, что говорит об эффективности применения электрохимических покрытий для повышения долговечности резцов мульчерных установок. Предложенный способ позволяет улучшить такие положительные свойства металлов как жаропрочность, химическая стойкость, твердость, износостойкость, долговечность, твердость и т.д., так как применение совместной работы разнородных материалов дает синергетический эффект.

**Ключевые слова:** резец мульчерной установки, электрохимические покрытия, долговечность, восстановление деталей машин.

#### Введение

В настоящее время важное значение для развития агропромышленного комплекса страны и регионов имеет расчистка полей от древесно-кустарниковой растительности с целью введения их в сельскохозяйственный оборот. Высокую производительность демонстрирует использование мульчерных установок. Однако при этом особую актуальность приобретает проблема восстановления изнашиваемых деталей мульчера – резцов. Анализируя различные способы их восстановления и продления срока службы, можно заключить, что применение электрохимических покрытий является наиболее приемлемым и качественным. Решение данной проблемы позволит снизить затраты на поддержание работоспособности импортной техники, уменьшить себестоимость выполняемых работ.

# Теоретические основы применения электрохимических покрытий для повышения долговечности резцов мульчерных установок

Изучение и анализ литературы по исследуемой проблематике, а также российского и зарубежного опыта ремонта и восстановления деталей позволяет утверждать, что существующие способы и технологии часто сложны в применении на практике, трудоемки, имеют ограничения по возможности применения для устранения различных дефектов.

В процессе эксплуатации резцов мульчерных

установок возникают внезапные отказы, причиной которых являются детали с дефектами, требующие замены или восстановления, а необходимые технологии для этого в большинстве случаев отсутствуют.

Виды дефектов резцов мульчерных установок и причины их возникновения представлены на рисунке 1.

В процессе эксплуатации резцов мульчерных установок наибольший интерес представляют собой эксплуатационные и аварийные дефекты. При этом наиболее опасными из них являются аварийные, так как их последствия могут привести к отказу работы всей машины, что требует наибольших затрат.

Последствия эксплуатационных дефектов являются наиболее предсказуемыми, своевременное их устранение позволит избежать потери работоспособности машины, а также снизить долю утилизируемых деталей. При этом важно, чтобы ремонтные предприятия или подразделения предприятий применяли эффективные методы восстановления и повышения долговечности деталей машин.

В современных условиях предприятиям зачастую невыгодно держать в своей структуре ремонтные подразделения, что обусловлено разнообразием техники, чаще всего импортной, и необходимостью применения универсального ремонтного оборудования с частыми переналадками и перенастройками. В связи с этим предприятиям

© Кисель Ю. Е., Лысенко А. Н., 2018 г.



легче отказаться от ремонта или восстановления и заменить дефектные детали новыми. Во многих случаях детали являются дорогостоящими, что доказывает актуальность возможности их восстановления.

Для этого необходима разработка и внедрение более гибких, экономичных, доступных и универсальных методов, способов и технологий восстановления деталей. Одним из перспективных методов, отвечающих вышеперечисленным условиям, может стать применение композиционных электрохимических покрытий.

Композиционные электрохимические покрытия – это металлические покрытия, полученные известными гальваническими методами, где вместо

обычных гомофазных электролитов применяются электролиты-суспензии (или эмульсии), в которых дисперсной фазой являются твердые (иногда жидкие) частицы с размерами микрометрового порядка (часто 0,1-3 мкм) [10].

Такие частицы, соосождаемые при нанесении гальванического покрытия, позволяют изменять антикоррозионные и физические качества формируемого покрытия и придавать ему новые свойства. Применение в составе покрытия неметаллической фазы позволяет обеспечить увеличение показателей твердости, износостойкости, прочности, устойчивости к коррозионному разрушению [10].

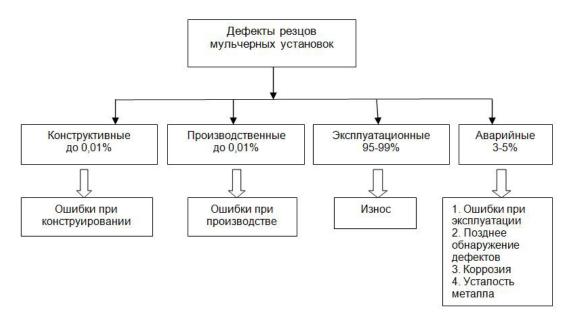


Рис. 1 – Виды дефектов резцов мульчерных установок и причины их возникновения

### Разработка экспериментальной установки для нанесения электрохимических покрытий

В настоящее время труды ученых и исследователей электрохимических покрытий направлены на анализ и рассмотрение электроосаждения на основе никеля (около 70% работ), сплава никельфосфор, цинка, сплава цинк-никель, кадмия, молибдена [2,4,6,9,12].

В процессе электроосаждения образуются гальванические покрытия, толщина которых со-

ставляет от 5 до 20 мкм, или гальванопластические материалы с толщиной до 1 мм и больше. Гальванопластические материалы имеют специфические свойства, а также обладают более высоко твердостью, усточивостью, изностойкостью и т.д. [1,3,8]

Процесс образования композиционных электрохимических покрытий можно представить с помощью рисунка 2.



Рис. 2 – Процесс образования композиционных электрохимических покрытий

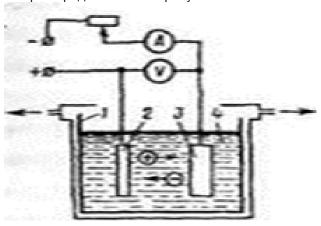
Учитывая стадии процесса образования композиционных электрохимических покрытий, авторами разработана и сконструирована экспериментальная установка в целях восстановления и повышения долговечности резцов мульчерных установок, которая представлена на рисунке 3.





Рис. 3 – Внешний вид экспериментальной установки для нанесения электрохимических покрытий

Экспериментальная установка включает в себя ванну, латр, трансформатор, вольтметр. Нанесение электрохимического покрытия происходит непосредственно в ванне, принципиальная схема которой представлена на рисунке 4.



1 – ванна; 2 – электрод; 3 – деталь; 4 – электролит Рис.4 – Принципиальная схема ванны

Рис.4 – Принципиальная схема ванны для электрохимической обработки

Таким образом, резец мульчерной установки после предварительного приготовления (зачистка до металлического блеска, обезжиривание, травление серной кислотой, смывание водой) на подвесе опускается в ванну и закрепляется на штативе, затем происходит подача электроэнергии, что приводит к образованию электрохимического покрытия на резце. Электролит представляет собой смесь соляной кислоты, дистиллированной воды, соли железо-кобальта.

#### Результаты исследования и их обсуждение

После проведения испытаний обработанных резцов на мульчерной установке тяжелой серии Schmidt Типа 2600 были получены следующие результаты, представленные в таблице.

Таблица – Результаты испытаний обработанных резцов на мульчерной установке тяжелой серии Schmidt Типа 2600

серии эспіпіці типа 2000						
Номер	Первона-	Macca	Измене-			
рез-ца	чальная	резца	ние			
	масса	после	массы			
	резца,	испыта-	резца, г			
		ний, г				
	Без по	крытия				
1	1258	1233	25			
2	1292	1260	32			
3	1254	1230	24			
4	1275	1252	23			
5 1258		1232	26			
С чистым железом						
6 1276		1262	14			
7	1265	1249	16			
8	1264	1250	14			
9	1284	1267	17			
10	10 1264		15			
С эл	С электрохимическим покрытием					
железо-кобальт						
11	11 1276		5			
12	1293	1289	4			
13	1270	1266	4			
14	1278	1272	6			
15	15 1263		7			
13 14	1270 1278	1266	4			

Эффективность использования электрохимических покрытий изучалась по показателю изменения массы резцов мульчерных установок. Из данных, представленных в таблице, можно сделать вывод о том, что необработанные резцы имеют наибольшую потерю массы и, соответственно, наибольший износ. Резцы, обработанные чистым железом, имеют более низкую потерю массы и износ. Резцы, обработанные электрохимическим покрытием железо-кобальт, имеют наименьшую потерю массы и износ, что говорит об эффективности применения электрохимических покрытий для повышения долговечности резцов мульчер-



ных установок.

Выделим основные преимущества электрохимической обработки резцов мульчерных установок:

- автоматизация процесса, одновременная обработка большого количества деталей;
- низкая стоимость оборудования и материа-
- получение покрытий с необходимыми свойствами без термического воздействия на деталь;
- получение поверхности в пределах допуска на размер и шероховатость, что позволяет исключить дальнейшую механическую обработку.

#### Заключение

Техника в современных условиях испытывает потребность в материалах, которые способны длительное время поддерживать свои свойства и нести длительные нагрузки, противодействуя износу. Данная проблема в определенной мере решается применением электрохимической обработки, сущность которой состоит в применении совместной работы разнородных материалов, дающих синергетический эффект. То есть свойства нового материала значительно отличаются от свойств каждого из его составляющих в отдельности. Применение электрохимической обработки резцов мульчерных установок позволяет повысить такие положительные свойства металлов, как жаропрочность, химическая стойкость, износостойкость, твердость, долговечность и т.д.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что процесс получения и образования электро-химических покрытий является сложным и многогранным, но позволяет достаточно качественно повысить прочность и долговечность быстроизнашиваемых деталей машин.

#### Список литературы

- 1.Антропов, Л.И., Лебединский, Ю.Н. Композиционные электрохимические покрытия и материалы / Л.И. Антропов, Ю.Н. Лебединский. Киев: Техника. 1986. 200 с.
- 2. Афанасьев Е.А. Упрочнение и восстановление деталей машин электроосажденными композиционными покрытиями на основе железа с применением дисульфида молибдена: автореферат дис. ... канд. техн. Наук. Курск, 2015. 20 с.
  - 3.Гальванические покрытия в машинострое-

- нии. Справочник. Под ред. Шлугера М.А. М.: Машиностроение. 1985. - 240 с.
- 4.Кисель Ю.Е. Повышение износостойкости быстроизнашиваемых деталей сельскохозяйственной техники композиционными электрохимическими покрытиями на основе сплавов железа: автореферат дис. ... канд. техн. наук. М., 2002. 18 с.
- 5.Кисель, Ю.Е., Горьков, А.С., Обозов, А.А. Обработка электрохимических композитов лазерным излучением / Ю.Е. Кисель, А.С. Горьков, А.А. Обозов // Сельский механизатор. 2016. № 10. С. 26-27.
- 6.Кисель, Ю.Е., Гурьянов, Г.В., Лысенко, А.Н. Повышение износостойкости деталей машин электрохимическими сплавами на основе железа / Ю.Е. Кисель, Г.В. Гурьянов, А.Н. Лысенко. Научно-технический прогресс в АПК: проблемы и перспективы Международная научно-практическая конференция, в рамках XVIII Международной агропромышленной выставки "Агроуниверсал 2016". 2016. С. 313-319.
- 7.Кисель, Ю.Е., Лысенко, А.Н., Симохин, С.П. Повышение износостойкости электрохимических покрытий / Ю.Е. Кисель, А.Н. Лысенко, С.П. Симохин // Сельский механизатор. 2016. № 10. С. 36-37.
- 8.Кудрявцев, Н.Т. Электролитические покрытия металлами / Н.Т. Кудрявцев. М.: Химия. 1989. С. 139-145.
- 9.Мингазова, Г.Г., Фомина, Р.Е., Водопьянова, С.В., Сайфуллин, Р.С., Хайбиева, В.Ш. Цинковые слои с наночастицами карбида кремния // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т.15. №20. С. 84-86.
- 10.Сайфуллин, Р.С. Композиционные покрытия и материалы / Р.С. Сайфуллин. М.: Химия. 1977. 270 с.
- 11.Юдина, Е.М., Гурьянов, Г.В., Кисель, Ю.Е., Лысенко, А.Н. Стойкость композиционных гальванических покрытий при абразивном изнашивании /Е.М. Юдина, Г.В. Гурьянов, Ю.Е. Кисель, А.Н. Лысенко // Сельский механизатор. 2015. № 3. С. 34-35.
- 12.Panagopooulos C.N., Georgion E.P. Composite zinc fly ash coating on mild steel // Surface and Coat. Technol. 2009. №1-2. PP. 37-41.

### INCREASE OF DURABILITY OF CUTTERS MULCHING INSTALLATIONS ELECTROCHEMICAL COATINGS

**Kisel Yury E.,** doctor of technical Sciences, Professor, Alex07-0789@mail.ru **Lysenko Aleksandr N.,** postgraduate student, Sasha14-09@mail.ru Bryansk state agricultural University

The aim of the study was the theoretical justification and practical implementation of the method of recovery and increase the durability of cutters mulch installations electrochemical coatings, which were carried out on an experimental setup, which includes a bath, lattor, transformer, voltmeter. Test treated incisors was held at molkerei fitting heavy series Schmidt Type 2600 for five days for 8 hours. For comparison and determination of efficiency of the offered method of increase of durability of cutters samples of 3 types were used: untreated, covered with pure iron and covered with iron-cobalt. Efficiency of application of the electrochemical coatings of parts was determined by the rate of change of mass of the cutters mulching installations. Unprocessed cutters have the greatest weight loss (more than 20 g) and, accordingly, the greatest wear. Cutters, treated with pure iron, have a lower weight loss (from 14 to 17 g) and wear compared to untreated. Cutters treated with an electrochemical coating of iron-cobalt, have the lowest mass loss (less than 7 g) and wear, indicating the effectiveness of electrochemical coatings to improve the durability of cutters mulch installations. The proposed



method allows to improve such positive properties of metals as heat resistance, chemical resistance, hardness, wear resistance, durability, hardness, etc., as the use of joint work of dissimilar materials gives a synergetic effect.

Key words: mulcher cutter, electrochemical coating, durability, restoration of machine parts

#### Literatura

- 1. Antropov, L.I., Lebedinskij, Yu.N. Kompozicionnye ehlektrohimicheskie pokrytiya i materialy / L.I. Antropov, Yu.N. Lebedinskij. Kiev: Tekhnika. 1986. 200 s.
- 2. Afanas'ev E.A. Uprochnenie i vosstanovlenie detalej mashin ehlektroosazhdennymi kompozicionnymi pokrytiyami na osnove zheleza s primeneniem disul'fida molibdena: avtoreferat dis. ... kand. tekhn. Nauk. Kursk, 2015. 20 s.
- 3. Gal'vanicheskie pokrytiya v mashinostroenii. Spravochnik. Pod red. SHlugera M.A. M.: Mashinostroenie. 1985. 240 s.
- 4. Kisel' Yu.E. Povyshenie iznosostojkosti bystroiznashivaemyh detalej sel'skohozyajstvennoj tekhniki kompozicionnymi ehlektrohimicheskimi pokrytiyami na osnove splavov zheleza: avtoreferat dis. ... kand. tekhn. nauk. M., 2002. 18 s.
- 5. Kisel', Yu.E., Gor'kov, A.S., Obozov, A.A. Obrabotka ehlektrohimicheskih kompozitov lazernym izlucheniem / Yu.E. Kisel', A.S. Gor'kov, A.A. Obozov // Sel'skij mekhanizator. 2016. № 10. S. 26-27.
- 6. Kisel', Yu.E., Gur'yanov, G.V., Lysenko, A.N. Povyshenie iznosostojkosti detalej mashin ehlektrohimicheskimi splavami na osnove zheleza / Yu.E. Kisel', G.V. Gur'yanov, A.N. Lysenko. Nauchnotekhnicheskij progress v APK: problemy i perspektivy Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya, v ramkah XVIII Mezhdunarodnoj agropromyshlennoj vystavki "Agrouniversal 2016". 2016. S. 313-319.
- 7. Kisel', Yu.E., Lysenko, A.N., Simohin, S.P. Povyshenie iznosostojkosti ehlektrohimicheskih pokrytij / Yu.E. Kisel', A.N. Lysenko, S.P. Simohin // Sel'skij mekhanizator. 2016. № 10. S. 36-37.
- 8. Kudryavcev, N.T. EHlektroliticheskie pokrytiya metallami / N.T. Kudryavcev. M.: Himiya. 1989. S. 139-145.
- 9. Mingazova, G.G., Fomina, R.E., Vodop'yanova, S.V., Sajfullin, R.S., Hajbieva, V.SH. Cinkovye sloi s nanochasticami karbida kremniya // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2012. T.15. №20. S. 84-86.
  - 10. Sajfullin, R.S. Kompozicionnye pokrytiya i materialy / R.S. Sajfullin. M.: Himiya. 1977. 270 s.
- 11. Yudina, E.M., Gur'yanov, G.V., Kisel', Yu.E., Lysenko, A.N. Stojkost' kompozicionnyh gal'vanicheskih pokrytij pri abrazivnom iznashivanii /E.M. YUdina, G.V. Gur'yanov, Yu.E. Kisel', A.N. Lysenko // Sel'skij mekhanizator.- 2015. № 3. S. 34-35.
- 12. Panagopooulos C.N., Georgion E.P. Composite zinc fly ash coating on mild steel // Surface and Coat. Technol. 2009. №1-2. PP. 37-41.



УДК 626/25(575.2) (04)

### ВОПЛОЩЕНИЕ ТВОРЧЕСКИХ ИДЕЙ Я.В.БОЧКАРЕВА В СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОЕКТАХ

**ЛАВРОВ Николай Петрович**, д-р техн. наук, профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, n.lavrov@inbox.ru

**МАЖАЙСКИЙ Юрий Анатольевич,** д-р с.-х. наук, профессор, Генеральный директор ООО "МНТЦ", главный научный сотрудник Мещерского филиала ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», mail@mntc.pro

**АТАМАНОВА Ольга Викторовна,** д-р техн. наук, профессор, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., O\_V\_Atamanova@mail.ru

Статья посвящена 90-летию со дня рождения крупного ученого, доктора технических наук, профессора, члена-корреспондента ВАСХНИЛ-РАСХН Якова Васильевича Бочкарева. Основной проблемой водозабора из горных рек, как это отмечено в технологических требованиях, разработанных Я.В.Бочкаревым и А.В.Филончиковым, является защита каналов от речных наносов. В статье описана усовершенствованная конструкция бокового водозаборного сооружения (БВС) ковшового типа,

© Лавров Н. П., Мажайский Ю. А., Атаманова О. В., 2018 г.



построенная на реке Куршаб (авторы Рохман А.И., Биленко В.А., Логинов Г.И., Лавров Н.П.). Далее приведена конструктивная схема и описан принцип работы Водозаборного сооружения для деривационных ГЭС (ВСДГ), способного производить водоотбор в зимних условиях. В данной конструкции водозаборного сооружения, построенного на реках Иссык-Ата и Мерке, применены средства гидравлической автоматизации процесса водозабора, ставшие типовыми: авторегулятор предельного уровня верхнего бьефа прислонного типа и стабилизатор расхода воды конструкции Бочкарева Я.В., Мельникова Б.И., Рохмана А.И. При анализе гидравлических режимов сооружения составлено общее теоретическое описание пропускной способности элементов ВСДГ. Спедующим объектом исследований научной школы Я.В.Бочкарева является модель бесплотинного водозаборного сооружения для микроГЭС на реке Джууку Иссык-Кульской области, оборудованного устройством рыбозащиты. Описаны также совместные исследования водозаборного сооружения с плавкой вставкой на реке Асса, расположенного в Республике Ингушетия, выполненные в СПбПУ и Кыргызско-Российском Славянском университете (КРСУ). Последнее научное направление совместного сотрудничества – это разработка и исследование конструкций водораспределительных, поворотных и водомерных сооружений на каналах-быстротоках с бурным и сверхбурным течением. Совершенствованию компоновки таких сооружений посвящены докторские диссертации К.К. Бейшекеева, Т.А. Исабекова, Г.С. Аджыгуловой (научные консультанты О.В. Атаманова и Н.П. Лавров), подготовленные в КРСУ. Рекомендованный Я.В. Бочкаревым способ поворота бурного и сверхбурного потока на быстротечных каналах позволил разработать и теоретически обосновать ряд конструкций поворотных сооружений для каналов-быстротоков. Отмечено, что результаты научных исследований Я.В.Бочкарева используются водохозяйственными проектными и эксплуатационными организациями Кыргызстана, Казахстана и России, вошли в учебную и справочную литературу.

**Ключевые слова:** научно-технические идеи Я.В. Бочкарева, автоматизация гидромелиоративных систем, водозабор из горных рек, баланс расхода, каналы-быстротоки, поворотные и водораспределительные сооружения

#### Введение

В этом году исполняется 90 лет со дня рождения крупного ученого, члена-корреспондента ВАСХНИЛ-РАСХН, члена-корреспондента Национальной Академии наук Кыргызской Республики, Заслуженного деятеля науки Российской Федерации Якова Васильевича Бочкарева.

Круг научных интересов профессора Бочкарева Я.В. был необычайно широк: от проблем автоматизации гидромелиоративных систем, совершенствования конструкций гидротехнических сооружений до педагогики высшей школы. Особое место в его исследованиях занимают технологии автоматизированного водозабора из горных рек в оросительные системы [1]. Исследователями научной школы Я.В.Бочкарева на основе детального анализа эксплуатации головных сооружений ирригационных систем были разработаны рациональные схемы размещения сооружений, выполнено теоретическое обоснование сложных гидравлических явлений при водозаборе с последующим экспериментальным подтверждением. На этой основе были исследованы и внедрены в производство новые конструкции водозаборных сооружений на горных реках, создан комплекс средств гидравлической автоматизации процессов водозабора, получены расчетные уравнения и рекомендации по практической эксплуатации водозаборных ги-

## Современный опыт реализации научных идей Я.В. Бочкарева при строительстве и реконструкции водозаборных гидроузлов

Накопленный опыт эксплуатации водохозяйственных систем показывает, что водозаборные сооружения являются наиболее уязвимой частью ирригационных и гидроэнергетических узлов на горных реках. Головные водозаборные сооружения размываются паводком, оросительные и

деривационные каналы малых ГЭС заносятся речными наносами. Особенно сложной является эксплуатация водозаборных узлов в зимнее время, то есть в условиях отрицательных температур воздуха.

Отличительной особенностью всей научнотехнической деятельности Я.В. Бочкарева является практическая направленность работ, которые, как правило, доводились до производственного внедрения, служили основой рекомендаций по проектированию, строительству и эксплуатации внедряемых объектов и систем.

Но как реализуются научно-технические идеи Я.В. Бочкарева в настоящее время?

Коллектив исследователей кафедры гидротехнического строительства и водных ресурсов (ГТСиВР) Кыргызско-Российского Славянского университета совместно с кафедрой «Водохозяйственное и гидротехническое строительство» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ) и кафедрой экологии Саратовского государственного технического университета имени Ю.А.Гагарина (СГТУ) продолжает изучение процессов водозабора из горных рек и быстротечных каналов, основываясь на методологии Я.В.Бочкарева.

С учетом необходимости обеспечения круглогодичной работы гидротехнических сооружений для малых ГЭС нами были уточнены и дополнены технологические требования к ирригационным и энергетическим водозаборным сооружениям, сформулированные в свое время Я.В.Бочкаревым и А.В. Филончиковым [1, 2, 3].

Основной проблемой водозабора из горных рек, как это отмечено в технологических требованиях, является защита каналов от речных наносов

Характерным в этом плане является, напри-



мер, головное водозаборное сооружение ферганского типа. построенное в 60-е годы прошлого столетия на реке Куршаб в Кара-Сууйском районе Ошской области. Сооружение предназначено для подачи воды в ирригационные каналы Отуз-Адыр и Кочкор-Ата. Паводки, проходящие по реке в маеиюне, характеризуются большим количеством донных и взвешенных наносов. Значительная часть этих наносов крупностью до 80 мм поступала в левобережный канал Отуз-Адыр, непрерывная очистка которого требовала постоянной работы двух-трех экскаваторов. Для аккумуляции твердых фракций наносов в головной части канала было предложено построить трехкамерный отстойник с гидравлической промывкой наносов. Однако в связи с малым уклоном головного участка канала, старая конструкция водозаборного сооружения не могла обеспечить, во-первых, достаточной энергии воды для работы отстойника, во-вторых, требуемой степени очистки воды от крупных фракций наносов. Нами (Рохман А.И., Биленко В.А., Логинов Г.И., Лавров Н.П.) была предложена и исследована усовершенствованная конструкция бокового водозаборного сооружения (БВС) ковшового типа с косонаправленным наносоотбойным порогом, имеющим переменные уклоны гребня и дополненного наносоперехватывающей шпорой с каналом-промывником.

На физической модели БВС была подтверждена эффективность такого наносоотбойного порога за счет создания эффекта насадка при транспорте пульпы в канал-промывник. Прототипом этого технического решения была конструкция двойного наносозащитного порога, ранее предложенная проф. Бочкаревым Я.В. и Мельниковым Б.И. на водозаборном сооружении реки Сокулук [2]. Модернизация водозабора за счет внедрения БВС позволила обеспечить забор требуемого количества воды без наращивания высоты Куршабской плотины, которое предлагалось как вариант реконструкции этого гидроузла турецкой проектной фирмой «Темел-суу».

Боковое водозаборное сооружение построено в 2003 г. на головном водозаборном узле р. Куршаб и успешно эксплуатируется на протяжении пятнадцати лет.

Следующим достаточно ответственным сооружением, разработанным на кафедре ГТСиВР КРСУ Г.И.Логиновым, И.К.Рудаковым, Биленко В.А., Н.П.Лавровым и др., является водозаборное сооружение для деривационных ГЭС (ВСДГ), способное производить водоотбор в зимних условиях. Схема ВСДГ с обозначением конструктивных элементов сооружения представлена на рисунке 1. В данной конструкции водозаборного сооружения были применены средства гидравлической автоматизации процесса водозабора, ставшие типовыми: авторегулятор предельного уровня верхнего бьефа прислонного типа и стабилизатор расхода воды типа ССКЩ конструкции Бочкарева Я.В., Мельникова Б.И., Рохман А.И. [2]. Эти устройства ранее зарекомендовали себя на ирригационных гидроузлах Чуйской области Кыргызстана как

надежные средства поддержания необходимого уровня и расхода воды в условиях резкоизменяющихся гидрологических режимов горных рек.

Усовершенствование конструкции водозаборного сооружения с целью адаптации его к зимним условиям эксплуатации малых ГЭС, а также повышения эффективности защиты деривации от речных наносов и заключалось в следующем (рис. 1):

- в промывном отверстии 9 и концевой части катастрофического водосброса устроены сдвоенные затворы 24, обеспечивающие одновременное истечение из-под полотнища затвора и через его гребень. Это позволяет осуществлять сброс из верхнего бьефа в промывник 12 и из водоприемника 13 в нижний бьеф шугово-ледовой массы, образующейся в зимне-весенний период на горных реках;
- в теле разделительного бычка 11 устроен придонный затвор 18 для обеспечения зимнего водозабора;
- концевая секция 21 ломаного в плане порога 14 водоприемника с целью повышения эффективности защиты от наносов расположена параллельно динамической оси речного потока;
- стабилизатор расхода воды 4 установлен на некотором удалении от водоприемного оголовка 3, что улучшает точность фиксированной подачи расхода воды в деривацию.

Здесь была реализована идея Я.В.Бочкарева о замене донной решетчатой водоприемной галереи, забивающейся плавником и шугой, на открытый водоприемник 13 с донным циркуляционным порогом 14, выполняющим роль наносозащитного устройства.

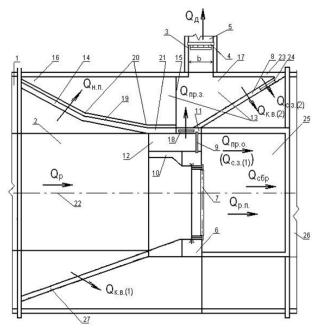
Модельные исследования конструкции ВСДГ, выполненные на модельной русловой установке КРСУ включали изучение движения двухфазной жидкости (вода-наносы) в пределах сооружения при различных эксплуатационных режимах: меженный, среднемноголетний, паводковый. При этом коэффициент водоотбора в деривацию изменялся в широких пределах: от 5% в летний паводок до 83% в зимнюю межень.

Впервые при анализе гидравлических режимов сооружения, предпринята попытка составить общее теоретическое описание пропускной способности элементов ВСДГ.

Например, баланс расхода воды в створе ВСДГ при пропуске среднемноголетнего расхода воды можно выразить в форме уравнения [3]:

$$\begin{split} Q_{p} &= Q_{n.n} + Q_{3.a.} + Q_{np.o} \approx Q_{cm} + Q_{3.a} + Q_{c.3.2} + \\ &+ Q_{np.o} = Q_{o} + Q_{3.a} + Q_{c.3.2} + Q_{np.o} = \\ &= \sigma_{_{\rm H}} \cdot \sigma_{_{\rm II}} \cdot \mathbf{L}_{_{\rm H.II.}} \cdot \mathbf{m} \cdot \sqrt{2g} \cdot (\mathbf{H}_{_{0}}^{'})^{3/2} + \mu_{oo} \cdot a \cdot b_{p.n.} \cdot \sqrt{2gH_{_{0}}} \\ &+ \mu_{np.o} \cdot a_{np.o} \cdot b_{np.o} \cdot \sqrt{2g(H_{_{0}} - \varepsilon \cdot a_{np.o})} \approx \\ &\approx c \cdot a_{cm} \cdot b_{cm} + \mu_{oo} \cdot a \cdot b_{p.n.} \cdot \sqrt{2gH_{_{0}}} + \\ &+ \mu_{np.o} \cdot a_{np.o} \cdot b_{np.o} \cdot \sqrt{2g(H_{_{0}} - \varepsilon \cdot a_{np.o})}, \end{split} \tag{1}$$





1 – зарегулированное русло; 2 – подводящее русло; 3 – водоприемный оголовок; 4 – стабилизатор расхода воды; 5 – отводящий канал; 6 – подпорное сооружение; 7 – авторегулятор предельного уровня верхнего бьефа; 8 – катастрофический водослив; 9 сдвоенный затвор; 10 – промежуточный бычок; 11 – разделительный бычок; 12 – промывной тракт, 13 – водоприемная камера; 14 - наносоотбойный порог; 15 – поперечный уступ водоприемной камеры; 16 и 17 – повышенная и пониженная части водоприемной камеры; 18 – придонный затвор зимнего водозабора; 19 – внутренняя грань порога; 20 – закладные части; 21 – концевая секция порога; 22 – продольная ось сооружения; 23 – боковые устои сооружения; 24 – сдвоенный затвор сброса из водоприемника; 25 – водобойный колодец; 26 – отводящее русло; 27 – катастрофический водослив Рис. 1 – Схема водопропускных элементов ВСДГ

где  ${\rm Q_p}$  — расход воды в реке,  ${\rm Q_{_{H,\Pi}}}$  — расход истечения через наносозащитный порог 14,  ${\rm Q_{_{3,a}}}$  — расход истечения через затвор-автомат 7 речного пролета,  ${\rm Q_{_{np,o}}}$  — расход воды через промывное отверстие 12,  ${\rm Q_{_{cr}}}$  — расход воды через стабилизатор расхода 4 ,  ${\rm Q_{_{c,3,2}}}$  — расход воды через сбросной затвор речного пролета,  ${\rm Q_{_n}}$  — расход деривационного канала, выраженные через формулы расходов истечения через водосливы и различные типы затворов,  ${\rm H_0}$  — напор с учетом скорости подхода, а, а,  ${\rm a_{cr}}$ , а  ${\rm _{np\,o}}$  — соответственно открытия завтора-автомата речного пролета, стабилизатора расхода и затвора промывного отверстия.

В 2007 г. строительство данного водозаборного сооружения для малой ГЭС на реке Иссык-Ата было завершено.

Важным результатом сотрудничества КРСУ и СПбПУ является строительство в 2010 г. аналогичного Водозаборного сооружения для деривационной ГЭС на р. Мерке в Республике Казахстан, проект которого был разработан в ПКТИ «Водавтоматика и метрология» (рис.2).

Отличительной особенностью данного гидроузла на р. Мерке от компоновки ВСДГ на р. Иссык-Ата, является размещение при нем напорного бассейна и начала турбинного трубопровода сразу за водоприемным оголовком [3, 4]. Необходимость применения более дорогостоящей напорной деривации была продиктована сложными топографическими и геологическими условиями местности по трассе деривации.



Рис. 2 – Водозаборное сооружение для деривационной ГЭС (ВСДГ), построенное в 2010 г. на реке Мерке в Джамбульской области, Республика Казахстан

Другой инновацией на гидроузле на р. Мерке является то, что для защиты турбинного трубопровода и агрегатов МГЭС от мелких фракций донных наносов, напорный бассейн оборудован пескогравиеловкой, прототипом которой служила конструкция Я.В. Бочкарева и В.И. Пономаренко [1].

Следующим объектом исследований кафедры ГТСиВР в рассматриваемом направлении стала модель бесплотинного водозаборного сооружения для микроГЭС на реке Джууку Иссык-Кульской области [3], исследованная Г.И.Логиновым и Д.А.Борисенко. Такие сооружения имеют более простую конструкцию и меньшую стоимость по сравнению с плотинными водозаборами, однако обеспечивают меньший коэффициент водозабора.

Преимущество бесплотинных водозаборных



узлов также состоит в том, что они, в отличие от плотинных, не создают препятствия для миграции рыб на нерест вверх по течению горной реки, что способствует сохранению ихтиофауны.

С учетом опыта исследований процессов бесплотинного водозабора, выполненных ранее А.В. Филончиковым под научным руководством Я.В. Бочкарева [2], нами предложена усовершенствованная конструкция бесплотинного водозаборного сооружения для горных рек, общий вид модели которого в масштабе 1:25 представлен на рисунке 3.



Рис. 3 — Модель бесплотинного водозаборного сооружения конструкции КРСУ для микроГЭС на реке Джууку Иссык-Кульской обл. Кыргызской Республики

Отличительной особенностью представленной компоновочной схемы бесплотинного водозаборного сооружения является, в частности, то, что промывная галерея оборудуется отсекающим козырьком с переменной шириной по длине галереи. Его устройство, кроме улучшения наносозащитных характеристик, создает необходимый гидравлический режим по ширине водоприемной камеры, что препятствует попаданию рыбы в деривационный канал, которая при достаточном открытии плоского затвора водоприемной камеры имеет возможность ската в нижний бьеф сооружения.

Аналогичное устройство рыбозащиты внедрено в 2005 г. на плотинном водозаборном сооружении из реки Сокулук в каналы Джаантай и Казенный [3, 5, 6].

В 2014-15 г.г. по Договору с проектным институтом «Ставрополькоммунпроект» в СПбПУ и КРСУ (Лавров Н.П., Логинов Г.И., Атаманова О.В.) были выполнены совместные исследования водозаборного сооружения на реке Асса, расположенного в Республике Ингушетия и предназначенного для водоснабжения населенных пунктов Сунженского района (рис. 4).

По результатам физического моделирования исследуемого водозабора исполнителями был предложен вариант автоматизированного водозаборного узла с плавкой вставкой, т.е. с размываемой во время паводка грунтовой дамбой [7].

На фотографии модели сооружения (рис. 4) видно, что здесь также применены средства авто-

матизации процессов водозабора, предложенные Я.В.Бочкаревым и его последователями, описанные в их совместной работе [2].



Рис. 4 – Фрагмент модели автоматизированного водозаборного сооружения с донной решетчатой галереей на реке Асса, Республика Ингушетия, РФ

Следует отметить, что технологические приемы и устройства, предложенные Я.В.Бочкаревым в водохозяйственном строительстве, применялись не только на водозаборных сооружениях из горных рек.

Воплощение творческих идей Я.В. Бочкарева в проектах и объектах водораспределительных систем для ирригации и гидроэнергетики

Способ донного послойного отбора воды, рекомендуемый Я.В.Бочкаревым [1], был использован в конструкции водозаборного сооружения для резервного водоснабжения ТЭЦ г. Бишкек, построенного в 2001 г. на Аламединском подпитывающем канале. Устройство для гашения катящихся волн в быстротоке [3] было внедрено в 2002 г. при реконструкции поверхностного катастрофического водосброса Орто-Токойской плотины в Нарынской области КР и т.д. Последнее научное направление нашего совместного сотрудничества — это разработка и исследование конструкций водораспределительных и водомерных сооружений на каналах-быстротоках с бурным и сверхбурным течением [3, 9].

Совершенствованию компоновки таких сооружений посвящены докторские диссертации К.К. Бейшекеева, Т.А. Исабекова, Г.С. Аджыгуловой (научные консультанты О.В. Атаманова и Н.П. Лавров), подготовленные в КРСУ. Выполнению конструктивной части разработок в каждой из этих работ предшествовал мониторинг гидравлических процессов на существующих водораспределительных и водомерных сооружениях. В диссертации Т.А. Исабекова, кроме того, рассмотрены проблемы трансграничного вододеления между Кыргызстаном и Казахстаном [9]. Вододелитель сверхбурного потока был построен в 2012 г. на Иссык-Атинском подпитывающем канале-быстротоке (ИПК) (рис. 5), Вододелитель бурного потока в 2013 г. на Аламединском отводящем канале и Двусторонний вододелитель бурного потока – в 2014 г. на Обводном Чуйском канале.







