НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 1998-1635

№4 (52)
ДЕКАБРЬ
2020 г.

# Вестник АПК Верхневолжья

## В НОМЕРЕ

*Опыт возделывания ячменя в РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Кормовые достоинства зелёной массы галеги восточной в зависимости от укосов*

*Генетическое разнообразие аборигенных и интродуцированных видов моллюсков, культивируемых в Чёрном море*

*Селекционно-генетические параметры хозяйственно полезных признаков коров стада абердин-ангусской породы*

*Расчёт поверхности теплообмена теплоносителя и зернового вороха*

# Дорогие читатели, коллеги, друзья!

## СЕРДЕЧНО ПОЗДРАВЛЯЕМ ВАС С НАСТУПАЮЩИМ НОВЫМ 2021 ГОДОМ И РОЖДЕСТВОМ ХРИСТОВЫМ!

*Уходящий год был сложным для нашей страны и для всего мира. Новый год – это всегда новые планы, надежды и уверенность в том, что завтрашний день будет лучше.*

*Мы благодарим всех наших авторов и читателей за поддержку и надеемся на дальнейшее плодотворное сотрудничество в наступающем году.*

*Пусть новый 2021 год будет щедрым на хорошие перемены! Желаем вам здоровья, счастья, благополучия, мира, творческих успехов и новых научных достижений!*

Редакция журнала

Вестник АПК Верхневолжья

ISSN 1998-1635

**Учредитель:**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия»

***Главный редактор***
**ГУСАР СВЕТЛАНА АЛЕКСАНДРОВНА** – ректор ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, кандидат экономических наук, доцент

***Заместитель главного редактора***
**МОРОЗОВ ВАДИМ ВЛАДИМИРОВИЧ** – первый проректор, кандидат физико-математических наук

***ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:***

**Гавриченко Николай Иванович** – ректор УО «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины», доктор сельскохозяйственных наук, доцент

**Смелик Виктор Александрович** – заведующий кафедрой технических систем в агробизнесе, врио проректора по научной работе ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский ГАУ, доктор технических наук, профессор

**Тишанинов Николай Петрович** – заведующий лабораторией управления качеством технологических процессов в сельском хозяйстве ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», доктор технических наук, профессор

**Ивенин Валентин Васильевич** – заведующий кафедрой земледелия и растениеводства ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Власова Ольга Ивановна** – заведующий кафедрой общего земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства им. профессора Ф.И. Бобрышева ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

**Баранова Надежда Сергеевна** – заведующий кафедрой частной зоотехнии, разведения и генетики ФГБОУ ВО Костромская ГСХА, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Орлов Павел Сергеевич** – заведующий кафедрой электрификации ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, доктор технических наук, доцент

**Федосеева Наталья Анатольевна** – заведующий кафедрой зоотехнии, производства и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет», доктор сельскохозяйственных наук, доцент

**Позднякова Вера Филипповна** – заведующий кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Медведский Владимир Александрович** – заведующий кафедрой гигиены животных УО «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины», доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Сафронов Сергей Леонидович** – заведующий кафедрой аквакультуры и болезней рыб ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины», доктор сельскохозяйственных наук, доцент

**Коновалов Александр Владимирович** – директор Ярославского НИИЖК – филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

**Шмигель Владимир Викторович** – профессор кафедры электрификации ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, доктор технических наук, профессор

**Косилов Владимир Иванович** – профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Кузьмина Виктория Вадимовна** – главный научный сотрудник лаборатории экологии рыб Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, доктор биологических наук, профессор

**Костюнина Ольга Васильевна** – ведущий научный сотрудник, руководитель лаборатории молекулярных основ селекции ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, доктор биологических наук

**Тамарова Раиса Васильевна** – профессор кафедры зоотехнии ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Калашникова Любовь Александровна** – главный научный сотрудник, заведующий лабораторией ДНК-технологий ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, доктор биологических наук, профессор

**Беленков Алексей Иванович** – профессор кафедры земледелия и методики опытного дела ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Косяченко Николай Михайлович** – главный научный сотрудник лаборатории селекции и разведения сельскохозяйственных животных Ярославского НИИЖК – филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», доктор биологических наук, старший научный сотрудник

**Попов Николай Малафеевич** – профессор кафедры электроснабжения и эксплуатации электрооборудования ФГБОУ ВО Костромская ГСХА, доктор технических наук, профессор

**Загинайлов Владимир Ильич** – профессор кафедры электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, доктор технических наук, профессор

**Антропов Борис Сергеевич** – профессор кафедры автомобильного транспорта ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», доктор технических наук, профессор

**Калинин Андрей Борисович** – профессор кафедры технических систем в агробизнесе ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский ГАУ, доктор технических наук, доцент

**Хакимов Рамиль Тагирович** – доцент кафедры автомобилей, тракторов и технического сервиса ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский ГАУ, доктор технических наук, доцент

**Николаев Владимир Анатольевич** – профессор кафедры строительных и дорожных машин ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», доктор технических наук, доцент

**Голубева Анна Ивановна** – профессор кафедры экономики и менеджмента ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, доктор экономических наук, профессор

**Чугреев Михаил Константинович** – профессор кафедры зоологии ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, доктор биологических наук, доцент

**Скворцова Елена Гамеровна** – заведующий кафедрой зоотехнии ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, кандидат биологических наук, доцент

**Щукин Сергей Владимирович** – заведующий кафедрой агрономии ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

**Слынько Юрий Владиславович** – ведущий научный сотрудник отдела биофизической экологии ФИЦ Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН, кандидат биологических наук

**Слынько Елена Евгеньевна** – старший научный сотрудник лаборатории экологии водных беспозвоночных Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, кандидат биологических наук

***Редакция журнала:***
В.И. Дорохова – к.э.н., доцент, ответственный секретарь
Е.А. Богословская – ведущий секретарь
А.В. Киселева – редактор-дизайнер, редактор-корреспондент
Ю.Д. Кононова – английский перевод

***Адрес учредителя, редакции и издателя:***
Россия, 150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, д.58.
***Телефоны:*** (4852) 552-883 – главный редактор,
(4852) 943-746 – ответственный секретарь
***E-mail:*** vestnik@yarcx.ru, e.bogoslovskaya@yarcx.ru

Отпечатано в типографии редакционно-издательского отдела ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА

***Адрес типографии:***
Россия, 150042, Ярославль, Тутаевское шоссе, д. 58
***Подписано в печать:*** 24 декабря 2020 г.
Дата выхода в свет 25.12.2020 г.,
время по графику: 15-00, время фактическое: 15-00
***Тираж:*** 1000 экз. Цена свободная.

***16+***

***Издание зарегистрировано:*** в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. ***Свидетельство о регистрации:*** ПИ №ФС77-28134 от 28 апреля 2007 г.