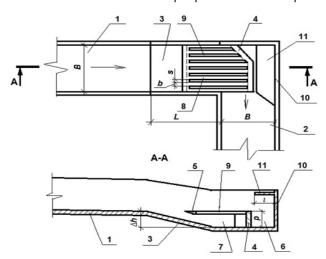
а) вид с верхнего бьефа ВКСТ на отводящий участок ИПК (2012 г.);
б) ВКСТ в процессе эксплуатации (2017 г.)
Рис. 5 — Водораспределительное сооружение на ИПК на ПКЗ6+;

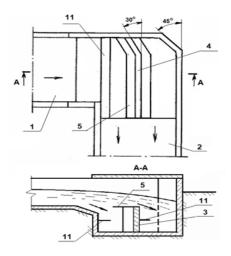
Рис. 5 – Водораспределительное сооружение на ИПК на ПК36+82

Водораспределительные и водомерные сооружения, нашедшие отражение в докторской диссертации К.К. Бейшекеева, вошли в проекты реконструкции канала Верхний Ак-Куп Тогуз-Тороуского района Жалалабатской области и оросительной системы Бургандинского массива орошения Кадамжайского района Баткенской области Кыргызстана.

Рекомендованный Я.В. Бочкаревым способ поворота бурного и сверхбурного потока на быстротечных каналах позволил разработать и теоре-

тически обосновать ряд конструкций поворотных сооружений для каналов-быстротоков (рис. 6.). Разработанные поворотные сооружения (авторы О.В. Атаманова, Н.П. Лавров, Г.С. Аджыгулова) исключают выплески воды через заднюю стенку отводящего канала при столкновении с ней бурного потока, а также обеспечивают равномерность распределения потока по ширине отводящего канала при любых расходах на выходе из поворотного сооружения.





1 — подводящий канал; 2 — отводящий канал; 3 — наклонный участок; 4 — разделительная стенка; 5 — горизонтальная полка; 6 — внешний отсек; 7 — внутренняя галерея; 8 — решетчатая плита; 9 — прорези,

10 – боковая стенка; 11 – горизонтальный козырек [10, 11] Рис. 6 – Поворотные сооружения для каналов-быстротоков с бурным течением

Для обоснования параметров элементов конструкций поворотных сооружений на каналах-быстротоках были проведены теоретические исследования структуры бурного потока при резком повороте направления течения. В результате исследований получено выражение для определения относительного приращения глубины потока в канале за поворотом трассы канала в плане:

$$\Delta h_{2-1} = \frac{\sqrt{1 + 8Fr_1 \sin^2 \delta}}{2} - 0.5.$$
 (2)

где 
$$\frac{h_2}{h_1} = \Delta h_{2-1}$$
 — относительное приращение глу бины потока, показывающее, во сколько раз уве-

бины потока, показывающее, во сколько раз увеличилась глубина  $h_2$  бурного потока в канале за поворотом по сравнению с глубиной в подводящем канале  $h_1$ ;  $Fr_1$  – параметр Фруда для глубины  $h_1$ ,  $\delta$  – величина угла поворота трассы канала.

Из выражения (2) докторантом Г.С. Аджыгуловой были найдены зависимости для определения при разных значениях угла поворота трассы канала (табл.1).



Таблица 1 – Зависимости для определения  $\Delta h_{2-1}$  от величины угла поворота канала-быстротока

δ, град	15	30	45	60	90
$\Delta h_{2-1}$	$\frac{\sqrt{1+0.536Fr_1}}{2} - 0.5$	$\frac{\sqrt{1+2Fr_1}}{2}-0.5$	$\frac{\sqrt{1+4Fr_1}}{2}-0.5$	$\frac{\sqrt{1+6Fr_1}}{2}-0,5$	$\frac{\sqrt{1+8Fr_1}}{2} - 0.5$

Теоретическими исследованиями установлены и другие характеристики свободной поверхности потока в канале с бурным течением.

В докторской диссертации А.Р. Фазылова, защищенной в 2016 г. (научные консультанты Д.М. Маматканов и Н.П. Лавров) исследуется проблема управления твердым стоком на водных объектах горно-предгорной зоны Таджикистана [12]. В основу этой работы заложены технические решения по мягким ирригационным отстойникам, разработанные А.Р. Фазыловым в 80-е годы под научным руководством Я.В. Бочкарева [2].

#### Заключение

Результаты научных исследований Я.В. Бочкарева используются водохозяйственными проектными и эксплуатационными организациями Кыргызстана, Казахстана и России, вошли в учебную и справочную литературу, в частности, в учебники по гидротехническим сооружениям и в учебные пособия по автоматизации гидромелиоративных систем.

Яковом Васильевичем Бочкаревым лично и в соавторстве опубликовано 480 научно-методических работ, в том числе 16 учебников и учебных пособий, 7 монографий, 232 научных статьи, 14 методических разработок, 15 депонированных отчетов, получено 160 авторских свидетельств и патентов на изобретения. И это тоже — огромное творческое наследие ученого.

Трудно перечислить все творческие идеи и предложения академика Я.В.Бочкарева, которые нашли свое продолжение в современных проектах, исследованиях и разработках ученых и инженеров стран СНГ. Но процесс этот продолжается, и нет сомнений в том, что его научные и технические идеи, разработки, опыт их реализации еще многократно будут использоваться в широком спектре научных трудов, проектов и программ нашей отрасли.

#### Список литературы

1.Бочкарев, Я. В. Гидравлическая автоматизация водораспределения на оросительных системах. – Фрунзе: Кыргызстан, 1971. - 264 с.

2.Бочкарев, Я. В. Автоматизированные водозаборные сооружения для малых горных рек / Я. В. Бочкарев, Б. И. Мельников, А. И. Рохман // Мелиорация и водное хозяйство. - 1991. - № 8. – С. 46 – 51.

3. Гидротехнические сооружения для малой

энергетики горно-предгорной зоны / под ред. Н. П. Лаврова. – Бишкек : Изд. дом «Салам», 2009. – 504 с.

4.Лавров, Н. П. Водозборные и водопроводящие сооружения в горно-предгорной зоне / Н. П. Лавров, Г. И. Логинов. – Бишкек : Изд-во КРСУ, 2016. - 142 с.

5.Лавров, Н. П. О научном наследии основателя гидромелиоративного факультета Кыргызского СХИ им.К.И. Скрябина академика Я.В. Бочкарева // Вестник Кыргызского аграрного университета. - 2009. - № 5 (16). - С.12 – 17.

6.Лавров, Н. П. Реализация научно-технических идей академика Я.В.Бочкарева в современных гидротехнических проектах Кыргызстана и Казахстана / Н. П. Лавров, О. В. Атаманова // Современные энерго- и ресурсосберегающие устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. РГАТУ. – Рязань, 2013. – С. 3-9

7.Опыт сотрудничества между СПбПУ и КРСУ в области гидротехники / Ватин Н.И., Лавров Н.П., Того И., Логинов Г.И. // Альфа Билд. - 2017. - №2, СПбПУ, ИСИ (http://alfabuild.spbstu.ru/arhiv.html)

8. N. Vatin, N.Lavrov, G. Loginov. Processes at Water Intake From Mountain Rivers into Hydropower and Irrigation Systems// Article (PDF Aviable) in Matec Web of Conferences 73:01006. January 2016/ With 8 reads, DOI: 10.1051/ matecconf/ 20167301006

9. Исабеков, Т. А. Совершенствование управления водораспределением на объектах межгосударственного пользования. – Бишкек: Кут-Бер, 2013. - 296 с.

10.Патент на полезную модель № 162761 РФ МПК Е 02 В 13/00. Поворотное сооружение для каналов с бурным течением / О.В. Атаманова, Г.С. Аджыгулова / БИ № 18, РФ, 2016. - Заявка № 2015157221/13 подана 29.12.2015. — Дата опубл. 27.06.2016.

11. Патент на изобретение № 1956 КР МПК E02B 13/00. Поворотное сооружение для каналов с бурным течением / Г.С. Аджыгулова, О.В. Атаманова. - БИ № 5, КР, 2017. - Заявка № 20160034.1 подана 30.04.2016. – Дата опубл. 31.05.2017.

12.Фазылов, А. Р. Технологические процессы и технические средства защиты водных объектов от наносов в горно-предгорной зоне / А. Р. Фазылов; под ред. Д.М. Маматканова и Н.П. Лаврова. - Душанбе-Бишкек: ПРОМЭКСПО, 2014. - 323 с.

### THE IMPLEMENTATION OF THE CREATIVE IDEAS OF Y.V. BORCHKAREV IN MODERN SCIENTIFIC RESEARCH AND WATER MANAGEMENT PROJECTS

**Lavrov Nikolay P.,** Doctor of Technical Sciences, Professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, n.lavrov@inbox.ru

Mazhaysky Yuriy A., doctor of agricultural sciences, professor, Meschersky branch of VNIIGiM named



after A. N. Kostyakov, Ryazan, mail@mntc.pro.

**Atamanova Olga V.,** Doctor of Technical Sciences, Professor, professor of the Department of «Ecology», Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, o v atamanova@mail.ru

The article is devoted to the 90th anniversary of the birth of a prominent scientist, Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the All-Union Agricultural Academy of Agricultural Sciences, Yakov Vasilyevich Bochkarev. The main problem of water intake from mountain rivers, as noted in the technological requirements developed by Y.V.Bochkarev and A.V.Filonchikov, is the protection of canals from river sediments. The article describes an improved design of a side water intake structure (SWIS) of bucket type, built on the river Kurshab. The following is a constructive diagram and describes the operation principle of the Water Intake Structure for Derivation HPS (WISDH) capable of producing water abstraction in winter conditions. In this construction of the water intake structure built on the Issyk-Ata and Merke rivers, the means of hydraulic automation of the water withdrawal process are used, which have become typical: the autoregulator of the upper limit of the overflow and the water flow stabilizer of the Ya.V.Bochkarev, B.I.Melnikov and A.I.Rohman. By analyzing the hydraulic conditions of the structure, a general theoretical description of the carrying capacity of the elements of the WISDH is compiled. The next object of the research of Y.V. Bochkarev's scientific school is the model of a water-free water intake facility for micro HPP on the Juuku River in Issyk-Kul Oblast, equipped with a fish protection device. Joint research of a water intake structure with a fusible insert on the river Assa, located in the Republic of Ingushetia, performed in SPbPU and KRSU. The last scientific direction of joint cooperation is the development and study of water distribution, turnaround and water-measuring structures on fast-flow channels with a turbulent and super-turbulent current. Improvement of the layout of such structures are devoted to doctoral dissertations of K.K. Beishekeev, T.A. Isabekov, G.S. Adzhygulova (scientific consultants O.V. Atamanova and N.P.Lavrov), trained in the KRSU. Recommended by Ya.V. Bochkarev's method of turning turbulent and super-turbulent flow on quick-flow canals made it possible to develop and theoretically substantiate a number of designs of rotary structures for fast-flow channels. It is noted that the results of B.Bochkarev's scientific research are used by the water management project and operational organizations of Kyrgyzstan, Kazakhstan and Russia, they have become part of the educational and reference literature.

**Key words:** scientific and technical ideas of Ya.V Bochkarev, automation of irrigation systems, water intake from mountain rivers, water balance, fast-flow channels, rotary and water distribution facilities

#### Literatura

- 1. Bochkarev Ya.V. Gidravlicheskaya avtomatizatsiya vodoraspredeleniya na orositelnyih sistemah. Frunze: Kyirgyizstan, 1971.-264 s. (Rus)
- 2. Bochkarev Ya.V., Melnikov B.I., Rohman A.I. Avtomatizirovannyie vodozabornyie sooruzheniya dlya malyih gornyih rek // Melioratsiya i vodnoe hozyaystvo, M.: Kolos, 1991, #8. S.46 51. (Rus)
- 3. Gidrotehnicheskie sooruzheniya dlya maloy energetiki gorno-predgornoy zonyi/ Pod red. N.P.Lavrova. Bishkek: Izd. dom «Salam», 2009. 504 s. (Rus)
- 4. Lavrov N.P., Loginov G.I. Vodozbornyie i vodoprovodyaschie sooruzheniya v gorno-predgornoy zone. Bishkek: Izd-vo KRSU, 2016. 142 s. (Rus)
- 5. Lavrov N.P. O nauchnom nasledii osnovatelya gidromeliorativnogo fakulteta Kyirgyizskogo SHI im.K.I. Skryabina akademika Ya.V. Bochkareva // Vestnik Kyirgyizskogo agrarnogo universiteta, # 5 (16), 2009.- S.12 17 (Rus)
- 6. Lavrov N.P., Atamanova O.V. Realizatsiya nauchno-tehnicheskih idey akademika Ya.V.Bochkareva v sovremennyih gidrotehnicheskih proektah Kyirgyizstana i Kazahstana// Sovremennyie energo- i resursosberegayuschie ustoychivyie tehnologii i sistemyi selskohozyaystvennogo proizvodstva: sb. nauchn. tr. RGATU. Ryazan, 2013. s. 3-9 (Rus)
- 7. Vatin N.I., Lavrov N.P., Togo I., Loginov G.I. Opyit sotrudnichestva mezhdu SPbPU i KRSU v oblasti gidrotehniki// Zhurnal Alfa Bild, 2017, #2, SPbPU, ISI (http://alfabuild.spbstu.ru/arhiv.html) (Rus)
- 8. N. Vatin, N.Lavrov, G. Loginov. Processes at Water Intake From Mountain Rivers into Hydropower and Irrigation Systems// Article (PDF Aviable) in Matec Web of Conferences 73:01006. January 2016/ DOI: 10.1051/ matecconf/ 20167301006
- 9. Isabekov T.A. Sovershenstvovanieupravleniya vodora spredeleniem na ob'ektah mezhgosudar stvennogo polzovaniya. Bishkek: izd. «Kut-Ber», 2013.-296 s. (Rus)
- 10. Patent na poleznuyu model # 162761 RF MPK E 02 V 13/00. Povorotnoe sooruzhenie dlya kanalov s burnyim techeniem / O.V. Atamanova, G.S. Adzhyigulova / BI # 18, RF, 2016. Zayavka # 2015157221/13 podana 29.12.2015. Data opubl. 27.06.2016. (Rus)
- 11. Patent na izobretenie # 1956 KR MPK E02V 13/00. Povorotnoe sooruzhenie dlya kanalov s burnyim techeniem / G.S. Adzhyigulova, O.V. Atamanova. BI # 5, KR, 2017. Zayavka # 20160034.1 podana 30.04.2016. Data opubl. 31.05.2017. (Rus)
- 12. Fazyilov A.R. Tehnologicheskie protsessyi i tehnicheskie sredstva zaschityi vodnyih ob'ektov ot nanosov v gorno-predgornoy zone / Pod red. D.M. Mamatkanova i N.P. Lavrova. Dushanbe-Bishkek: PROMEKSPO, 2014. -323 s. (Rus)





УДК 631.363.258:638.178

#### ТЕОРИЯ ПРОЦЕССА ЦЕНТРОБЕЖНОЙ СКАРИФИКАЦИИ ПЧЕЛИНЫХ СОТОВ

**МАМОНОВ Роман Александрович,** канд. техн. наук, доцент кафедры технических систем в АПК, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, татопоv. agrotexnoi@yandex.ru

Перга относится к одному из наиболее ценных продуктов пчеловодства. Это определяется её химическим составом, лечебными свойствами и полезными для здоровья людей качествами. Для промышленной переработки пчелиных сотов на пергу и восковое сырье существует технология, которая включает в себя последовательное выполнение следующих операций: заготовка пчелиных сотов с осушиванием их от остатков меда, скарификация пчелиных сотов, сушка перги в сотах, выделение воскоперговой массы из сотов, охлаждение воскоперговой массы, измельчение охлажденной воскоперговой массы и разделение измельченной воскоперговой массы на восковое сырье и пергу, сушка гранул перги. Для повышения эффективности извлечения перги из сотов нами предложен центробежный способ их скарификации. Он позволяет устранить недостатки существующих способов и осуществить разгерметизацию гранул перги в ячейках сота без нарушения их целостности. В работе представлены теоретические исследования процесса прогиба воскоперговой массы пчелиного сота под действием центробежных сил. Результаты этих исследований позволяют определить величину прогиба воскоперговой массы сота при растяжении армирующей проволоки центробежными силами, усилие в точке крепления проволоки к рамке сота. При средней плотности сота 500 кг/м³ прогиб воскоперговой массы в 40 мм достигается при частоте вращения ротора центрифуги 340 мин-1.

**Ключевые слова:** пчеловодство, пчелиный сот, извлечение гранул перги, центробежная скарификация, армирующая проволока, частота вращения ротора, прогиб проволоки.

#### Введение

Перга – один из самых полезных продуктов пчеловодства, уступающий лишь маточному молочку. В народной медицине, медицинской и косметической промышленности она широко используется для изготовления препаратов и лечения многих заболеваний. В последние годы белковые лечебные и витаминные препараты на основе перги пользуются спросом на внутреннем и внешнем рынках [1].

Современная технология извлечения перги из пчелиных сотов включает следующие основные операции: осушение сотов от меда, их скарификация; сушка естественная или искусственная для устранения адгезионных свойств перги; отделение воскоперговой массы от рамок; охлаждение воскоперговой массы до температуры от +10 до 0 °С с целью придания восковой основе хрупких свойств; измельчение; пневмосепарирование массы с разделением на пергу и восковое сырье, сушка гранул перги [2, 3, 4].

Одной из самых энергозатратных операций данной технологии является сушка перги в сотах. Для сокращения затрат времени и энергии перед сушкой выполняют скарификацию сотов. Для этого поверхность сотов с пергой прорезают (процарапывают) или прокалывают различными приспособлениями. Однако при этом уменьшается прочность гранул перги, что приводит к уменьшению выхода извлекаемой перги из сота [5].

Для устранения недостатков существующих способов нами разработан центробежный способ

скарификации пчелиных сотов. Суть его заключается в равномерном прогибе воскоперговой массы сота при воздействии на него центробежных сил. В результате прогиба происходит деформация и растяжение восковых ячеек пчелиного сота и образование кольцевого зазора вокруг гранул перги [6, 7]. Это приводит к значительному увеличению поверхности испарения влаги с гранул перги при последующей сушке.

#### Объекты и методы исследований

Объектом исследования является процесс прогиба воскоперговой массы пчелиного сота под воздействием центробежных сил при вращении сота в роторе центрифуги. При выполнении исследования использовался теоретический анализ рабочего процесса центробежной скарификации воскоперговой массы пчелиных сотов, выполненный на основе методов интегро-дифференциального исчисления и численного решения дифференциальных уравнений.

#### Теоретическая часть

При вращении сота в центрифуге (рис. 1) на сотовую пластину действуют центробежные силы инерции, направленные по радиусу вращения. Соты устанавливаются в роторе центрифуги вертикально. При таком размещении сота проволока, армирующая сотовую пластину, расположена параллельно оси вращения ротора центрифуги. Проволока размещена в соте так, что на каждую проволоку приходятся одинаковые по размеру куски сотовой пластины шириной d. В результате вращения сота в роторе центрифуги происходит

натяжение проволоки и её прогиб вместе с сотовой пластиной.

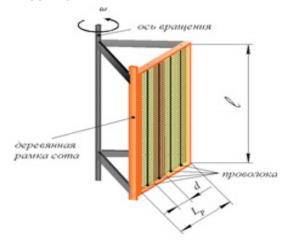


Рис. 1 – Размещение сота в роторе центрифуги

Поскольку прочность пчелиного сота во много раз меньше прочности проволоки, армирующей сот, то нами рассмотрен вопрос растяжения проволоки при прогибе её вместе с воскоперговой массой сота.

При теоретическом исследовании процесса выгибания сота под действием центробежных сил примем следующие допущения:

- вес проволоки не учитываем, так как вес сота, приходящийся на проволоку, во много раз больше;
- изгибающие моменты сота не учитываем, так как они значительно меньше усилий растяжения проволоки:
- на каждую проволоку приходится определенная часть сота (сот равномерно распределен по армирующей проволоке).

Так как проволока расположена параллельно оси вращения ротора, то центробежные силы инерции будут действовать перпендикулярно оси вращения, а их действие на проволоку можно рассматривать как равномерно распределенную нагрузку по длине проволоки.

Тогда центробежная нагрузка дп, приходящаяся на один погонный метр проволоки, определится по формуле

$$q_{\Pi} = \left(m_{\Pi p} + (\rho_{com} \cdot d \cdot h_{com})\right) \cdot \omega^{2} \cdot R, \text{ H/M}$$
(1)

где  $m_{np}$  — масса одного погонного метра проволоки,  $m_{np} \!\! \to \!\! 0$ ;  $\rho_{cot}$  — средняя плотность сотовой пластины, кг/м³; d — ширина сотовой пластины, приходящаяся на одну проволоку, м;

 $h_{_{\text{сот}}}$  — средняя толщина сотовой пластины, м;  $\omega$  — угловая скорость, с-1;

R - расстояние от оси вращения сота до про-

С учетом допущений уравнение (1) примет вид  $q_{\Pi} = \rho_{com} \cdot d \cdot h_{com} \cdot \omega^2 \cdot R$ 

Ширина сотовой пластины находится из выражения

$$d = \frac{L_p}{n_{\Pi D}},\tag{3}$$

где L<sub>2</sub> – длина боковой рейки деревянной рамки сота, м;

 $n_{np}$  — число проволок в соте, шт.

Схема действия сил на проволоку сота, находящегося под центробежной нагрузкой, представлена на рисунке 2.

Выделим и рассмотрим бесконечно малый элемент проволоки dL. Со стороны отброшенных частей проволоки на выделенный элемент будут действовать по касательной растягивающие силы  $N_{np}$  и  $N_{np}$ ′.

Действие сил инерции можно считать равномерно распределенными по длине выделенного

$$dQ = q_{\pi} \cdot dL . (4)$$

Составим сумму проекций всех сил на горизон-

$$N_{np} \cdot \cos(\alpha - d\alpha) - N_{np} \cdot \cos \alpha = 0,$$
<sup>(5)</sup>

где α – угол между направлением действия растягивающей силы Nпр и вертикальной осью z; dα - приращение угла α на вертикальной проекции dz элемента проволоки dL.

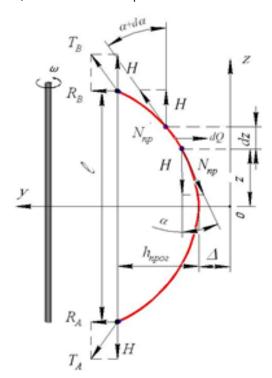


Рис. 2 – Схема действия сил на проволоку сота

Анализируя выражение (5), можно сказать, что проекции растягивающих сил  $N_{np}$  и  $N_{np}$  на ось z равны постоянной величине H. Поэтому на величину натяжения проволоки оказывает влияние



только проекции сил на ось у.

Составим сумму проекций всех сил на ось у

$$H(y' + dy') - Hy' - q_{\Pi} \cdot dL = 0, \quad (6)$$

где у - угловой коэффициент касательной к бесконечно малому элементу проволоки dL;

dy' – приращение углового коэффициента на

После раскрытия скобок выражение (6) примет

$$H \cdot dy = q_{\pi} \cdot dL. \tag{7}$$

Определим величину приращения углового коэффициента, подставляя величину бесконечно малого элемента проволоки, выраженную через

угловой коэффициент в уравнение (7) 
$$dL = \sqrt{1 + {y^{'}}^2} dz$$
 
$$H \cdot dy^{'} = q_{\pi} \cdot \sqrt{1 + {y^{'}}^2} dz \ . \tag{8}$$

$$\frac{dy'}{\sqrt{1+y'^2}} = \frac{dz}{\Delta} \,, \tag{9}$$

где  $\Delta$  – это отношение растягивающей нагрузки к центробежной, приходящейся на один погонный

метр проволоки, 
$$\Delta = \frac{H}{q_{\Pi}}$$
.

Проинтегрировав выражение (9), получим  $arcshy' = \frac{z + C_1}{\Delta}$ ,

из которого получим угловой коэффициент

$$\frac{dy}{dz} = sh \frac{z + C_1}{\Delta}. (10)$$

Разделив переменные и проинтегрировав уравнение (10), получим уравнение выгнутой про-

$$y + C_2 = \Delta \cdot sh \frac{z + c_1}{\Delta} \,. \tag{11}$$

Для определения постоянных интегрирования точку с координатами (-С<sub>1</sub>; -С<sub>2</sub>) поместим в начало координат, при этом уравнение (11) примет вид

$$y = \Delta \cdot ch \frac{z}{\Delta}$$
 (12)   
 І Іодставляя в уравнение (12) координату z=0,

получим координату 
$$y = \Delta = \frac{H}{q_n}$$

Переместим точку наибольшего прогиба проволоки в начало координат. В этом случае абсцисса точки наибольшего прогиба проволоки будет равна нулю, а постоянные интегрирования примут значения:  $C_1 = 0$ ;  $C_2 = \Delta$ .

С учетом того, что точка максимального прогиба проволоки помещена в начало координат, а постоянные интегрирования  $C_1=0$  и  $C_2=\Delta$ , уравнение изогнутой проволоки (11) примет вид:

$$y = \Delta \left( ch \frac{z}{\Lambda} - 1 \right). \tag{13}$$

Преобразуем уравнение (13), представив его в

виде формулы Тейлора [8]

$$y = \frac{z^2}{2 \cdot \Delta} + \frac{z^4}{4 \cdot \Delta^3} + \frac{z^6}{6 \cdot \Delta^5} + \dots + \frac{z^{2n}}{(2n) \cdot \Delta^{2n-1}} \dot{(14)}$$

Практическое решение уравнений (13) и (14) сопровождается значительными математическими трудностями. Поэтому для упрощения дальнейших расчетных формул с учетом того, что прогиб проволоки  $h_{\text{прог}}$  во много раз меньше расстояния между точками крепления проволоки I, уравнение (13) можно представить в виде уравнения парабо-

$$y = \frac{z^2}{2 \cdot \Delta}$$
 (15)

Подставим в уравнение (15)  $Z=\frac{l}{2},\ y=$   $=h_{\it прог},\ \Delta=\frac{H}{a_{\it r}}.$ 

Тогда растягивающую нагрузку, действующую на проволоку сота, можно рассчитать

$$H = \frac{q_{\Pi} \cdot l^2}{8 \cdot h_{npoe}}, H, \tag{16}$$

где I – расстояние между точками крепления проволоки (расстояние между боковыми рейками деревянной рамки сота), м;

h<sub>прог</sub> – прогиб проволоки, м.

Подставив выражения (8) и (9) в уравнение

$$H = \frac{L_p \cdot \rho_{com} \cdot h_{com} \cdot \omega^2 \cdot R \cdot l^2}{8 \cdot h_{npoe} \cdot n_{np}}.$$
 (17)

Для определения длины проволоки под воздействием центробежных сил необходимо проинтегрировать уравнение длины бесконечно малого элемента проволоки на участке от точки максимального прогиба (начало координат) до точки крепления проволоки к деревянной рамке сота

$$L_{np} = 2 \cdot \int_0^{\frac{l}{2}} \sqrt{1 + y^2} dz = 2 \cdot \Delta \cdot sh \frac{l}{2 \cdot \Delta}.$$
 (18)

Преобразуем уравнение длины проволоки (18), представив его в виде формулы Тейлора [8]

$$L_{\Pi p} = 2 \cdot \Delta \left( \frac{l}{2 \cdot \Delta} + \frac{1}{3} \left( \frac{l}{2 \cdot \Delta} \right)^3 + \frac{1}{5} \left( \frac{l}{2 \cdot \Delta} \right)^5 + \dots + \frac{1}{2n+1} \left( \frac{l}{2 \cdot \Delta} \right)^{2n}$$

$$(19)$$

С учетом допущений, что кривая изогнутой проволоки описывается уравнением параболы, уравнение (19) примет вид:

$$L_{np} = l + \frac{l^3}{24 \cdot \Delta^2} \,, \tag{20}$$

или при подстановке  $\Delta = \frac{H}{q_n}$ 

$$L_{np} = l + \frac{q_n^2 \cdot l^3}{24 \cdot H^2} \tag{21}$$



При подстановке формулы (16) в (21) можно получить выражение для длины проволоки как функции величины прогиба под действием центробежных сил

$$L_{np} = l \cdot \left(1 + \frac{8 \cdot h_{npoe}^2}{3 \cdot l^2}\right) \tag{22}$$

Выразим прогиб проволоки через удельные значения её характеристик. Для этого в уравнение (16) подставим растягивающую нагрузку, выраженную через напряжение в проволоке  $H=\sigma \cdot S_{no}$  [9]. Тогда уравнение (16) примет вид:

$$h_{\pi\rho\sigma\sigma} = \frac{q_{\pi\rho} \cdot l^2}{8 \cdot \sigma \cdot S_{\pi\rho}}, \tag{23}$$

где  $S_{np}^{}$  – площадь поперечного сечения проволоки, мм²;

σ – напряжение в проволоке, Н/мм².

Максимальное усилие в проволоке будет в точках крепления проволоки к рамке сота. Суммарная реакция опор крепления проволоки равна:

$$R_A + R_5 = q_{\pi\rho} \cdot l \tag{24}$$

Так как точки крепления проволоки находятся на одинаковом удалении от оси ординат, то реакции опор будут равны  $R_{A}=R_{E}$ . Тогда уравнение (24) примет вид:

$$R_{\mathcal{A}} = R_{\mathcal{B}} = \frac{q_{\mathsf{\Pi}\mathcal{P}} \cdot l}{2} \tag{25}$$

Общее усилие в точке крепления проволоки к рамке сота определяется по формуле

$$T = T_A = T_B = \sqrt{H^2 + \left(\frac{q_{np} \cdot l}{2}\right)^2} =$$
 (26)   
=  $\frac{\rho_{com} \cdot L_p \cdot h_{com} \cdot \omega^2 \cdot R \cdot l}{2 \cdot n_{np}} \sqrt{1 + \frac{l^2}{16 \cdot h_{npoe}^2}}$  Найдем угловой коэффициент, продифферен-

цировав уравнение (15)

$$y = \tan \varphi_{KP} = \frac{q_{\Pi} \cdot z}{r}, \tag{27}$$

 $y^{'}= an arphi_{\kappa p}=rac{q_{\Pi} \cdot z}{H}$ , (27) где  $\phi_{\kappa p}$  – угол наклона вектора усилия Т к оси ординат, град.

Для точки крепления проволоки, расположен ной на расстоянии  $Z=rac{l}{2}$  , , угол наклона вектора

усилия к оси z найдем как

$$\varphi_{KP} = \arctan \frac{q_{\Pi} \cdot l}{2 \cdot H} \,, \tag{28}$$

или через геометрические размеры

$$\varphi_{\mathsf{KP}} = \arctan \frac{4 \cdot h_{\mathsf{\Pi}\mathsf{POP}}}{l} \,. \tag{29}$$

По полученному выражению (17) построена зависимость прогиба проволоки от плотности воскоперговой массы сота и частоты вращения ротора с использованием программы MathCad 14.0 (рис. 3)

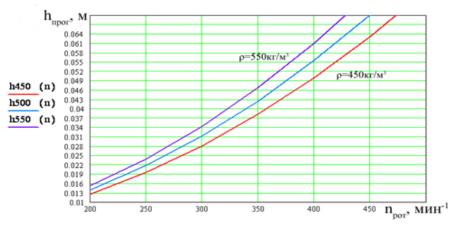


Рис. 3 – Зависимость прогиба проволоки от плотности воскоперговой массы сота и частоты вращения ротора

Из рисунка 3 видно, что прогиб сота увеличивается как с увеличением плотности сота, так и с увеличением частоты вращения ротора. Практика центробежной скарификации показала, что достаточен прогиб проволоки и сота в 40 мм. При этом время сушки перги в соте сокращается на 27-30%, а следовательно, и затраты энергии [10].

#### Заключение

Таким образом, на основе проведенных тео¬ретических исследований установлено, что прогиб проволоки и воскоперговой массы зависит от размера сота, его плотности, прочности проволоки, её размеров и частоты вращения ротора. Прогиб воскоперговой массы сотов с увеличением частоты вращения ротора центрифуги прогрессивно увеличивается. Для достижения требуемой величины прогиба сотов необходимо учитывать как плотность самого сота, так и частоту вращения ротора. При средней плотности сота 500 кг/м<sup>3</sup> прогиб воскоперговой массы 40 мм достигается при частоте вращения ротора 340 мин-1.

#### Список литературы

- 1. Чепик А.Г., Некрашевич В.Ф., Торженова Т.В. Экономика и организация инновационных процессов в пчеловодстве и развитие рынка продукции отрасли.// Монография; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. – Рязань, 2010. – 212 с.
- 2. Некрашевич, В.Ф. Развитие производства перги в России / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, С.В. Некрашевич, Т.В. Торженова // Пчеловодство. – 2010. - № 6. - C. 48-49.
- 3. Некрашевич, В.Ф. Перга: технология, оборудование и экономические аспекты ее производства / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, А.Г. Чепик,

- Т.В. Торженова, М.В. Коваленко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 1. – С. 139.
- 4. Мамонов, Р.А. Технология заготовки и подготовки пчелиных сотов к промышленной переработке на пергу и восковое сырье / Р.А. Мамонов, Т.В. Торженова // Вестник Рязанского ГАТУ им. П.А. Костычева. – 2013. - № 2. - С. 30-33.
- 5. Некрашевич, В.Ф. Центробежная скарификация перговых сотов / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, М.В. Коваленко // Пчеловодство. – 2013. - № 8. - C. 54-55.
- 6. Патент на изобретение № 2472340 РФ, А01К 59/00. Способ скарификации перговых сотов / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, М.В. Коваленко (РФ). № 2011123184/13; Заявлено 08.06.2011; Опубли-ковано 20.01.2013. Бюл. № 2.
- 7. Патент на полезную модель № 147422 РФ, А01К 59/00. Кассета для центробежной скарификации перговых сотов. / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Ма-

- монов, Т.В. Торженова, М.В. Коваленко, К.В. Буренин (РФ). № 2014122358/13; Заявлено 02.06.2014; Опубликовано 10.11.2014. Бюл. № 31.
- 8. Пискунов, Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления. Учеб. : В 2-х т. Т. 1 – СПб.: Мифрил. Гл. ред.физ-мат. лит., 1996. – 416 с.
- 9. Александров, А.В. Сопротивление материалов: Учеб. для вузов / А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин; Под ред. А.В. Александрова. – 3-е изд. испр. – М.: Высшая школа, 2003. - 560 c.
- 10. Мамонов, Р.А. Сравнения теоретических и экспериментальных исследований центробежной скарификации пчелиных сотов / Р.А. Мамонов, М.В. Коваленко, А.М. Афанасьев // Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона: Материалы 67-ой международной научно-практической конференции. - Рязань: Издательство РГАТУ, 2016, Часть 2. - С. 9-13.

#### THE THEORY OF THE CENTRIFUGAL PROCESS OF SCARIFICATION BEE HONEYCOMBS

Мамотоv Roman A., kand. tekhn. nauk, dotsent kafedry tekhnicheskie sistemy v APK, Ryazanskiy gosudarstvennyy agrotekhnologicheskiy universitet imeni P.A. Kostycheva, mamonov.agrotexnoi@yandex.ru

Beebread belongs to one of the most valuable products of beekeeping. This is determined by its chemical composition, medicinal properties and useful qualities for human health. For industrial processing honeycomb for beebread and wax raw materials, there is technology that involves sequentially performing the following operations: harvesting the honeycomb with their purification from the remains of honey by bees, scarification of bee honeycombs, drying of beebread in honeycombs, separation of wax-beebread mass of honeycomb, cooling wax-beebread mass, grinding of the cooled wax-beebread mass and division of the crushed waxbeebread mass on wax and beebread, drying granules of beebread. To improve the efficiency of extracting beebread from honeycombs, we have proposed a centrifugal method of their scarification. It allows you to eliminate the shortcomings of existing methods and to carry out the depressurization of the beebread granules in the cells of the honeycomb without breaking their integrity. The paper presents theoretical studies of the deflection process of the wax-beebread mass of a honeycomb under the influence of centrifugal forces. The results of these studies allow us to determine the magnitude of the deflection of the wax-beebread mass of the honeycomb under tension of the reinforcing wire by centrifugal forces, the force at the point of fastening the wire to the honeycomb frame. With an average density of 500 kg/m<sup>3</sup> grade, the deflection of the wax-beebread mass of 40 mm is achieved at a rotor speed of 340 min-1.

Key words: beekeeping, bee honeycomb, extraction of the granules of beebread, centrifugal scarification, reinforcing wire, the frequency of rotation of the rotor, deflection of the wire.

#### Literatura

- 1. Chepik A.G., Nekrashevich V.F., Torzhenova T.V. Ekonomika i organizatsiya innovatsionnykh protsessov v pchelovodstve i razvitie rynka produktsii otrasli.// Monografiya; Ryaz. gos. un-t im. S.A. Esenina. – Ryazan', 2010. – 212 s.
- 2. Nekrashevich, V.F. Razvitie proizvodstva pergi v Rossii / V.F. Nekrashevich, R.A. Mamonov, S.V. Nekrashevich, T.V. Torzhenova // Pchelovodstvo. – 2010. - № 6. - S. 48-49.
- 3. Nekrashevich, V.F. Perga: tekhnologiya, oborudovanie i ekonomicheskie aspekty ee proizvodstva / V.F. Nekrashevich, R.A. Mamonov, A.G. Chepik, T.V. Torzhenova, M.V. Kovalenko // Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. - 2012. - № 1. - S. 139.
- 4. Mamonov, R.A. Tekhnologiya zagotovki i podgotovki pchelinykh sotov k promyshlennoy pererabotke na pergu i voskovoe syr'ye / R.A. Mamonov, T.V. Torzhenova // Vestnik Ryazanskogo GATU im. P.A. Kostycheva. - 2013. - № 2. - S. 30-33.
- 5.Nekrashevich, V.F. Tsentrobezhnaya skarifikatsiya pergovykh sotov / V.F. Nekrashevich, R.A. Mamonov,
- M.V. Kovalenko // Pchelovodstvo. 2013. № 8. S. 54-55.
  6. Patent na izobretenie № 2472340 RF, A01K 59/00. Sposob skarifikatsii pergovykh sotov / V.F. Nekrashevich, R.A. Mamonov, M.V. Kovalenko (RF). № 2011123184/13; Zayavleno 08.06.2011; Opublikovano 20.01.2013. Byul. № 2.
- 7. Patent na poleznuyu model' № 147422 RF, A01K 59/00. Kasseta dlya tsentrobezhnoy skarifikatsii pergovykh sotov. / V.F. Nekrashevich, R.A. Mamonov, T.V. Torzhenova, M.V. Kovalenko, K.V. Burenin (RF). № 2014122358/13; Zayavleno 02.06.2014; Opublikovano 10.11.2014. Byul. № 31.
- 8. Piskunov, N.S. Differentsial'noe i integral'noe ischisleniya. Ucheb. : V 2-kh t. T. 1 SPb.: Mifril. Gl. red. fiz-mat. lit., 1996. - 416 s.
- 9. Aleksandrov, A.V. Soprotivlenie materialov: Ucheb. dlya vuzov / A.V. Aleksandrov, V.D. Potapov, B.P. Derzhavin; Pod red. A.V. Aleksandrova. – 3-e izd. ispr. – M.: Vysshaya shkola, 2003. - 560 s.



10. Mamonov, R.A. Sravneniya teoreticheskikh i eksperimental'nykh issledovaniy tsentrobezhnoy skarifikatsii pchelinykh sotov / R.A. Mamonov, M.V. Kovalenko, A.M. Afanas'yev // Innovatsionnye podkhody k razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa regiona: Materialy 67-oy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Ryazan': Izdatel'stvo RGATU, 2016, Chast' 2. – S. 9-13.



УДК 637.03

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭМУЛЬСИЙ НА ОСНОВЕ КРОВИ УБОЙНЫХ ЖИВОТНЫХ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ ОРГАНИЧЕСКИМ ЖЕЛЕЗОМ

**ОМАРОВ Руслан Сафербегович,** канд. техн. наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, , doooctor@yandex.ru

**ШЛЫКОВ Сергей Николаевич,** д-р биол. наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, segwan@rambler.ru
Ставропольский государственный аграрный университет»

**АНТИПОВА Людмила Васильевна,** д-р техн. наук, профессор кафедры технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, antipova.I54@yandex.ru

Недостаток железа в человеческом организме вызывает нарушение жизненно важных функций и ведет к различным заболеваниям. Присутствие в крови животных значительных количеств органического железа определяет перспективность ее применения для производства профилактических продуктов питания для людей с железодефицитными анемическими заболеваниями. Серьезным ограничителем использования крови в производстве различных мясных продуктов является характерный красный цвет, связанный с присутствием в белке гемоглобине железосодержащего компонента – гема. Для большего вовлечения убойной крови в качестве пищевого сырья в различных странах проводились исследования по поиску способов ее обесцвечивания. Авторами предлагается использование эмульсий на основе пищевой крови в технологии мясных продуктов, что обеспечивает получение широкого спектра продуктов с ярко выраженной функциональной направленностью и отличными органолептическими и физико-химическими характеристиками. Разработанные продукты можно рекомендовать для питания взрослых и детей, нуждающихся в дополнительных источниках органического железа. Полученные результаты представляют интерес в плане немедикаментозной профилактики анемии, улучшения состояния здоровья населения, а также рационального использованию крови сельскохозяйственных животных, как стратегического сырья животного происхождения.

**Ключевые слова:** антианемические продукты, функциональное питание, аминокислотный состав, переваримость белков, суточная потребность.

#### Введение

Мясная промышленность обладает существенными ресурсами качественного недорогого белка, содержащегося, в том числе, в крови сельскохозяйственных животных. Тем не менее, есть ряд причин, по которым кровь практически не используются для производства пищевой продукции. Основная из них - высокая трудоемкость процесса сбора и переработки, специфические органолептические показатели продуктов с кровью и, как следствие, низкие цены. Таким образом, чтобы предприятия были заинтересованы в производстве продукции с использованием крови, технологическая цепочка должна быть максимально упрощена за счет освобождения от технологически невыгодных процессов. При этом отдельной задачей является необходимость повышения качества конечного продукта [1, 3, 6].

Серьезным ограничителем использования кро-

ви в производстве различных мясных продуктов является характерный красный цвет, связанный с присутствием в белке гемоглобине железосодержащего компонента - гема. Для большего вовлечения убойной крови в качестве пищевого сырья в различных странах проводились исследования по поиску способов ее обесцвечивания [7,8,10]. Предложенные методы обработки являются преимущественно химическими и предусматривают в своей сути разделение гема и белка глобина, а также окисление ионов железа, содержащихся в геме. Однако применение этих методов не только усложнит технологический процесс, но и приведет к ухудшению качества мясной продукции, особенно при обесцвечивании крови посредством окисления железа гема [1, 4, 5].

#### Объекты и методы исследования

Качество готовой продукции оценивали по физико-химическим, органолептическим и микробио-

© Омаров Р. С., Шлыков С. Н., Антипова Л. В., 2018 г.



логическим показателям согласно общепринятым методикам.

Объектами исследования являлись стабилизированная пирофосфатом натрия свиная кровь, кровь крупного рогатого скота и колбасные изделия.

Массовые доли витаминов и минеральных веществ определяли согласно методике [7, 9] с использованием атомно-абсорбционного спектрофотометра AAC-703.

Гемолиз форменных элементов осуществляли добавлением к одному см³ ФЭ одного см³ химического реагента. Затем отбиралось 0,25 см³ смеси, и разводилось физиологическим раствором в 84 раза. После перемешивания измеряли оптическую плотность на фото-электроколориметре при длине волны 670 нм.

#### Результаты и обсуждение

Предложен метод снижения интенсивности цвета крови за счет ее использования в кровяной эмульсии. В качестве жировой основы использовался свиной жир-сырец. Доля крови в эмульсии варьировалась в диапазоне от 10 до 45 %. Тщательная гомогенизиция обеспечила стабильность и стойкость получаемой эмульсии. Цвет эмульсии идентичен цвету на разрезе сарделек из говядины.

При этом для предотвращения ухудшения цвета готового продукта массовая доля крови в эмульсии не должна превышать 30%. Эмульгирующая способность разработанной эмульсии составляет 100 % при температуре 0-4 °C и стабильна в течение 48 ч. По химическому составу кровяная эмульсия незначительно отличается от аналогичной на основе полужирной свинины. Наиболее ощутимо они различались по содержанию железа, которого в 1,6-2,6 раза больше в кровяных эмульсиях (при различных массовых долях крови). Схожесть химического состава позволила предположить возможность замены части мясного сырья в фаршевых системах на кровяные эмульсии.

Данное технологическое решение позволит обогатить гемовым железом готовый продукт, что важно для потребителей с низким уровнем гемоглобина в крови и создает условия для выработки мясных продуктов, обладающих антианемическим действием. Использование кровяных эмульсий также положительно влияет на структурно-механические характеристики готового продукта. Результаты исследований структурно-механических показателей модельных образцов фаршей приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты изучения характеристик фаршей вареных колбас

Образцы	Содержан	ие влаги, %	Липкость, Па	Вязкость, Па•с	Напряжение
колбас	общей	связанной	Линкость, гта	DASKOCIB, Have	среза, кПа
С кровяной эмульсией (30%)	65,8	86,5	22,41	283,4	37,1
Контрольные	64,6	84,6	20,54	217,9	42,38

Полученные данные свидетельствуют о том, что опытный образец фаршевой системы (с внесением кровяной эмульсии) характеризовался лучшими показателями адгезии, большим содержанием влаги и более нежной консистенцией. Выход и пищевая ценность опытных вареных колбас, с использованием кровяной эмульсии взамен части мясного сырья, практически не имеют существенных отличий от контрольных образцов и составляют соответственно 120,6 и 122,3 %. Подбор мясного сырья осуществляли с помощью методов компьютерного моделирования. Дополнительно предусматривали применение молочного белка, что позволяет обеспечить рациональное использование мясного сырья и высокую аминокислотную сбалансированность. Кроме того, вводили биологически активные компоненты, обеспечивающие обогащение продукта легкоусвояемым

железом. Учитывая значимость для здорового питания балластных веществ, в составе продукта использовали различные крупы. Кроме применения в технологии вареных колбас представляется перспективным использование пищевой крови убойных животных при производстве зельцев. Результат нашей работы – сбалансированный по аминокислотному составу продукт, полученный с помощью методов математического моделирования [2]. Корректировку внесения в рецептуру пишевой крови проводили после исследования гелеобразующей способности суспензии. Основные показатели пищевой ценности готовых продуктов (колбасок «Сочные», «Аппетитные» и «Зельца красного») при оптимально подобранном соотношении массовой доли рецептурных компонентов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав разработанных мясных продуктов

Показатель	Содержание, %						
	Колбаски «Сочные»	Колбаски «Аппетитные»	«Зельц кровяной»				
Влага	57,89	62,37	59,84				
Белок	15,53	13,71	21,34				
Жир	17,10	18,59	13,70				
Углеводы	7,19	5,53	0,42				
Энергетическая цен-	301,15	297,52	210,13				



Данные таблицы 2 показывают, что соотношение белка и жира в разработанных колбасках составляет 0,83-0,92. Это соответствует медико-биологическим требованиям к детскому питанию и позволяет рекомендовать их для включения в рацион питания детей дошкольного и школьного возраста [3]. Химический состав «Зельца кровяного» соответствует медико-биологическим требованиям к функциональному питанию. Сравнительная характеристика аминокислотного состава антианемических продуктов и идеального белка показала, что разработанные продукты отличаются хорошей аминокислотной сбалансированностью. Минимальный и максимальный скор колбасок «Сочные» и «Аппетитные» составляют соответственно 0,46 и 0,96; 0,41 и 0,86, «Зельца красного» -- 0,52 и 0,80. Основным показателем биологической ценности пищевого продукта является

его переваримость пищеварительными протеолитическими ферментами. Изучение степени переваримости белков в разработанных продуктах показало, что степень переваримости колбасок «Сочные» и «Аппетитные» выше переваримости белка молока на 1,3-4,1 % и незначительно ниже (11,1-13,9 %) яичного белка. Степень переваримости «Зельца кровяного» выше переваримости белка молока на 2,1 % и на 13,1 % ниже яичного белка. Это объясняется наличием значительного количества балластных веществ в зельце, которые оказывают положительное влияние на пищеварение, хотя и уменьшают переваримость продукта. Данные минерального, витаминного состава колбасок «Сочные», «Аппетитные» и «Зельца кровяного», а также степень удовлетворения суточной потребности в микроэлементах представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Микроэлементный состав разработанных продуктов

Показатель	Содержание в 100 г про	Содержание в 100 г продукта / (степень удовлетворения суточной потребности, %)							
	Сочные	Аппетитные	Зельц кровяной						
Витамины									
A	0,0476 / (8,0)	0,065 / (13,0)	1,64 / (18,0)						
B <sub>1</sub>	0,28 / (20,0)	0,28 / (20,0)	0,23 / (21,0)						
$B_{\scriptscriptstyle 2}$	0,23 / (14,3)	0,16 / (10,0)	0,55 / (28,6)						
PP	0,48 / (3,6)	1,83 / (3,6)	3,59 / (14,8)						
		в вещества, мг							
Железо	28,17 / (61,2)	18,81 / (38,6)	20,09 / (57,2)						
Натрий	307,70 / (8,9)	256,15 / (8,6)	265,92 / (7,9)						
Калий	310,35 / (12,3)	285,13 / (13,5)	231,82 / (10,3)						
Фосфор	208,35 / (13,8)	211,36 / (14,0)	225,30 / (15,8)						
Магний	41,33 / (18,6)	34,15 / (15,4)	20,00 / (9,3)						
Кальций	140,85 / (9,6)	251,93 / (16,8)	240,85 / (15,9)						

Из данных таблицы 3 видно, что степень удовлетворения суточной потребности по основным микроэлементам (100 г продукта) не превышает 20-30%, что соответствует требованиям, предъявляемым к функциональным продуктам питания. Исключение составляет железо, степень удовлетворения суточной потребности по которому около 60%, что обеспечивает быструю коррекцию железодефицитных состояний. Для сравнительной оценки потребительской привлекательности колбасок были исследованы их цветовые характеристики с контрольными мясопродуктами – вареной колбасой первого сорта и зельцем традиционным. В результате было установлено, что цветовые спектры предлагаемых продуктов и контрольных образцов практически одинаковы, что позволяет сделать заключением о том, что разработанные продукты имеют традиционный, привлекательный цвет. При этом цветовые характеристики продукта не претерпевают значительных изменений в течение всего срока хранения.

#### Выводы

Данные проведенных исследований позволяют

отнести разработанные изделия к потенциально эффективным мясным продуктам антианемического назначения. Рекомендован следующий режим применения созданных продуктов: с целью профилактики анемии — по 50-100 г два раза в неделю, для лечебного питания — по 100 г в неделю в течение 4-6 недель.

#### Список литературы

- 1. Антипова, Л.В. Как отходы превратить в доходы / Л.В. Антипова, И.А Глотова, С.В. Полянских и др. // Мясные технологии. 2011. № 2. С. 28 35.
- 2. Антипова, Л.В. Использование нетрадиционных видов сырья при разработке лечебно-профилактических продуктов / Л.В. Антипова, А.С. Пешков, А.Е. Куцова // Хранение и переработка сельхозсырья. 2009. №3. С. 67-69.
- 3. Антипова, Л.В. Разработка комбинированных биопродуктов специализированного назначения с применением биотехнологических методов обработки сырья и экструзионной технологии / Л.В.Антипова, А.Н.Кузнецов, О.С.Осминин // Успе-



хи современного естествознания. – 2002. – № 2 – С. 106-107.

- 4. Сизенко, Е.И. Научное обеспечение переработки животноводческого сырья и производства продуктов питания высокого качества / Е.И. Сизенко // Достижения науки и техники АПК. 2007. № 10. С. 33-37.
- 5. Файвишевский, М.Л. Нетрадиционные технологии переработки и использования пищевой крови убойных животных // Все о мясе. 2006. № 1. С. 14–17.
- 6. Nowak B., von Mueffling T. Porcine blood cell concentrates for food products: hygiene, composition, and preservation // Journal of Food Protection. 2006. vol. 69. pp. 2183-2192.
- 7. Slinde E., Martens M. Changes in Sensory Properties of Sausages When Small Amounts of Blood Replace Meat // Journal of the Science of Food and Agriculture. 1982. vol. 33. pp. 760-762.
- 8. Devadason I. P. Effect of different binders on the physico-chemical, textural, histological, and sensory qualities of retort pouched buffalo meat nuggets // Journal of Food Science. 2010. vol. 75. pp. S31-S35.
- 9. Mancini R. A., Hunt M. C. Current research in meat color // Meat Science. 2005. vol. 71. pp. 100-121.
- 10. Wilde P. Proteins and emulsifiers at liquid interfaces // Advances in Colloid and Interface Science. 2004. vol. 108-109. pp. 63-71.

### USE OF EMULSIONS BASED ON BLOODED ANIMALS TO INCREASE THE CONTENT OF ORGANIC IRON IN MEAT PRODUCTS

**Omarov Ruslan S.,** candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, doooctor@yandex.ru

**SHlykov Sergei N.,** doctor of biological sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, segwan@rambler.ru

Stavropol State Agrarian University

**Antipova Lyudmila Vasilyevna,** doctor of technical sciences, Professor of the Department of Technology of Products of Animal Origin, Voronezh State University of Engineering Technologies, antipova. I54@yandex.ru

The lack of iron in the human body causes disruption of vital functions and leads to various diseases. The presence in the blood of animals of significant amounts of organic iron determines the promise of its use for the production of preventive foods for people with iron deficiency anemia. Serious limitation of the use of blood in the production of various meat products is the characteristic red color associated with the presence in the protein of the hemoglobin of the iron-containing component - heme. To increase the involvement of slaughter blood as a food raw material, studies were conducted in various countries to find ways to discolor it. The authors suggest the use of emulsions based on edible blood in the technology of meat products, which provides a wide range of products with a pronounced functional orientation and excellent organoleptic and physicochemical characteristics. The developed products can be recommended for the nutrition of adults and children in need of additional sources of organic iron. The results obtained are of interest in terms of non-pharmacological prophylaxis of anemia, improvement of the health status of the population, and rational use of blood of agricultural animals as a strategic raw material of animal origin.

**Key words:** antianemic products, functional nutrition, amino acid composition, digestibility of proteins, daily requirement.

#### Literatura

- 1. Antipova, L.V. Kak otkhody prevratit' v dokhody / L.V. Antipova, I.A Glotova, S.V. Polyanskikh i dr. // Myasnyye tekhnologii. 2011. № 2. S. 28 35.
- 2. Äntipova, 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'khozsyr'ya. − 2009. − №3. − S. 67-69.
- 3. Antipova, L.V. Razrabotka kombinirovannykh bioproduktov spetsializirovannogo naznacheniya s primeneniyem biotekhnologicheskikh metodov obrabotki syr'ya i ekstruzionnoy tekhnologii / L.V.Antipova, A.N.Kuznetsov, O.S.Osminin // Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya. − 2002. − № 2 − S. 106-107.
- 4. Sizenko, Ye.I. Nauchnoye obespecheniye pererabotki zhivotnovodcheskogo syr'ya i proizvodstva produktov pitaniya vysokogo kachestva / Ye.I. Sizenko // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2007. № 10. S. 33-37.
- 5. Fayvishevskiy, M.L. Netraditsionnyye tekhnologii pererabotki i ispol'zovaniya pishchevoy krovi uboynykh zhivotnykh // Vse o myase. 2006. № 1. S. 14–17.
- 6. Nowak B., von Mueffling T. Porcine blood cell concentrates for food products: hygiene, composition, and preservation // Journal of Food Protection. 2006. vol. 69. pp. 2183-2192.
- 7. Slinde E., Martens M. Changes in Sensory Properties of Sausages When Small Amounts of Blood Replace Meat // Journal of the Science of Food and Agriculture. 1982. vol. 33. pp. 760-762.
  - 8. Devadason I. P. Effect of different binders on the physico-chemical, textural, histological, and sensory



qualities of retort pouched buffalo meat nuggets // Journal of Food Science. 2010. vol. 75. pp. S31-S35.

9. Mancini R. A., Hunt M. C. Current research in meat color // Meat Science. 2005. vol. 71. pp. 100-121.
10. Wilde P. Proteins and emulsifiers at liquid interfaces // Advances in Colloid and Interface Science. 2004. vol. 108-109. pp. 63-71.



УДК 656.07

#### УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АВТОМОБИЛЬНОГО СЕРВИСА

**ПОПОВА Ирина Михайловна,** канд. экон. наук, доцент, Филиал Самарского государственного университета путей сообщения, г. Саратов, impopova@mail.ru

**ДАНИЛОВ Игорь Кеворкович,** д-р техн. наук, профессор, Российский университет дружбы народов, danilov\_ik@rudn.university

**АБДУЛИНА Елена Андреевна,** магистрант, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А. lenacool141@rambler.ru

**НЕФЕДОВ Борис Александрович,** д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры управления, Российский государственный аграрный университет - MCXA имени К.А. Тимирязева, b.a.nefedof@ mail.ru

**УГЛАНОВ Михаил Борисович,** д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева

Целью работы является исследование инновационных подходов к управлению предприятиями сервиса автомобилей и автотракторной техники. Объект исследования: процессы деятельности отдела запасных частей предприятий сервиса автомобильной и сельскохозяйственной техники. В статье рассматривается функционирование предприятий сервиса автотракторной техники с позиции рационального использования расходных материалов и запасных частей. Функционирование отдела запасных частей предприятий сервиса автотракторной техники непосредственно связано со скоростью выполнения ремонтных работ. Наличие необходимых ресурсов на складе позволяет в кратчайшие сроки произвести работы по ремонту подвижного состава без дополнительных затрат времени на ожидание доставки запасных частей от поставщика. Валовая месячная выручка планируется в зависимости от «пути» сбыта товаров. Основным источником сбыта запасных частей и комплектующих (50-60% от общего объема) является зона технического обслуживания и ремонта (ТО и ТР) автотракторной техники. Для проведения анализа использования ресурсов применяются различные методы, в том числе АВС-анализ. Данный метод основан на правиле Парето, согласно которому 80% прибыли обеспечиваются 20%-ми позиций ассортимента. Первая группа товаров включает в себя наиболее потребляемые товары, которые создают наибольшую ценность. Во вторую группу входят товары со средней степенью важности. К третьей группе относятся товары, которые пользуются наименьшим спросом, однако имеют наибольший объем складских площадей. Предлагается внедрение на ремонтных и сервисных предприятиях автотракторной техники автоматизированной системы управления складами, которая позволяет руководителям эффективно управлять основными параметрами склада.

**Ключевые слова:** уровень сервиса, запасные части, параметры склада, ABC-анализ, объем запасов, сервисный коэффициент.

#### Введение

В Российской Федерации в настоящее время наблюдается увеличение количества предприятий, основная деятельность которых состоит в обслуживании и продаже автотракторной техники. Для таких предприятий необходимо достаточно большое количество ресурсов, таких как расход-

ные материалы и запасные части, рациональное использование которых позволит увеличить прибыль предприятий от оказания услуг при сокращении затрат на содержание склада.

Функционирование отдела запасных частей предприятий сервиса автотракторной техники непосредственно связано со скоростью выполнения

© Попова И. М., Данилов И. К., Абдулина Е.А., Нефедов Б. А., Угланов М. Б., 2018 г.



ремонтных работ. Наличие необходимых ресурсов на складе позволяет в кратчайшие сроки произвести работы по ремонту подвижного состава без дополнительных затрат времени на ожидание доставки запасных частей от поставщика.

#### Объект и методика исследования

Целью данной работы является исследование инновационных подходов к управлению предприятиями сервиса автотракторной техники. Одним из перспективных направлений является внедрение инноваций в деятельность отдела запасных частей, планирование и анализ основных показателей деятельности которого являются трудоемким процессом, зависящим от множества составляющих.

Валовая месячная выручка планируется в зависимости от организации «путей» сбыта товаров. Наиболее перспективным является реализация комплектующих через зоны ТО и ТР сервисных предприятий автотракторной техники (50-60% от общего объема). Чтобы произвести расчет выручки от реализации товаров в данной зоне, требуется вычислить планируемую загрузку сервиса в нормо-часах относительно дневного рабочего фонда, числа постов, коэффициентов загрузки постов и коэффициентов сезонности. Сумма совокупных продаж запасных частей и расходных материалов определяется через соотношение выручки от выполненных работ к выручке от реализации товаров.

В зоне ТР при установке дополнительного оборудования реализуется примерно 15-20% от общего объема товаров. При расчете выручки, полученной от реализации комплектующих на данном участке, необходимо учитывать количество выполненных работ.

К примеру, если пост работает двенадцать часов в день, коэффициент загрузки равен двум, в рассматриваемом месяце тридцать дней, стоимость нормо-часа 1200 рублей, то по результатам расчетов месячная выручка от проведения работ составит 792000 рублей. При классическом соотношении получаемой выручки от произведенных работ к выручке от продажи запасных частей (з/ч) и комплектующих (33% к 67% соответственно, коэффициент наполняемости — 2) на участке установки дополнительного оборудования, последняя составит 1584000 рублей.

Выручка сервисных предприятий автотракторной техники от реализации з/ч через участок кузовного ремонта вычисляется аналогично выручке зоны ТО и ТР автотракторной техники (в среднем 25% от общего объема продаж), при этом выручка от розничных продаж з/ч и комплектующих (через магазин) составляет 8-10%.

С целью повышения рентабельности вложений необходимо регулярно анализировать, контролировать затраты отдела запасных частей и управлять ими. К данным затратным статьям относятся высокие расходы на хранение запасов, недостаточные объемы реализации из-за завышенных цен, ошибки при работе с заказами клиентов, об-

разование неликвидных товаров и излишков, наличие недостач и поврежденного товара на складе.

Планирование запасов запасных частей на складе производится исходя из потребности в них с учетом планируемого роста или спада продаж продукции. Показатель обновления запасов запасных частей на складе за расчетный период называется оборачиваемостью. Коэффициенты оборачиваемости рассчитываются по нижеприведенным формулам [1].

Средний товарный запас T3<sub>ср</sub> рассчитывается по формуле:

$$T3_{cp} = \frac{\frac{T3_1}{2} + \sum_{n=1}^{n-1} T3_n + \frac{T3_n}{2}}{n-1},$$
(1)

где  $T3_n$  – товарный запас в денежном эквиваленте на отдельные даты выбранного периода,

n – число дат в периоде.

Уровень запасов  $Y_{m_3}$  определяется по формуле:

$$Y_{m_3} = \frac{T3 \cdot \mathcal{I}}{T},\tag{2}$$

где *ТЗ*– товарный запас в денежном эквиваленте на конец выбранного периода.

Оборачиваемость в днях  $OБ_{\partial H}$  вычисляется следующим образом:

$$OB_{\partial H} = \frac{T3_{cp} \cdot \mathcal{I}}{T},\tag{3}$$

где Д- число дней,

Т– объем продаж или товарооборот за выбранный период.

Оборачиваемость в разах ОБ<sub>раз</sub> определяется следующим отношением:

$$OE_{pa3} = \frac{\mathcal{I}}{OE_{\partial H}} = \frac{T}{T3_{cp}} \tag{4}$$

Расчет оборачиваемости производится с учетом товаров, физически присутствующих на складе. В случае если товар уже приобретен, но еще не доставлен на склад, в расчете он не участвует так же, как и товар, который продан, но еще не отгружен.

Наибольший интерес представляют з/ч и комплектующие, которые имеют высокую оборачиваемость и приносят прибыль от оборота. Наравне с ними в ассортименте могут находиться товары с низкой оборачиваемостью, однако их присутствие должно быть компенсировано высокой наценкой. В ассортименте могут присутствовать и товары с низкой наценкой при условии их хорошей оборачиваемости.

Достижению максимальных показателей сервисного коэффициента будут способствовать увеличение объема запасов и расширение номенклатуры, вследствие чего изменятся показатели оборачиваемости. Низкое значение сервисного коэффициента повлечет за собой увеличение объема упущенных продаж из-за отсутствия на



складе требуемых запасных частей в момент запроса, а высокое – простой денежных средств за счет высокого количества непроданных товаров.

Зависимость объема складских запасов и обо-

рачиваемости запасов от сервисного коэффициента представлена на следующих графиках [2] (рис. 1).

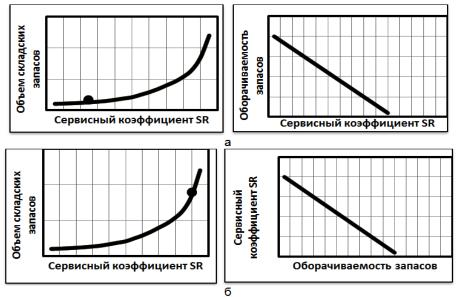


Рис. 1 – Зависимость объема складских запасов и оборачиваемости запасов от сервисного коэффициента

Анализ графиков позволяет сделать вывод о том, что, с одной стороны, максимальное удовлетворение спроса на сервисные услуги невозможно вследствие отсутствия необходимых запасов на складе (рис.1, а), а, с другой стороны, высокое значение сервисного коэффициента влечет за со-

бой образование большого объема неиспользованных запасов (рис.1, б).

Таким образом, в среднем по отрасли оптимальным соотношением складских параметров является шесть оборотов в год при сервисном коэффициенте 90%.

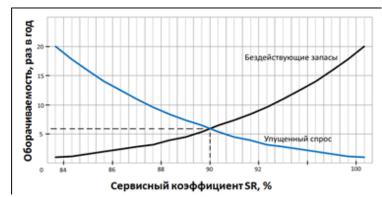


Рис. 2 – Оптимальное соотношение складских параметров

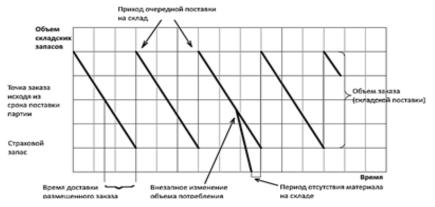


Рис. 3 – Метод планирования и управления по точке заказа



Для проведения анализа использования ресурсов применяются различные методы, в том числе АВС-анализ — метод, позволяющий разделить номенклатуру реализуемых товаров на 3 категории с целью выявления ассортимента, обладающего наибольшей ценностью. Данный метод основан на правиле Парето, согласно которому 80% прибыли обеспечиваются 20%-ми позиций ассортимента.

Первая группа товаров (группа A) включает в себя наиболее потребляемые товары, которые создают наибольшую ценность (80% продаж малым количеством товаров 20%). Во вторую группу (группа B) входят товары со средней степенью важности (15% продаж от 30% товаров). К третьей группе товаров (группа C) относятся товары, которые пользуются наименьшим спросом, однако имеют наибольший объем складских площадей (50% товарных запасов, 5% продаж).

Метод АВС-анализа позволяет выявить товары – лидеры продаж, установить причины, препятствующие перемещению номенклатурных единиц из групп низкой приоритетности в группы с более высокой приоритетностью.

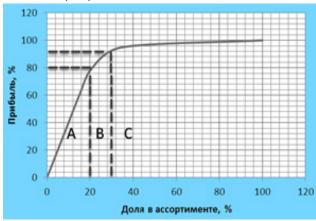


Рис. 4 – Графическое представление метода ABC-анализа

В настоящее время большинство сервисных предприятий оснащены системами управления

складскими запасами, основу которых составляет исключительно статистика продаж. Применение данного типа систем показывает, что показатели оборачиваемости и сервисный коэффициент находятся в обратной зависимости.

При использовании автоматизированной системы анализа статистики реализованных и упущенных продаж фиксируется каждое обращение на склад, что позволяет обеспечить профессиональное управление и обеспечить наличие необходимых ресурсов на складе, основываясь на применении математических методов и соблюдении финансовых показателей. На основании анализа прошлых и упущенных продаж, заказов на автомобили и сельскохозяйственную технику при продаже аксессуаров и дополнительного оснащения прогнозируется количество необходимых запасов на складе.

Автоматизированная система управления складами позволяет руководителям управлять основными параметрами склада, повысить продуктивность работы сотрудников склада и сервиса, увеличить объем ремонтных работ и показатель удовлетворенности клиентов оказанными услугами.

Для определения точки минимальной суммы издержек на повторные заказы и на хранение запасов используется формула Вильсона [2]:

$$EOQ = \frac{2 \cdot A \cdot S}{h \cdot P},\tag{5}$$

где A — спрос на товар за год,

P – себестоимость товара,

S – издержки на повторные заказы,

h — ежегодные издержки на хранение запасов.

#### Результаты исследования

Результаты использования автоматизированной системы управления складскими запасами ремонтных и сервисных предприятий в течение года представлены в таблице [2].

Таблица – Результаты использования автоматизированной системы управления

Показате ль / Период	01/ 2017	02/ 2017	03/ 2017	04/ 2017	05/ 2017	06/ 2017	07/ 2017	08/ 2017	09/ 2017	10/ 2017	11/ 2017	12/ 2017	01/ 2018
Итого уровень сервиса, %	84,12	83,67	82,56	83,16	89,29	86,50	79,84	84,13	83,88	84,01	92,05	91,96	84,62
Оборачи ваемость	3,46	4,70	4,73	4,77	5,59	4,36	6,32	5,08	5,28	5,19	4,56	4,35	2,76
Склад	13955361	14032530	15581808	16044129	15571460	17295239	16745106	17996084	19139722	19598192	19776416	21630547	22595355
Оборот на конец месяца	4021642	5499286	6146698	6372639	7249995	6283209	8814641	7613356	8421474	8481964	7518615	7844516	5193220



#### Выводы

Внедрение автоматизированной системы управления на предприятиях сервиса автотракторной техники способствует увеличению оборота от реализации запасных частей за месяц при сохранении уровня сервиса и оборачиваемости. Перспективные методы управления предприятиями сервиса позволяют увеличить прибыль от осуществляемой деятельности и повысить уровень оказания услуг.

#### Список литературы

- 1. Анализ работы автосервиса: Экономика и управление на предприятии транспорта [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.econcover.ru/eccovs-43-1.html
- 2. Стандарт высокоэффективного послепродажного сервисного обслуживания клиентов ООО

«Коммерческие автомобили – Группа ГАЗ».

- 3. Управление автосервисом [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://vipwash.ru/avtoserviskak-biznes/upravlenie-avtoservisom
- 4. COMPLEXITY ANALYSIS AND RISK MANAGEMENT IN FINANCE Mertzanis C. Contemporary Studies in Economic and Financial Analysis. 2014. T. 96. C. 15-40.
- 5. Оценка качества и автосервисных услуг / В.П. Бычков, В.М. Бугаков. Воронежский научнотехнический Вестник. 2013. № 1 (3). С.71-77.
- 6. Логистика и управление цепями поставок: учебник и практикум для академического бакалавриата / В. С. Лукинский, В. В. Лукинский, Н. Г. Плетнева. М.: Издательство Юрайт, 2016. 359 с. (Серия: Бакалавр. Академический курс). ISBN 978-5-9916-5613-9.

#### INVENTORY MANAGEMENT ON THE AUTOMOBILE SERVICE ENTERPRISES

**Popova Irina M.**, candidate of economic sciences, associate professor, Branch of Samara State University of Railway Transport in Saratov, impopova@mail.ru,

**Danilov Igor K.,** doctor of technical sciences, professor, Peoples' Friendship University of Russia, danilov\_ik@rudn.university.

Abdulina Elena A.: master's student, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, lenacool141@ rambler.ru

**Nefedov Boris A.,** doctor of technical sciences, Professor, Professor of the Department of Management, Russian State Agrarian University - MAAA named after K.A. Timiryazeva, b.a.nefedof @ mail.ru

Uglanov Mikhail B., Dr. Tech. Sci., Professor, Head. Department of Technical Operation of Transport

The aim of the work is to study innovative approaches to the management of automobile service companies and automotive engineering. Object of research: processes of activity of the department of spare parts of service enterprises of automobile and agricultural machinery. The article deals with the functioning of the service enterprises of automotive equipment from the standpoint of rational use of consumables and spare parts. The operation of the spare parts department of the service enterprises of automotive equipment is directly related to the speed of repair work. Availability of the necessary resources in the warehouse allows us to quickly perform works on the repair of the rolling stock without additional time spent waiting for the delivery of spare parts from the supplier. The gross monthly revenue is planned depending on the direction of sales of goods. The main realization of spare parts (50-60% of the total volume) occurs through the area of maintenance and repair of automotive equipment. For the analysis of resource use, various methods are used, including ABC analysis. This method is based on the Pareto rule, according to which 20% of the assortment positions provide 80% of the profit. The first group of goods includes the most consumed goods, which create the greatest value. The second group includes goods with an average degree of importance. The third group of goods include goods that are least demanded, but they have the largest amount of warehouse space. It is proposed to introduce automatic warehouse management system at repair and service enterprises of automotive equipment, which allows managers to effectively manage the main parameters of the warehouse.