Вестник АПК Верхневолжья

**The Founder:**
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Yaroslavl State Agricultural Academy»

***The Editor-in-chief***
**GUSAR SVETLANA ALEKSANDROVNA** – the Rector of the FSBEI HE Yaroslavl State Agricultural Academy, Candidate of Economic Sciences, Docent

***The Deputy Editor-in-chief***
**MOROZOV VADIM VLADIMIROVICH** – first Vice-rector of the FSBEI HE Yaroslavl State Agricultural Academy, Candidate of Physico-Mathematical Sciences

***THE MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD***

**Gavrichenko Nikolay Ivanovich** – the Rector of the Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Doctor of Agricultural Science, Docent

**Smelik Viktor Aleksandrovich** – Head of the Department of Technical Systems in Agribusiness, Acting Vice Rector for Research, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint-Petersburg State Agrarian University", Doctor of Technical Science, Full Professor

**Tishaninov Nikolay Petrovich** – Head of the Laboratory for Quality Management of Technological Processes in Agriculture FSBSI «All-Russia Scientific Research Institute of Use of Technics and Oil Products in Agriculture», Doctor of Technical Science, Full Professor

**Ivenin Valentin Vasilyevich** – Head of the Department of Agriculture and Plant Growing FSBEI HE Nizhniy Novgorod State Agricultural Academy, Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor

**Vlasova Olga Ivanovna** – Head of the Department of General Agriculture, Plant Growing, Breeding and Seed Production named after professor F.I. Bobrysheva FSBEI HE Stavropol State Agrarian University, Doctor of Agricultural Sciences, Docent

**Baranova Nadezhda Sergeevna** – Head of the Department of Small Animal Science, Breeding and Genetics, FSBEI HE Kostroma State Agricultural Academy, Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor

**Orlov Pavel Sergeevich** – Head of the Electrification Department FSBEI HE Yaroslavl SAA, Doctor of Technical Sciences, Docent

**Fedoseeva Natalya Anatolyevna** – Head of the Department of Zootechnics, Production and Processing of Livestock Products FSBEI HE Russian State Agrarian Correspondence University, Doctor of Agricultural Sciences, Docent

**Pozdnyakova Vera Filippovna** – Head of the Department of Production Technology and Processing of Agricultural Products FSBEI HE Yaroslavl SAA, Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor

**Medvedskiy Vladimir Aleksandrovich** – Head of the Department of Animal Hygiene, El Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor

**Safronov Sergey Leonidovich** – Head of the Department of Aquaculture and Fish Diseases, FSBEI HE St. Petersburg State Academy of Veterinary Medicine, Doctor of Agricultural Sciences, Docent

**Konovalov Aleksandr Vladimirovich** – Director of Yaroslavl Research and Development Institute of Livestock breeding and Food Production – a subsidiary of the SBSE "Federal Scientific Centre of Food Production and Agroecology named after V.R. Williams", Candidate of Agricultural Sciences, Docent

**Shmigel Vladimir Viktorovich** – Professor of the Department of Electrification, FSBEI HE Yaroslavl SAA, Doctor of Technical Sciences, Full Professor

**Kosilov Vladimir Ivanovich** – Professor of the Department of Production Technology and Processing of Livestock Products FSBEI HE Orenburg State Agrarian University, Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor

**Kuzmina Viktoria Vadimovna** – Senior Research Officer, Laboratory of Fish Ecology, Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Doctor of Biological Sciences, Full Professor

**Kostyunina Olga Vasilyevna** – Leading Research Officer, Head of the Laboratory of Molecular Fundamentals of Selection, FSBSI FSC for Animal Husbandry named after L.K. Ernst, Doctor of Biological Sciences

**Tamarova Raisa Vasilyevna** – Professor of the Department of Zootechnics, FSBEI HE Yaroslavl State Agricultural Academy, Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor

**Kalashnikova Lyubov Aleksandrovna** – Chief Research Officer, Head of the DNA-technologies laboratory FSBSI All-Russian Research Institute of Breeding work, Doctor of Biological Sciences, Full Professor

**Belenkov Aleksey Ivanovich** – Professor of the Department of Farming and Methodology of Experimental Work, FSBEI HE Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor

**Kosyachenko Nikolay Mikhailovich** – Chief Research Officer of the Laboratory of the Selection and Breeding of Farm Animals Yaroslavl Research and Development Institute of Livestock Breeding and Food Production – a subsidiary of the SBSE "Federal Scientific Centre of Food Production and Agroecology named after V.R. Williams", Doctor of Biological Sciences, Senior Research Officer

**Popov Nikolay Malafeevich** – Professor of the Department of Power Supply and Electrical Equipment Operation, FSBEI HE Kostroma State Agricultural Academy, Doctor of Technical Sciences, Full Professor

**Zaginailov Vladimir Ilyich** – Professor of the Department of Power Supply and Electrical Engineering named after Academician I.A. Budzko FSBEI HE Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Doctor of Technical Sciences, Full Professor

**Antropov Boris Sergeevich** – Professor of the Department of Automobile Transport of Yaroslavl State Technical University, Doctor of Technical Science, Full Professor

**Kalinin Andrey Borisovich** – Professor of the Department of Technical Systems in Agribusiness, FSBEI HE St. Petersburg State Agrarian University, Doctor of Technical Sciences, Docent

**Khakimov Ramil Tagirovich** – Associate Professor of the Department of Vehicles, Tractors and Technical Services, FSBEI HE St. Petersburg State Agrarian University, Doctor of Technical Sciences, Docent

**Nikolaev Vladimir Anatolyevich** – Associate Professor of the Department of Construction and Road Machines of Yaroslavl State Technical University, Doctor of Technical Sciences, Docent

**Golubeva Anna Ivanovna** – Professor of the Department of Economics and Management FSBEI HE Yaroslavl SAA, Doctor of Economic Sciences, Full Professor

**Chugreev Mikhail Konstantinovich** – Professor of the Department of Zoology FSBEI HE Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Doctor of Biological Sciences, Docent

**Skvortsova Elena Gamerovna** – Head of the Department of Zootechnics FSBEI HE Yaroslavl SAA, Candidate of Biological Sciences, Docent

**Shchukin Sergey Vladimirovich** – Head of the Department of Agronomy FSBEI HE Yaroslavl SAA, Candidate of Agricultural Sciences, Docent

**Slynko Yuriy Vladislavovich** – the Leading Research Officer of the Department of Biophysical Ecology, A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Candidate of Biological Sciences

**Slynko Elena Evgenevna** – the Senior Research Officer of Laboratory of Ecology of Aquatic Invertebrates I.D. Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, Candidate of Biological Sciences

***Journal editorial stuff:***
V.I. Dorokhova – Candidate of Economic Sciences, Docent, the executive editor
E.A. Bogoslovskaya – the leading secretary
A.V. Kiseleva – the editor-designer, the editor correspondent
Yu.D. Kononova - English translation

***Address of the founder, editorial office, printing office:***
Russia, 150042, Yaroslavl, Tutaevskoe Shosse, 58
***Phones number:***
+7 (4852) 552-883 - the editor-in-chief,
+7 (4852) 943-746 - the executive secretary
***E-mail:*** vestnik@yarcx.ru, e.bogoslovskaya@yarcx.ru