**Key words:** service level, spare parts, warehouse parameters, ABC analysis, volume of stocks, service factor.

#### Literatura

- 1. Analiz raboty avtoservisa: Ekonomika i upravleniye na predpriyatii transporta [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: http://www.econcover.ru/eccovs-43-1.html
- 2. Standart vysokoeffektivnogo posleprodazhnogo servisnogo obsluzhivaniya kliyentov OOO «Kommercheskiye avtomobili Gruppa GAZ».
- 3. Upravleniye avtoservisom [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: http://vipwash.ru/avtoservis-kak-biznes/upravlenie-avtoservisom
- 4. COMPLEXITY ANALYSIS AND RISK MANAGEMENT IN FINANCE Mertzanis C. Contemporary Studies in Economic and Financial Analysis. 2014. T. 96. S. 15-40.
- 5. Otsenka kachestva i avtoservisnykh uslug / V.P. Bychkov, V.M. Bugakov. Voronezhskiy nauchnotekhnicheskiy Vestnik. 2013. № 1 (3). S.71-77.
- 6. Logistika i upravleniye tsepyami postavok: uchebnik i praktikum dlya akademicheskogo bakalavriata / V. S. Lukinskiy, V. V. Lukinskiy, N. G. Pletneva. M.: Izdatel'stvo Yurayt, 2016. 359 s. (Seriya: Bakalavr. Akademicheskiy kurs). ISBN 978-5-9916-5613-9.





УДК 631.347.084.13

#### ЗАРАВНИВАНИЕ КОЛЕИ МНОГООПОРНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН

**РЯЗАНЦЕВ Анатолий Иванович,** д-р техн. наук, профессор кафедры технических систем в АПК, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, ryazantsev.41@mail.ru

**АНТИПОВ Алексей Олегович,** канд.техн. наук, доцент кафедры общетехнических дисциплин, теории и методики профессионального образования, Государственный социально-гуманитарный университет. antipov.aleksei2010@yandex.ru

**СМИРНОВ Алексей Игоревич,** инженер, Государственный социально-гуманитарный университет, as133634@gmail.com

Обосновывается необходимость оснащения многоопорных дождевальных машин типа «Фрегат» и «Кубань-ЛК1» устройствами для заравнивания от них колеи. Отмечается, что производительность машинно-тракторных агрегатов (МТА) из-за наличия глубокой и широкой колеи от дождевальных машин (ДМ) в среднем снижается на 20-25%. Для уменьшения параметров колеи от ДМ разработаны дисковые устройства для ее заравнивания, которые консольно навешиваются на самоходных тележках «Фрегата» и «Кубань-ЛК1». Приводятся конструктивные особенности устройств и их технические характеристики. Проведенные исследования позволили выявить, что установка заравнивателей колеи (на примере ДМ «Фрегат») обеспечивает, в частности, при уборке многолетних трав, уменьшение в среднем глубины колеи после пятого прохода ДМ с 26 до 5,0 см. При этом производительность МТА увеличилась с 4.0 га за смену до 5.1 га, а расход топлива уменьшился с 11 кг/га до 9,8 кг/га. Отмечается также, что применение дисковых заравнивателей колеи создает лучшие условия для роста растений в зоне, прилегающей к колее, за счет рыхления почвы, а также способствует уменьшению образования комьев при основной обработке почвы. Отличительной особенностью заравнивателя колеи для ДМ «Кубань-ЛК1» является то, что заглубление дисков устойчиво осуществляется за счет собственной массы ДМ с ограничением глубины хода рабочих органов. Перевод заравнивателя в транспортное положение при изменении направления движения машины осуществляется как в автоматическом режиме, с помощью кулисного механизма, так и вручную.

Ключевые слова: дождевальная машина, диск, заравниватель, технология полива.

#### Введение

В настоящее время широкое распространение в нашей стране получает способ орошения дождеванием с помощью широкозахватных многоопорных дождевальных машин «Фрегат», «КубаньЛК1».

Наряду с положительными качествами эти машины имеют сущест¬венный недостаток — от колес самодвижущихся тележек образуются колеи глубиной до 35 см и больше и шириной 30-70 см в зависимости от типа движителя (жесткие колеса или пневматические).

С целью снижения удельного давления машин на почву в мировой практике наметилась четкая тенденция замены жестких колес на пневматические (фирмы «Вэльмонт», «Мендай» — США, «Иррифранс» — Франдая и др.). Однако известные способы уменьшения колеи (снабжение колес самодвижущихся опор уширителями разных типов; замена металлических колес пневматическими; полив пониженными поливными нормами при первых проходах дождевальных машин и другие) не

позволяют до конца решить указанную проблему, особенно при поливе многолетних трав, когда за период их использования количество проходов машины по одному следу составляет 30 и более раз.

#### Исследовательская часть

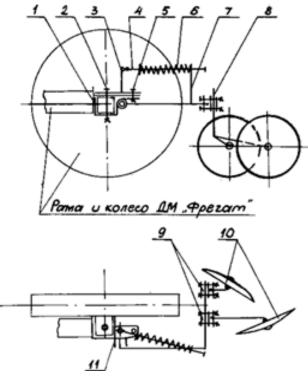
Как показали наблюдения, производительность силосоуборочного агрегата (трактора типа МТЗ с комбайном КС-2,6) на поле, орошаемом ДМ «Фрегат», при колее глубиной Н = 17-30 см и шириной В = 35-50 см была на 25% ниже нормативной, а на поле при колее Н = 5-10 см и В = 30-40 см — близкой к нормативной. Расчеты показывает, что при переезде колеи машинно-тракторным агрегатом увеличение ударных воздействий резко возрастает с увеличением скорости движения. Так, при увеличении скорости движения указанного агрегата с 6 до 9 км/ч сила удара на его ходовую часть возрастает с 1,0 до 4,5 кН [1].

Для уменьшения образования колеи многоопорных дождевальных машин разработаны дисковые заравниватели колеи [6,7], которые в за-

© Рязанцев А. И., Антипов А. О., Симирнов А. И., 2018г.



висимости от типа дождевальной машины имеют существенные конструктивные отличия. Основные технические параметры заравнивателя колеи ДМ «Фрегат» (рис.1) представлены в таблице 1.



1 — скоба, 2 — втулка, 3 — стойка 4 — планка, 5 — болт, 6 — пружина, 7 —рамы, 8 — ось, 9 — фиксатор, 10 — диск Рис. 1 — Схема заравнивателя колеи

При оценке работы заравнивателей определяли: параметры колеи; углы установки дисков; тяговое сопротивление; эксплуатационно-технические и надежностные показатели. Одновременно проводились хронометражные наблюдения за работой машинно-тракторного агрегата (МТА) [2].

В результате экспериментальных исследований установлено следующее. Оптимальными углами установки дисков, обеспечивающими лучшее качество заравнивания колея с незначительным увеличением ее ширины, являются: в горизонтальной плоскости (угол атаки) - 23.-25°, в вертикальной – 90°. С уменьшением угла атаки происходит неполный оборот пласта почвы, а при его увеличении значительно возрастает ширина колеи. Во избежание залипания дисков необходимо располагать их со смещением относительно друг друга по ходу движения. Параметры колеи до и после прохода заравнивателей получены путем профилирования колеи. После прохода заравнивателя по краям колеи образуются две борозды, а в центре – валик (рис. 2). При угле атаки дисков 23-25° глубина колеи после прохода заравнивателя уменьшается в среднем на 45%, в то время как ширина увеличивается на 10%. Установка заравнивателей увеличивает тяговое сопротивление

тележек, определяемое глубиной хода дисков и типом почвы, и в среднем составляет 0,6 кН.

При оценке работы заравнивателей определяли: параметры колеи; углы установки дисков; тяговое сопротивление; эксплуатационно-технические и надежностные показатели. Одновременно проводились хронометражные наблюдения за работой машинно-тракторного агрегата (МТА) [2].

В результате экспериментальных исследований установлено следующее. Оптимальными углами установки дисков, обеспечивающими лучшее качество заравнивания колея с незначительным увеличением ее ширины, являются: в горизонтальной плоскости (угол атаки) - 23.-25°, в вертикальной – 90°. С уменьшением угла атаки происходит неполный оборот пласта почвы, а при его увеличении значительно возрастает ширина колеи. Во избежание залипания дисков необходимо располагать их со смещением относительно друг друга по ходу движения. Параметры колеи до и после прохода заравнивателей получены путем профилирования колеи. После прохода заравнивателя по краям колеи образуются две борозды, а в центре – валик (рис. 2). При угле атаки дисков 23-25° глубина колеи после прохода заравнивателя уменьшается в среднем на 45%, в то время как ширина увеличивается на 10%. Установка заравнивателей увеличивает тяговое сопротивление тележек, определяемое глубиной хода дисков и типом почвы, и в среднем составляет 0,6 кН.

Исследования, проведенные в различных почвенно-климатических условиях страны, позволили выявить закономерность изменения производительности МТА и условий их работы в зависимости от параметров колеи, образуемой ДМ «Фрегат». Данные таблицы 2 показывают, что скоростной режим агрегатов, их производительность на участках с глубокой колеей из-за сильных толчков и повышенного сопротивления значительно ниже аналогичных показателей при работе МТА на участках с неглубокой колеей. При этом увеличивается погектарный расход горючего из-за работы агрегатов на неэкономичных режимах.

Уменьшение образования колеи ДМ «Фрегат» за счет применения заравнивателя позволило в среднем повысить скорость агрегатов на 20%, их производительность в среднем на 30% и снизить расход горючего на 11-13% [3].

Силы инерции, возникающие вследствие сильных толчков, вызывают преждевременный износ узлов и деталей МТА. Вибрация, возникающая при преодолении агрегатами колеи, отрицательно влияет на физиологическое состояние механизаторов. Допустимыми для человека колебаниями, измеренными в долях ускорения свободного падения q, являются колебания с ускорением не более 0,1q.



Таблица 1 — Техническая характеристика заравнивателя колеи ДМ «Фрегат»

Показатели	Значения
Габаритные размеры, мм длина ширина высота	1310 670 862
Тип рабочего органа	Сферический диск
Диаметр диска, мм	410; 450
Радиус кривизны сфериче- ской поверхности, мм	600
Угол атаки, град	23-25
Масса, кг	41,5
Среднее тяговое сопротив- ление заравнивателя, кН	0,6
Среднее уменьшение глубины колеи после прохода заравнивателя, %	45

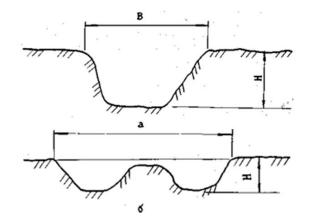


Рис. 2. – Профилограмма колеи до заравнивания (а) и после заравнивания (б).

На основе экспериментальных данных и тяговых характеристик тракторов МТЗ применительно к пропашному агрегату с культиватором КРН-4,2 построена номограмма (рис. 3) для определения его эксплуатационных показателей при использовании на полях с ДМ «Фрегат». Порядок пользования номограммой показан пунктирными линиями.

Таблица 2 – Показатели работы МТА в зависимости от параметров колеи ДМ «Фрегат» марки 454-100 при увеличенной колее (числитель) и уменьшенной колее (знаменатель).

Агрофон	Операция и состав МТА	посл	іе пр Фрег	ат», с	а ДМ	Ско- рость движения МТА км/ч	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Расход топлива МТА, кг/ га	Возможные неиспра- вности	Вели- чина уско- рения
		Н	h	В	b	⊒ МТА, км/ч   га за смену		14		ροιισι
Поле с валками многолет- них трав	Сгребание трав, ЮМЗ-6Л +ГВК-6	18/ 6	10/ 3	38/ 42	26/ 40	6,7/8,0	18/24	16/1,4	Поломка пальцев граблей о почвенные призмы выпирания	0,14/ 0,05
Поле, занятое много- летними травами	Уборка трав ЮМЗ- 6Л+2ПТС-4+ КУФ-1,8	26/ 5	12/ 5	44/ 50	32/ 52	5,3/7,2	4,0/5,1	11/9,8	Искривле- ние осей колес ко- силки	0,23/ 0,08

Агрегат, работающий на выровненных участках, может развивать скорость до 7,5 км/ч. Однако наличие почвенных призм выпирания от колес ДМ «Фрегат» даже высотой около 10 см вызывает колебания, находящиеся в диапазоне крайней некомфортабельности (линии 1-2-3-4-5-6-7) и равные 0,2q. При больших амплитудах колебаний агрегата (15 см и более) его работа становится совершенно невозможной. В целях обеспечения нормальных условий работы трактористу приходится переключать скорость на третью передачу

и преодолевать колею при скорости около 5,5 км/ч (линии 10-9-7-11-13-3) [4,5].

Во избежание частого переключения передач скорости (расстояние между следами от ДМ «Фрегат» — 25-30 м) агрегату на протяжении всего поля приходится работать на пониженной передаче. При этом производительность агрегата снижается с 2,3 до 1,7 га/ч, или на 25%, а погектарный расход топлива увеличивается с 2,8 до 3,8 кг/га, или на 25% (линии 15-16-17-18-19-20 и 15-21-22-23- 24-25).



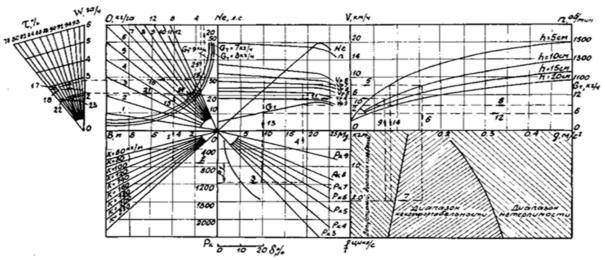


Рис. 3 – Зависимость показателей работы МТА (МТЗ+КРН-4,2) от параметров колеи ДМ «Фрегат»

На полях с почвенными призмами выпирания высотой 5 см и менее с учетом высоты центрального валика, образованного после заравнивания колеи, эксплуатационные показатели агрегата аналогичны показателям при его работе на выровненных площадях (линии 5-14-7).

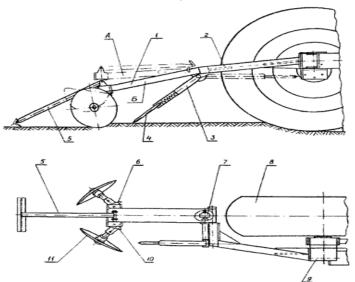
Следует отметить, что снижение производительности МТА за счет потери времени на снижение неисправности, учитываемого коэффициентом использования рабочего времени смены, в общем балансе снижения производительности составляет 5-7%.

Применение дисковых заравнивателей создает также лучшие условия для роста растений в зоне, прилегающей к колее, за счет рыхления почвы, а также способствует уменьшению образования комьев при ее основной обработке.

Трудозатраты на оборудование одной тележки ДМ «Фрегат» заравнивателем колеи составляют 0,7 чел.-ч.

С учетом средней сезонной загрузки ДМ «Фрегат», равной 1000 ч, срок службы дисков заравнивателей составит более пяти лет [3].

Разработан и внедряется дисковый заравниватель колеи к широкозахватным дождевальным машинам с электроприводом типа ДМ «Кубань-ЛК1» (рис. 4). Техническая характеристика заравнивателя колеи приведена в таблице 3. Он крепится консольно к цапфе колеса ДМ с помощью четырёх болтов. В рабочем положении производится подрезание почвы сферическими дисками, перемещение её к центру колеи и сглаживание разравнивателем. Заглубление дисков в почву осуществляется за счёт собственной массы заравнивателя, при этом предусмотрено ограничение глубины хода рабочих органов. Перевод заравнивателя в транспортное положение может осуществляться как в автоматическом режиме с помощью механизма реверса при изменении направления движения машины, так и вручную.



А – транспортное положение; Б – рабочее положение;

1 – рама; 2 – балка; 3 – рычаг; 4 – штырь; 5 – разравниватель; 6 и 10 – кронштейны левый и правый; 7 – кулачок; 8 – колесо тележки; 9 – цапфа колеса; 11 – сферический диск

Рис. 4 – Схема заравнивателя колеи к дождевальной машине "Кубань-ЛК 1"



Таблица 3 — Техническая характеристика заравнивателя колеи ДМ «Кубань-ЛК 1»

Показатели					
Габаритные размеры	Значения, мм				
Длина	2250				
Ширина	950				
Высота	1050				
Рабочий орган:	Диск				
Марка	3-2-450x4-90 (FOCT 198-75)				
Наружный диаметр, мм	450				
Толщина, мм	4				
Профиль	Сферический				
Средняя величина уменьшения колеи,%	80				
Масса, кг	88				

#### Заключение

Применение заравнивателей колеи позволит повысить производительность и надёжность работы дождевальных машин, а также машинотракторных агрегатов на орошаемых полях, уменьшить сток воды по колее, а, следовательно, и эрозию почвы. Кроме того, рыхление стенок колеи способствует уменьшению комковатости почвы при её основной обработке

Заравниватели колеи вышеуказанных конструкций можно изготовить в мастерских хозяйств, используя диски от списанных сельскохозяйствен-

ных машин (картофелесажалок, дисковых борон и лущильников).

#### Список литературы

- 1. Рязанцев, А.И. Эксплуатация системы «Фрегат» машинно-тракторный агрегат на осущаемых почвах» [Текст] / А.И. Рязанцев Мелиорация и электрификация сельского хозяйства, 1982, № 9.
- 2. Рязанцев, А.И. Движение машинно-тракторных агрегатов на полях, орошаемых дождевальной машиной «Фрегат» [Текст] / А.И. Рязанцев Тракторы и сельхозмашины, 1978, № 10.
- 3. Рязанцев, А.И. Эксплуатация транспортных систем многоопорных машин [Текст] / А.И. Рязанцев, А.О. Антипов. Коломна: ГОУ ВО МО ГСГУ, 2016. 225 с.
- 4. Рязанцев, А.И. Направления совершенствования дождевальных машин и систем [Текст] / А.И. Рязанцев. Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013. 306
- 5. Антипов, А.О. Торможение дождевальной машины «Фрегат» на склоновых участках [Текст] / А.О. Антипов, А.И. Рязанцев, И.Б. Тришкин, Н.Я. Кириленко, Ю.Н. Тимошин // Вестник Рязанского аграрного университета. 2015. № 1.
- 6. Рязанцев А.И., Афанасьев В.М. и др. Устройство для заравнивания колеи. А.с. №1482547, Бюл. № 24, 1989 г.
- 7. Рязанцев А.И., Егоров Ю.М. Заравниватель колеи дождевальной машины. Свидетельство на полезную модель № 15446, Бюл. № 29, 2000 г.

#### SOREVNOVANIE GAUGE MULTISUPPORTING SPRINKLERS

**Ryazantsev Anatoly I.,** doctor of technical., professor of technical systems in agriculture, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, ryazantsev.41@mail.ru

Antipov Alexey O., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of General Technical Disciplines, Theory and Methods of Professional Education, State Social and Humanitarian University, antipov.aleksei2010@yandex.ru

Smirnov Aleksey I., engineer, State Social and Humanitarian University, as133634@gmail.com

The necessity of equipping multisupporting sprinkling machines "Fregat" and "Kuban-LK1" devices for sorevnovaniya from them track. It is noted that the productivity of machine-tractor units (MTA), due to the presence of deep and wide gauge of sprinkler machines (DM), on average reduced by 20-25%. To reduce the track parameters from DM disk devices for its equalization are developed, which cantilever mounted on self-propelled trolleys "Frigate" and "Kuban-LK1". Design features of devices and their technical characteristic are resulted. Studies have revealed that setting sravnivala gauge (on the example of DM "Frigate") provides, in particular when harvesting perennial grasses will reduce the average rut depth after the fifth pass DM from 26 to 5.0 cm the performance of MTA increased from 4.0 hectares per shift to 5.1 and the fuel consumption utensils with 11 kg/ha to 9.8 kg/ha. At the same time, it is also noted that the use of disc track levelers creates better conditions for plant growth in the zone adjacent to the track, due to loosening of the soil, and also helps reduce the formation of clods during its main processing. A distinctive feature of the equalizer gauge for DM "Kuban-LK1" is that the disk thickening is steadily carried out due to its own weight with a limit of the depth of the stroke of the working bodies. Transfer of the Leveller in the transport position, when changing the direction of movement of the machine, is carried out, as in automatic mode, with the help of a drawstring mechanism, and manually.

Key words: irrigation system, disc, sorevnovatel, the technology of irrigation.

#### Literatura

- 1. Ryazancev, A.I. EHkspluataciya sistemy «Fregat» mashinno-traktornyj agregat na osushaemyh pochvah» [Tekst] / A.I. Ryazancev Melioraciya i ehlektrifikaciya sel'skogo hozyajstva, 1982, № 9.
- 2. Ryazancev, A.I. Dvizhenie mashinno-traktornyh agregatov na polyah, oroshaemyh dozhdeval'noj mashinoj «Fregat» [Tekst] / A.I. Ryazancev Traktory i sel'hozmashiny, 1978, № 10.
- 3. Ryazancev, A.I. EHkspluataciya transportnyh sistem mnogoopornyh mashin [Tekst] / A.I. Ryazancev, A.O. Antipov. Kolomna: GOU VO MO GSGU, 2016. 225 s.
- 4. Ryazancev, A.I. Napravleniya sovershenstvovaniya dozhdeval'nyh mashin i sistem [Tekst] / A.I. Ryazancev. Ryazan': FGBOU VPO RGATU, 2013. 306



- 5. Antipov, A.O. Tormozhenie dozhdeval'noj mashiny «Fregat» na sklonovyh uchastkah [Tekst] / A.O. Antipov, A.I. Ryazancev, I.B. Trishkin, N.YA. Kirilenko, YU.N. Timoshin // Vestnik Ryazanskogo agrarnogo universiteta. 2015. № 1.
- 6. Ryazancev A.I., Afanas'ev V.M. i dr. Ustrojstvo dlya zaravnivaniya kolei. A.s. №1482547, Byul. № 24, 1989 g.
- 7. Ryazancev A.I., Egorov YU.M. Zaravnivatel' kolei dozhdeval'noj mashiny. Svidetel'stvo na poleznuyu model' № 15446, Byul. № 29, 2000 g.



УДК 001.57:(658.011.56:637.125)

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ДАВЛЕНИЯ СТЕНОК СОСКОВОЙ РЕЗИНЫ НА СОСОК ВЫМЕНИ КОРОВЫ

**УЛЬЯНОВ Вячеслав Михайлович,** д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Технические системы в АПК», ulyanov-v@list.ru

**ОРЕШКИНА Мария Владимировна,** д-р техн. наук профессор кафедры «Технических систем в агропромышленном комплексе»

**ХРИПИН Владимир Александрович,** канд. техн. наук, соискатель кафедры «Технические системы в АПК», khripin@mail.ru

**ЦЫГАНОВ Николай Викторович,** магистрант кафедры «Технические системы в АПК» **ДАДЕНКО Владимир Анатольевич,** магистрант кафедры «Технические системы в АПК» **ХРИПИН Александр Александрович,** аспирант кафедры «Технические системы в АПК», khripin62@mail.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

В процессе извлечения молока от коров двухтактными вакуумными доильными аппаратами довольно часто происходит сильное наползание на соски доильных стаканов с последующим прекращением раньше установленного времени молоковыведения. Оттягивание вручную подвесной части, которое предотвращает наползание на соски, требует не только высоких затрат по времени, но и доставляет неудобства в эксплуатации. С наползанием двухкамерных доильных стаканов на соски коровы борются обычно изменением веса подвесной части вакуумного доильного аппарата, который подбирается исходя из того, чтобы она не наползала сильно на соски вымени, но при этом и не спадала с них. В двухкамерном доильном стакане вставленная сосковая резина защемлена по концам и находится в сильно натянутом состоянии. При такте сжатия в доильном стакане происходит смыкание стенок сильно натянутой сосковой резины, воздействующее на сосок вымени. На сосок молочной железы при этом действует сила от давления сомкнувшейся сосковой резины, вызывающая сопротивление упругости тела соска с соответствующими реакциями этому обжатию. При выборе рациональной массы подвесной части вакуумного доильного аппарата следует знать давление, передаваемое сосковой резиной на тело соска при извлечении молока. исследования, проведенные с использованием положений разделов классической механики и математики, позволили получить аналитическую формулу, позволяющую установить давление, оказываемое сосковой резиной на тело соска вымени животного при такте сосания и. соответственно. такте сжатия. Представлена графическая зависимость давления, оказываемого сосковой резиной на выменной сосок, от прогиба стенок. Из графика видно, что чем выше прогиб стенок натянутой сосковой резины, тем выше и давление, оказываемое ею на сосок молочной железы коровы. Так, например, сосковая резина с рабочей длиной 140 мм, толщиной стенки 2,5 мм при прогибе стенок в 5 мм оказывает давление на сосок, равное 2030 Па, а при прогибе стенок в 12 мм – равное 27266 Па.

**Ключевые слова:** машинное доение, доильный аппарат, подвесная часть, доильный стакан, сосковая резина, давление на сосок

#### Введение

При доении коров двухтактными доильными аппаратами, особенно синхронного принципа действия, можно наблюдать чрезмерное наползание на соски молочной железы животного двухкамерных доильных стаканов и, как следствие, преждевременное прекращение молоковыведения. Оттягивание доильных стаканов вручную предотвращает наползание, но требует значительных затрат рабочего времени и создает большие неудобства в эксплуатации.

С целью снижения наползания двухкамерных

доильных стаканов на выменные соски на практике обычно изменяют массу подвесной части вакуумного доильного аппарата [1,2,3].

Масса подвесной части подбирается так, чтобы, с одной стороны, двухкамерные доильные стаканы не сильно наползали на соски молочной железы, а с другой – не спадали с них. Пока эта задача не до конца решена [4,5,6].

В двухкамерном доильном стакане вставленная сосковая резина обязательно защемлена по концам и находится в сильно натянутом состоянии. Во время смыкания стенок сосковой резины

© Ульянов В. М., Орешкина М. В., Хрипин В. А., Цыганов Н. В., Даденко В. А.,Хрипин А. А., 2018 г.



в двухкамерном доильном стакане происходит сжатие тела соска, на который будет действовать сила, возникшая от давления смыкания сосковой резины, вызывая сопротивление упругости тела соска и, как следствие, реакции этому обжатию. От смыкания стенок сильно натянутой сосковой резины также будут возникать силы, которые выталкивают сосок молочной железы, вызывая сопротивление упругости тела торцевой его части. Согласно исследованиям, давление стенок сильно натянутой сосковой резины неодинаково по длине. Наибольшее давление наблюдается всегда на верхушку соска молочной железы, от чего двухкамерный доильный стакан вакуумного доильного аппарата начинает перемещаться по выменному соску вниз.

При сжатии соска молочной железы происходит его деформация, при этом его сечение из круглой формы переходит в овальную, а из-за значительного снижения присасывающей силы выменной сосок несколько укорачивается.

При выборе рациональной массы подвесной части вакуумного доильного аппарата следует знать давление, которое оказывает сосковая резина на тело соска молочной железы при извлечении молока.

Аналитическим зависимостям по определению усилий, действующих на сосок, посвящены работы Карташова Л.П., Краснова И.Н. и других ученых [7-10]. Предлагаемые зависимости порой сложны и неудобны в использовании.

#### Объект и методика исследований

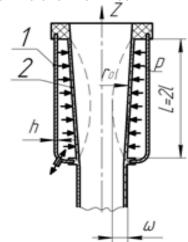
Объект исследований – рабочий процесс двухкамерного доильного стакана вакуумного доильного аппарата. Теоретические исследования, проводимые с использованием положений разделов классической механики и математики, направлены на выведение уравнения, позволяющего определить давление, оказываемое сосковой резиной на сосок молочной железы животного при такте сосания и такте сжатия.

#### Теоретическая часть

Для определения давления воздействия стенок натянутой сосковой резины на выменной сосок рассмотрим в общем случае деформацию тонкой эластичной оболочки под воздействием равномерно распределенного давления (присутствие соска внутри оболочки не рассматривается). Ввиду того, что сосковая резина двухкамерного доильного стакана защемлена на концах, будет происходить прогиб стенок оболочки от воздействия разности давлений (рис. 1).

Внутри резиновой оболочки (подсосковая камера) 2 радиусом  $r_0$ , толщина стенки которой равна h, действует рабочий вакуум, а в корпусе (межстенная камера) 1 в зависимости от такта работы пульсатора будет или атмосферное давление, или вакуум. При поступлении в камеру 1 атмосферного воздуха стенки оболочки 2 будут прогибаться под действием разности давлений. При прогибе (расстояние от поверхности резиновой оболочки в исходном положении до той же поверхности в текущем положении, в радиальном направлении)

ω=r<sub>0</sub> стенки сомкнутся. При этом оболочка теряет устойчивость и на расстоянии I поперечное сечение оболочки становится плоским.



1 – корпус стакана; 2 –резиновая оболочка Рис. 1 – Схема прогиба стенок оболочки

Рассмотрим сечение на расстоянии I от края оболочки. Вырежем в данном сечении элемент со сторонами ds и  $d_{\rm lz}$  и приложим к нему действующие напряжения (рис. 2).

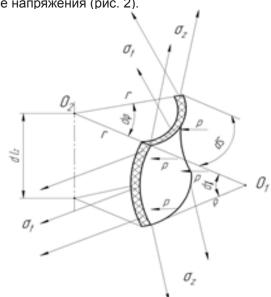
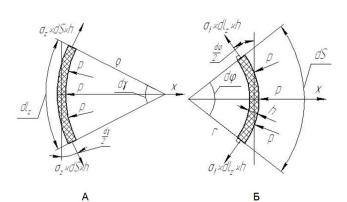


Рис. 2 - Схема действия напряжений на выделенный элемент

На грани выделенного элемента будут действовать нормальные напряжения  $\sigma_z$  в меридианном сечении (рис. 3 A), а в сечении, ему перпендикулярном, (рис. 3 Б) будут действовать нормальные напряжения  $\sigma_t$ . Усилия, приложенные к граням выделенного элемента от действующих напряжений, соответственно равны  $\sigma_z$ ·dS·h и  $\sigma_t$ ·dI\_·h.

Кроме того, на поверхность элемента будет действовать нормальное давление р, дающее нагрузку p·dS·dl. Так как резиновая оболочка подвергается только растяжению, то эти нормальные усилия направлены по касательной к сторонам граней элемента в меридианном сечении и в сечении, ему перпендикулярном.





А – в меридианном сечении; Б – в перпендикулярном меридиану

Рис. 3 - Схема действия сил в сечениях:

Для проекции равнодействующей  $\sigma_{_{zx}}$  на ось X можно записать выражение:

$$\sigma_{zx} = 2\sigma_z \cdot dS \cdot h \cdot \sin \frac{d\gamma}{2} \tag{1}$$

Так как для малых значений углов синус угла приблизительно равен самому углу, выраженному

в радианах, то: 
$$\sin \frac{d\gamma}{2} \approx \frac{d\gamma}{2}$$

Таким образом, имеем:

$$\sigma_{zx} = \sigma_z \cdot dS \cdot h \cdot d\gamma \tag{2}$$

Аналогично для проекции равнодействующей  $\sigma_{tx}$ на ось X можно записать выражение:

$$\sigma_{tx} = -2\sigma_t \cdot dl_z \cdot h \cdot \sin \frac{d\varphi}{2} = -\sigma_t \cdot dl_z \cdot h \cdot d\varphi$$
(3)

Общее уравнение равновесия проекций сил на ось X запишется следующим образом:

$$-\sigma_t \cdot dl_z h d\varphi - p \cdot dS \cdot dl_z + \sigma_z dS \cdot h d\gamma = 0$$
(4)

Так как  $dl_z = \rho d\gamma$  и  $dS = r d\phi$ , то имеем:

$$-\sigma_t \cdot \rho \cdot h - p \cdot r \cdot \rho + \sigma_z \cdot r \cdot h = 0 \tag{5}$$

Первый член выражения (4) при максимальном

прогибе равен нулю, так как угол  $\frac{d \varphi}{2}$  будет стре-

миться к нулю, то есть симметрично действующие усилия стремятся распрямить стенки в сечении z=I. Этому также способствует внешнее давление при потере оболочкой устойчивости. Форма, которую примет резиновая оболочка в этом сечении, представлена на рисунке 4.

Так как концы резиновой оболочки с обеих сторон защемлены, то оболочка будет растягиваться, причем в меридианном направлении. При определенном удалении от заделки краев их влияние на сечение z=I будет незначительно. Как уже отмечалось, стенки резиновой оболочки в этом сечении сомкнутся.

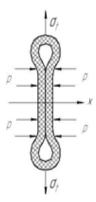


Рис. 4 - Схема смыкания стенок оболочки

У нас тонкая резиновая оболочка с защемленными концами. В силу симметрии материальные точки стенок будут перемещаться вдоль оси X. Растяжение стенок будет происходить в меридианном сечении, а в перпендикулярном ему сечении усилия будут способствовать смыканию стенок. При этом эти усилия будут незначительными в сечении z=I, так как влиянием заделки концов резиновой оболочки при определенном удалении можно пренебречь. Тогда для простоты дальнейшего анализа деформации стенок оболочки первый член в выражении (4) примем равным нулю. В этом случае имеем:

$$-p \cdot \rho + \sigma_z \cdot h = 0 \tag{6}$$

Выразив из последнего выражения  $\sigma_{_{\! z}}$  , получим:

$$\sigma_z = \frac{p \cdot \rho}{h} \tag{7}$$

 $^{i}$  h С другой стороны, по закону Гука:

$$\sigma_z = E \cdot \varepsilon \tag{8}$$

где E – модуль упругости;  $\varepsilon$  – относительная деформация стенок.

Относительная деформация будет

$$\varepsilon = \frac{l_T - l_0}{l_0} \tag{9}$$

где  $\ \, {\rm I_T}-$  текущая длина стенки;  $\ \, {\rm I_0}-$  длина стенки до деформации.

Очевидно, что прогиб стенок оболочки происходит по какой-то дуге окружности с радиусом  $\rho$ . Тогда длина стенки при прогибе  $I_{\tau}$  будет равна длине дуги, ограниченной зоной заделки концов резиновой оболочки (рис. 5).

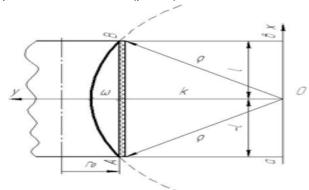


Рис. 5 - Схема прогиба стенки оболочки



Определим длину дуги АВ по рекомендациям, приведенным в литературе [11]. Если рассматривать окружность с радиусом р с центром в точке О, тогда полуокружность имеет уравнение

 $y=\sqrt{
ho^2-x^2}$ Возьмем график данной функции на отрезке [a;b]. При этом выполняется неравенство  $-\rho < a < b < \rho$  На этом участке отрезка произ-

водная функции 
$$f'(x) = (\sqrt{\rho^2 - x^2})' = -\frac{x}{\sqrt{\rho^2 - x^2}}$$

непрерывна, то есть для функции:

$$\sqrt{1 + \left( \left( f'(x) \right)^2 \right)} = \sqrt{1 + \left( \frac{x}{\sqrt{\rho^2 - x^2}} \right)^2} = \frac{1}{\sqrt{1 - \left( \frac{x}{\rho} \right)^2}}$$

первообразной является  $F(x) = -\rho \arccos \frac{x}{\rho}$ , и  $\rho = \frac{\omega^2 + l^2}{2\omega}$ 

длина дуги составит:

$$l_{AB} = F(B) - F(A) = -\rho \arccos \frac{b}{\rho} + \rho \arccos \frac{a}{\rho} = \frac{1}{\rho}$$
$$= \rho \left(\pi - 2\arccos \frac{l}{\rho}\right)$$

Выразим относительную деформацию стенок резиновой оболочки, учитывая, что  $l_0=2l$  ,  $l_T$ = $l_{AB}$ , тогда

$$\varepsilon = \frac{l_T - l_0}{l_0} = \frac{l_{AB}}{2l} - 1 \tag{10}$$

И, соответственно, выражение для растягивающего напряжения  $\sigma_z$  примет вид:

$$\sigma_z = E \cdot \left(\frac{l_{AB}}{2l} - 1\right) = E \cdot \left(\frac{\rho \left(\pi - 2\arccos\frac{l}{\rho}\right)}{2l} - 1\right)$$
(11)

С другой стороны,  $\sigma_z = \frac{p \cdot \rho}{h}$  , и, решая послед-

нее совместно с выражением (11) относительно давления р, окончательно имеем:

$$p = \frac{E \cdot h}{\rho} \left( \frac{\rho \left( \pi - 2 \arccos \frac{l}{\rho} \right)}{2l} - 1 \right)$$
 (12)

Давление от смыкающих стенок резины передается на тело соска. При прочих равных условиях чем больше перепад, тем больше прогиб стенок резины и, соответственно, давление на сосок. Очевидно, что реакция соска будет пропорционально этому усилию, но направлена в противоположную сторону. На основании сказанного можно записать:

$$p_S = c \cdot p \tag{13}$$

где с – коэффициент пропорциональности.

Коэффициент "с" учитывает присутствие соска в резиновой оболочке. Имея в виду, что длина со-

ска в сосковой резине занимает в первом приближении не более половины длины сосковой резины, то смыкание резины происходит в срединной части. Это позволяет применять формулу (12), для описания процесса деформации соска вымени. При доении усилие, которое передается на сосок коровы, зависит от прогиба стенок сосковой резины. Выразим радиус  $\rho$  через величину прогиба оболочки  $\omega$  . В  $\Delta$ ACO (рис. 5) по теореме Пифагора:

фагора.  $AO^2=AC^2+CO^2$  или  $\rho^2=l^2+k^2$  С другой стороны,  $\rho=k+\omega$  . Тогда получаем систему уравнений:

 $\begin{cases} \rho^2 = l^2 + k^2 \ , \$  откуда получаем выражение для  $\rho = k + \omega$  определения радиуса, имеем:

$$\rho = \frac{\omega^2 + l^2}{2\omega} \tag{14}$$

Подставляем значение радиуса из выражения (14) в формулу (12), получаем:

$$p = E \cdot h \cdot \left( \frac{\left(\pi - 2\arccos\frac{2 \cdot \omega \cdot l}{\left(\omega^2 + l^2\right)}\right)}{2l} - \frac{2\omega}{\omega^2 + l^2} \right)$$

и давление на сосок будет

$$p_{s} = c \cdot E \cdot h \cdot \left( \frac{\left(\pi - 2\arccos\frac{2 \cdot \omega \cdot l}{\left(\omega^{2} + l^{2}\right)}\right)}{2l} - \frac{2\omega}{\omega^{2} + l^{2}} \right)$$
(15)

Определим значение коэффициента с, используя опытные данные, приведенные Красновым И.Н. [9]. При исследовании воздействия различных доильных аппаратов на соски коров им получены давления, которые воспринимают соски при такте сжатия. Так, для аппаратов ДА-2М и "Волга" среднее давление предварительно натянутой (усилие 60 H) резины на сосок – 0,13-0,15 кгс/см², а максимальные давления, которые воспринимает сосок, составляют 0,2-0,25 кгс/см².

Во время такта сжатия величина прогиба стенок оболочки достигает своего максимального значения  $\omega=r_0$ . Принимаем рабочую длину сосковой резины  ${\rm I_0}$ =140мм, модуль упругости для резины  $E=80\kappa zc \mid c_M{}^2$  внутренний радиус резины  ${\rm r_0}$ =11,5 мм, толщина стенок h=2,5 мм.

$$0,2...0,25 = c \cdot 80 \cdot 0,25 \cdot \left( \frac{\left(3,14 - 2\arccos\left(\frac{2 \cdot 1,15 \cdot 7}{1,15^2 + 7^2}\right)\right)}{2 \cdot 7} - \frac{2 \cdot 1,15}{1,15^2 + 7^2} \right) = \frac{1}{1,15^2 + 7^2}$$

 $= c \cdot 0,01636$ 

откуда  $c = \frac{0,2...0,25}{0,01636} \approx 12,2...15,3$  при среднем арифметическом значении с  $\approx$  13,75.

Принимаем для дальнейших расчетов коэффициент "с" постоянным и равным с ≈ 15. Формулу



(15) можно использовать при определении давлений на сосок при различных прогибах сосковой резины.

При такте сосания из-за присутствующего перепада давлений в межстенной камере доильного стакана, действующего на сосковую резину и, соответственно, непосредственно на сосок, стенки сосковой резины прогибаются. Согласно данным [12,13] величина перепада вакуумметрического давления в межстенной и подсосковой камерах доильного стакана находится в пределах 11-21 кПа

в зависимости от работы пульсатора и интенсивности молокоотдачи. П.И. Огородников [14] рекомендует подбирать режим доения так, чтобы перепад давлений в камерах доильного стакана был в пределах 11,3-12 кПа. При этом прогиб сосковой резины будет 4-6 мм, который практически не сказывается на интенсивности выведения молока.

Определим давление, оказываемое сосковой резиной при такте сосания стандартного доильного стакана. Примем величину прогиба стенок сосковой резины ω=5мм, по формуле (15) имеем:

$$p_s = 15 \cdot 80 \cdot 0.25 \cdot \left( \frac{3.14 - 2\arccos\left(\frac{2 \cdot 0.5 \cdot 7}{0.5^2 + 7^2}\right)}{2 \cdot 7} - \frac{2 \cdot 0.5}{0.5^2 + 7^2} \right) = 0.0207 \kappa cc / cm^2 \approx 2030 \pi a$$

#### Результаты и выводы

Как показывают априорные данные [13], что подтверждается и нашими исследованиями, величина вакуума под соском при такте сосания в зависимости от интенсивности течения жидкости снижается на 4,5-11 кПа от номинального значения. Натяжение резины с толщиной стенок h =2,5-3,0 мм с усилием 60-70 Н компенсирует раздувание резины от возникающего перепада давлений в камерах доильного стакана.

На рисунке 6 представлена графическая зависимость давления, оказываемого сосковой резиной на сосок, от прогиба стенок, рассчитанная по формуле 15.

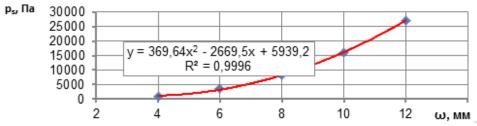


Рис. 6 – Графическая зависимость давления, оказываемого сосковой резиной на сосок, от прогиба стенок

Из графической зависимости видно, что с увеличением прогиба стенок сосковой резины давление, оказываемое резиной на сосок, возрастает нелинейно и прогрессирующе. Так, например, сосковая резина с рабочей длиной 140 мм, толщиной стенки 2,5 мм при прогибе стенок в 5 мм оказывает давление на сосок равное 2030 Па, при прогибе стенок в 8 мм — в 8236 Па, а при прогибе стенок в 12 мм оказывает давление на сосок, равное 27266 Па.

Список литературы

- 1. Ульянов, В.М. Экспериментальные исследования доильного аппарата с изменяющимся центром масс в производственных условиях / В.М. Ульянов, В.А. Хрипин, М.Н. Мяснянкина, Ю.Н. Карпов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. №3, 2014. С. 49-54
- 2. Патент РФ RU № 2298916 C1 Доильный аппарат // Ульянов В. М., Хрипин В. А. // Опубл. 20.05.2007, Бюл. № 14
- 3. Патент РФ RU № 2410871 C2 Доильный аппарат / В.М. Ульянов, В.А. Хрипин, М.Н. Мяснянкина // Опубл. 10.02.2011, Бюл. № 4.
- 4. Ульянов, В.М. Доильный аппарат с изменяющимся центром масс / В.М. Ульянов, В.А. Хрипин, М.Н. Мяснянкина // Сельский механизатор . 2011. № 5. С. 28-29
- 5. Ульянов, В.М. Теоретические исследования доильного аппарата с изменяющимся центром масс / В.М. Ульянов, В.А. Хрипин, Ю.Н. Карпов, А.В. Набатчиков Вестник Рязанского государ-

ственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – №4, 2014. – С. 81-86

- 6. Ульянов В.М. Стенд для испытания доильных аппаратов / В.М. Ульянов, В.А. Хрипин, Р.В Коледов, Н.С. Панферов // Сельский механизатор №7. 2015. с. 22-25.
- 7. Карташов Л.П. Машинное доение коров. М.: Колос, 1982. 301 с.
- 8. Карташов Л.П., Соловьев С.А., Асманкин А.М., Макаровская З.В. Расчет исполнительных механизмов биотехнической системы. Екатеринбург: УрО РАН, 2002.
- 9. Краснов И.Н. Доильные аппараты. Ростовна-Дону: РГУ, 1974.
- 10. Огородников П.И. Разработка и исследование аппарата для доения коров без машинного додаивания. Автореф. дис. канд. техн. наук. Л.-Пушкин, 1979.
- 11. Машиностроение. Инженерные расчеты в машиностроении / под ред. М.А. Саверина. Энциклопедический справочник, том 1. М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1947. 548 с.

12. Карташов Л.П, Соловьев С.А. Повышение надежности системы человек-машина-животное. —

Екатеринбург: УрО РАН, 2000.

13. Королев В.Ф. Доильные машины. – М.: Машиностроение, 1969.

14. Огородников П.И. Научно-технические основы повышения эффективности применения доильного оборудования в молочном животноводстве. – М.: Колос, 1995.



#### THEORETICAL STUDIES TO DETERMINE THE PRESSURE OF THE WALLS OF THE TEAT RUBBER ON THE TEAT OF THE UDDER OF A COW

**Ulyanov Vyacheslav M**. doctor of technical sciences, professor, the head of the department of technical systems in the agricultural sector, ulyanov-v@list.ru

**Oreshkina Marie V.,** Doctor of Technical Science, Full Professor, the Faculty of Engineering Systems in Agro-Industrial Complex

Khripin Vladimir A., candidate of technical sciences, the competitor of department of technical systems in the agricultural sector, khripin@mail.ru

Tsyganov Nikolay V., graduate student of the department of technical systems in the agricultural sector Dadenko Vladimir A., graduate student of the department of technical systems in the agricultural sector Khripin Aleksandr A., postgraduate student of department of technical systems in the agricultural sector, khripin 62@mail.ru

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

When extracting milk from cows with two-stroke milking machines, excessive creeping of glasses on the nipples is observed and, as a consequence, premature termination of lactation. Pulling down the milking cups with your hands, preventing creeping, requires a lot of time and inconvenience in operation. In practice, with the crawling of milking cups on the udder, they usually struggle, changing the weight of the suspended part of the milking machine, which is selected so that the machine on the one hand does not crawl on the nipples, and on the other does not fall off the nipples. The nipple rubber in the glass is pinched at the ends and is in a stretched position, when closing its walls, the nipple is compressed. At the same time, the nipple will be affected by the force from the pressure of the nipple rubber, which causes resistance to the elasticity of the nipple tissues and, accordingly, the reaction to this compression. When choosing the optimal weight of the suspended part of the milking machine, it is necessary to know the pressure that transfers the nipple rubber on the nipple when milking. Theoretical studies carried out using the provisions of classical mechanics and mathematics, allowed us to obtain an analytical formula that allows us to determine the pressure exerted by the nipple rubber on the nipple udder animal sucking and compression stroke. The graphic dependence of pressure exerted by nipple rubber on the deflection of the walls is presented. The graph shows that the higher the deflection of the walls of the nipple rubber, the higher the pressure exerted by it on the nipple of the cow udder. For example, a nipple rubber with a working length of 140 mm, a wall thickness of 2.5 mm when bending walls of 5 mm exerts pressure on the nipple equal to 2030 PA, and when bending walls of 12 mm - equal to 27266 PA.

**Key words:** machine milking, milking machine, milking machine removal device, pneumatic motor, experimental research.

#### Literatura

- 1. Ul'janov, V.M. JEksperimental'nye issledovanija doil'nogo apparata s izmenjajushhimsja centrom mass v proizvodstvennyh uslovijah / V.M. Ul'janov, V.A. Hripin, M.N. Mjasnjankina, JU.N. Karpov // Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. №3, 2014. S. 49-54
- 2. Patent RF RU № 2298916 S1 Doil'nyj apparat // Ul'janov V. M., Hripin V. A. // Opubl. 20.05.2007, Bjul. № 14
- 3. Patent RF RU № 2410871 S2 Doil'nyj apparat / V.M. Ul'janov, V.A. Hripin, M.N. Mjasnjankina // Opubl. 10.02.2011, Bjul. № 4.
- 4. Ul'janov, V.M. Doil'nyj apparat s izmenjajushhimsja centrom mass / V.M. Ul'janov, V.A. Hripin, M.N. Mjasnjankina // Sel'skij mehanizator . 2011. № 5. S. 28-29
- 5. Ul'janov, V.M. Teoreticheskie issledovanija doil'nogo apparata s izmenjajushhimsja centrom mass / V.M. Ul'janov, V.A. Hripin, JU.N. Karpov, A.V. Nabatchikov Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. №4, 2014. S. 81-86
- 6. Ul'janov V.M. Stend dlja ispytanija doil'nyh apparatov / V.M. Ul'janov, V.A. Hripin, R.V Koledov, N.S. Panferov // Sel'skij mehanizator №7. 2015. s. 22-25.
  - 7. Kartashov L.P. Mashinnoe doenie korov. M.: Kolos, 1982. 301 s.
- 8. Kartashov L.P., Solov'ev S.A., Asmankin A.M., Makarovskaja Z.V. Raschet ispolnitel'nyh mehanizmov biotehnicheskoj sistemy. Ekaterinburg: UrO RAN, 2002.
  - 9. Krasnov I.N. Doil'nye apparaty. Rostov-na-Donu: RGU, 1974.
- 10. Ogorodnikov P.I. Razrabotka i issledovanie apparata dĺja doenija ko¬rov bez mashinnogo dodaivanija. Avtoref. dis. kand. tehn. nauk.− L.-Pushkin, 1979.
- 11. Mashinostroenie. Inzhenernye raschety v mashinostroenii / pod red. M.A. Saverina. JEnciklopedicheskij spravochnik, tom 1. M.: Gosudarstvennoe nauchno-tehnicheskoe izdateľ stvo mashinostroiteľ noj literatury, 1947. 548 s.
- 12. Kartashov L.P, Solov'ev S.A. Povyshenie nadezhnosti sistemy chelovek-mashina-zhivotnoe. Ekaterinburg: UrO RAN, 2000.
  - 13. Korolev V.F. Doil'nye mashiny. M.: Mashinostroenie, 1969.
- 14. Ogorodnikov P.I. Nauchno-tehnicheskie osnovy povyshenija jeffektivnosti primenenija doil'nogo oborudovanija v molochnom zhivotnovodstve. M.: Kolos, 1995.



## ТРИБУНА МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ



УДК 621 762

#### НАВОДОРОЖИВАНИЕ ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА И ХРОМОВЫХ ПОКРЫТИЙ

**АСТАНИН Владимир Константинович** — д-р техн. наук, профессор кафедры эксплуатации транспортных и технологических машин, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра 1,astanin-vk@mail.ru

**СТЕКОЛЬНИКОВ Юрий Александрович** – канд. хим. наук, профессор кафедры химии и биологии, chimic57@mail.ru

**СТЕКОЛЬНИКОВА Наталья Юрьевна** – аспирант кафедры химии и биологии, chimic57@mail.ru Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

**ЕМЦЕВ Виталий Валерьевич** – аспирант кафедры эксплуатации транспортных и технологических машин. becool92@mail.ru

**САННИКОВ Эдуард Михайлович** — аспирант кафедры эксплуатации транспортных и техноло-гических машин, sann.ed@mail.ru

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра 1

Повысить эффективность технологий технического сервиса сельскохозяйственных машин, снизить эксплуатационные затраты можно при организации восстановления изношенных деталей. Технологические операции на основе прогрессивных процессов по устранению дефектов и износов позволят возобновить физико-механические свойства и геометрические размеры изношенных деталей. Осадки хрома обладают высокими физико-механическими свойствами и прочностными характеристиками, вследствие чего они широко распространены в технологии ремонта деталей. В практике ремонта используются экологически вредные стандартные электролиты хромирования на основе Cr(VI), которые приводят к значительному наводороживанию основы деталей и хромового покрытия, что приводит к появлению и развитию внутренних напряжений, трешин и снижает физико-механические свойства осадков и надежность отремонтированных деталей в условиях эксплуатации. Предложены малоконцентрированые электролиты хромирования, которые позволяют повысить выход хрома по току на 18-20% в сравнении со стандартным электролитов, уменьшить наводороживание основы и хромового покрытия в 2-3 раза, добиться более высокой микротвердости (в 1,3-1,8 раза) вследствие формирования мелкокристаллической структуры хромового осадка, что повышает предел выносливости хромируемых деталей. С этой целью в электролиты хромирования предложено вводить элементы 5-7 групп периодической системы Д.И. Менделеева, которые, изменяя процесс электрокристаллизации, увеличивают производительность процесса на 25-35%, износостойкость – в 1,5 раза, уменьшают внутренние напряжения в покрытиях. Показано, что количество поглощенного водорода зависит от кристаллической структуры легированного хромового покрытия, условий электролиза, механической обработки до нанесения покрытия, термической обработки после осаждения покрытия. Введение в малоконцентрированный электролит кристаллического фиолетового дополнительно позволяет снизить количество поглощенного водорода в несколько раз, что предотвращает хрупкое разрушение при статических нагрузках в условиях эксплуатации, а также в ряде случаев позволит отказаться от химико-термической обработки.

**Ключевые слова:** изношенные детали, ремонт хромированием, малоконцентрированные электролиты, наводороживание, вакуумная экстракция.

#### Введение

При электроосаждении металлов происходит наводороживание покрытия и основы металла, что снижает механические свойства [3]. Количество включенного водорода зависит от кристаллической структуры покрытия и, следовательно, от условия электролиза. Гексогональная модификация хрома отличается высоким содержанием водорода (до 3000 см³ на 100 г покрытия). Содержание

водорода в кубическом хроме сравнительно низкое – до 150 см³ на 100г хрома. У гексогонального хрома основное количество выделяющегося при нагревании водорода совпадает с точкой фазового перехода 150-200°С [2]. Содержание водорода в хромовых покрытиях может достигать 0,5-1% (в никелевых – до 0,1%, цинковых – до 0,01%) [5]. Необходимо отметить, что наряду с поглощением покрытием водорода происходит наводорожива-

© Астинин В. К., Стекольников Ю. А., Стекольникова Н. Ю., Емцев В. В., Санников Э. М., 2018 г.



ние основы металла. Водород внедряется активно в начальный период процесса до осаждения на катоде сплошного хромового покрытия, после чего процесс наводороживания замедляется. Диффузия водорода в основной металл зависит от структуры стали и степени ее неоднородности [6]. Под влиянием водорода происходит охрупчивание стали (водородная хрупкость), которое проявляется при температурах от -100 до +100°C и наиболее сильно при комнатной температуре, вызывая хрупкое разрушение при статическом нагружении. Низколегированные стали менее склонны к хрупкому разрушению, чем высоколегированные. Для устранения водородной хрупкости, как правило, применяют отпуск при 200°C в течение 2-3 часов после нанесения покрытия. Поскольку при осаждении гальванических покрытий наводороживается не только осажденный хром, но и основной металл, различная механическая обработка деталей перед покрытием влияет на наводороживание поверхностного слоя. На его величину влияет механическая обработка детали не только перед покрытием, но и механическая обработка самого покрытия. Показано, что наводороживание происходит, в основном, при грубой обработке деталей перед покрытием, при которой увеличивается число дислокаций, наклеп, остаточные напряжения, способствующие большей диффузии водорода в сталь, чем изменения шероховатости. При механической обработке покрытий происходит нагревание поверхностного слоя металла, что способствует удалению водорода; с ростом поперечной подачи увеличивается растрескивание хромового покрытия, что также способствует удалению водорода. Однако нельзя рекомендовать черновую механическую обработку для уменьшения количества водорода, так как в этом случае появляются шлифовочные трещины [10].

Отмечается, что наводороживание и внутренние напряжения в покрытиях возрастают с увеличением в осажденном металле содержания углерода, легирующих компонентов, а так же при повышении пластичной деформации. Внутренние напряжения на стали 40х больше, чем на стали 20. Следовательно, детали из высокопрочных и конструкционных сталей, а также изготовленных холодной штамповкой, прокаткой, прессованием, имеют наибольшую склонность к наводороживанию и росту внутренних напряжений [7,10]. В основном металле из нормализованной стали напряжения в 1,5 раза меньше, чем из проката и в 2 раза больше, чем после литья. На наводороживание и внутреннее напряжение в основном металле и покрытии значительное влияние оказывают механическая обработка поверхности детали. Из-за механического воздействия инструмента на металл перед хромированием (точение, шлифование, и т.п.) в основном металле происходят структурные изменения: дробление и деформация зерен, увеличение дислокаций, наклеп металла, что и способствует росту внутренних напряжений в основном покрытии. Чем грубее механическая обработка, тем значительнее структурные изменения в основном металле. Шлифование в сравнении с точением снижает напряжение в основном металле в 1,2-1,5 раза, а шлифование с токарноабразивной обработкой — в 2,2-2,5 раза. Следовательно, для снижения внутренних напряжений необходимо повышать частоту обработки поверхности основного металла. Наибольшие напряжения в покрытии возникают, когда размеры решетки основного металла и покрытия различаются в пределах 15%. Это достигается в покрытиях, наносимых на основной метал с ферритно-перлитной структурой с параметрами решетки, а=2,80\*10<sup>-10</sup> м; для хрома с кубической объемно-центрированной решеткой а=2,87\*10<sup>-10</sup> м [2].

Вместе с тем, дефектность структуры с покрытиями зависит от химического состава и степени неоднородности основного металла. Повышение степени неоднородности вызывает рост дефектности структуры осадков. Наиболее отрицательно на дефектность структуры покрытия сказывается наличие разных металлических включений, имеющих пониженное перенапряжение выделения водорода. Их наличие способствует интенсивному выделению водорода, затрудняет осаждение хрома. Самым опасным неметаллическим включением является S и P [1]. При больших внутренних напряжениях образуются трещины, наблюдается шелушение, отслаивание покрытия. Поэтому при хромировании необходимо выбирать такие режимы, которые снижали бы внутренние напряжения водорода в тонком слое покрытий, т.е. в начальный момент осаждения.

Следовательно, структура хромового покрытия зависит от условий предварительной и последующей механической обработки детали и самого покрытия, условий осаждения, что отмечается в работах [6, 10]. Необходимо учитывать, что вышеуказанные процессы в той или иной мере способствуют как увеличению, так и уменьшению поглощенного количества водорода, что в конечном итоге определяет предел выносливости хромируемых деталей.

В научно-технической литературе рассматриваются технологии хромирования при восстановлении рабочих органов сельскохозяйственных машин без учета влияния наводороживания хромовых покрытий на эксплуатационные характеристики, которые можно повысить за счет удаления водорода органическими добавками и легирующими компонентами на стадии осаждения, что позволит повысить производительность машин за счет увеличения физико-химических свойств покрытий.

К научной новизне относятся режимы формирования легированных хромовых покрытий, которые вкупе с органическими добавками в электролите позволяют значительно снизить количество поглощенного водорода, что оказывает наибольшее влияние на эксплуатационные свойства деталей (микротвердость, износостойкость, остаточные напряжения, коррозионную стойкость, усталостную прочность).

Цель работы состояла в определении наводороживания в зависимости от легирования хромо-



вых покрытий в малоконцентрированых электролитах хромирования и наличия органических добавок

(1,5 г/л H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 150 г/л CrO<sub>3</sub> + 1 г/л индиго (или 1г/л кристаллический фиолетовый)).

#### Методика исследований

Содержание водорода в катодных осадках методом вакуумной экстракции исследовали наводороживание [8,9]. На покрытиях толщиной около 20 мкм, нанесенных на проволоку диаметром 2 мм и длиной 4÷5 мм. Экстракцию проводили в течение 30 минут при температуре 200-400°C, измерения - в запаянных манометрических лампах ЛТ-2, а конечное значение давления фиксировали вакуумметром ВТ-3. Поглощенный объем водорода рассчитывался по формуле:

$$V_{H_2} = \frac{(P_2 - P_1)V_c K 273}{760 (273 + t)}$$

где  $V_{\rm H2}$  – количество экстрагируемого водорода, см<sup>3</sup>;

 $P_{1}$  – начальное давление в системе, Па;

 $P_{_{2}}^{^{2}}-$  конечное давление в системе, Па;  $V_{_{c}}^{^{2}}-$  объем измерительной системы, см³ ;

t – комнатная температура, °C;

К – коэффициент (для водорода К=0,67).

Объем экстрагируемого водорода, содержащегося в 100 г покрытия, и составлял наводороживание. Определены эмпирические зависимости V<sub>н2</sub> от плотности тока осаждения (ik). Изучалась температурная зависимость внутреннего трения на установке с электростатическим возбуждением колебаний. Методика изучения внутреннего трения, конструкция установки приведены в [13]. Внутреннее трение измерялось в амплитудно-независимой области деформаций.

Для исследования деформации в электролитических осадках используют структурно-чувствительный релаксационный метод изучения внутреннего трения [14].

Наличие водорода в осадках выявляют из максимумов температурной зависимости внутреннего трения, связанных с релаксационными процессами диффузии водорода при старении покрытий, а также последующей и предшествующей термообработках подложки, покрытой и непокрытой хромом. Это связано с количественным содержанием водорода (высотой пика), режимами электроосаждения, обуславливающими разные формы водорода в осадках [15,16].

#### Результаты и их обсуждение

В таблице 1 исследовано влияние органических добавок при разных потенциалах осаждения хрома из электролитов: (I) (2,5 г/л  $H_2SO_4$  250 г/л  $CrO_3$ ), (II) (1,5 г/л  $H_2SO_4 + 150$  г/л  $CrO_3^2 + 1$  г/л  $K\Phi$ ), (III) (1,5 г/л  $H_2SO_4 + 150^4$ г/л  $CrO_3 + 1$  г/л индиго), (IV)  $(1,5 \text{ г/л H}_{2}SO_{4} + 150 \text{ г/л CrO}_{3})$ 

Таблица 1 – Влияние катализаторов на парциальные токи восстановления (%)

Состав		(1)		(II)		(III)	(IV)		
-Е, мВ	$H_{2}$	Cr(3)	H <sub>2</sub>	Cr(3)	$H_2$	Cr(3)	H <sub>2</sub>	Cr(3)	
400	10	89	8,5	90,5	7,3	91,7	6,5	92,2	
420	8	90	7,0	90,2	6,8	90,4	6,1	91,1	
450	7,2	91,2	6,0	90,4	5,8	92,6	5,2	93,3	
500	6,5	92,1	4,2	96,3	4,0	96,5	3,6	96,9	
1000	69	29	63	32	61,7	61,0	34,0	65,1	
1200	65	32	55	42	52	45	46	51	

Из таблицы 1 при сравнении парциальных токов восстановления ионов хрома следует, что введение органических добавок снижает сопутствующее паразитное выделение водорода (с 65-69% без органических добавок до 46-52% при их использовании) и повышает выход по току хрома, так как выделение металлического хрома происходит дополнительно путем блокирования органических добавок выделяющегося на катоде паразитного водорода в условиях осаждения.

При невысоких плотностях тока осаждения хрома от 10 до 20 А/дм<sup>2</sup> содержание водорода возрастает в основе детали от 20-25 до 80-90 см3/100 г, т.е. в 4-5 раз. В начале осаждения водород накапливается как в самой основе детали, так и по дефектам кристаллической решетки хромового покрытия и этот водород, по-видимому, находится в несвязанном молекулярном состоянии. Рост катодной плотности тока уменьшает размеры блоков кристаллитов, способствует возрастанию плотности вакансий дефектов, уменьшению плотности упаковки атомов хрома на межзеренных границах в сравнении с объемом, что сопровождается резким увеличением поглощения водорода на этих границах (рис. 1). Увеличение плотности тока до 100 A/дм<sup>2</sup> приводит к значительному увеличению степени наводороживания, при этом в малоконцентрированном электролите с добавками КФ и индиго объем поглощенного водорода в сопоставимых условиях в 2-3 раза меньше. Увеличение степени наводороживания можно связать и с образованием Cr(OH)<sub>3</sub> в связи с ростом кислотности прикатодного слоя при росте плотности тока и последующем включением гидроокиси хрома в кристаллическую решетку, что повышает содержание водорода за счет образования водородсодержащих химических соединений. Следовательно, наводороживание обусловлено несколькими причинами: влиянием температуры, плотности тока, кислотности, состава электролитов, легирующих компонентов.



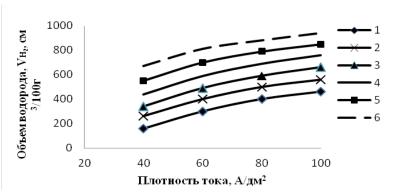


Рис. 1 – Зависимость содержания водорода в осадках хрома в разбавленных электролитах от катодной плотности тока и температуры: кривые 1,2,3 – 100 г/л  $CrO_3$  + 1г/л  $H_2SO_4$ ; 4,5,6 – 100 г/л  $CrO_3$  + +1г/л  $H_2SO_4$ ; 4,5,6 – 65°C.

Влияние плотности тока и температуры на наводороживание покрытий в разбавленном электролите показаны на рисунке 1. Рост плотности катодного тока повышает содержание водорода в электролитах с добавками индиго красителей (4-6) и без (рис. 1, кривые 1-3), но при их наличии общее количество водорода в покрытиях меньше. Рост температуры приводит к увеличению количества поглощенного водорода в покрытиях. В интервале температур 45°-65°C наблюдается разница в наводороживании из-за различия свойств поверхностных коллоидно-дисперсионных пленок и свойств комплексов хрома (III) зеленой (45°C) и фиолетовой (65°C) модификаций в растворах. В [5] показано, что перенапряжение выделения водорода с уменьшением температур растет, а наводороживание электроосажденных покрытий происходит путем внедрения во включения гидрооксида хрома (III) с последующими превращениями. Биполярный импульсный ток незначительно снижает наводороживание в исследованном интервале температур и плотностей тока. Однако и на этом режиме осаждения при введении красителя индиго снижается наводороживание, что позволяет уменьшить водородное охрупчивание как в стационарных, так и импульсных режимах поляризации.

Установлено, что легирование хромовых покрытий элементами 5-7 групп периодической системы Д.И. Менделеева, уменьшает степень наводороживания сплавов хрома с этими компонентами. При увеличении содержания легирующих компонентов в составе катодного осадка объем поглощенного водорода снижается в 3-7 раз, что можно объяснить увеличением выхода по току сплавов хрома и уменьшению выхода по току водорода при совместном осаждении. Легирующие компоненты при соосаждении с хромом могут образовывать твердые растворы, β-фазы с решеткой объема центрированного куба, при этом увеличиваются параметры кристаллической решетки, что также сказывается на степени поглощения водорода, на внутренних напряжениях покрытий и образовании сетки трещин [17]. В ряде исследований показано [8,17], что микротвердость хромовых покрытий не зависит от содержания в них водорода. Молекулярный водород удаляется из покрытий при 200-250 °С, химически связанный – при 500 °С, а его остаточный уровень очень мал, при этом оказалось, что микротвердость образцов не изменилась. Отметим, что самопроизвольный переход метастабильной гексагональной модификации хрома в стабильную модификацию объемно-центрированной кубической решетки сопровождается сокращением объема хромового покрытия и возникновению больших внутренних напряжений, что способствует снижению степени наводороживания. В работах [6,13] утверждается, что основным фактором, влияющим на микротвердость хромовых покрытий, является не наличие в нем водорода, а наличие кислорода и размер зерна. Влияние кислорода связано с распределением диспергированного Cr(OH), в объеме хромового покрытия, что, по-видимому, обусловлено изменением микротвердости сплава при изменении кислотности от 0,45 до 0,85 при 60 А/дм<sup>2</sup>, что сопровождается изменением микротвердости от 7500 до 9450 ГПа. Влияние легирующих компонентов из ряда периодической системы Д.И. Менделеева приводит к возрастанию микротвердости (табл. 2).

Для исследования природы дефектов электрокристаллизации предложены структурно-чувствительные методы анализа взаимовлияний и взаимопревращений с учетом накопления молекулярного водорода или гидридов (хрома) по границам зерен. В [5] пики на температурных зависимостях внутреннего трения связаны с наличием сегрегированного на дислокациях водорода в хромовых покрытиях.

Таблица 2 – Составы электролитов хромирования при двух легирующих добавках

Компоненты электролитов,	Концеі	нтраци	я компо	нентов	з электр	олита,	(г/л)							
режим электролиза, свойства покрытий	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Хромовый ангидрид,	250	80	80	80	80	80	80	80	80	80				



#### Продолжение таблицы 2

2,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
20	60	60	60	-	-	-	-	-	-
-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
-	-	50	50	50	50	50	50	50	50
-	-	-	60	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	60	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	60	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	60	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	60	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	60	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	60
32	35	32,5	29	38	33	35	39	26	37
48	52	50	58	64	69	72	65	48	56
2,8	3,5	4,6	4,7	3,8	4,5	2,9	3,2	3,4	3,2
1070	1280	1325	1600	1420	1570	1750	1600	1400	1370
	20 - - - - - - - - 32 48 2,8	20 60 - 0,1 32 35 48 52 2,8 3,5	20     60     60       -     0,1     0,1       -     -     50       -     -     -       -     -     -       -     -     -       -     -     -       -     -     -       -     -     -       32     35     32,5       48     52     50       2,8     3,5     4,6	20     60     60     60       -     0,1     0,1     0,1       -     -     50     50       -     -     -     60       -     -     -     -       -     -     -     -       -     -     -     -       -     -     -     -       -     -     -     -       32     35     32,5     29       48     52     50     58       2,8     3,5     4,6     4,7	20     60     60     60     -       -     0,1     0,1     0,1     0,1       -     -     50     50     50       -     -     -     60     -       -     -     -     -     60       -     -     -     -     -       -     -     -     -     -       -     -     -     -     -       -     -     -     -     -       -     -     -     -     -       -     -     -     -     -       -     -     -     -     -       32     35     32,5     29     38       48     52     50     58     64       2,8     3,5     4,6     4,7     3,8	20     60     60     60     -     -       -     0,1     0,1     0,1     0,1     0,1       -     -     50     50     50     50       -     -     -     60     -     -       -     -     -     -     60     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       - <td< td=""><td>20         60         60         60         -</td></td<> <td>20     60     60     60     -     -     -     -       -     0,1     0,1     0,1     0,1     0,1     0,1       -     -     50     50     50     50     50       -     -     -     60     -     -     -       -     -     -     -     60     -     -       -     -     -     -     -     60     -       -     -     -     -     -     60       -     -     -     -     -     60       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -</td> <td>20     60     60     60     -</td>	20         60         60         60         -	20     60     60     60     -     -     -     -       -     0,1     0,1     0,1     0,1     0,1     0,1       -     -     50     50     50     50     50       -     -     -     60     -     -     -       -     -     -     -     60     -     -       -     -     -     -     -     60     -       -     -     -     -     -     60       -     -     -     -     -     60       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -     -     -     -     -     -       -	20     60     60     60     -

Из рисунка 2 следует, что высоты пиков внутренних трений для разбавленных растворов меньше, чем для стандартных, из-за высокой мелкозернистости осадков. Уменьшение размеров блоков, увеличение микроискажений структуры хромовых покрытий [11, 12] увеличивают пики внутренних трений в стандартных электролитах, а также рост содержания диффузионного подвижного водорода из-за уменьшения образования гидридов водорода (т.е. связанных). Биполярный импульсный ток не повлиял на содержание поглощенного водорода, но увеличил выход хрома по току на 15÷20%. Наводороживание осадков хрома при температуре отжига 900°C уменьшается на 25-30% как в стандартных, так и разбавленных электролитах из-за снижения доли диффузионного подвижного водорода, сегрегированного на дислокациях, что подтверждается спадом пиковых значений внутреннего трения водорода при термодиффузионном старении. Анализ зависимости внутреннего трения показал, что особенностями процессов хромирования в разбавленных электролитах с добавками органических катализаторов являются снижение содержания водорода и рост выхода хрома по току, что согласуется со смещением потенциалов в положительную сторону одновременного выделения водорода и хрома на 100÷150 мВ на поляризационной катодной кривой. Технологические операции: пескоструйная и алмазная обработка поверхности деталей, термообработка, перехромирование сказываются на пределах прочности, текучести, выносливости и сцепляемости хромового покрытия с основой, циклической долговечности, наводороживании, восстанавливаемых в размер изношенных деталей машин сельскохозяйственной техники.

При практическом хромировании необходимо иметь в виду, что наиболее опасны при нанесении хрома на сталь низкие плотности осаждения, т.к. в этом случае при больших временах хромирования накапливаются большие объемы водорода в поверхностных слоях стали. Неравномерное рас-

пределение силовых линий при хромировании сложно-профилируемых деталей может привести к обильному поглощению водорода в тех местах, где хром не осаждается, что приведет к значительному наводороживанию основного металла детали. Наибольшее наводороживание стальной основы детали наблюдается в интервале температур 55-75 °C, что обусловлено увеличением диффузии водорода в 5-10 раз и изменениями структуры хромового покрытия и абсорбционной прочности электролитов. В режиме блестящих покрытий наводороживание сталей в 10-15 раз меньше, чем при нанесении молочного хрома. Отметим также, что наводороживание стали зависит от вида ее механической обработки перед хромированием. Упрочняющая обработка поверхности изменяет микрорельеф поверхности, который зависит от вида шлифования, виброупрочнения, алмазной и пескоструйной обработки. Степень поглощения водорода зависит от состава стали, ее природы, что в значительной мере определяет ее характеристики пластичности.