***Printed*** in printing house of publishing department of FSBEI HE Yaroslavl SAA.
***Printing house address:*** Russia, 150042, Yaroslavl, Tutaevskoe Shosse, 58
***Passed for printing:*** 24.12.2020. ***Printed:*** 25.12.2020
***Time planned:*** 15-00. ***Actual time:*** 15-00
***Circulation:*** 1000 copies
***Price is uncontrolled***

***16+***

***The edition is registered*** in Federal Agency of supervision of a compliance with law in sphere of mass communications and cultural heritage protection
***The registration certificate:*** ПИ ФС77-28134 from April, 28th, 2007

Вестник АПК Верхневолжья

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
№4 (52) ДЕКАБРЬ 2020 г.
ISSN 1998-1635

# СОДЕРЖАНИЕ

**АГРООБРАЗОВАНИЕ**

**Т.В. Юрьева, В.А. Михайлова** Формирование кросс-культурной компетентности у иностранных слушателей подготовительного отделения ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА ....5

**АГРОНОМИЯ**

**А.И. Беленков** Опыт возделывания ячменя в РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева ....10

**Е.В. Носкова** Действие систем обработки почвы и удобрений на агрохимические показатели плодородия и урожайность яровой пшеницы ....17

**А.В. Степаненко, Н.Н. Зенькова** Кормовые достоинства зелёной массы галеги восточной в зависимости от укосов ....23

**БИОТЕХНОЛОГИЯ, СЕЛЕКЦИЯ, ВОСПРОИЗВОДСТВО**

**Е.Е. Слынько, Ю.В. Слынько** Генетическое разнообразие аборигенных и интродуцированных видов моллюсков, культивируемых в Чёрном море ....26

**В.М. Габидулин, С.А. Алимова, Х.Х. Тагиров** Селекционно-генетические параметры хозяйственно полезных признаков коров стада абердин-ангусской породы ....31

**ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ**

**М.С. Стефаниди** Анализ показателей продуктивности и воспроизводительных качеств коров с учётом кровности и происхождения ....36

**Д.Ю. Костерин, О.В. Иванов, М.Г. Алигаджиев, Л.Э. Мельникова** Изучение микрофлоры молока коров при разных формах мастита ....40

**П.А. Красочко, М.А. Понаськов, Д.Н. Мороз** Продукты пчеловодства для лечения и профилактики болезней телят (аналитический обзор) ....44

**Е.М. Панковец, А.Л. Лях** Использование иммуноферментного анализа для определения концентрации микотоксинов в органах, тканях и биологических жидкостях: обзор ....49

**ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

**Е.А. Горнич, Д.С. Мещерякова** Разработка технологии желе мармеладного на основе творожной сыворотки без сахара ....54

**ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ**

**В.В. Шмигель, А.С. Угловский, Н.Ю. Махаева** Анализ деформации и напряжения плоских решёт электростатического сепаратора в программе SolidWorks ....60

**В.А. Николаев, И.В. Кряклина** Расчёт поверхности теплообмена теплоносителя и зернового вороха ....66

**Б.С. Антропов, В.В. Гумённый, А.А. Рудаков, В.А. Генералов** Методы диагностирования состояния деталей цилиндропоршневой группы автотракторных двигателей в условиях эксплуатации ....69

**О.Г. Несиоловский, Р.Д. Адакин, И.М. Соцкая** Реализация автоматизированного управления промышленными теплицами ....73

**П.С. Орлов, И.М. Соцкая** Электротехнологии, охрана труда и транспорт ....80

**РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ**

**Б.С. Антропов, В.В. Капралов, В.В. Гумённый, В.А. Генералов** Методы оценки условий эксплуатации автотракторных дизельных двигателей ....86

**НАУКА ПРОИЗВОДСТВУ**

**М.М. Юрков, В.В. Жолудева, Е.В. Уткин** Техническая готовность машинно-тракторного агрегата: статистический анализ ....90

**Рефераты** ....94

**Перечень статей, опубликованных в 2020 году** ....105

**Предметный указатель** ....108

**Наши авторы** ....109

**© Вестник АПК Верхневолжья, 2020**

*Научный журнал «Вестник АПК Верхневолжья» входит в международную базу цитирования AGRIS, представлен в РИНЦ*

Вестник АПК Верхневолжья

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
№4 (52) DECEMBER 2020
ISSN 1998-1635

# CONTENTS

***AGROEDUCATION***

**T.V. Yurieva, V.A. Mikhailova** Formation of Cross-cultural Competence among Foreign Students of the Preparatory Department of FSBEI HE Yaroslavl State Agricultural Academy ....5

***AGRONOMICS***

**A.I. Belenkov** The Experience of Barley Cultivation in the Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev ....10

**E.V. Noskova** Effect of Soil and Fertilizer Treatment Systems on Agrochemical Properties of Fertility and Spring Wheat Yields ....17

**A.V. Stepanenko, N.N. Zenkova** Forage Advantages of the Eastern Galega Green Mass Depending on the Cuttings ...23

***BIOTECHNOLOGY, SELECTION, REPRODUCTION***

**E.E. Slynko, Yu.V. Slynko** Genetic Diversity of Autochthonous and Introduced Mollusk Species Cultivated in the Black Sea ....26

**V.M. Gabidulin, S.A. Alimova, Kh.Kh. Tagirov** Economic Traits Selection and Genetic Parameters of Herd Cows of the Aberdeen-Angus Breed ....31

***ZOOTECHNICS AND VETERINARY SCIENCE***

**M.S. Stefanidi** Analysis of Productivity Indicators and Reproductive Qualities of Cows Taking into Account Blood Relationship and Origin ....36

**D.Yu. Kosterin, O.V. Ivanov, M.G. Aligadzhiev, L.E. Melnikova** The Research of Cow Milk Microflora in Different Forms of Mastitis ....40

**P.A. Krasochko, M.A. Ponaskov, D.N. Moroz** Beekeeping Products for the Treatment and Prevention of Calf Disease (Analytical Review) ....44

**E.M. Pankovets, A.L. Lyakh** The Use of Enzyme Immunoassay to Determine Mycotoxin Concentration in Organs, Tissues and Biological Fluids: Review ....49

***FEEDS AND FEED PRODUCTION***

**E.A. Gornich, D.S. Meshcheryakova** Development of Marmalade Jelly Technology Based on Sugar-Free Curd Whey ..54

***ENGINEERING AND TECHNOLOGY***

**V.V. Shmigel, A.S. Uglovskiy, N.Yu. Makhaeva** Deformation and Stress Analysis of the Electrostatic Separator Flat Screen in the SolidWorks Program ....60

**V.A. Nikolaev, I.V. Kryaklina** Heat-Exchange Surface Calculation of Heat-Conducting Medium and Grain Trashed Heap ....66

**B.S. Antropov, V.V. Gumyonniy, A.A. Rudakov, V.A. Generalov** Methods of Diagnosing of the Parts Status of the Cylinder-Piston Group of Automotive-Tractor Engines under Operating Conditions ....69

**O.G. Nesiolovskiy, R.D. Adakin, I.M. Sotskaya** Implementation of Industrial Greenhouses Computer-Aided Management ....73

**P.S. Orlov, I.M. Sotskaya** Electrotechnics, Occupational Safety and Transport ....80

***RESOURCE AND ENERGY SAVING***

**B.S. Antropov, V.V. Kapralov, V.V. Gumyonniy, V.A. Generalov** Evaluation Methods of Motor-and-Tractor Diesel Engines Operating Conditions ....86

***SCIENCE PRODUCTION***

**M.M. Yurkov, V.V. Zholudeva, E.V. Utkin** Technical Readiness of the Machine-Tractor Aggregate: Statistical Analysis ...90

**Abstracts** ....94

**List of articles published in the journal during 2020** ....105

**Subject index** ....108

**Our authors** ....109

***© Herald of Agroindustrial complex of Upper Volga region, 2020***

*The scientific journal «Herald of Agroindustrial complex of Upper Volga region» is presented in the global citing base AGRIS and Russian Science Citation Index*

DOI 10.35694/YARCX.2020.52.4.001

# ФОРМИРОВАНИЕ КРОСС-КУЛЬТУРНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ У ИНОСТРАННЫХ СЛУШАТЕЛЕЙ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ ФГБОУ ВО ЯРОСЛАВСКАЯ ГСХА

Т.В. Юрьева (фото)
д. культурологии, профессор, профессор кафедры гуманитарных дисциплин
В.А. Михайлова
старший преподаватель кафедры гуманитарных дисциплин
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, г. Ярославль

***Взаимодействие культур, кросс-культурные коммуникации, кросс-культурная компетенция, полиэтническая среда, иностранные студенты, довузовская подготовка, русский язык как иностранный***

*Interaction of cultures, cross-cultural communication, cross-cultural competence, polyethnic environment, foreign students, pre-university tutorial, Russian as a foreign language*

Проблема кросс-культурных коммуникаций особенно остро встаёт сегодня в современной науке и практике. Окружение, в котором живёт и осуществляет свою деятельность человек, становится всё более полиэтническим. Ускоряются процессы миграции людей в поисках новых мест для работы, отдыха, учёбы. Во всем мире повышается мобильность студентов, которые выбирают для получения образования и высшие учебные заведения Российской Федерации.

Ярославская государственная сельскохозяйственная академия также принимает иностранных студентов как по основным образовательным направлениям, так и для обучения по дополнительной общеобразовательной программе, обеспечивающей подготовку к освоению профессиональных образовательных программ на русском языке по естественнонаучной направленности.

Одна из составляющих в работе с иностранными студентами – формирование кросс-культурной компетентности, которая является одним из условий эффективности коммуникации как таковой.

В свою очередь, «кросс-культурная компетентность определяется возможностью и качеством осуществления коммуникантами процесса взаимодействия на кросс-культурном поле» [1, с. 105].

Образованное от английского слова «cross», что означает «пересекать, переходить» [2, с. 131], понятие «кросс-культурный» переводится как «пересечение культур». Поэтому можно понимать кросс-культурную коммуникацию как коммуникацию на стыке или пересечении культур в момент контактов людей в межкультурной или инокультурной среде.

Эффективность такой коммуникации зависит от компетентности её участников в сфере кросс-культурного взаимодействия, основа которого – понимание культурных особенностей представителей разных стран, этносов и народов. Оценка эффективности коммуникаций основана на ряде критериев, основными из которых являются «достоверность, объективность, своевременность, адресность, доступность

(прозрачность), наличие обратной связи» [1, с. 105]. Особенно важными при наличии межкультурных контактов являются последние три критерия, напрямую связанные с их осуществлением в кросс-культурном поле.

На практике кросс-культурная компетентность связана с двумя основными уровнями – вербальным и невербальным. Традиционно мы всегда отдаём приоритет первому. Тем не менее, учёные психолингвисты установили, что невербальные средства составляют от 60 до 80% арсенала всех коммуникативных средств, используемых в процессе взаимодействия людей. И если вербальная коммуникация зависит от знания языка партнёра по коммуникации, то в целом коммуникация связана с рядом контекстуальных смыслов, вырабатываемых в конкретной культуре. Е.М. Верещагин, В.Г. Костомаров справедливо отмечают, что, «даже владея одним и тем же языком, люди не всегда могут правильно понять друг друга, и причиной часто является именно расхождение культур» [3, с. 5].

Избежать целого ряда ошибок, ведущих к снижению эффективности кросс-культурной коммуникации, помогает знание культурного контекста. Определяющими его факторами, лежащими вне собственно языка и существующими в каждой культуре, являются ценностные и религиозные установки, этническая, географическая и экономическая составляющие, демографические, социальные и гендерные характеристики участников. Сюда же добавляется национально-культурная специфика невербальной коммуникации: позы, жесты, различные формы приветствий и ритуалов. А также паравербальная коммуникация, осуществляемая через мимику и телодвижения (кинесику) человека, разрешённая культурой степень проявления эмоций и правила поведения в определённых ситуациях, принятые в каждой отдельно взятой культуре.

На эффективность кросс-культурной коммуникации могут влиять также личные качества участников этого процесса. Это возраст, пол, профессиональная принадлежность, социальный статус, личный опыт, степень толерантности. И если возраст и пол – это параметры, которые необходимо воспринимать как данность и просто учитывать их при оценке коммуникации, то толерантность и наличие личного опыта кросс-культурной коммуникации как раз являются областью педагогического воздействия. На основе знания о других культурах в процессе приобретения опыта межкультурного общения вырабатывается более толерантное отношение как к чужой культуре, так и её представителям. Этому может помочь проведение специальных интерактивных занятий, в ходе которых осуществляется реальная кросс-культурная коммуникация. Об этом более подробно речь пойдёт во второй части статьи.

В 2015 году, в статье «Проблема кросс-культурных коммуникаций в аспекте практико-ориентированных педагогических технологий» одним из авторов данной статьи были сформулированы основные признаки кросс-культурной компетентности. Во-первых, это «эмпатия и толерантность, лежащие в основе любого эффективного межкультурного общения. Во-вторых, наличие знаний об иной культуре, помогающих правильно интерпретировать коммуникативное поведение представителей другой культуры. В-третьих, готовность к процессу кросс-культурной коммуникации с опорой на накопленный коммуникативный опыт в сфере кросс-культурных контактов» [1, с. 106]. Таким образом, выработка этих черт становится этапной моделью её формирования.

Исследователи кросс-культурных коммуникаций определяют пути формирования межкультурной компетентности следующим образом:

- развитие способности рефлектировать собственную и чужую культуру, что изначально «подготавливает» благожелательное отношение к проявлениям чужой культуры;
- пополнение знаний о соответствующей культуре для глубокого понимания диахронических и синхронических отношений между собственной культурой и чужой;
- приобретение знаний об условиях социализации и инкультурации в собственной и чужой культуре, о социальной стратификации, социокультурных формах взаимодействия, принятых в обеих культурах [4, с. 137].

Завершать весь процесс необходимо на этапе получения реального опыта общения с представителями различных культур.