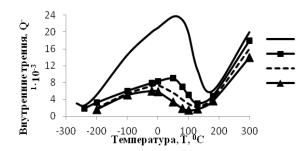


Рис. 2 – Зависимость внутренних трений электролитического хрома из универсальных (1) и разбавленных (2) растворов без добавок и с добавками КФ (3) и индиго (4) от температуры

Так, количество поглощенного хромовым покрытием водорода зависит от температуры последующего отжига. Высота пика внутреннего трения уменьшается при нагревании до температуры око-



ло 200 °C, что говорит об удалении из дислокаций водорода, который при 600°C удаляется полностью (на рисунке 2 не показано), что позволяет отказаться от термообработки при использовании кристаллического фиолетового и легирующих добавок. Водород из границ блоков, микротрещин из-за низкой подвижности можно удалить из покрытий при высоких температурах. В процессах релаксации этот водород не принимает участия. Рост времени термодиффузионной обработки и старения перераспределяет состояние водорода по толщине осадка (молекулярного и атомарного водорода, гидрооксидов хрома (III), гидридов хрома переменной валентности).

При восстановлении деталей сельскохозяйственной техники используется термообработка, перехромирование, пескоструйная и алмазная обработка поверхностей деталей, которые сказываются на пределах прочности и текучести, прочности сцепления хромового покрытия с основой, циклической долговечности, пределе выносливости, наводороживании, что требует проведения соответствующих исследований.

Хромирование изношенных деталей на толщину 50 мкм в условиях завода «Воронежсельмаш» в зависимости от плотности тока в малоконцентрированных и в универсальных электролитах показано в таблице 3.

Изделие (сталь)	Размеры (мм, Ø, L)	Количе- ство (шт.)	Дкат(А/дм²) разб. эл-т (станд.)	Обработка в мин. малокон./станд.
Золотники ст.35 ст.40X ст.45	Ø 20L100 Ø 200L320 Ø 80L200	40 40 40	80 80 80	50/150 50/150 50/150
Штоки гидроцилиндров ст.40X	Ø 36L600 Ø 80L800	10 10	50 50	60/80 60/80
Штоки гидроцилиндров ст.30ХГСА	Ø 160L800 Ø 200L750 Ø 120L450 Ø 120L650	25 25 25 25 25	35 35 35 35	120/140 120/140 120/140 120/140

Таблица 3 – Покрытие деталей хромом толщиной 50 мкм

При хромировании штоков гидроцилиндров сельскохозяйственной техники из сталей 30ХГСА, 35, 40Х, 45 в малоконцентрированном электролите с органическими добавками при плотностях тока от 25 до 100 А/дм² получается блестящее покрытие с хорошей степенью распределения осаждаемого металла по толщине покрытия, по диаметру и длине штока. Наблюдается высокая равномерность по толщине хромового покрытия при длине штока от 1000 до 4000 мм; отслоений, наплывов, вздутий, шелушений хромового покрытия нет, в том числе и на местах механического прижога.

Как вариант, хромовые покрытия толщиной до 250 мкм наносили по резьбе на отшлифованные штоки на стальную и хромированную поверхности с прерываниями процесса осаждения хрома для контроля поверхности. Если размер поверхности меньше, чем требуется по нормативно-технической документации, производилось доращивание поверхности до заданного размера. Сцепление покрытия с основой хорошее. Такие покрытия выдерживают механическую шлифовку, полировку, нарезание резьбы.

В промышленных условиях малоконцентрированный электролит показал более высокую рассеивающую и кроющую способность в сравнении с универсальным, что позволяло получать равномерные по толщине блестящие хромовые покрытия на крупногабаритных деталях сельско-

хозяйственной техники сложной конфигурации. Малоконцентрированный раствор отличается экологичностью, меньшей трудоемкостью процесса хромирования, особенно на малогабаритных деталях, а на крупногабаритных наблюдался выигрыш во времени нанесения покрытия.

Обоснованы оптимальные режимы хромирования:  $I_k$ =50-70 A/дм²; To=55-57°C; объемная плотность тока около 1,5 A/л. При этом выход хрома по току составил порядка 28 %; скорости нанесения покрытия: при 55 A/дм² около 0,95-1 мкм/мин, при 75 A/дм² – около 1,3 мкм/мин. Максимальная твердость при 60-70 A/дм² (1028-1036 кг/мм²).

На основании изучения спектральных характеристик промышленного электролита после эксплуатации от 63,5 тыс. А.ч, до 120 тыс. А.ч оценен расход катализатора на 1 А.ч; эта величина составляет ~ 0,008 мг, что позволяет производить корректировку электролита. Анализ расхода катализатора проводили по графической зависимости оптической плотности от его концентрации в процессе электролиза.

Для практических целей производства необходимы сведения о влиянии многократного хромирования в малоконцентррованном электролите и режимов термообработки на механические свойства металлов (сталей 40X, 65X, X18H10T, 30XГСА, меди): предел текучести, прочности, сцепление хромового покрытия с основой, циклическую долговечность, предел выносливости (таблицы 4-7).



Хромирование проводилось в малоконцентрированном электролите при 55°C и плотности тока 50 А/дм<sup>2</sup> с режимами предшествующей и последу-

ющей термообработки (табл. 4). Хромовые покрытия с образцов удаляли под током в NaOH.

Таблица 4 – Термообработка до и после нанесения покрытия хромом

Марки металла	Температуры (°C) и время термообработки (ч)						
Марки металла	До нанесения	После нанесения					
40X	400 (2,5 ч)	400 (3,5 ч)					
65Г	420 (2,5 ч)	420 (2,5 ч)					
30XFCA	250 (3 ч)	250 (3 ч)					
X18H10T	250 (3 ч)	250 (3,5 ч)					
Медь	550 (1,5-2 ч)	550 (2 ч)					

Связь многократного хромирования и механических свойств (предел прочности  $T_g$ ; предел текучести  $T_s$ ; относительное удлинение  $\sigma$ ; относительное сужение  $\phi$ ), прочность сцеплений хромовых покрытий со сталью и медью отражены в таблице 5.

Таблица 5 – Механические свойства сталей X18H10T, 65Г, 40X, 30XГСА и меди при перехромировании (толщина покрытия 200 мкм)

Состояние образца	Тβ, МПа	Тs, МПа	σ, %	φ, %	Прочность сцепления, МПа	
Исходный	1050	1038	17	37,9	Сталь 40Х	Медь
Хромированный	1047	1028	16,1	39,7	230	220
3-кратно хромиро- ванный	1067	1045	16,3	50,85	240	220
6-кратно хромиро- ванный	1077	1060	15,7	46,1	250	220

Из таблиц видно, что повторное хромирование в сравнении с однократным почти не сказывается на механических свойствах металлов, почти не изменяется прочность сцепления осадков хрома с основой на всех сталях.

Из таблицы 6 видно, что не наблюдается влияния многократного хромирования на циклическую долговечность металлов, которая незначительно отличается от уровня циклической долговечности однократно хромированных и исходных образцов.

Таблица 6 – Многократное хромирование и циклические долговечности сталей

	Циклическая долговечность, тыс. циклов		
Обработка образцов	Уровни напряжения		
	T <sub>max</sub> =700 МПа	T <sub>max</sub> =850 МПа	
Исходные	37	40	
Шлифование, пескоструйная обработка, хромирование	34-35	35	
Шлифование, пескоструйная обработка, 3 кратное хромирование без промежуточной доводки	48-50	50-55	
Шлифование, пескоструйная обработка, 3 кратное хромирование с промежуточной доводкой	40	40	
Шлифование, пескоструйная обработка, 6 кратное хромирование без промежуточной доводки	33-34	36-37	
Шлифование, пескоструйная обработка, 6 кратное хромирование с промежуточной доводки	45	48-50	

Отметим повышение долговечности для варианта многократного хромирования с промежуточными доводками, что можно объяснить повышением сжимающего напряжения в поверхностных слоях при алмазной или пескоструйной обработках поверхностей (табл. 6); обработка блокирует распространение трещин, образовавшихся в покрытиях хрома при воздействии циклической на-

грузки на основу. Доводки проведены через 11 тыс. циклов для меди, 13 тыс. циклов – для сталей при

 $T_{\text{max}}$  = 850 МПа (условия термообработок до и после осаждения хрома даны в таблице 4). Количество циклов до разрушения после перехромирования составило 65 тыс. у всех сталей и 57 тыс. для меди.

Из таблицы 7 видно, что однократное хромиро-



вание незначительно (от 355 до 298,2) изменяет предел прочности стали, а трех- шестикратное хромирование — от 420 до 323,4 для меди и от 425 до 335,75 для стали. При многократном хроми-

ровании изменяется предел прочности в сторону уменьшения от 425 до 340 относительно однократного как у стали, так и у меди.

Таблица 7 – Предел прочности поверхностных слоев металлов при хромировании

	•	····		
Toyuga a a a a a a a a a a a a a a a a a a	Предел прочности, Тβ(ост) МПа			
Технологические операции	Сталь	Медь		
Термическая обработка (закалка, от- пуск), шлифование	127-137			
Пескоструйная обработка	475-480			
Активация	480			
Хромирование, термообработка, уда- ление покрытия, термообработка	380-400			
Пескоструйная обработка, хромирование, термообработка, доводка, удаление покрытия	357-363	350		
Термообработка, пескоструйная обра- ботка	440	430		
Хромирование, термообработка, доводка, удаление покрытия	415-425	410		
Термообработка, пескоструйная обработка, хромирование, термообработка, доводка, удаление покрытия, термообработка	355	350		
Пескоструйная обработка	500	485		
Хромирование, термообработка, доводка, удаление покрытия	425	420		
Термообработка, хромирование, термообработка, доводка до разрушения	245-250	235		

Проведенные исследования показывают, что многократное хромирование практически не сказывается на циклической долговечности и пределе выносливости сталей и может использоваться при восстановлении деталей сельскохозяйственной техники.

Восстановление хромированием деталей, имеющих износ свыше 0,3 мм, нецелесообразно по экономическим и техническим критериям. Используя железнение, можно компенсировать значительный износ детали, при этом слой осадка, контактирующий с металлом основы детали, может иметь твердость, равную твердости основы. По мере повышения толщины осадка твердость может увеличиваться. На восстановленную железнением поверхность детали после механической обработки наносили слой хрома 0,08-0,32 мм, который обеспечивает дополнительное повышение износостойкости детали.

#### Выводы

Известно, что удаление водорода из покрытий основного металла позволяет восстановить исходные физико-механические свойства металла и упрочнить покрытия хромом. Отметим при этом, что термообработка деталей проводится в интервале температур 200-250 °C в течение 2-3 часов. В начале термообработки происходит быстрое и значительное выделение водорода, через 1,5-2 часа скорость выделения замедляется и к концу 3-го часа выделяется основное количество водо-

рода; оставшийся водород практически не влияет на механические свойства самого металла. Использование кристаллического фиолетового и индиго в малоконцентрированных электролитах хромирования позволяет снизить количество поглощенного водорода в 3-4 раза, что позволяет в ряде случаев отказаться от последующей термической обработки. Введение кристаллического фиолетового и индиго увеличивает выход по току хрома за счет уменьшения выхода по току сопутствующий паразитной реакции выделения водорода.

Разработана технология процесса хромирования: получение на изношенных поверхностях деталей сельскохозяйственных машин гальваническим методом слоисто-блочных структур, обладающих улучшенными свойствами — повышенным усталостным износом, большей микротвердостью, лучшей сцепляемостью с металлом основы, меньшей шероховатостью поверхности из малоконцентрированных электролитов с органическими катализаторами и добавками солей переходных химических элементов (Mn, Ni, V, W, Sr, Mo) и порошков карбонитридов при переменно-токовых и импульсных режимах электролиза.

#### Список литературы

1. Аджиев Б.У. Влияние анионов и нестационарных режимов на процесс электрокристаллизации хрома.: автореф. канд. дис. / Б.У. Аджиев. — Москва, 1985. — 22с.



- 2. Архаров В.И. К вопросу о природе твердости электролитических покрытий / В.И. Архаров, С.А. Немненов // Журнал технической физики. 1938. Т.8 №12. С. 48-56.
- 3. Богданович Е. Н. Технология восстановления системы сопряжения вал подшипник / Е. Н. Богданович, А. В. Звягинцева, Ю. Н. Шалимов // Технология машиностроения. 2010. №4. С. 32-38.
- 4. Гордиенко В. О. Электроосаждение хромовых покрытий из сульфатно-карбамидных электролитов на основе Cr (III) / В. О. Гордиенко // Физ.-хим. мех. матер. 2010. №5. С. 71-75.
- 5. Гранкин Э. А. Исследование температурной зависимости внутреннего трения в электролитических осадках хрома / Э. А. Гранкин, А. И. Фаличева, В. К. Алтухов // Электрохимия. 1971. № 8. С. 1131-1133.
- 6. Исследование поглощения водорода электрохимическими металлами и сплавами / Ю. Н. Шалимов, Е. Н. Островская, Ю. В. Литвинов, Харченко Е. Л. // Альтернативная энергетика и экология. 2006. №5. С. 98-99.
- 7. Кутнегин В.Н. Влияние состава электролитов и режима электролиза на внутренние напряжения осадков хрома / В.Н. Кутнегин // Прикладная химия. 1984. №2. С. 87-88.
- 8. Постников В. С. К вопросу о зернограничной релаксации напряжений в чистых металлах / В. С. Постников, И. М. Шаршаков, Э. М. Масленников // Релаксационные явления в металлах и сплавах: труды IV Всесоюзной конф. Москва: Металлургиздат, 1963. С. 165-170.
- 9. Сафонов В. В. Нанокомпозиционное гальваническое хромирование. / В. В. Сафонов, С. А. Шишурин, В. С. Семочкин // Гальванический механик. 2010. №1. С. 40-42.
  - 10. Севостьянов Б.М. Снижение внутреннего

- напряжения хромового покрытия / Б.М. Севостьянов, Л.И. Бондаренко // Технология и организация производства. 1988. №2. С. 44-45.
- 11. Стекольников Ю.А. Износостойкость деталей, восстановленных хромированием на нестационарных режимах осаждения / Ю.А. Стекольников, В.К. Астанин, В.В. Емцев, Э.М. Санников // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2017. №2.
- 12. Стекольников Ю.А. Электролит хромирования (варианты). / Ю.А. Стекольников, В.Ф. Воржев, Н.М. Стекольникова // Патент на изобретение RUS 2392356 10.01.2008.
- 13. Токарева И. А. Особенности технологических процессов хромирования из электролитов на основе низковалентных соединений хрома / И. А. Токарева, Ю. Н. Шалимов // Технология машиностроения. 2014. №1. С. 35-41.
- 14. Фаличева А. И. Экологические проблемы гальванического производства и альтернативные покрытия / А. И. Фаличева, Н. И. Глянцев, Ю. А. Стекольников // Техника машиностроения. 1999. №6. С. 45-51.
- 15. Фаличева А. И. Экологические проблемы хромирования и альтернативного покрытия / А. И. Фаличева, Ю. А. Стекольников, Н. И. Глянцев // Вестник Тамбовского государственного университета. 1999. Вып. 2. С. 256-257.
- 16. Цуканов О. В. Исследование хромирования в разбавленных электролитах для уменьшения экологической опосности: автореф. дис. ... канд. хим. наук: 02.00.04 / О. В. Цуканов. Липецк, 2004. 23 с.
- 17. Шалимов Ю. Н. Образование дефектов структуры при катодном восстановлении металлов. / Ю. Н. Шалимов, И. А. Токарева, Е. П. Евсеев // Технология машиностроения. 2014. №2. С. 5-12.

### THE EFFECT OF ALLOYING COMPONENTS AND ORGANIC ADDITIVES ON THE HYDROGEN ABSORPTION IN CHROMIUM COATINGS

**Astanin Vladimir K.,** doctor of technical Sciences, Professor of Department of exploitation of transport and technological machines, Voronezh state agrarian University named after Emperor Peter 1, astanin-vk@ mail.ru

**Stekolnikov Yuri A.,** candidate of chemical Sciences, Professor, Department of biology and chemistry, Yelets state University n. a. I. A. Bunin, chimic57@mail.ru

**Stekolnikova Natalia Yu.,** postgraduate student of the Department of chemistry and biology, Yelets state University n. a. I. A. Bunin, chimic57@mail.ru

**Emtsev Vitaly V.,** graduate student of Department of exploitation of transport and technological machines, Voronezh state agrarian University named after Emperor Peter 1, becool92@mail.ru

Sannikov Eduard M., postgraduate student of Department of exploitation of transport and technological machines, Voronezh state agrarian University named after Emperor Peter 1, sann.ed@mail.ru

To increase efficiency of technologies of technical service of agricultural machines, it is possible to reduce operational costs at the organization of restoration of the worn-out details. Technological operations on the basis of progressive processes on elimination of defects and wear will allow to renew physical and mechanical properties and the geometrical sizes of the worn-out details. Precipitation chrome have high physical and mechanical properties and strength characteristics, so that they are widespread in the technology of repair parts. In the practice of the repair using environmentally harmful standard chromium plating electrolytes based on Cr(VI), which lead to significant hydrogen absorption, the basics of parts and a chrome coating, which leads to the emergence and development of internal stresses, cracks, and reduces the physico-mechanical properties of precipitation and reliability of the repaired parts under operating conditions. Low-concentrated chromium plating electrolytes are proposed, which allow to increase the chromium current output by 18-20%



in comparison with standard electrolytes, to reduce the base and chromium coating flooding by 2-3 times, to achieve high microhardness higher by 1.3-1.8 times due to the formation of a fine-crystalline structure of chromium sediment, which increases the endurance limit of chrome parts. To this end, it is proposed to introduce elements of 5-7 groups of the periodic System into chromium plating electrolytes. Mendeleev, which by changing the process of electrocrystallization increase the productivity of the process by 25-35%, wear resistance by 1.5 times, reduce the internal stresses in the coatings. It is shown that the amount of hydrogen absorbed depends on the crystal structure of the doped chromium coating, electrolysis conditions, machining before coating, heat treatment after deposition of the coating. The introduction of crystalline violet into a low-concentrated electrolyte further reduces the amount of hydrogen absorbed several times, which prevents brittle destruction at static loads under operating conditions, as well as in some cases will allow to abandon the chemical heat treatment.

**Key words:** worn parts, repair chrome, low-concentration electrolytes, hydrogen absorption, vacuum extraction.

#### Literatura

- . 1. Adzhiev B.U. Vlijanie anionov i nestacionarnyh rezhimov na process jelektrokristallizacii hroma.: avtoref. kand. dis. / B.U. Adzhiev. Moskva, 1985. 22s.
- 2. Arharov V.I. K voprosu o prirode tverdosti jelektroliticheskih pokrytij / V.I. Arharov, S.A. Nemnenov // ZHurnal tehnicheskoj fiziki. 1938. T.8 №12. S. 48-56.
- 3. Bogdanovich E. N. Tehnologija vosstanovlenija sistemy soprjazhenija val podshipnik / E. N. Bogdanovich, A. V. Zvjaginceva, JU. N. SHalimov // Tehnologija mashinostroenija. 2010. №4. S. 32-38.
- 4. Gordienko V. Ö. JElektroosazhdenie hromovyh pokrytij iz sul'fatno-karbamidnyh jelektrolitov na osnove Cr (III) / V. O. Gordienko // Fiz.-him. meh. mater. 2010. №5. S. 71-75.
- 5. Grankin JE. A. Issledovanie temperaturnoj zavisimosti vnutrennego trenija v jelektroliticheskih osadkah hroma / JE. A. Grankin, A. I. Falicheva, V. K. Altuhov // JElektrohimija. 1971. № 8. S. 1131-1133.
- 6. Issledovanie pogloshhenija vodoroda jelektrohimicheskimi metallami i splavami / JU. N. SHalimov, E. N. Ostrovskaja, JU. V. Litvinov, Harchenko E. L. // Al'ternativnaja jenergetika i jekologija. − 2006. №5. S. 98-99.
- 7. Kutnegin V.N. Vlijanie sostava jelektrolitov i rezhima jelektroliza na vnutrennie naprjazhenija osadkov hroma / V.N. Kutnegin // Prikladnaja himija. 1984. №2. S. 87-88.
- 8. Postnikov V. S. K voprosu o zernogranichnoj relaksacii naprjazhenij v chistyh metallah / V. S. Postnikov, I. M. SHarshakov, JE. M. Maslennikov // Relaksacionnye javlenija v metallah i splavah: trudy IV Vsesojuznoj konf. Moskva: Metallurgizdat, 1963. S. 165-170.
- 9. Safonov V. V. Nanokompozicionnoe gal'vanicheskoe hromirovanie. / V. V. Safonov, S. A. SHishurin, V. S. Semochkin // Gal'vanicheskij mehanik. 2010. №1. S. 40-42.
- 10. Sevost'janov B.M. Snizhenie vnutrennego naprjazhenija hromovogo pokrytija / B.M. Sevost'janov, L.I. Bondarenko // Tehnologija i organizacija proizvodstva. 1988. №2. S. 44-45.
- 11. Stekoľnikov JÚ.A. Iznosostojkosť detalej, vosstanovlennyh hromirovaniem na nestacionarnyh rezhimah osazhdenija / JU.A. Stekoľnikov, V.K. Astanin, V.V. Emcev, JE.M. Sannikov // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. №2.
- 12. Stekol'nikov JU.A. JElektrolit hromirovanija (varianty). / JU.A. Stekol'nikov, V.F. Vorzhev, N.M. Stekol'nikova // Patent na izobretenie RUS 2392356 10.01.2008.
- 13. Tokareva I. A. Osobennosti tehnologicheskih processov hromirovanija iz jelektrolitov na osnove nizkovalentnyh soedinenij hroma / I. A. Tokareva, JU. N. SHalimov // Tehnologija mashinostroenija. − 2014. №1. S. 35-41.
- 14. Falicheva A. I. JEkologicheskie problemy gal'vanicheskogo proizvodstva i al'ternativnye pokrytija / A. I. Falicheva, N. I. Gljancev, JU. A. Stekol'nikov // Tehnika mashinostroenija. 1999. №6. S. 45-51.
- 15. Falicheva A. I. JEkologicheskie problemy hromirovanija i al'ternativnogo pokrytija / A. I. Falicheva, JU. A. Stekol'nikov, N. I. Gljancev // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo universiteta. 1999. Vyp. 2. S. 256-257.
- 16. Cukanov O. V. Issledovanie hromirovanija v razbavlennyh jelektrolitah dlja umen'shenija jekologicheskoj oposnosti : avtoref. dis. ... kand. him. nauk : 02.00.04 / O. V. Cukanov. Lipeck, 2004. 23 s.
- 17. SHalimov JU. N. Obrazovanie defektov struktury pri katodnom vosstanovlenii metallov. / JU. N. SHalimov, I. A. Tokareva, E. P. Evseev // Tehnologija mashinostroenija. 2014. №2. S. 5-12.





УДК 637.2.02

#### ОБЗОР УСТРОЙСТВА СОВРЕМЕННЫХ МАСЛОБОЕК

**ДОБРЫНИН Роман Александрович,** аспирант кафедры технической эксплуатации транспорта, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, dobryninra@mail.ru

Целью исследования явилось изучение рынка и устройства современных маслобоек. На сегодняшний день существует множество технологий получения и взбивания масла. Рынок предлагает маслобойки самых различных типов и устройств, ключевое отличие между которыми наблюдается в объемах и скорости получения масла. На уровень производительности влияет большое количество факторов, и среди них отмечается вместимость бака, номинальная загрузка, частота вращения двигателя и другие. Однако особенный интерес для изучения представляют вибрационные электромагнитные механизмы (ВЭМ), в которых рабочий орган совмещен с двигателем. Данная конструкция лишена промежуточных механизмов, тем самым улучшается технологичность и надежность всего устройства. В статье дан патентный обзор устройства современных маслобоек, содержащих именно такой механизм. Сложность обзора заключалась в том, что патентов на маслобойки существует не очень много, большинство патентов уже устарели, поскольку были зарегистрированы в конце 19-начале 20 века. Из числа современных патентов были выбраны наиболее близкие теме исследования и проанализированы. В конце статьи приведены обобщающие выводы. Автор приходит к заключению, что бытовые устройства для приготовления масла, используемые для переработки небольшого объема молока, по качеству работы ничуть не уступают промышленным. Их удобно хранить и переносить, т.к. весят они не более 10 кг. При этом за один час могут переработать до 50 литров молока. Маслобойки для домашнего использования бывают двух видов: электрические и ручные. Как правило, маслобойки изготавливаются из нержавеющей стали, алюминиевых сплавов, поликарбоната и даже стекла. Скорость вращения влияет на время взбивания молока в масло. Большинство рассмотренных маслобоек в качестве рабочих органов используют различного типа лопатки, лопасти и пр., достаточно эффективно перемешивающие масложировую смесь. Однако такой способ имеет существенные недостатки: процесс сбивания занимает длительное время, что повышает его энергоёмкость, а непосредственный контакт масложировой смеси с рабочими органами снижает качество масла из-за его загрязнения частицами механического износа.

**Ключевые слова:** производство масла и сливок, маслобойки, вибрационные электромагнитные механизмы, взбивание масла, патентный обзор маслобоек

#### Введение

Маслобойка — это оборудование для переработки молока. Точнее, это агрегат, позволяющий получать масло из цельного молока. Сегодня маслобойки используются достаточно широко. Современный рынок предлагает широчайший выбор товаров, различающихся по цене и техническим характеристикам, а также широкий модельный ряд аппаратов для изготовления больших объемов масла.

#### Устройство рабочих органов современных маслобоек

Самые известные технологические процессы получения сливочного масла значительно отличаются по нескольким параметрам, в первую очередь, по объемам изготовления. При крупных объемах применяется технология преобразования высокожирных сливок в маслообразователях (МО), при небольших — сбивания в маслоизготовителях (МИ). Основная масса распространенных МИ в качестве рабочих органов использует разного вида лопатки, лопасти, довольно эффективно размешивающие масложировую смесь (МЖС). Но такого рода способ имеет значительные минусы: процедура сбивания занимает продолжительное время (вплоть до двух часов), что увеличивает его энергоёмкость, а прямой контакт МЖС с рабочими

органами уменьшает качество масла из-за его засорения частицами машинного износа [1; 2, с. 3].

Разработка конкурентоспособной продукции бытового назначения (компрессоры, маслобойки, бритвы и т.д.) напрямую находится в зависимости от примененных в ней электромагнитных преобразователей энергии [3, С. 4]. Эффективной альтернативой представляются маслобойки с вибрационными органами.

Особенно интересны как в научном плане, так и в коммерческом приложении вибрационные электромагнитные механизмы (ВЭМ), в которых рабочий орган совмещен с двигателем [4]. Этот прием положительно сказывается на улучшении технологичности конструкций и повышении их надежности из-за отсутствия промежуточных согласующих механизмов (кулисных, кулачковых). Такие ВЭМ могут быть использованы при создании устройств бытового назначения, например, компрессоров для перекачивания жидкостей и газов, а также электробритв, маслобоек и других механизмов. Они свидетельствуют о перспективности разработки теории и практического использования вибрационных электромагнитных двигателей в бытовой технике. Однако этим вопросам в литературе последнего времени, посвященной электромагнитным устройствам, уделяется недо-

© Добрынин Р. А , 2018 г.



статочно внимания. В частности, проблема синтеза этих двигателей до настоящего времени не решена, а существующие методы расчета ВЭМ недостаточно точно и глубоко раскрывают состояние электромагнитного поля и поведение объекта в динамике.

Среди большого количества предложенных конструктивных решений ВЭМ выявлен ряд недостатков, снижающих их технические и потребительские характеристики и ограничивающих их применимость в бытовой технике, в частности, технологическая сложность изготовления, высокая стоимость подготовки производства и себестоимость серийных изделий, а также повышенный шум во время работы и нередко низкая надежность [3, С. 4]. Однако эти недостатки, как мы полагаем, не являются существенными по сравнению с достоинствами этих устройств.

На уровень производительности бытовых маслобоек влияет вместимость бака, номинальная загрузка, частота вращения двигателя и другие. Маслобойка может быть оснащена защитными средствами от ржавчины и скорой порчи оборудования. Некоторые модели маслобоек обеспечивают высокую производительность. От всех названных параметров зависят объемы конечного продукта и его качество.

Маслобойки в большинстве своем малогабаритны и мобильны. Чаще всего вес бытовой маслобойки не превышает 10 килограмм. Маслобойка может быть с электроприводом, либо с ручным. Ручной привод дает экономию электроэнергии, электрический — экономит собственные силы и время. Различие в цене незначительно, поэтому стоимость не является решающим фактором.

Вес и размеры маслобойки также играют вторичную роль, потому что не влияют на ее производительность. Материал, из которого изготовлены ее детали, может достаточно сильно отличаться. Это и нержавеющая сталь, и поликарбонат, и сплавы алюминия и даже стекло.

Играет роль также скорость вращения двигателя или редуктора ручного привода. От этого параметра зависит, как много времени понадобится, чтобы получить масло из цельного молока.

Рассмотрим некоторые типы маслобоек, имеющие рабочий орган, реализующий колебания или вибрации.

Известны устройства для сбивания масла, например маслобойки ЯЗ-ОМЕ и МИБС-0,2, маслоизготовители марки ММ-1000. Исходным сырьем при производстве сливочного масла в этих устройствах являются сливки, которые помещают в рабочую полость емкости устройства для сбивания масла, имеющую, как правило, цилиндрическую форму. Ёмкости, либо билам сообщают вращательное движение, в результате чего происходит интенсивное перемешивание исходного молочного сырья и выделение масляного зерна из сливок. Процесс преобразования сливок в сливочное масло длится от нескольких десятков минут до двух часов. Рассмотренным устройствам для сбивания сливочного масла присущи недостатки: большая

продолжительность процесса сбивания (от нескольких десятков минут до нескольких часов) и, как следствие, повышенный расход энергии [5].

Известно также устройство для сбивания масла (авт. свид. SU №1746955 A1, МПК 5 A 01 J 15/04, опуб. 15.07.92), выбранное в качестве прототипа, содержащее площадку с зажимами для крепления емкости с продуктом и приводом, включающим пару зубчатых колес, находящихся в зацеплении. Привод содержит пару штанг, образующих вращательную пару, причем одна из них – двуплечая. Площадка для емкости с продуктом закреплена на одном ее конце, а другие концы штанг установлены посредством вращательных пар на зубчатых колесах, выполненных с одинаковым числом зубьев. Такое выполнение позволяет совершать перемещение емкости вверх-вниз. К недостаткам данной конструкции можно отнести малую ее жесткость и возникающий дебаланс при работе установки из-за ее несбалансированности [5].

На рис. 1 фиг. 1 представлен вид слева кинематической схемы устройства для сбивания сливочного масла; на рис. 1 фиг. 2 представлена кинематическая схема устройства.

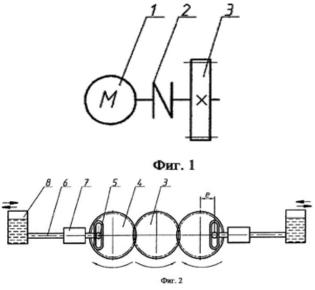


Рис. 1 – Схема устройства для сбивания масла [5]

Устройство для сбивания сливочного масла (рис. 1 фиг. 1) состоит из электродвигателя 1 (М), соединенного через упругую муфту 2 с ведущим зубчатым колесом 3. Колесо 3 находится в зацеплении с двумя одинаковыми зубчатыми ведомыми колесами 4 (рис. 1 фиг. 2), расположенными на одной осевой горизонтальной линии. На ведомых зубчатых колесах 4 закреплены эксцентрики 5, расположенные симметрично относительно центра колеса 3. На эксцентриках 5 установлены толкатели 6 с возможностью совершения возвратно-поступательного (колебательного) движения внутри направляющих 7. На другом конце толкателей 6 жестко закреплены емкости 8, заполненные одинаковым количеством сливок. В качестве



емкостей 8 использовали цилиндрические сосуды, которые на 2/3 (или менее) объема заполняли сливками.

Известны также универсальные машины сельского быта. Приведем пример из патента 2028755 [6]. В нем насадка 44 (рис. 2) является маслобойкой и предназначена для изготовления сливочного масла. Для выполнения технологических операций с помощью насадок 44, 45, 47, имеющих малые частоты вращения рабочих органов, берут соответствующую насадку, например маслобойку 44, и боковыми отверстиями ее опоры устанавливают на установочные пальцы 4, в шлицевом

вале на конец 8 выходного вала 15. Затем выдвигают стержень 40 виброзажимов 6 так, чтобы их поверхность с самотормозящим клином надежно, внатяг прижимала опору насадки 44 к поверхности панели 3. Далее заливают в емкость насадки 44 сырье и кнопкой "Пуск" включают в работу электродвигатель 9. Вращение от электродвигателя 9 передается через муфту 10 на ведущий шкив 11, а с него через ремень (цепь) 13 — на ведомый шкив 12 с продольным валом 17 и с него — на выходной вал 15 и далее через шлицевые соединения маслобойки 44.

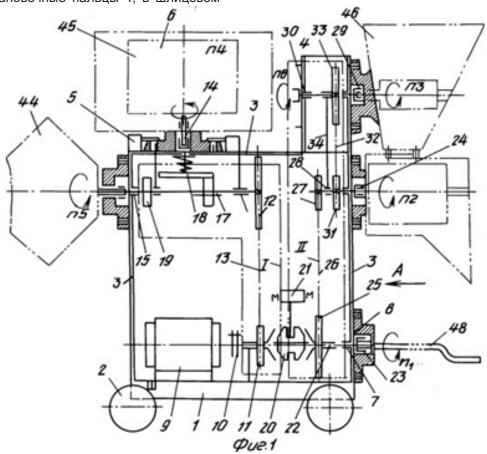


Рис. 2 – Схема универсальной машины сельского быта [6]

При вращении маслобойки 44 происходит частичное устранение вибрации и снятие с выходного вала больших нагрузок с помощью установочных пальцев 4. За счет остаточной вибрации происходит хаотическое движение шарика 39 виброзажима 5, при котором шарик 39, ударяя в торец стержня 40, передвигает его и тем самым прижимает самотормозящую его поверхность к опорной поверхности насадки, обеспечивая последней надежное крепление.

Недостатки указанного агрегата — ограниченные технологические возможности, невозможность выполнения одновременно нескольких последовательных технологических операций, что снижает его производительность из-за отсутствия нескольких посадочных гнезд контропривода (выходных валов) под насадки. Из-за сложной конструкции привода измельчителя усложняется и

сама конструкция агрегата.

Другой недостаток агрегата – отсутствие устойчивого положения и надежного крепления насадок на посадочном месте контропривода. Насадка крепится только на самом посадочном месте (гнездо) контропривода без наличия дополнительных опор (установочных пальцев) и фиксируется одним фиксатором. При больших ударных нагрузках нарушается устойчивое положение насадки, она начинает вибрировать и передавать вибрацию на посадочное гнездо контропривода, а далее на подшипники вала контропривода, что в конечном счете ослабляет крепление насадки с помощью фиксатора и увеличивает износ подшипников вала контропривода [6].

Имеется и много других устройств, например, устройства для бесконтактного сбивания сливок [9; 10].



Рассмотрим зарубежные патенты. Так, патент US 5463936 A содержит следующую информацию [7].

Устройство предназначено для обслуживания двойных целей: выпечки хлеба и для взбалтывания масла. Устройство включает в себя камеру обработки, которая с возможностью съема получает кастрюлю, которая сохраняет ингредиенты, подлежащие обработке. В кастрюлю входит лопатка, которая вращается, чтобы перемешать хлеб и слить масло. Камера обработки дополнительно включает нагревательный элемент, окружающий

и нагревающий кастрюлю во время операции по выпечке хлеба. Контроллер мощности управляет двигателем, который управляет перемешивающей лопастью и управляет нагревателем во время операции по выпечке хлеба. Переключатель подается между контроллером питания и источником питания, чтобы отключить контроллер мощности во время работы с маслом. Переключатель дополнительно соединяет двигатель, который приводит в действие перемешивающие лопасти, непосредственно с источником питания, когда переключатель установлен в положение взбивания масла [7].

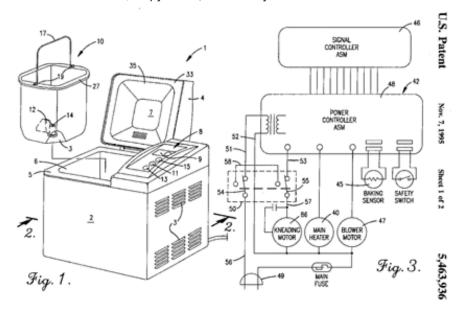


Рис. 3 – Схема устройства согласно патенту US 5463936 A [7]

Устройство включает в себя прямоугольный корпус 2 с прямоугольной коробкой, имеющий вентиляционные отверстия 3 вдоль одной стороны. Корпус 2 включает верхнюю поверхность 5 с прямоугольным отверстием в ней. Отверстие присоединяется к обрабатывающей камере 6 для выпечки хлеба и сливного масла. Камера 6 закрыта крышкой 4, шарнирно установленной на задней стороне корпуса 2. Камера 6 обработки расположена непосредственно рядом с панелью управления 8, которая предоставляет пользователю сенсорный экран для управления устройством.