Соответственно выстраивается методика формирования кросс-культурной компетентности на занятиях по обучению русскому языку как иностранному.

На подготовительном отделении для иностранных граждан ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА обучаются слушатели из арабских стран (Ирак, Сирия), Африки (Замбия, Зимбабве, Бенин, Чад), Юго-Восточной Азии (Индонезия). То есть в составе учебной группы находятся представители разных стран, принадлежащие к разным культурам,

религиям, владеющие разными языками. При этом, приехав в Россию, эти учащиеся должны преодолеть множество адаптационных проблем и максимально быстро и успешно влиться в новую для них социокультурную среду.

Задачей же преподавателей, работающих с такой категорией учащихся (и в первую очередь это относится к преподавателю русского языка как иностранного) является, с одной стороны, минимизация кросс-культурной напряжённости внутри учебной группы и сглаживание иногда возникающих между учащимися конфликтов (воспитание эмпатии и толерантности); с другой стороны, формирование кросс-культурной компетентности в целях быстрой адаптации и формирования в сознании слушателей позитивного образа Русского мира.

Поэтому, помимо информации о фонетической, грамматической, лексической системах русского языка, иностранные слушатели должны получить знания об иной, в данном случае русской культуре, помогающие правильно интерпретировать коммуникативное поведение её представителей. Работа в этом направлении проводится уже с первых уроков русского языка, даже на этапе вводно-фонетического курса, и систематически продолжается на всём этапе довузовской подготовки.

Например, при изучении лексики, относящейся к теме «Город» (*площадь, театр, музей, парк, церковь, мечеть, река* и т.д.) преподаватель, помимо работы над значением и грамматическими характеристиками (род, число) данных слов, даёт и соответствующий смысловой историко-культурный комментарий с использованием наглядности. Например, *Большой театр*, *Красная площадь*, *музей Эрмитаж*, *Русский музей* (с демонстрацией фотографий упоминаемых объектов, каждый из которых входит в культурный код любого русского человека). Очень ценно, что Ярославская область и город Ярославль дают преподавателю русского языка как иностранного (РКИ) огромные возможности для активного использования регионального компонента. Так, кроме упоминания Большого театра, преподаватель обязательно даёт комментарий о том, что именно Ярославль – родина первого русского театра, создателем которого был Фёдор Волков. Таким образом, родовое понятие *театр* конкретизируется до видового, соотнесённого с культурологическими смыслами понятия «*первый русский театр*» и до бренда «*Ярославль – родина первого русского театра*». Значительно позже, уже на уровне В1, иностранные слушатели работают с текстом о Фёдоре Волкове, после чего, при желании, могут посетить театр его имени, являющийся одной из визитных карточек города.

При работе с лексемой *река* преподавателем обязательно даётся конкретизация: *река Волга* (великая русская река). При изучении лексем *церковь* и *мечеть* иностранные слушатели узнают о том, что город Ярославль знаменит своими церквями. При этом впервые упоминается маршрут «Золотое Кольцо России». Несколько позже, на уровне А2-В1, был проведён специальный урок по теме «Золотое Кольцо России», а также организована пешая прогулка по центру Ярославля с посещением штаб-квартиры Союза городов Золотого Кольца России и экскурсией по ней [5].

Получать знания о русской культуре и о культуре своих одногруппников помогают и организуемые в Ярославской ГСХА мероприятия (празднование Нового года с новогодним концертом, Масленица, национальные обеды и т.д.). Находясь на уровне знания русского языка А2-В1, иностранные слушатели уже достаточно подготовлены к кросс-культурным контактам. Так, для них организуются интервью, которые учащиеся дают представителям ярославских печатных, телевизионных и интернет-СМИ. Журналисты традиционно проявляют огромный интерес к таким необычным для нашего города учащимся, и данные беседы всегда получаются живыми, активными, наполненными позитивными эмоциями.

Одним из завершающих мероприятий по формированию кросс-культурной компетентности студентов стала их встреча со студентами направления «Журналистика» Ярославского государственного педагогического университета им. К.Д. Ушинского. Этот кросс-культурный проект [6] имеет уже многолетнюю историю. Каждый год студенты педуниверситета принимают в своих стенах гостей – иностранных студентов из других вузов города. Это были и студенты-культурологи, осваивавшие процесс межкультурных коммуникаций в связи с изучением предметов «Этнология» и «Этнокультура», и студенты профиля подготовки «Русский язык как иностранный». Иностранных слушателей подготовительного отделения Ярославской ГСХА принимали студенты направления «Журналистика». Будущие журналисты, в перечне профессиональных навыков которых указывается способность работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия [7], готовились к межкультурному

диалогу, главным результатом которого являлось написание интервью для студенческих СМИ. Важно было создать атмосферу доверия и эмпатии. Этому предшествовала система лекционных и практических занятий в рамках предмета «Культурологические аспекты журналистской деятельности». В процессе изучения материала раздела «Тематические доминанты современных средств массовой информации как отражение культурной динамики: СМИ и этнокультурные проблемы» теоретически были осмыслены такие проблемы, как роль средств массовой информации в освещении межэтнических отношений, средства массовой информации как механизм формирования толерантного сознания в полиэтничном обществе, формирование средствами массовой информации культуры национального взаимодействия и плюрализма. Студентам-журналистам была предоставлена возможность реализовать на практике те навыки, которые свидетельствуют о сформированной у них кросс-культурной компетентности.

Не будет преувеличением сказать, что для иностранных учащихся сельхозакадемии подготовкой к встрече со студентами ЯГПУ был весь их процесс обучения на подготовительном отделении и изучения русского языка. Тем не менее, за неделю до планируемого визита они получили задание подготовить рассказ о себе: своей семье, своём родном городе и стране, увлечениях; о том, почему они выбрали именно агрономическую специальность. К этому моменту у слушателей уже был предшествующий опыт в сфере кросс-культурных контактов, и они уже были достаточно подготовлены к процессу кросс-культурной коммуникации. Поэтому в процессе общения со студентами педуниверситета им удалось продемонстрировать, помимо неплохого знания русского языка, такие качества, как:

- способность к рефлексии по отношению как к собственной, так и к чужой культуре,
- максимальное позитивное отношение к русской культуре и её приятие,
- достаточный для их уровня обучения объём знаний о русской культуре,
- высокую адаптированность к обучению в условиях русской языковой среды.

Таким образом, в процессе работы с иностранными слушателями Ярославской ГСХА на подготовительном отделении используются различные формы работы в кросс-культурном поле, дающие положительный результат. Завершающий проект (встреча со студентами направления «Журналистика» ЯГПУ им. К.Д. Ушинского) воочию продемонстрировал эффективность используемых методов.

Активное использование кросс-культурных коммуникаций ведёт к ускорению и облегчению процесса социокультурной адаптации обучающихся, что в итоге приводит к более высокой эффективности обучения иностранных студентов в условиях русской языковой среды.