Панель 8 управления включает в себя окно 9 отображения, которое указывает информацию по обработке: номер текущей программы (различные программы предоставляются для производства различных видов хлеба и масла), оставшееся время для завершения текущей программы, предупреждения и тому подобное. Кнопки 11 и 13 запуска и останова также предусмотрены для начала и окончания последовательности обработки. Селекторная кнопка 15 позволяет оператору выбирать конкретную программу, которой необходимо следовать. Эти программы могут включать в себя различные последовательности обработки, необходимые для выпекания различных видов хлеба, или, альтернативно, различные последователь-

ности обработки, необходимые для сбрасывания желаемого типа масла. Камера 6 обработки с возможностью отсоединения принимает прямоугольную подкладку 10, имеющую ручку 17 [7].

Рассмотрим также патент CN206760638 U. Иллюстрация к данному патенту отсутствует, что усложняет ее анализ. Тем не менее, на основе имеющихся данных можно сказать, что в этом изобретении предлагается машина для производства масла, содержащая смесительный резервуар, двигатель и группу рабочих колес; с верхней стороны «ботинка» в верхней части монтажной части, другая сторона снабжена частью отверстия, электродвигателем, установленным на монтажной части; сопротивление лопасти, электрически соединенное с органической группой, и перемешивание для расширения в цилиндр; край монтажной части прикреплен к вращающемуся внешнему колпачку и внутреннему колпачку, внешнему колпачку и внутренней крышке, закрывающей обе части отверстия; прикрепленный к внешней стенке смесительного бака, представляет собой электромагнитный механизм, электромагнитный механизм снабжен электромагнитом, электромагнит снабжен соответствующим внутренним покрытием. Настоящее изобретение может эффективно улучшить коэффициент безопасности масла [8].



Машина содержит смесительный резервуар, двигатель и группу лезвий; сторона верхней части емкости для перемешивания имеет монтажный участок, другая боковая часть снабжена отверстием, двигатель установлен на монтажной части; указанный электродвигатель электрически соединен с ним и проходит в смесительную емкость внутри; край монтажной части установлен с возможностью вращения с крышкой и внутренней крышкой, указанная наружная крышка и внутренняя крышка закрывают открытую часть; смесительная чаша наружной стенки, прикрепленной к электромагнитному механизму, снабженная электромагнитом, причем внутренняя крышка, соответствующая упомянутому электромагниту, снабжена таблеткой [8].

Итак, чтобы получать качественное масло, необходимо правильно выбрать маслобойку, которая будет соответствовать заданным требованиям. Можно увидеть на рынке самый широкий выбор продукции, которая отличается между собой по производительности, материалу, качеству, стоимости и другим параметрам.

#### Заключение

Подведем итоги.

- 1. Бытовые устройства для приготовления масла подходят для переработки небольшого объема молока. Они имеют компактные размеры при большой производительности. По качеству работы ничуть не уступают промышленным. Их удобно хранить и переносить, т.к. весят они не более 10 кг. При этом за 1 час могут переработать до 50 литровмолока.
- 2. Маслобойки для домашнего использования бывают двух видов: электрические и ручные. Первые экономят силы и их лучше использовать для приготовления большого количества масла. Работа механических устройств не зависит от электричества и их можно использовать даже на открытом воздухе. Оборудование с электродвигателем необходимо выключать через каждые полчаса работы во избежание перегрева.
- 3. Как правило, маслобойки производят из нержавеющей стали, алюминиевых сплавов, поликарбоната и даже стекла. Стоит обращать внимание не только на материал корпуса и других деталей, но и двигателя. Выбор следует делать исходя из практичности и надежности. Как известно, металлы обладают всеми этими качествами. Однако при бережном обращении и пластик прослужит несколько десятилетий.
- 4. Скорость вращения влияет на время взбивания молока в масло. Электродвигатель здесь оказывается лидером.

5. Большинство рассмотренных маслобоек в качестве рабочих органов используют различного типа лопатки, лопасти и пр., достаточно эффективно перемешивающие масложировую смесь. Однако такой способ имеет существенные недостатки: процесс сбивания занимает длительный период времени (до двух часов), что повышает его энергоёмкость, а непосредственный контакт масложировой смеси с рабочими органами снижает качество масла из-за его загрязнения частицами механического износа.

#### Список литературы

- 1. Лазуткина, С. А. Оценка амплитудно-частотных характеристик устройства для «бесконтактного» сбивания сливок / А. А. Симдянкин, С. А. Лазуткина, Е. Е. Симдянкина // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2010. № 9. С. 43—44.
- 2. Лазуткина, С. А. Разработка акустического маслоизготовителя с обоснованием конструктивных и режимных параметров : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Лазуткина Светлана Александровна; [Место защиты: Пенз. гос. с.-х. акад.]. Москва, 2012. 139 с.
- 3. Прохоренко, Е. В. Разработка и исследование вибрационного электромагнитного двигателя : автореф. дис. ... кандидата технических наук : 05.13.05 / Новосиб. гос. техн. ун-т. Новосибирск, 2003. 19 с.
- 4. Смелягин, А. И. Синтез и исследование машин и механизмов с электромагнитным приводом. Новосибирск : Изд-во. Новосиб. университета, 1991. 248 с.
- 5. Патент РФ 2267917 // http://www.findpatent.ru/patent/226/2267917.html (дата обращения 01.02.2018).
- 6. Патент РФ 2028755 // http://www.findpatent.ru/patent/202/2028755.html (дата обращения 01.02.2018).
- 7. Патент US 5463936 A // http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect2=PTO1&Sect2=HITOFF &p=1&u=/netahtml/PTO/search-bool.html&r=1&f=G &l=50&d=PALL&RefSrch=yes&Query=PN/5463936 (дата обращения 01.02.2018).
- 8. Патент CN206760638 (U) 2017-12-19 // https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?CC=CN&NR=206760638U&KC=U&FT=D# (дата обращения 01.02.2018).
- 9. Патент № 2446695 Способ приготовления сливочного масла // http://allpatents.ru/ patent/2446695.html (дата обращения 01.02.2018).
- 10. Патент №2425486 Устройство для бесконтактного сбивания сливок // http://allpatents.ru/patent/2425486.html (дата обращения 01.02.2018)

#### **OVERVIEW OF THE DEVICE OF MODERN OILS**

**Dobrynin Roman A.**, Aspirant, Department of technical operation of transport, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva, dobrynin-ra@mail.ru

The purpose of the study was to study the market and the device of modern oil beads. To date, there are many technologies for obtaining and whipping oil. The market offers churns of the most diverse types and devices, the key difference between which is observed in the volumes and rates of oil production. The level of performance is also influenced by a large number of factors, and among them there are tank capacity, nominal load, engine speed and others. However, of particular interest for the study are vibrational electromagnetic



mechanisms (VEM), in which the working element is combined with the motor. This design is devoid of intermediate mechanisms, thereby improving the processability and reliability of the entire device. The article gives a patent review of the device of modern oil beams containing just such a mechanism. The complexity of the review was that there are not very many patents for churn, most of the patents have already become obsolete, since they were registered in the late 19th and early 20th centuries. Among the modern patents, the most appropriate research topics were selected and analyzed. At the end of the article, we summarize the conclusions. The author comes to the conclusion that household devices for cooking oil are suitable for processing a small amount of milk. The quality of work is not inferior to industrial. They are convenient to store and carry, because they weigh no more than 10 kg. Thus for 1 hour can process up to 50 liters. Masloboyki for home use are of two types: electric and manual. As a rule, churners are made of stainless steel, aluminum alloys, polycarbonate and even glass. The speed of rotation affects the time of whipping the milk into the oil. Most of the oil beads considered as working bodies use a different type of blade, blades, etc., which effectively mix the oil and fat mixture. However, this method has significant drawbacks: the churning process takes a long period of time, which increases its energy capacity, and direct contact of the oil and fat mixture with working elements reduces the quality of the oil due to its contamination by particles of mechanical wear.

**Key words:** production of butter and cream, churn, vibrating electromagnetic mechanisms, whipping of oil, patent review of oil beads, vibratory organs of oil churns.

#### Literatura

- 1. Lazutkina S.A. Ocenka amplitudno-chastotnyh harakteristik ustrojstva dlya «beskontaktnogo» sbivaniya slivok / A.A. Simdyankin, S.A. Lazutkina, E.E. Simdyankina // Traktory i sel'skohozyajstvennye mashiny. − 2010. − № 9. − S. 43–44.
- 2. Lazutkina S.A. Razrabotka akusticheskogo masloizgotovitelya s obosnovaniem konstruktivnyh i rezhimnyh parametrov : dissertaciya ... kandidata tekhnicheskih nauk : 05.20.01 / Lazutkina Svetlana Aleksandrovna; [Mesto zashchity: Penz. gos. s.-h. akad.]. Moskva, 2012. 139 s.
- 3. Prohorenko E.V. Razrabotka i issledovanie vibracionnogo ehlektromagnitnogo dvigatelya : avtoreferat dis. ... kandidata tekhnicheskih nauk : 05.13.05 / Novosib. gos. tekhn. un-t. Novosibirsk, 2003. 19 s.
- 4. Smelyagin A.I. Sintez i issledovanie mashin i mekhanizmov s ehlektromagnitnym privodom. Novosibirsk: Izd-vo. Novosib. universiteta, 1991. 248 s.
- 5. Patent RF 2267917 // http://www.findpatent.ru/patent/226/2267917.html (data obrashcheniya 01.02.2018).
- 6. Patent RF 2028755 // http://www.findpatent.ru/patent/202/2028755.html (data obrashcheniya 01.02.2018).
- 7. Patent US 5463936 A // http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect2=PTO1&Sect2=HITOFF&p=1&u=/netahtml/PTO/search-bool.html&r=1&f=G&l=50&d=PALL&RefSrch=yes&Query=PN/5463936 (data obrashcheniya 01.02.2018).
- 8. Patent CN206760638 (U) 2017-12-19 // https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?CC=CN&NR=206760638U&KC=U&FT=D# (data obrashcheniya 01.02.2018).
- 9. Patent № 2446695 Sposob prigotovleniya slivochnogo masla // http://allpatents.ru/patent/2446695. html (data obrashcheniya 01.02.2018).
- 10. Patent №2425486 Ustrojstvo dlya beskontaktnogo sbivaniya slivok // http://allpatents.ru/patent/2425486.html (data obrashcheniya 01.02.2018).



УДК 591.132.7:636.085.57

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТОВ В ВИДЕ ВИТАМИНСОДЕРЖАЩИХ ПРЕПАРАТОВ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОКА И ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ТВОРОГА, ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ НЕГО

**КАШИРИНА Лидия Григорьевна,** заведующий кафедрой анатомии и физиологии сельскохозяйственных животных, доктор биологических наук, профессор. Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, kashirina@rgatu.ru

**ИВАНИЩЕВ Константин Александрович,** аспирант кафедры анатомии и физиологии сельскохозяйственных животных. Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, konstantinivanishev@mail.ru

Целью исследований являлось изучение продуктивности коров и жирнокислотного состава творога, изготовленного из цельного молока, полученного от новотельных коров, под влиянием атиок-



сидантов «Е-селен» и «Бутофан». В задачи исследований входило изучение: продуктивности коров, выхода творога и определение в нем мононенасыщенных жирных кислот (МНЖК) и полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК).Объектами изучения служили 3 группы новотельных коров-аналогов, контрольная и две опытные, по 4 головы в каждой. Животным опытной группы 1 были произведены инъекции препарата «Е-селен», опытной группе 2 «Бутофан», животные контрольной группы были интактными. Начиная со второго месяца лактации в конце 1, 3 и 5 месяцев отбирали пробы молока утренней дойки от каждой головы по группам, из которого готовили творог традиционным кислотным способом. Полученная продукция анализировалась в ООО "Московская независимая лаборатория качества сырья и пищевых продуктов", на оборудовании аппаратно-программного комплекса для медицинских исследований на базе хроматографа "Хроматэк - Кристалл 5000". В твороге были определены мононенасыщенные жирные кислоты и полиненасыщенные жирные кислоты. По результатам исследований было установлено положительное влияние антиоксидантов на процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ) в организме коров, которое оказало влияние на состав молока, из которого был изготовлен творог. Выявлена взаимосвязь между качественным составом молока и выходом творога, полученного из него. Установлено увеличение количества ненасыщенных жирных кислот в твороге и взаимозаменяемость мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот и их взаимосвязь.

**Ключевые слова:** лактирующие коровы, антиоксиданты, творог, ненасыщенные жирные кислоты, процессы перекисного окисления липидов.

#### Введение

Молоко и молочные продукты занимают одно из ведущих мест в пищевом рационе человека и очень важны для сбалансированного питания. Доля молочной продукции в структуре продовольственной корзины составляет от 20 до 30%. Увеличение производства и улучшение качества молочной продукции во многом зависит от здоровья животных, их продуктивности и качества продукции. В условиях промышленной технологии содержания молочного скота у животных возникают стрессы, наносящие значительный вред их здоровья и качеству, получаемой продукции. Причинами неспецифических адаптивных стресс - реакций могут быть: нарушение установленной системы кормления, изменение микроклимата, несоблюдение ветеринарно-санитарных правил содержания животных, различные физиологические состояния организма - лактационные периоды, роды и другие. В основе адаптивных реакций, влияющих на снижение резистентности организма и возникновение патологий, все большее внимание исследователей привлекают процессы перекисного окисления липидов и состояние системы антиоксидантной защиты организма.

Изменение функционального состояния системы антиоксидантной защиты и интенсивности процессов перекисного окисления липидов является неотъемлемым компонентом метаболических реакции организма на действие стресс-факторов. Поэтому изучение перекисного окисления липидов и системы антиоксидантной защиты у новотельных коров, в связи с отелом, является весьма актуальным. Между кровью и молочной железой в организме лактирующих животных существует тесная взаимосвязь, которая осуществляется при участии нервных и гуморальных механизмов.

Продукты перекисного окисления липидов (ПОЛ) образуются в клетках организма в результате постоянно протекающих реакции. В норме процессы образования и расходования этих веществ хорошо сбалансированы, что определяет их относительно низкое содержание [2]. Усиление процессов ПОЛ приводит к целому комплексу из-

менений в организме, снижению активности ряда ферментных систем, угнетению синтеза белка и т.д.

В живых организмах существует антиоксидантная система, которая защищает его от чрезмерного образования свободных радикалов. Однако, при длительном воздействии на организм животных неблагоприятных факторов, функциональные резервы её могут истощаться, и в этом случае антиоксидантная система не будет в полной мере справляться с регуляцией свободнорадикальных реакций. Такое состояние организма называют окислительным стрессом [1]. Окислительные процессы, происходящие в организме лактирующих животных, отрицательно влияют как на функцию молочной железы, так и на состав молока, что отражается на качестве продуктов, изготавливаемых из него. Антиоксиданты – это специфическая группа химических веществ различного состава, обладающих способностью тормозить цепные реакции перекисного окисления липидов на разных стадиях и замедлять окислительно-восстановительные процессы в организме [2].

Для увеличения удоев коров и получения молока с улучшенными качествами производители применяют различные приемы. Одним из способов увеличения продуктивности и при этом сохранения здоровья животных является использование антиоксидантных препаратов, которые не только препятствуют и нейтрализуют продукты перекисного окисления в организме, но улучшают состав крови [3], а следовательно и состав молока.

Наиболее целесообразно использование антиоксидантов для новотельных коров. Так как в их организме ярко выражены окислительные реакции на фоне инволюционных процессов в молочной железе в послеродовой лактационный период. Известно, что в механизме инволюции важная рольотводится процессам аутофагоцитоза, которые обычно сопровождаются повышенной интенсивностью перекисного окисления липидов. Продукты ПОЛ необходимы для осуществления многих биохимических процессов, но наличие их в организме в больших количествах оказывает отрицательное



влияние на обменные процессы. В целях сохранения гомеостаза цепные реакции ПОЛ ингибируются антиоксидантной системой [5,6,7,8].

В периоды напряженного физиологического состояния организма, для того чтобы противостоять окислительному стрессу, животным необходимо вводить дополнительно антиоксидантные препараты, которыми являются витаминсодержащие средства. В нашем эксперименте были использованы антиоксиданты «Е-селен» и «Бутофан».

«Е-селен» содержит действующие вещества селенит натрия и ацетат токоферола. Витамин Е регулирует окислительно-восстановительные процессы и влияет на углеводно-жировой обмен, усиливает действие витаминов А, С, К, D<sub>3</sub>, оказывает влияние на состояние иммунитета и общую сопротивляемость организма.

«Бутофан» содержит бутафосфан и цианкобаламин. Бутафосфан стимулирует метаболические процессы в организме. Цианкобаламин активизирует образование витамина  $B_{12}$ , процессы кроветворения и др.

Вышеуказанные препараты выпускаются отечественными производителями, но функция их как антиоксидантов не изучена.

Целью исследований являлось изучение продуктивности коров и жирнокислотного состава творога, изготовленного из цельного молока, полученного от новотельных коров, под влиянием атиоксидантов «Е-селен» и «Бутофан». В задачи исследований входило изучение: продуктивности коров, выхода творога и определение в нем мононенасыщенных жирных кислот (МНЖК) и полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК).

## Материал и методы исследования

Эксперимент был проведен в ООО «Заря» Рязанского района Рязанской области на 12 головах новотельных коров черно-пестрой породы, сформированных в три группы - контрольную и две опытные по 4 головы в каждой. Группы формировались из коров аналогов в возрасте 3 лет с учетом происхождения, стадии лактации, живой массы. Продолжительность исследований составляла 150 дней.

Животные всех групп были клинически здоровы, получали хозяйственные рационы. Рационы были одинаковы, сбалансированы по питательным веществам и соответствовали нормам РАСХН [3].

Контрольная группа животных была интактной. Коровам первой опытной группы производились инъекции препарата «Е-селен» внутримышечно в дозе 10 мл на голову один раз в месяц в течение 5 месяцев, начиная со второго месяца лактации. Животным второй опытной группы в эти же периоды производились инъекции препарата «Бутофан» в той же дозе, в те же периоды.

Витаминсодержащее средство «Е-селен» содержит действующие вещества селенит натрия и токоферола ацетат. Витамин Е регулирует окислительно-восстановительные процессы и влияет на углеводножировой обмен, усиливает действие ряда витаминов, оказывает влияние на состояние иммунитета и общую сопротивляемость организма. Селен способствует выведению токсических веществ из организма и повышению иммунитета животных. В качестве антиоксиданта селен защищает организм от сердечных заболеваний, усиливает иммунитет, влияет на репродуктивные функции, предотвращает разрушение печени, соединяясь с тяжелыми металлами выводит их из организма.

«Бутофан» в качестве действующих веществ содержит бутафосфан и цианкобаламин. Бутафосфан стимулирует метаболические процессы в организме, способствует улучшению функции печени, миокарда, костной ткани, гладкой мускулатуры, нормализует уровень кортизола в крови, а также усиливает репаративные свойства органов и тканей [2]. Цианкобаламин активизирует образование витамина В<sub>12</sub>, процессы кроветворения, синтез нуклеиновых кислот, восстанавливает уровень лимфоцитов-супрессоров, участвует в синтезе метионина, способствует образованию гликогена, мобилизует запа-сы энергии, необходимые для образования дезоксирибозы и синтеза ДНК [3].

В качестве антиокстдантов эти препараты применены впервые.

В конце 1,3 и 5 месяцев лактации отбирали пробы молока утренней дойки от каждой группы коров по 15 л, из которых готовили творог традиционным кислотным способом. Технологический процесс производства творога включал: подготовку молока, получение сырья требуемого состава, очистку, пастеризацию, охлаждение до температуры заквашивания, заквашивание, сквашивание, дробление сгустка, отделение сыворотки, охлаждение творога, фасовку [4]. Полученный творог анализировался в ООО "Московская независимая лаборатория качества сырья и пищевых продуктов", на оборудовании - аппаратно-программного комплекса для медицинских исследований на базе хроматографа "Хроматэк-Кристалл 5000".

## Результаты исследований

Продуктивность коров изучали на протяжении пяти месяцев лактации после отела. В эти же периоды отбирали пробы молока для изготовления творога.

Известно, что «разгар лактации» приходится на третий месяц после отела, т.е. на февраль. В последующие месяцы наступает период спада. Однако под влиянием атиоксидантов на третьем месяце лактации в опытных группах коров заметно увеличился среднесуточный удой, улучшилось качество молока, повысились жирность и белковая составляющая.

ГОСТ Р 52054-2003 и технический регламент на молоко, предъявляют высокие требования к его качеству, поэтому изучение состава и свойств молока коров, полученного под влиянием антиоксидантов, является актуальным [1].

Как видно из таблицы 1, различия между показателями во всех группах были значительными, начиная с 3-го месяца лактации. С 4-го месяца лактации, наблюдалось падение вышеуказанных показателей. Полагаем, что это связано с усилени-



ем процессов ПОЛ на 3-м и 4-м месяцах лактации, с начавшейся инволюцией секреторного эпителия в молочной железе у новотельных коров, которая и привела к снижению молочной продуктивности.

Известно, что в механизме этой инволюции важная роль отводится процессам аутофагоцитоза, а они обычно сопровождаются повышенной интенсивностью ПОЛ [6].

Таблица 1 – Показатели продуктивности и качества молока коров (n=4)

Группы коров	Суточный удой, кг	Содержание жира, %	Кол-во жира, в граммах	Содержание белка, %	Кол-во белка, в граммах			
	1-й месяц лактации							
Контрольная	24,2±4,31	3,72±0,26	895,9±117,5	3,12±0,09	754,7±120,8			
Опытная 1	24,7±4,78	3,55±0,18	872,9±139,8	3,08±0,06	763,7±147,7			
Опытная 2	24,7±7,27	3,60±0,30	629,4±363,1	3,06±0,13	758,9±200,7			
		2-й месяц	лактации					
Контрольная	22,7±7,36	3,63±0,37	806,2±191,2	3,17±0,11	722,6±240,7			
Опытная 1	25,7±5,60	3,68±0,12	942,8±176,1	3,11±0,05	798,1±160,6			
Опытная 2	31,5±5,80	3,46±0,40	982,5±135,1	3,01±0,17	862,4±159,5			
	3-й месяц лактации							
Контрольная	22,5±11,1	3,81±0,26	836,1±365,9	3,14±0,08	704,8±330,4			
Опытная 1	27,0±6,68	3,75±0,19	1003,1±198,2	3,11±0,07	837,7±189,6			
Опытная 2	33,0±10,9*	3,58±0,31	1162,8±335,9	3,08±0,01	1008,1±314,3*			
		4-й месяц	лактации					
Контрольная	22,0±4,9	3,77±0,21	822,1±134,8	3,12±0,07	684,4±136,9			
Опытная 1	24,7±5,6	3,55±0,07	876,2±184,9	3,04±0,01	751,9±167,9			
Опытная 2	24,2±6,1	3,69±0,29	884,8±170,6	3,15±0,09	762,5±177,7			
	5-й месяц лактации							
Контрольная	24,5±9,1	3,65±0,15	869,9±295,5	3,11±0,07	758±271,4			
Опытная 1	25,0±6,0	3,67±0,08	913,7±201,6	3,08±0,03	770,9±179,6			
Опытная 2	22,2±8,5	3,85±0,23	842,4±266,1	3,14±0,07	694,9±249,3			

Примечание: здесь и далее условные обозначения достоверности разницы показателей по сравнению с контрольной группой \* -  $p \le 0.05$ ; \*\* -  $p \le 0.01$ ; \*\*\* -  $p \le 0.001$ 

Для установления влияния антиоксидантов на качество молочной продукции был приготовлен творог из цельного молока традиционным способом.

Творог – белковый кисломолочный продукт переработки молока, пользующийся большим спросом у населения. Изготавливают его путем сквашивания пастеризованного и нормализованного

цельного или обезжиренного молока с последующим отделением из стустка части сыворотки и прессования белковой массы. Для сквашивания применяют закваски - культуры молочнокислых бактерий. Содержание жира в твороге от 0 до 18%, белков от 14 до 16%. В составе творога минеральные вещества: кальций, фосфор, железо, магний и другие, аминокислоты - метионин и лизин и другие [4].

Таблица 2 – Выход творога, приготовленного из цельного молока, в кг (n= 3)

Периоды отбора проб	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2
Январь	1,250±7,63	1,200±10,0**	1,100±5,0***
Март	0,804±5,03	1,500±5,0***	1,100±5,0***
Апрель	1,000±7,63	1,130±10,0**	1,130±13,23**

Выход творога, полученного из цельного молока в разные периоды отбора проб от разных групп коров был различен (табл. 2). В марте месяце в опытных группах 1 и 2 выход его был достоверно выше по сравнению с контрольной группой на 696 г, на 296 г соответственно, что напрямую связано с показателями содержания жира и белка в молоке в этот период. В апреле месяце выход творога в опытных группах был одинаков и достоверно выше, чем в контроле на 130 г. Эти данные согласуются с показателями продуктивности и, в частности, с содержанием жира и белка в молоке коров в эти периоды, которые влияли на выход творога и его жирнокислотный состав.

В твороге, приготовленном из цельного молока, был определен состав непредельных жирных кислот - мононенасыщенных (МНЖК) и полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) (таблица 3).

В строении непредельных жирных кислотах имеются двойные ненасыщенные связи, наличие которых определяет важнейшее их свойство - способность к перекисному окислению. Перекисное окисление оказывает влияние на проницаемость клеточных мембран, снижение уровня холестери-



на в крови и способствует повышению иммунитета. Мононенасыщенные жирные кислоты олеиновая, пальмитолеиновая миристолеиновая, и обладают свойством синтезироваться организмом из насыщенных жирных кислот и углеводов.

Содержащийся в МНЖК стерин – р-ситостерин отвечает за снижение холестерина в крови, образуя нерастворимый комплекс с холестерином он препятствует его всасыванию.

Концентрация олеиновой кислоты в группах была почти на одном уровне, но выше, чем в контроле. В мартовских пробах содержание пальмитиновой кислоты возросло во всех группах, в контроле на 4,03%, в опытной 1 на 5,54% и в опытной группе 2 на 3,22%. Значительнее эти показатели были в опытной группе 1, по сравнению с контролем разница составила 1,51% и по сравнению с опытной группой 2 2,32%. В твороге, приготовленном из апрельского молока, содержание пальмитиновой кислоты снизилось и по сравнению с пробами, отобранными в марте во всех группах и разница была довольно значительной особенно в контрольной и опытной группе 1, соответственно на 3,82% и 3,35%, в опытной группе 2 разница составила всего 0,5%. Это свидетельствует об активной работе антиоксидантной системы коров под влиянием препарата «Бутофан», влияние которого проявилась спустя определенное время, которое было необходимо для накопления его потенциала действия в организме.

Содержание миристиновой кислоты в твороге имело свои особенности, оно было в 2 с лишним раза ниже, чем олеиновой и пальмитиновой кислоты. В твороге, приготовленном из молока, полученного от коров в марте месяце содержание ее увеличилось по сравнению с январскими показателями (в %) в контрольной группе на 1,39, в опытной 1 на 1,35 и в опытной 2 на 0,95. В апрельских пробах наблюдалось снижение величины миристиновой кислоты по сравнению с матровскими пробами (в %): в контроле на 1,40, в опытной группе 1 на 0,61 и в опытной группе 2 на 0,72.

Основные представители полиненасыщенных жирных кислот – линолевая, линоленовая, арахидоновая. Эти кислоты не только входят в состав

клеток, но участвуют в обмене веществ, обеспечивают процессы роста, оказывают влияние на содержание токоферола. ПНЖК не синтезируются организмом, поэтому считаются незаменимыми наравне с некоторыми аминокислотами и витаминами

Наибольшей биологической активностью обладает арахидиновая кислота, которой мало в продуктах питания, но при участии витамина В6 она может быть синтезирована организмом из линолевой кислоты, концентрация ее в твороге из молока коров, отобранном в разные периоды была стабильной. Небольшие изменения в сторону уменьшения отмечены в пробах, изготовленных из молока, полученного в апреле в опытных группах. Очевидно это происходило под влиянием антиоксидантных препаратов, которые активизировали свою работу к апрелю месяцу, что и повлияло на вышеуказанные показатели.

Концентрация линолевой кислоты в твороге была самой высокой по сравнению с другими кислотами во всех группах во все периоды отбора проб. На порядок выше, чем арахидиновой и линоленовой. Содержание ее в твороге, изготовленном из молока коров, полученном в марте месяце было выше по сравнению с январем эта разница составила (в %) в контроле 0,20, в опытной группе 1 - 0,54 и в опытной группе 2 - 0,38. В пробах апреля величина этого показателя уменьшалась (в %): в контрольной группе, опытной 1 и опытной 2 соответственно на 0,47; 0,30 и 0,34, то есть уменьшение в опытных группах было менее значительным, что характеризовало работу витаминных препаратов, позволяющих удерживать показатели на более высоком уровне.

Содержание линоленовой кислоты по сравнению с другими ПНЖК кислотами стабильно увеличилось в твороге мартовских и апрельских проб. Если в марте месяце по сравнению с январскими показателями различия были незначительными, то в апреле в опытных пробах они значительно возросли в опытной группе 1 на 0,37% и опытной группе 2 на 0,25%, что так же характеризует активизацию работы антиоксидантной системы под влиянием витаминсодержащих препаратов.

Таблица 3 – Жирнокислотный состав творога, приготовленного из цельного молока (в %)

Наиме-		Мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК)							
нование		Январь	)	Март			Апрель		
кислот	Контроль	Опытн.1	Опытн.2	Контроль	Опытн.1	Опытн.2	Контроль	Опытн.1	Опытн.2
Олеино- вая	21,01±2,2	17,68±2,2	19,82±2,2	21,87±2,2	17,94±2,2	21,60±2,2	21,78±2,2	25,43±2,2	21,77±2,2
Пальми- тиновая	25,84±2,2	27,44±2,2	27,62±2,2	29,87±2,2	32,98±2,2	30,84±2,2	26,05±2,2	29,63±2,2	30,34±2,2
Мири- стино- вая	8,75±2,2	8,90±2,2	9,52±2,2	10,14±2,2	10,25±2,2	10,47±2,2	8,74±2,2	9,64±2,2	9,75±2,2
	Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК)								
Линоле- вая	3,60±0,4	3,41±0,4	3,66±0,4	3,90±0,4	3,95±0,4	4,04±0,4	3,43±0,4	3,65±0,4	3,70±0,4



### Продолжение таблицы 3

Арахи- диновая	0,20±0,4	0,21±0,4	0,18±0,4	0,20±0,4	0,21±0,4	0,20±0,4	0,20±0,4	0,19±0,4	0,17±0,4
Линоле- новая	0,40±0,4	0,33±0,4	0,42±0,4	0,45±0,4	0,35±0,4	0,51±0,4	0,46±0,4	0,72±0,4	0,76±0,4

#### Выводы

Использование препаратов «Е-селен» и «Бутофан» нормализовало процессы перекисного окисления липидов в организме новотельных коров.

Препарат «Е-селен» обладает антистрессовым и выраженным антиоксидантным свойством. Селен способствуя усвоению ряда витаминов, таких как Е, А, С, К, обеспечивал нормальную функцию печени, интенсивность обменных процессов, влиял на переваримость питательных веществ. Витамин Е, входящий в состав препарата, регулировал окислительно-восстановительные процессы организме и влиял на углеводно-жировой обмен, усиливая действие витаминов снижал стрессовые ситуации, что так же положительно влияло на удой и состав молока. На клеточном уровне недостаток селена ведет к нарушению целостности клеточных мембран, снижению активности ферментов, накоплению кальция внутри клеток, нарушению метаболизма аминокислот. Поэтому так важно использовать для новотельных лактирующих коров. Таким образом, введение препарата «Е-селен» коровам опытной группы 1 влияло как на продуктивность, так и на качество продукции, полученной от них. Творог, приготовленный из цельного молока коров опытной группы 1, выгодно отличался по жирнокислотному составу от творога коров контрольной группы.

Входящий в состав «Бутофана» бутафосфан способствовал улучшению функции печени, стимулировал преобразование АДФ в АТФ, повышал двигательную активность гладкой мускулатуры. Применение препарата на новотельных коровах опытной группы 2 оказало влияние на их продуктивность и качественный состав молока. Выход творога, приготовленного из молока коров этой группы был выше, чем в контроле. Применение препарата удерживало показатели антиоксидантной активности в организме животных на высоком уровне до конца исследований. Количество ненасыщенных жирных кислот в твороге, полученном из цельного молока коров, под влиянием этого препарата увеличилось и повлияло на улучшение его жирнокислотного состава.

#### Список литературы

1. Владимиров Ю.А. Свободные радикалы и

анитиоксиданты [Текст] / Ю.А. Владимиров //Вестник РАМН. – 1998. – 7. –С.43-57.

- 2. Голиков, П.П. Механизм активации перекисного окисления липидов и мобилизации эндогенного ан-тиоксиданта а-токоферола при стрессе [Текст] /П.П. Голиков, Б.В. Давыдов, С.Б. Матвеев //Вопросы медицинской химии. 1987. Т. 33. № 1. С. 47-50.
- 3. Гуськов А.М. Повышение репродуктивной способности животных методом ингибирования перекис-ного окисления липидов [Текст] / А.М. Гуськов, Г.Е. Дарий // Тезисы докладов РАСХН. М., 1993. -№2. С. 71-73.
- 4. Кармолиев Р.Х. Биохимические процессы при свободнорадикальном окислении и антиоксидантной защите. Профилактика окислительного стресса у животных[Текст] /Р.Х. Кармлиев //Сельскохозяйственная биология. 2002. №2. С 19-28.
- 5. Каширина, Л.Г. Перекисное окисление липидов и антиоксидантная защита организма у молочных коров разной продуктивности [Текст] / Л.Г. Каширина, А.В. Антонов, И.А. Плющик // Вестник РГАТУ. 2013. № 1. С. 8-12.
- 6. Каширина Л.Г., Иванищев К.А., Романов К.И. Продуктивность и качество молока коров под влияни-ем препаратов «Е-селен» и «Бутофан» [текст] / Каширина Л.Г., Иванищев К.А., Романов К.И.// Вест-ник РГАТУ им. П.А. Костычева 2016. №4. С.15-19.
- 7. Молоко, молочные продукты и консервы молочные: технические условия: сборник. М.: Стандар-тинформ, 2008. 327 с.
- 8. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных [Текст] / А.П. Калашников, В.И. Фи-синин, В.В. Щеглов [и др.]. М.: Колос, 2003. 456 с.
- 9. Технология молока и молочных продуктов / Г.Н. Крусь, А.Г. Храмцов, С.В. Карпычев; под ред. А.М. Шалыгиной. М.: Колос, 2006. С. 55.
- 10. Яновая С.М. Химия жиров. М.: Издательство «НОРМА».
- 11. Chiaradia E. et al., Physical exercise, oxidative stress and muscle damage in racehorses/ E. Chiaradia, L. Aveilini, F. Rueca [et. al.] //Comp. Biochem. Mol. Biol. 1998. V. 119, N. 4. P. 833 836.

## THE INFLUENCE OF ANTIOXIDANTS IN THE FORM OF VITAMINOUS PREPARATIONS ON MILK QUALITY PARAMETERS AND FATTY ACID CONTENT OF CURD MADE OF IT

Kashirina, Lidiya G., Chair of the Faculty of Anatomy and Physiology of Agricultural Animals, Doctor of Biological Science, Full Professor, Ryazan Srtate Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, kashirina@rgatu.ru

Ivanischev, Konstantin Alexandrovich, Aspirant of the Faculty of Anatomy and Physiology of Agricultural Animals, Ryazan Srtate Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, konstantinivanishev@mail.ru



The aim of the research was studying the productivity of cows and the fatty acid content of curd made from whole milk of fresh cows, under the influence of antioxidants "E-selenium" and "Butofan". The research tasks included the study of the cows' productivity, the yield of curd and determining monounsaturated fatty acids (MUFAs) and polyunsaturated fatty acids (PUFAs) in it. The objects of the study were 3 groups of fresh cowsanalogues: the control and two experimental, 4 heads each. The animals of experimental group 1 were injected with preparation "E-selenium", those of experimental group 2 were injected with "Butofan" and the animals of the control group were intact. Beginning from the second month of lactation at the end of months 1, 3 and 5, samples of morning milk were taken from each cow in groups from which the curd was made with the traditional acid method. The obtained products were analyzed at JSC "Moscow Independent Laboratory for the Quality of Raw Materials and Food Products" with the help of a hardware-software complex for medical research based on chromatograph "Chromatech-Crystal 5000". Monounsaturated fatty acids and polyunsaturated fatty acids were identified in the curd. Based on the results of the research, the positive effect of antioxidants on the processes of lipid peroxidation (LPO) in the body of cows was established, which influenced the composition of milk which the curd was made of. The relationship between the quality composition of milk and the yield of curd obtained from it has been revealed. An increase in the amount of unsaturated fatty acids in curd and the interchangeability of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids and their interrelation have been established.