***Литература***

1. Юрьева, Т.В. Проблема кросс-культурных коммуникаций в аспекте практико-ориентированных педагогических технологий [Текст] / Т.В. Юрьева // Ярославский педагогический вестник. – 2015. – № 5. – С. 104–107.

2. Аракин, В.Д. Англо-русский словарь [Текст] / В.Д. Аракин, З.С. Выгодская, Н.Н. Ильина. – М., 1992. – 610 с.

3. Верещагин, Е.М. Язык и культура [Текст] / Е.М. Верещагин, В.Г. Костомаров. – М.: Индрик, 2005. – 1038 с.

4. Садохин, А.П. Межкультурная компетентность: понятие, структура, пути формирования [Текст] / А.П. Садохин // Журнал социологии и социальной антропологии. – 2007. – Т. X. – № 1. – С. 125–139.

5. Михайлова, В.А. Региональный компонент в обучении иностранных граждан – учащихся Ярославская ГСХА русскому языку [Текст] / В.А. Михайлова // Актуальные проблемы образования и общества: сб. науч. тр. по материалам II Международ. науч.-практ. конф. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2020. – С. 183–187.

6. Юрьева, Т.В. Проектная деятельность студентов на кафедре журналистики ЯГПУ [Текст] / Т.В. Юрьева // Журналистика в 2017 году: творчество, профессия, индустрия: материалы международ. науч.-практ. конф. – 2018. – С. 500–501.

7. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования. Уровень высшего образования. Бакалавриат. Направление подготовки 42.03.02 Журналистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://fgosvo.ru/news/9/451 (дата обращения: 05.12.2020).

***References***

1. Yur'eva, T.V. Problema kross-kul'turnyh kommunikacij v aspekte praktiko-orientirovannyh pedagogicheskih tehnologij [Tekst] / T.V. Yur'eva // Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik. – 2015. – № 5. – S. 104–107.
2. Arakin, V.D. Anglo-russkij slovar' [Tekst] / V.D. Arakin, Z.S. Vygodskaya, N.N. Il'ina. – M., 1992. – 610 s.
3. Vereshchagin, E.M. Jazyk i kul'tura [Tekst] / E.M. Vereshchagin, V.G. Kostomarov. – M.: Indrik, 2005. – 1038 s.
4. Sadokhin, A.P. Mezhkul'turnaja kompetentnost': ponjatie, struktura, puti formirovanija [Tekst] / A.P. Sadokhin // Zhurnal sociologii i social'noj antropologii. – 2007. – T. X. – № 1. – S. 125–139.
5. Mikhajlova, V.A. Regional'nyj komponent v obuchenii inostrannyh grazhdan – uchashhihsja Jaroslavskaja GSHA russkomu jazyku [Tekst] / V.A. Mikhajlova // Aktual'nye problemy obrazovanija i obshhestva: sb. nauch. tr. po materialam II Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. – Jaroslavl': Izd-vo FGBOU VO Jaroslavskaja GSHA, 2020. – S. 183–187.
6. Yur'eva, T.V. Proektnaja dejatel'nost' studentov na kafedre zhurnalistiki JaGPU [Tekst] / T.V. Yur'eva // Zhurnalistika v 2017 godu: tvorchestvo, professija, industrija: materialy mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. – 2018. – S. 500–501.
7. Federal'nyj gosudarstvennyj obrazovatel'nyj standart vysshego obrazovanija. Uroven' vysshego obrazovanija. Bakalavriat. Napravlenie podgotovki 42.03.02 Zhurnalistika [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: http://fgosvo.ru/news/9/451 (data obrashhenija: 05.12.2020).

DOI 10.35694/YARCX.2020.52.4.002

# ОПЫТ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯЧМЕНЯ В РГАУ – МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

А.И. Беленков
д.с.-х.н., профессор, профессор кафедры земледелия и методики опытного дела
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва

***Полевой опыт, ячмень, севооборот, бессменные посевы, удобрения, сорняки, обработка почвы, гумус, питательные вещества***

*Field test, barley, crop rotation, monocrops, fertilizers, weeds, tillage, humus, nutrients*

Исследования проводились в 2020 году на полях Длительного многофакторного полевого опыта РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, заложенного в 1912 году профессором А.Г. Дояренко на Полевой опытной станции [1]. Целью данной научной работы стало выявление влияния севооборота, системы удобрения, известкования на рост, развитие и урожайность ячменя. В таблице 1 представлен фрагмент схемы Длительного полевого опыта, касающийся возделывания ячменя по различным вариантам.

Из перечня исследований нами определялась засорённость посевов ячменя количественным и количественно-весовым методами [2]. В посевах преобладали следующие виды сорных растений:

- при бессменном возделывании ячменя – из числа многолетних преобладали хвощ полевой, бодяк полевой, одуванчик лекарственный и ежовник куриное просо. В севообороте присутствовали сорные растения, такие как хвощ полевой, ежовник куриное просо, фиалка полевая;

- среди малолетних сорняков на бессменном возделывании ячменя отмечалось большое количество редьки дикой (рис. 1), ромашки непахучей, мятлика однолетнего, пикульника обыкновенного, торицы полевой, мари белой (рис. 2), ярутки полевой.

В таблице 2 представлена количественная характеристика засорённости посевов ячменя в 2020 году без извести и по известковому фону.

Наибольшее количество сорных растений, а соответственно и их масса отмечались на контроле в севообороте и по вариантам внесения навоза в чистом виде и совместно с NPK на делянке ячменя как по севообороту, так и на бессменном посеве. Парные комбинации и одинарное внесение элементов питания обуславливали приблизительно одинаковую засорённость посевов ячменя. Данная

Таблица 1 – Схема опыта

| Варианты | Бессменно | | Севооборот | |
|---|---|---|---|---|
| | Без извести | По извести | Без извести | По извести |
| Контроль (без удобрений) | Без извести | По извести | - | - |
| Навоз | Без извести | По извести | - | - |
| NPK | Без извести | По извести | Без извести | По извести |
| Навоз + NPK | Без извести | По извести | Без извести | По извести |
| PK | Без извести | По извести | Без извести | По извести |
| NK | Без извести | По извести | Без извести | По извести |
| NP | Без извести | По извести | Без извести | По извести |
| Контроль (без удобрений) | Без извести | По извести | Без извести | По извести |
| K | Без извести | По извести | Без извести | По извести |
| P | Без извести | По извести | Без извести | По извести |
| N | Без извести | По извести | Без извести | По извести |

ситуация характерна для культуры и в севообороте, и при бессменном возделывании. При этом бессменные посевы были более засорены. Наибольшее количество многолетних представителей сорных растений обнаружено в бессменных посевах ячменя на известковом фоне по вариантам внесения органических и органо-минеральных удобрений.

Урожайные данные ячменя представлены в таблице 3. Необходимо отметить положительную роль известкования почвы на бессменных культурах и в севообороте. Здесь урожаи по всем вариантам, за исключением NPK по фону извести выше, чем по фону без извести. При этом эффект известкования по различным вариантам опыта неодинаков.

Применение удобрений, особенно NPK + навоз, NK обеспечило рост урожайности ячменя в севообороте и при бессменном его возделывании. По всем вариантам урожайность ячменя в севообороте выше, чем на бессменных делянках, как по фону извести, так и без извести. Эффективность удобрений в севообороте выражается формулой N > K > P по обоим мелиоративным фонам.

Результатами настоящих полевых опытов, проведённых в 2020 году, подтверждается преимущество выращивания ячменя в севообороте и по известковому фону [3]. Различия по урожайно-

Рисунок 1 – Редька дикая

Рисунок 2 – Марь белая

Таблица 2 – Количество сорняков в посевах ячменя по вариантам Длительного опыта, 13.05.2020 г.

| № | Удобрение | Ячмень (севооборот) | | | | Ячмень (бессменно) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Без извести | | По извести | | Без извести | | По извести | |
| | | всего | многолетних | всего | многолетних | всего | многолетних | всего | многолетних |
| 1 | Контроль | - | - | - | - | 50 | - | 62 | - |
| 2 | Навоз | - | - | - | - | 43 | 4 | 57 | 11 |
| 3 | NPK | 20 | 2 | 33 | - | 33 | 1 | 55 | 4 |
| 4 | Навоз + NPK | 30 | 5 | 57 | 7 | 28 | 3 | 48 | 9 |
| 5 | PK | 26 | 1 | 35 | 5 | 33 | 2 | 49 | 3 |
| 6 | NK | 25 | - | 27 | - | 23 | - | 47 | - |
| 7 | NP | 24 | - | 29 | - | 19 | - | 45 | - |
| 8 | Контроль | 22 | - | 37 | - | 20 | - | 31 | - |
| 9 | K | 22 | - | 34 | - | 19 | - | 46 | - |
| 10 | P | 18 | - | 41 | - | 20 | 1 | 50 | 2 |
| 11 | N | 23 | 6 | 44 | 4 | 27 | 5 | 36 | 6 |

сти в зависимости от вариантов опыта составляли от 10–15 до 40–50%.

В 2019 г. в полевом опыте Центра точного земледелии (ЦТЗ) РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева исследовались вопросы влияния обработки почвы на содержание гумуса и элементов минерального питания дерново-подзолистой почвы [4; 5]. На основании проведённых исследований сделана попытка установить взаимосвязь отдельных агрохимических показателей и урожайности ячменя по отдельным точкам отбора и учёта соответственно (табл. 4).

Было выбрано 16 точек отбора почвенных проб, к которым были привязаны 16 учётных площадок при определении хозяйственной урожайности ячменя, т.е. комбинации агрохимических показателей той или иной точки их определения соответствовала территориальная урожайность

Таблица 3 – Урожайность ячменя по вариантам опыта в 2020 г., т/га

| Вариант | Бессменно | | Севооборот | |
|---|---|---|---|---|
| | Без извести | По извести | Без извести | По извести |
| Контроль (без удобрений) | 0,69 | 0,81 | - | - |
| Навоз | 1,14 | 1,61 | - | - |
| NPK | 1,26 | 1,23 | 1,50 | 1,47 |
| Навоз + NPK | 1,37 | 1,40 | 1,50 | 1,96 |
| PK | 0,67 | 0,79 | 1,23 | 1,81 |
| NK | 1,14 | 1,33 | 1,54 | 1,31 |
| NP | 0,76 | 0,82 | 1,17 | 1,31 |
| Контроль (без удобрений) | 0,42 | 0,99 | 0,92 | 1,31 |
| K | 0,38 | 0,66 | 1,16 | 1,33 |
| P | 0,27 | 0,77 | 1,09 | 1,50 |
| N | 0,71 | 0,88 | 0,88 | 1,09 |
| Минимум | 0,27 | 0,66 | 0,88 | 1,09 |
| Максимум | 1,37 | 1,61 | 1,54 | 1,96 |
| Среднее значение | 0,38 | 1,05 | 1,21 | 1,53 |

Таблица 4 – Соответствие отдельных агрохимических показателей и урожайности ячменя

| Обработка почвы | № | Гумус, % | | Общий азот, % | | $P_2O_5$, мг/кг почвы | | $K_2O$, мг/кг почвы | | Урожайность, т/га |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0–10 | 10–20 | 0–10 | 10–20 | 0–10 | 10–20 | 0–10 | 10–20 | |
| Минимальная | 1 | 2,3 | 1,8 | 0,2 | 0,28 | 90 | 131 | 180 | 174 | 2,91 |
| | 2 | 1,2 | 1,3 | 0,26 | 0,13 | 114 | 200 | 132 | 208 | 2,36 |
| | 3 | 2,0 | 0,8 | 0,22 | 0,21 | 191 | 113 | 390 | 294 | 2,79 |
| | 4 | 1,3 | 0,8 | 0,3 | 0,2 | 72 | 150 | 242 | 177 | 2,45 |
| | 5 | 1,7 | 0,8 | 0,21 | 0,35 | 158 | 68 | 204 | 236 | 2,61 |
| | 6 | 2,2 | 0,9 | 0,2 | 0,18 | 168 | 209 | 202 | 142 | 2,88 |
| | 7 | 2,0 | 1,9 | 0,16 | 0,17 | 234 | 198 | 151 | 280 | 2,76 |
| | 8 | 2,7 | 1,7 | 0,31 | 0,13 | 122 | 108 | 202 | 157 | 3,01 |
| | 9 | 2,0 | 1,0 | 0,19 | 0,25 | 144 | 90 | 234 | 252 | 2,69 |
| | 10 | 1,4 | 1,1 | 0,22 | 0,15 | 144 | 90 | 162 | 150 | 2,45 |
| | 11 | 1,3 | 0,7 | 0,18 | 0,12 | 162 | 162 | 154 | 148 | 2,31 |
| | 12 | 1,1 | 1,0 | 0,21 | 0,17 | 90 | 36 | 200 | 148 | 2,23 |
| | 13 | 2,0 | 1,2 | 0,11 | 0,11 | 63 | 168 | 159 | 193 | 2,65 |
| | 14 | 2,1 | 1,0 | 0,7 | 0,23 | 122 | 133 | 228 | 402 | 2,69 |
| | 15 | 1,5 | 0,9 | 0,22 | 0,25 | 180 | 108 | 136 | 169 | 2,54 |
| | 16 | 2,6 | 2,2 | 0,13 | 0,23 | 149 | 144 | 158 | 226 | 2,93 |
| Отвальная | 1 | 1,8 | 1,7 | 0,15 | 0,18 | 147 | 148 | 282 | 208 | 2,47 |
| | 2 | 1,9 | 1,5 | 0,15 | 0,25 | 124 | 136 | 286 | 168 | 2,55 |
| | 3 | 2,3 | 1,9 | 0,19 | 0,21 | 132 | 173 | 171 | 216 | 2,75 |
| | 4 | 2,0 | 1,8 | 0,21 | 0,17 | 189 | 207 | 206 | 274 | 2,62 |
| | 5 | 1,3 | 0,8 | 0,16 | 0,16 | 130 | 90 | 130 | 98 | 2,26 |
| | 6 | 0,9 | 0,5 | 0,22 | 0,2 | 149 | 189 | 222 | 150 | 2,13 |
| | 7 | 1,0 | 0,8 | 0,2 | 0,09 | 224 | 90 | 170 | 154 | 2,26 |
| | 8 | 2,1 | 1,4 | 0,14 | 0,15 | 132 | 133 | 216 | 192 | 2,69 |
| | 9 | 2,3 | 1,6 | 0,16 | 0,24 | 234 | 90 | 147 | 182 | 2,77 |
| | 10 | 2,1 | 1,2 | 0,19 | 0,19 | 126 | 173 | 151 | 190 | 2.44 |
| | 11 | 1,8 | 1,6 | 0,11 | 0,22 | 147 | 185 | 160 | 256 | 2,57 |
| | 12 | 2,2 | 1,8 | 0,12 | 0,25 | 133 | 148 | 155 | 186 | 2,72 |
| | 13 | 2,4 | 1,3 | 0,19 | 0,21 | 173 | 197 | 216 | 165 | 2,82 |
| | 14 | 1,6 | 1,5 | 0,15 | 0,12 | 139 | 142 | 296 | 163 | 2,34 |
| | 15 | 2,5 | 2,3 | 0,16 | 0,2 | 225 | 213 | 208 | 220 | 2,88 |
| | 16 | 1,6 | 1,5 | 0,15 | 0,22 | 149 | 224 | 164 | 202 | 2,48 |