Key words: lactation cows, antioxidants, curd, desaturated fatty acids, processes of lipid peroxidation

#### Literatura

- 1. Vladimirov JU.A. Svobodnye radikaly i anitioksidanty [Tekst] / JU.A. Vladimirov //Vestnik RAMN. 1998. 7. –S.43-57.
- 2. Golikov, P.P. Mehanizm aktivacii perekisnogo okislenija lipidov i mobilizacii jendogennogo antioksidanta a-tokoferola pri stresse [Tekst] /P.P. Golikov, B.V. Davydov, S.B. Matveev //Voprosy medicinskoj himii. − 1987. − T. 33. − № 1. − S. 47-50.
- 3. Gus'kov A.M. Povyshenie reproduktivnoj sposobnosti zhivotnyh metodom ingibirovanija perekisnogo okislenija lipidov [Tekst] / A.M. Gus'kov, G.E. Darij // Tezisy dokladov RASHN. M., 1993. -№2. S. 71-73.
- 4. Karmoliev R.H. Biohimicheskie processy pri svobodnoradikal'nom okislenii i antioksidantnoj zashhite. Profilaktika okislitel'nogo stressa u zhivotnyh[Tekst] /R.H. Karmliev //Sel'skohozjajstvennaja biologija. 2002. №2. S 19-28.
- 5. Kashirina, L.G. Perekisnoe okislenie lipidov i antioksidantnaja zashhita organizma u molochnyh korov raznoj produktivnosti [Tekst] / L.G. Kashirina, A.V. Antonov, I.A. Pljushhik // Vestnik RGATU. 2013. № 1. S. 8-12.
- 6. Kashirina L.G., Ivanishhev K.A., Romanov K.I. Produktivnost' i kachestvo moloka korov pod vlijaniem preparatov «E-selen» i «Butofan» [tekst] / Kashirina L.G., Ivanishhev K.A., Romanov K.I.// Vestnik RGATU im. P.A. Kostycheva 2016. №4. S.15-19.
- 7. Moloko, molochnye produkty i konservy molochnye: tehnicheskie uslovija: sbornik. M.: Standartinform, 2008. 327 s.
- 8. Normy i raciony kormlenija sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh [Tekst] / A.P. Kalashnikov, V.I. Fisinin, V.V. SHHeglov [i dr.]. M.: Kolos, 2003. 456 s.
- 9. Tehnologija moloka i molochnyh produktov / G.N. Krus', A.G. Hramcov, S.V. Karpychev; pod red. A.M. SHalyginoj. M.: Kolos, 2006. S. 55.
  - 10. JAnovaja S.M. Himija zhirov. M.: Izdatel'stvo «NORMA».
- 11.Chiaradia E. et al., Physical exercise, oxidative stress and muscle damage in racehorses/ E. Chiaradia, L Aveilini, F. Rueca [et. al.] //Comp. Biochem. Mol. Biol. 1998. V. 119, N. 4. P. 833 836.





#### УДК 636.083.4:636.034

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ СРЕДСТВ ЛЕЧЕНИЯ И ПРОФИЛАКТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ КОПЫТЕЦ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОДУКТИВНОГО ДОЛГОЛЕТИЯ

ТУНИКОВ Геннадий Михайлович д-р с.-х. наук, профессор кафедры зоотехнии и биологии РУДНАЯ Антонина Владимировна, аспирант кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, хирургии, акушерства и внутренних болезней животных, rudnaya.antonina@yandex.ru КУЗНЕЦОВА Ирина Андреевна, аспирант кафедры зоотехнии и биологии, 6ocharova\_ira@mail.ru Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Целью исследований явилось определение наиболее эффективных методов лечения и профилактики заболеваний копытец крупного рогатого скота для увеличения его продуктивного долголетия в хозяйстве. Объект исследования: коровы голштинской породы в ЗАО «Победа» с. Захарово, Захаровского района, Рязанской области; лечебные препараты для обработки копытец гель "Солка" (Solka Hoof Gel), гель «Интра Хуф-фит гель» («Intra Hoof-fit Gel») и спрей «Интра Репидерма» («Repiderma» Intra Hoof-fit). Лечебную обработку копытец проводили у 42 высокопродуктивных коров весом 350-450 кг, возрастом от 3 до 4 лет, с признаками хромоты, поделив их на группы. Также проводили профилактическую обработку Интра Хуф-фит гелем у 20 коров без признаков повреждения конечностей. Изучена эффективность воздействия выбранных препаратов на поврежденные копытца. Эффективность обработки оценивали по полному восстановлению копытцевого рога. После пяти дней со дня обработки была выявлена следующая эффективность препаратов: гель Солка – 85,7%, Интра Хуф-фит гель – 100 %, спрей Интра Репидерма – 57,1% выздоровления. Выявлено, что обработка Интра Хуф-фит гелем наиболее эффективна и экономически выгодна. Полное заживление копытец происходило на четвертый-пятый день, в отличие от более длинных сроков заживления при использовании других препаратов. В качестве профилактики использование Интра Хуф-фит геля показало полное отсутствие повреждений копытец у опытной группы коров (100%), в то время как у контрольной группы животных был обнаружен межпальцевый дерматит у шести голов (60%).

**Ключевые слова:** коровы, копытца, болезни копытец, лечение, профилактика, молочная продуктивность, продуктивное долголетие.

#### Введение

У отечественных пород молочного скота за последние годы отмечается уменьшение сроков хозяйственного использования коров. Преждевременное выбытие дойных коров сокращает племенные ресурсы пород; это наносит экономический урон для отрасли в целом, что в итоге приводит к существенным материальным потерям в иностранной валюте, которые не всегда окупаются за счет высокой продуктивности животных [1, 9].

Повышение биологической продолжительности продуктивного использования коров молочных пород является одной из значимых проблем современного скотоводства. Коровы с высокими и рекордными показателями продуктивности, а также со стабильно хорошей молочностью на протяжении пяти и более лактаций являются генетическим резервом, обеспечивающим рост продуктивности животных молочных стад [2, 5]. Генетический потенциал стада отображают коровы-рекордистки с высокими пожизненными удоями, они же входят в активную его часть и соответственно принимают участие в совершенствовании породы [4].

Известно, что длительность использования сельскохозяйственных животных, когда корова сохраняет свои продуктивные способности, зависит от биологической продолжительности жизни, а также от условий содержания и кормления, невосприимчивости к заболеваниям, индивидуальной

наследственной обусловленности продуктивного долголетия [1].

От сохранения высокой продуктивности коров на протяжении многих лет зависит эффективность производства молока. Главным признаком становится долголетие, характеризующее приспособленность животного к условиям эксплуатации и содержания. Более продолжительный период животное может сохранять свои воспроизводительные, продуктивные и племенные качества только в том случае, когда обладает устойчивостью к болезням и хорошими адаптивными способностями к условиям среды [6]. Выбытие коров и нетелей по причине заболеваний копытец является одним из важнейших вопросов современного скотоводства, как за рубежом, так и в нашей стране. Для комфортного состояния и движения коровам необходимы здоровые ноги и копытца. При болезнях конечностей животные едят меньше, в результате чего снижается их продуктивность и качество получаемого молока [3, 12].

## Теоретическое обоснование исследований

В условиях промышленной технологии различные экзогенные и эндогенные факторы являются у коров причинами заболевания дистальной части конечностей. Среди этих факторов: несовершенная конструкция полов, нарушение санитарно-гигиенических норм, скученность содержания особей, гиподинамия, неполноценное и несбалансированное кормление коров; кроме того — первичные механические повреждения копытцевого рога с дальнейшим внедрением в ткани патогенной микрофлоры. Множество заболеваний

© Туников Г. М., Рудная А. В., Кузнецова И. А., 2018 г.



копытец связано с отсутствием за ними должного ухода; особенно это сопряжено с деформациями, неправильной постановкой конечностей, несвоевременным лечением, неподходящими профилактическими мероприятиями по борьбе с секундарной инфекцией и травматизмом. Все вышеперечисленные факторы ведут к возникновению патологии процесса кератинизации копытцевого рога, и, помимо этого, снижают способность организма животных к естественной резистентности, в частности к инфекциям [7].

Регулярный большой процент выбраковки коров указывает на сложную, многофакторную этиологию поражения конечностей, имеющую организационную, инфекционную и неинфекционную природу; это говорит также о недостаточной эффективности проводимых лечебно-профилактических мероприятий и применяемых ветеринарных препаратов и средств [8].

На производстве особое внимание уделяют не только лечению, но и профилактике, снижающей численность животных с заболеваниями. Таким образом, по сравнению с лечением возникающих патологий профилактическая расчистка копытец коров уменьшает расходы на 40-50% [3].

Сильно варьирует терапевтическая и профилактическая эффективность разработанных средств. К одним из препаратов, обладающих бактерицидным действием по отношению к возбудителям, относится гель для копытец "Солка". Гель Солка – препарат, предназначенный для ухода за копытцами, по внешнему виду представляет собой гель яркого синего цвета. В состав данного геля входят цинк и медь в хелатной форме, органические кислоты, адгезивные компоненты и формообразующие вещества. В денатурации белков микробной клетки заключается механизм действия препарата. Гель обладает адгезивными свойствами, после контакта с навозом его активность сохраняется, как и в условиях повышенной влажности [11, 13].

Не менее популярны среди препаратов для лечения копытец крупного рогатого скота Интра Хуффит гель и спрей Интра Репидерма. Интра хуффит гель – комплексный препарат для местного лечения, он эффективно борется с проблемами конечностей жвачных. Гель обладает прижигающим, кровоостанавливающим, противоотечным и антисептическим свойствами. После тщательной хирургической обработки и санации раны препарат накладывают на пораженный участок [10].

Интра Репидерма – спрей моментального действия без антибиотиков, используется в качестве гигиенического средства для поддержания здорового состояния чувствительных участков кожи и копытец коров. Основное действие спрея направлено на создание полупроницаемой защитной пленки на коже (копытцах), которая снимает раздражение, предотвращает шелушение, защищает от механических и внешних воздействий. В состав спрея входят хелатные соединения, обладающие свойствами поглощать и удерживать загрязнения окружающей среды на своей поверхности, не про-

пуская их в кожу. Спрей не содержит веществ, вызывающих необходимость периодов ожидания при производстве мяса и молока [14].

#### Теоретическое обоснование исследований

Причинами заболевания дистальной части конечностей у коров в условиях промышленной технологии являются различные экзогенные и эндогенные факторы. К ним относятся: скученность содержания животных, несовершенная конструкция полов, гиподинамия, нарушение санитарно-гигиенических норм, несбалансированное и неполноценное кормление животных, а также первичные механические повреждения с последующим внедрением в ткани патогенной микрофлоры. Многие заболевания копытец связаны с отсутствием должного ухода за ними, особенно это связано с неправильной постановкой конечностей, деформациями, несвоевременным лечением, неудачными профилактическими мероприятиями по борьбе с травматизмом и секундарной инфекцией. Все эти факторы приводят не только к появлению патологии процесса кератинизации копытцевого рога, но и снижают естественную резистентность организма животных к инфекции [7].

Постоянный высокий процент выбраковки животных свидетельствует о сложной, многофакторной этиологии поражения конечностей, имеющей как организационную, так и инфекционную и неинфекционную природу, о недостаточной эффективности проводимых лечебно-профилактических мероприятий и применяемых средств и ветеринарных препаратов [8].

Не только лечению уделяют особое внимание на производстве, но и профилактике, которая снижает количество особей с заболеваниями. Так, профилактическая расчистка копытец снижает затраты, связанные с лечением возникающих патологий, на 40-50 % [3].

Профилактическая и терапевтическая эффективность разработанных препаратов сильно варьирует. Одним из препаратов, обладающих бактерицидным действием на возбудителей, является гель для копытец "Солка". Гель Солка – препарат, предназначенный для ухода за копытцами, внешне представляет собой гель интенсивного синего цвета. В состав геля входят медь и цинк в хелатной форме, органические кислоты, адгезивные компоненты и формообразующие вещества. Механизм действия препарата заключается в денатурации белков микробной клетки. Гель обладает адгезивными свойствами, его активность сохраняется после контакта с навозом и в условиях повышенной влажности [11, 13].

Не менее популярны среди препаратов для лечения копытец крупного рогатого скота Интра Хуф-фит гель и спрей Интра Репидерма. Интра Хуф-фит гель – комплексный препарат для местного лечения, который эффективно борется с проблемами конечностей жвачных. Он обладает прижигающим, кровоостанавливающим, противоотечным, антисептическим свойствами. Препарат накладывают на пораженный участок после тщательной хирургической обработки и санации раны [10].



Интра Репидерма – спрей моментального действия без антибиотиков, используется в качестве гигиенического средства для поддержания здорового состояния чувствительных участков кожи и копытец. Основное действие направлено на создание полупроницаемой защитной пленки на коже (копытцах), которая снимает раздражение, предотвращает шелушение, защищает от механических и внешних воздействий. Хелатные соединения, входящие в состав спрея, обладают свойствами поглощать и удерживать загрязнения окружающей среды на своей поверхности, не пропуская их в кожу. Спрей не содержит веществ, вызывающих необходимость периодов ожидания при производстве мяса и молока [14].

#### Материал и методика исследований

Было проведено исследование крупного рогатого скота численностью 3500 голов на базе ЗАО «Победа» с. Захарово, Захаровского района, Рязанской области, для выявления животных с хирургическими болезнями копытец и определения их основных патологий.

В течение месяца проводилась ортопедическая диспансеризация всего дойного поголовья

крупного рогатого скота, в результате которой было отобрано 76 (2,2%) высокопродуктивных коров голштинской породы, весом 350-450 кг, возрастом от 3 до 4 лет, с признаками хромоты при ходьбе и в стоячем положении. Среди них было выявлено 34 головы с воспалениями суставов (44,7%), 24 головы – с межпальцевым дерматитом (31,6%), 18 голов – с язвой Рустергольца (23,7 %). Выявление патологий производили при осмотре стада во время выгула животных, постановка диагноза осуществлялась после фиксации животного в станке. Было сформировано 6 групп коров: три с дерматитами по 8 коров (группы 1, 2, 3) и три с язвой Рустергольца по 6 коров (группы 4, 5, 6) в каждой соответственно.

Диспансеризация проводилась в ноябре-декабре 2017 г., затем осуществляли лечение животных в сформированных группах. При лечении учитывались такие показатели как температура (Т°С), частота сердечных сокращений (ЧСС), частота дыхательных движений (ЧДД), степень выраженности хромоты (+), степень поражения копытец (D<sub>п</sub> – межпальцевый дерматит, A<sub>п</sub> – язва Рустергольца), которые представлены в таблице1

Дни лечения		1 день							
Животное									
	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа	5 группа	6 группа			
Показатель									
ЧСС (уд/мин)	75	75	74	69	75	70			
Температура (T <sup>o</sup> C)	38,5	37,9	38,4	37,9	38,5	37,9			
ЧДД (дв/мин)	33	34	31	34	33	34			
Выраженность									

D.

D.

Таблица 1 – Результаты проведения диспансеризации коров до начала лечения

Лечение проводилось общепринятыми методами, сразу же после фиксации и предварительной обработки копытец, которая заключалась в механической очистке, промывании водой и высушивании. Для исследования эффективности лечения были выбраны три препарата — гели для копытец Солка и Интра Хуф-фит гель, а также спрей Интра Репидерма, так как в ЗАО «Победа» для профилактики заболеваний дистального отдела конечности используют опрыскивание (орошение) копытец.

D.

хромоты

Степень поражения

В первой и четвертой группах применялся гель для обработки копытец Солка, во второй и пятой – Интра Хуф-фит гель, в третьей и шестой – спрей Интра Репидерма.

В целях проверки эффективности профилактического воздействия гелей для обработки копытец были отобраны еще две группы коров (опытная и контрольная) по 10 голов в каждой, весом 350-450 кг, возрастом 3-4 года, с отсутствием патологий копытец. Для опытной группы коров применялся

Интра Хуф-фит гель, так как именно он заявлен как средство, обладающее профилактическим эффектом. Данный гель применялся один раз в неделю в течение двух месяцев.

A,

A,

A,

По окончании срока обоих экспериментов был проведен окончательный осмотр всех групп животных, и установлены следующие результаты.

#### Результаты исследований

Исходя из данных таблицы 2, в первой и четвертой группах животных, с применением геля для копытец Солка, снижение хромоты наблюдалась на пятый день после обработки у 6 коров в каждой группе, что составило 75% и 100% соответственно. У всех подконтрольных животных данных групп уже после первой обработки на 5-й день отмечалось снижение хромоты и размеров пораженных участков. Полное выздоровление животных в этих группах отмечалось после второй обработки на 10-й день.

Во второй и пятой группах коров, с применением Интра Хуф-фит геля, полное выздоровление



наблюдалось на 5-й день лечения. Таким образом, процент выздоровления после первой обработки в каждой из этих групп составил 100%. При повторном осмотре на 10-й день клинические признаки хромоты полностью отсутствовали.

В третьей и шестой группах, с применением спрея Интра Репидерма, после первой обработки частичное выздоровление наблюдалось на 5-й день у пяти и трех коров, что составило 62,5% и 50% соответственно. После повторной обработки к моменту контрольного осмотра на 10-й день клинические признаки хромоты были выявлены у двух коров в шестой группе.

Таблица 2 – Динамика выздоровления коров опытных групп (гол / %)

Nº	5-й деі	нь лечения	10-й де	нь лечения
груп-	голов	процент	голов	процент вы-
ПЫ		выздоров-		здоровления
		ления		
1	6	75	8	100
2	8	100	-	-
3	5	62,5	8	100
4	6	100	-	-
5	6	100	-	-
6	3	50	4	66,7

При изучении профилактической эффективности Интра Хуф-фит геля в результате наблюдения за животными в течение двух месяцев нами получены следующие данные. Суточные надои у коров опытной группы увеличивались в сравнении с надоями животных контрольной группы на 0,5-1 литр, в среднем на 0.85 л (табл. 3).

Таблица 3 – Молочная продуктивность исследуемых коров

Группа	контрольная	опытная	контрольная	опытная
Показатели	1-й день	обработки	10-й день	обработки
Удой молока, кг	18,1	18,1	17,8	19,5
Жир, %	3,84±0,06	3,84±0,06	3,80±0,04	3,86±0,06
Белок, %	3,22±0,01	3,22±0,01	3,21±0,03	3,26±0,03

Внешних повреждений поверхности копытец не обнаружено. В контрольной же группе были обнаружены 6 случаев заболеваний дистального отдела конечностей в виде межпальцевого дерматита. Помимо исследований, были проведены расчеты экономической эффективности применения лечебных препаратов (табл. 4).

Таблица 4 – Экономические показатели

Показатель	Характеристика
Количество больных животных	42 головы
Средний удой на 1 голову в утки	22,4 л
Средний удой на 1 голову при потере продуктивности 28,5%	16 л
Стоимость одной единицы продукции: молока (за 1 л)	45,5 руб.
Зарплата ветеринарного врача: оклад оплата обработки одной головы	22500 pyб. 62,78+55=117,78 p.
Зарплата ветеринарного фель-	
дшера:	
оклад	15750 руб.
оплата обработки одной головы	43,94+55= 98,94 уб
Стоимость расходных материалодля лечения (в среднем на 1 гол	,
бинты (2 шт)	40,5 руб.
Н <sub>2</sub> О <sub>2</sub> (10 мл)	14 руб.
КМnO <sub>4</sub> (2 г)	5 руб.
раствор для влажной очистки (из рас- чета 15л готового раствора на 30 гол.	7,5 руб.

Продолжение таблицы 4

ветошь для сухой очистки (из расчета 5 м² материла на 30 гол.	1,5 руб.		
Стоимость препаратов для лече	ния 1 головы		
Гель для копытец Солка (Solka Hoof Gel) (10 мл)	67,9 руб.		
Интра Хуф-фит гель (Intra Hoof-fit Gel) (10 мл)	52,3 руб.		
Спрей Интра Репидерма («Repiderma» Intra Hoof-fit) (10 мл)	46,8 руб.		

При расчете экономических потерь применяли расчет по группам с использованием полученных данных в хозяйстве.

Предотвращенный экономический ущерб за время проведения опыта составил 642096 рублей, на 1 корову — 15288 рублей. В группах с использованием геля Солка экономический эффект на рубль затрат составил 293,2 руб., в группах с использованием Интра Хуф-фит геля — 378,7 рублей, а в группах с использованием спрея Интра Репидерма — 437,05 руб. на одну корову. Исходя из проведенных исследований и экономических расчетов, наилучшие показатели по лечению получены при применении препарата Интра хуф-фит гель. Длительность лечения составила 5 дней, и однократной обработки хватило для оздоровления 100% коров в двух группах.

У геля Солка и спрея Интра Репидерма данный показатель составил 85,7% и 57,1% соответственно. Примечательно, что при повторной обработке были получены более высокие результаты. Од-



нако на препараты в форме гелей затрачивается большее количество расходных материалов и дополнительное время.

#### Выводы

Таким образом, в качестве лечебного и профилактического препарата рекомендовано использование Интра Хуф-фит геля. Его применение показало 100%-ю эффективность в обоих опытах. Полученные данные позволят в условиях производства сократить затраты на лечение, профилактику и содержание животных, а также избежать выбраковки больных животных, что, как следствие, увеличит продуктивное долголетие всего стада в целом.

#### Список литературы

- 1. Грашин, В.А.Продолжительность хозяйственного использования коров в зависимости от кровности и возраста первого отёла [Текст]/ В.А. Грашин, А.А. Грашин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. №2. С. 124 126.
- 2. Дундукова, Е.Н. Продуктивное долголетие голштинских коров в условиях Нижнего Поволжья [Текст]/Е.Н. Дундукова, М.А. Коханов //Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2009. № 1 (13).-С. 67-74.
- 3. Каримова, А. З. Профилактика и лечение заболеваний копытец крупного рогатого скота [Текст] / А. З. Каримова, Р. М. Потехина, Н. А. Мухамметшин // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. – 2011. – № 205. – С. 98-101.
- 4.Коханов, А.П. Продуктивное долголетие голштинских коров-долгожительниц [Текст] / А.П. Коханов, Н.В. Журавлев, Н.М. Ганьшин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2011. № 4(24). С. 1 4.
- 5. Использование генетического потенциала коров-долгожительниц [Текст]/М.А. Коханов, Н.В. Журавлев, Е.Н. Дундукова, А.В. Игнатов //Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2009. № 1 (13). -С. 86-93.
- 6.Кочнев, Н.Н. Повышение продуктивного долголетия коров в условиях молочного комплекса[Текст] / Н.Н.Кочнев, В.Н. Дементьев, В.Г. Маренков // Достижения науки и техники АПК.

- 2012. №3 C. 48-50.
- 7. Мавлиханов, Р.Ф. Влияние лечения коров при межпальцевом дерматите на гематологические и иммунологические показатели [Текст] / Мавлиханов Р.Ф., Ф.А. Сунагатуллин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2014. №1 (217). С. 136 139.
- 8. Марьин, Е.М. Распространённость ортопедических патологий у коров и лечение гнойных пододерматитов [Текст] / Ермолав В.А., Киреев А.В. // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. №2. С. 135-142.
- 9. Продуктивное долголетие коров голштинской породы европейской селекции в условиях промышленной технологии [Текст] / Р. В. Милостивый, Н. П. Высокос, А. А. Калиниченко, Т. А. Василенко, Д. Ф. Милостивая // Ukrainian Journalof Ecology. 2017. №7 (3). С. 170 179.
- 10. Профилактическая эффективность различных средств и методов лечения некротических поражений копытец крупного рогатого скота [Текст] / Х.Н. Макаев, Д.А. Хузин, Р.М. Потехина, Н.А. Мухамметшин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2012. 209. С. 202 206.
- 11.Писаренко В.Ф. Сравнительная эффективность препаратов для лечения коров с синдромом инфекционного пальцевого дерматита [Текст] / В.Ф. Писаренко, А.М. Коваленко, А.Я. Бахтурин// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. №5. С. 70 71.
- 12.Руколь, М.В. Функциональная расчистка копытец рентабельности молочного животноводства [Электронный ресурс] / М.В.Руколь// FarmAnimals. 2015 №1(8). С. 10-17.
- 13. Семенов, В.Г. Система профилактики хромоты и терапии болезней копытец у коров [Текст] / В.Г. Семенов, А.В. Чучулин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2016. т. 226. № 2.- с. 147-150.
- 14. Ткаченко, В.В. Порівняльна ефективність лікування пальцевого дерматиту у корів [Текст] / В.В. Ткаченко // Національний університет біоресурсів і природокористування України. 2017. №2(66) С. 19.

# THE DEFINITION OF EFFECTIVE MEANS OF TREATMENT AND PREVENTION OF DISEASES OF THE HOOVES OF CATTLE TO INCREASE THEIR PRODUCTIVE LONGEVITY

**Tunikov Gennadiy M.,** doctor of agricultural sciences, professor of the Department of animal science and biology

**Rudnaya Antonina V.,** post-graduate student of the chair of veterinary and sanitary examination, surgery, obstetrics and internal diseases of animals, rudnaya.antonina@yandex.ru

Kuznetsova Irina A., post-graduate student of the chair of zootechnics and biology, 6ocharova ira@mail.ru

Ryazan state agrotechnological University named after p. A. Kostychev

The aim of the research was to determine the most effective methods of treatment and prevention of diseases of hoofed animals of cattle to increase its productive longevity in the economy. Object of study: cows, Holstein breed, CJSC "Victory", p Zakharovo, Zakharovskaya district, Ryazan region, therapeutic preparations for treatment of hooves gel "SALK" (SolkaHoofGel), gel "Intra HUF-fit gel" ("IntraHoof-fitGel") and spray



"Intraepidermal" ("Repiderma" IntaaHoof-fit). Therapeutic treatment of hooves was carried out in 42 highly productive cows weighing 350-450 kg, aged 3 to 4 years, with signs of lameness, dividing them into groups. Also, carried out preventive treatment gel "Intra HUF-fit" from 20 cows with no signs of damage to the limbs. Efficiency of influence of the chosen preparations on the damaged hoof is studied. The treatment efficiency was evaluated for the full restoration kapitalovo horns. After 5 days of treatment revealed that the effectiveness of drugs: gel "the SALK" – 85,7%, gel "Intra HUF-fit" - 100% spray "Intra Epiderma" - 57.1% of the recovery. It is revealed that the treatment gel "Intra HUF-fit" is most effective and cost-effective. Complete healing of hooves took place on 4-5 days, compared with the use of other drugs. As a prophylaxis, the use of "Intra-hoof-fit gel" showed a complete absence of hoof damage in the experimental group of cows (100%), while in the control group of animals was found – interdigital dermatitis in 6 heads (60%).

**Key worlds:** cows, hoof, milk, milk production, treatment, prevention, hoof disease, benefit, hood horn, longevity productive

#### Literatura

- 1. Grashin, V.A. Prodolzhitelnost khozyaystvennogo ispolzovaniya korov v zavisimostiotkrovnosti ot vozrasta pervogo otola [Tekst] / V.A. Grashin, A.A. Grashin // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. №2. S. 124 126.
- 2. Dundukova, E.N. Produktivnoye dolgoletiye golshtinskikh korov v usloviyakh Nizhnego Povolzhya [Tekst] /E.N. Dundukova, M.A. Kokhanov // Izvestiya Nizhnevolzhskogoagro universitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professionalnoye obrazovaniye. 2009. № 1 (13) .- S. 67-74.1
- 3. Karimova, A. Z. Profilaktika i lecheniye zabolevaniy kopytets krupnogo rogatogo skota [Tekst] / A. Z. Karimova, R. M. Potekhina, N. A. Mukhammetshin // Uchenyye zapiski KGAVM im. N.E. Baumana. 2011. № 205. S. 98-101.
- 4. Kokhanov, A.P. Produktivnoye dolgoletiye golshtinskikh korov-dolgozhitelnits [Tekst] / A.P. Kokhanov, N.V. Zhuravlev, N.M. Gan'shin // IzvestiyaNizhnevolzhskogoagrouniversitetskogokompleksa: nauka i vyssheye professionalnoye obrazovaniye. 2011. № 4 (24). S. 1 4.
- 5. Ispolzovaniye geneticheskogo potentsiala korov-dolgozhitelnits [Tekst] /M.A. Kokhanov, N.V. Zhuravlev, Ye.N. Dundukova A.B. Ignatov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professionalnoye obrazovaniye. 2009. № 1 (13). S. 86-93.
- 6. Kochnev N.N. Povysheniye produktivnogo dolgoletiya korov v usloviyakh molochnogo kompleksa [Tekst] / N.N. Kochnev, V.N. Dementyev, V.G. Marenkov // Dostizheniyanauki i tekhniki APK. 2012. №3 S. 48-50.
- 7. Mavlikhanov, R.F. Vliyaniye lecheniya korov pri mezhpaltsevom dermatite na gematologicheskiye i immunologicheskiye pokazateli [Tekst] / Mavlikhanov R.F., F.A. Sunagatullin // Uchenyye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N.E. Baumana. 2014. №1 (217). S. 136 139.
- 8. Marin, E.M. Rasprostranonnost ortopedicheskikh patologiy u korov i lecheniya gnoynykh pododermatitov [Tekst] / Yermolav V.A., Kireyev A.V. // Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii. 2017. №2. S. 135-142.
- 9. Produktivnoye dolgoletiye korov golshtinskoy porody yevropeyskoy selektsii v usloviyakh promyshlennoy tekhnologii [Tekst] / R. V. Milostivyy, N. P. Vysokos, A. A. Kalinichenko, T. A. Vasilenko, D. F. Milostivaya // Uk rainskiyekologicheskiyzhurnal. 2017. №7 (3). S. 170-179.
- 10. Profilakticheskaya effektivnost razlichnyh sredstv i metodov lecheniya nekroticheskih porazheniy kopytec krupnogo rogatogo skota [Tekst] / H.N. Makaev, D.A. Huzin, R.M. Potekhina, N.A. Muhammetshin // Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy mediciny im. N.E. Baumana. 2012. 209. S. 202 206.
- 11. Pisarenko V.F. Sravnitelnaya effektivnost preparatov dlya lecheniya korov s sindromom infektsionnogo paltsevogo dermatita [Tekst] / V.F. Pisarenko, A.M. Kovalenko, A.YA. Bakhturin // Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii. 2014. №5. S. 70 71.
- 12. Rukol, M.V. Funktsionalnaya raschistka kopytets rentabelnosti molochnogo zhivotnovodstva [Elektronnyyresurs] / M.V. Rukol' // FarmAnimals. 2015 №1 (8). S. 10-17.
- 13. Semenov, V.G. [Pravit] Sistema informirovaniya i lecheniya bolezney kopytets u korov [Tekst] / V.G. Semenov, A.V. Chuchulin // Uchenyye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsinyim. N.E. Baumana. 2016. t. 226. № 2.- s. 147-150.
- 14. Tkachenko, V.V. Porivnyalna efektivnist likuvannya palcevogo dermatitu u koriv [Tekst] / V.V. Tkachenko // Nacionalniy universitet bioresursiv i prirodokoristuvannya Ukraïni. 2017. №2(66) S. 19.





## ОРЕШКИНА МАРИЯ ВЛАДИМИРОВНА



Почётный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, доктор технических наук, профессор кафедры технических систем в АПК.

25 мая отметила 80-летие один из ведущих преподавателей инженерного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ, доктор технических наук, профессор кафедры технических систем в АПК

Орешкина Мария Владимировна.

После окончания в 1957 году агрономического факультета Песочинского сельскохозяйственного техникума (Рязанская область) работала агрономом в колхозе имени Ленина Ольховского сельского совета Ухоловского района Рязанской области, а затем председателем этого хозяйства. В 1959 году была избрана председателем колхоза «Серп и Молот» Богородицкого сельского совета Ухоловского района Рязанской области.

В 1961 году по комсомольской путёвке поехала на освоение целинных земель. Она была направлена в совхоз «Комсомольский», где работала агрономом. Вернувшись домой с целины, в 1963 году М.В. Орешкина поступила на факультет механизации сельского хозяйства Рязанского СХИ, который в 1968 году с отличием окончила и была распределена в Рязанский СХИ, начав трудовую деятельность в вузе ассистентом кафедры механизации животноводческих ферм. С 1971 по 1975 годы училась в аспирантуре при Рязанском СХИ. С 1968 года и по настоящее время после защиты кандидатской

диссертации (1976 г.) работает в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева (бывший Рязанский СХИ), сначала ассистентом, старшим преподавателем, затем доцентом, а после защиты докторской в 1996 году профессором, заведующим кафедрой (с 1998 по 2004 гг.). В настоящее время профессор кафедры технических систем в АПК.

М.В. Орешкина плодотворно сочетала педагогическую работу с научной деятельностью. Основные направления научных работ, которыми руководила Мария Владимировна: — разработка одноконных легковых экипажей и грузовой платформы одноконной по-

возки;

 – разработка экологически чистой технологии и оборудования для переработки отходов картофелекрахмального производства на корм скоту;

создание экологически безопасной установки для пневмосепарации и сушки мелкосе-

менных масличных культур в псевдоожиженном слое.

М.В. Орешкина является автором более 60 научных работ, 18 авторских свидетельств и патентов на изобретение и полезные модели. При непосредственном её участии на кафедре были разработаны и изданы 13 учебно-методических пособий по сельскохозяйственным машинам.

Мария Владимировна принимала большое участие в аттестации научно-педагогических кадров. Она работала в экспертном в техническом совете факультета механизации

сельского хозяйства по защите диссертаций с 1981 по 1990 годы.

За заслуги в области педагогической и научно-технической деятельности М.В. Орешкиной в 2005 году присвоено звание «Почетный работник высшего профессионального образования РФ». Она награждена орденом «Трудового Красного Знамени», знаком «Победитель социалистического соревнования» и медалью «Ветеран труда», почетными грамотами областного агропромышленного комитета, главы областной администраций и ФГБОУ ВО РГАТУ и ценным подарком Рязанской областной Думы.

М.В. Орешкина пользуется большим уважением в коллективе Рязанского государственного агротехнологического университета за простоту в обращении и внимание к нуждам людей, за принципиальный и уважительный характер, за научное и преподавательское

мастерство.

Сотрудники инженерного факультета Рязанского государственного агротехнологического университета, в том числе кафедры технических систем в АПК, желают М.В.Орешкиной крепкого здоровья, долголетия и дальнейших успехов в подготовке педагогических и научных кадров.

Коллектив Рязанского государственного агротехнологического университета от всей души поздравляет Марию Владимировну с юбилеем и желает крепкого здоровья и дальней-

ших успехов в труде.



## ГРАНКОВА ЛЮДМИЛА ИВАНОВНА



Людмила Ивановна Гранкова родилась 2 мая 1968 г. в с. Приозерское Калининградской области. В 1971 г. переехала в Рязанский район. После окончания Подвязьевской средней школы в 1985 г. поступила в Рязанский техникум советской торговли, который закончила с отличием в 1987 г. С 1987 по 1992 гг. училась в Московском коммерческом институте, где получила специальность «Товаровед высшей квалификации». С 1987 по 1999 г. работала старшим продавцом в ТД «Барс».

В ноябре 2005 г. начала работать на кафедре товароведения и экспертизы РГСХА им. П.А. Костычева, сначала ассистентом, а с 2008 г. старшим преподавателем. В 2009 г. успешно защитила кандидатскую диссертацию в ученом совете РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева на тему «Производство семенного и продовольственного картофеля с использованием некогерентного красного света и озона в условиях южной части Нечерноземной зоны России» по специальности 06.01.09.- Растениеводство.

С 2011 г. Гранкова Л.И. работает доцентом на кафедре товароведения и экспертизы, а после реорганизации в 2015 г. – на кафедре маркетинга и товароведения.

На протяжении всего периода работы в Рязанском государственном агротехнологическом университете Людмила Ивановна ведет огромную учебную деятельность со студентами высшего и среднего профессионального обучения, щедро делясь своими знаниями в области товароведения и экспертизы продовольственных товаров, их идентификации и фальсификации. Людмила Ивановна пользуется заслуженным уважением коллег и любовью студентов за высокий профессионализм и преданность выбранной профессии.

Область научной деятельности Гранковой Л.И. охватывает широкий круг вопросов товароведения, экспертизы, идентификации и фальсификации различных групп продовольственных товаров. Она активно участвует в публикациях результатов научной деятельности в сборниках научных трудов, материалах научно-практических конференций регионального, всероссийского и международного уровня.

Людмила Ивановна очень творческий человек. Её интересы не ограничиваются учебной и научной деятельностью, она является прекрасным художником. Её великолепные пейзажи, натюрморты, куклы ручной работы широко известны не только в Рязанской области, но и за её пределами.

Коллектив университета и кафедры маркетинга и товароведения желает Гранковой Людмиле Ивановне здоровья, дальнейших научных и творческих достижений.