культуры. Поскольку значительное количество изучаемых точек не могло дать объективную оценку действительного содержания гумуса и питательных веществ, было принято решение объединить близкие по урожайности точки учёта в группы и усреднить внутри каждой значения агрохимических показателей (табл. 5).

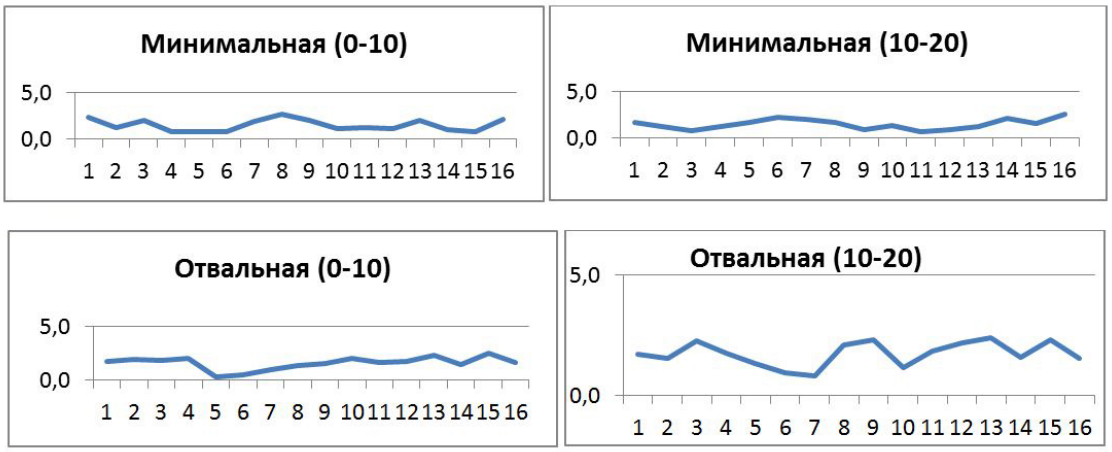
В результате этого установлены определённые закономерности соответствия агрохимических показателей и содержания гумуса той или иной величине урожайности ячменя и наоборот, зная урожайность культуры в пространстве можно судить о предполагаемом содержании элементов питания по вариантам обработки почвы [6]. Например, урожайности ячменя по минимальной обработке, относящейся к группе 2,85–3,04 т/га, в которую входили 4 точки учёта, соответствовали показатели содержания гумуса 1,6%, общего азота – 0,22%, фосфора – 140 мг/кг почвы, калия – 174 мг/кг почвы. Для урожайности ячменя в интер-

Таблица 5 – Распределение урожайности ячменя по группам и соответствующее им среднее содержание гумуса и питательных элементов в слое 0–20 см по различным обработкам почвы

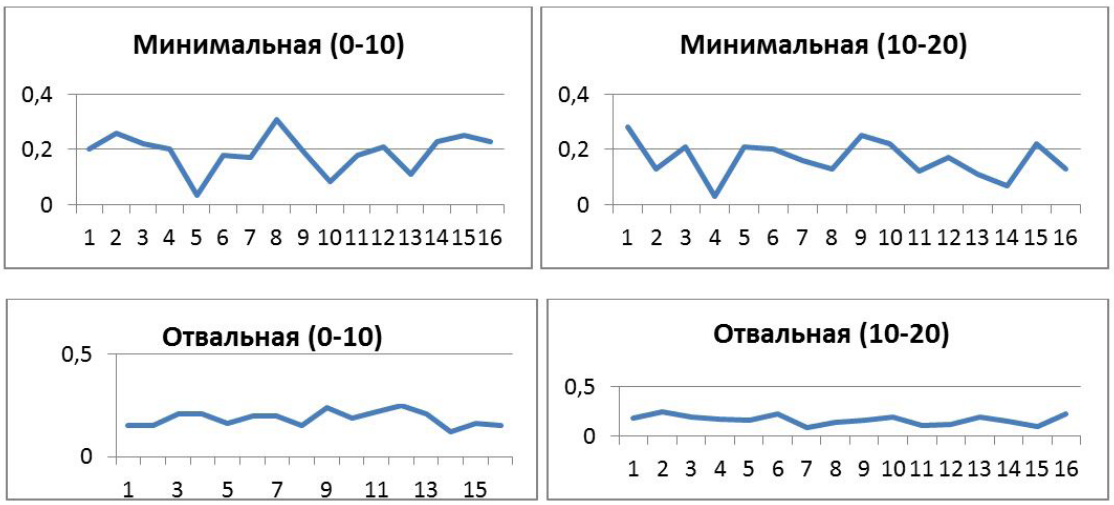
| Обработка почвы | Группа урожайности, т/га | Частота встречаемости | Гумус, % | Общий азот, % | $P_2O_5$, мг/кг почвы | $K_2O$, мг/кг почвы |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Минимальная | 2,25–2,44 | 3 | 1,1 | 0,18 | 127 | 165 |
| | 2,45–2,64 | 4 | 1,2 | 0,20 | 135 | 185 |
| | 2,65–2,84 | 5 | 1,3 | 0,20 | 145 | 226 |
| | 2,85–3,04 | 4 | 1,6 | 0,22 | 140 | 174 |
| Отвальная | 2,12–2,31 | 3 | 1,0 | 0,17 | 148 | 156 |
| | 2,32–2,51 | 4 | 1,6 | 0,17 | 152 | 207 |
| | 2,52–2,71 | 4 | 1,8 | 0,18 | 157 | 220 |
| | 2,72–2,91 | 5 | 1,9 | 0,19 | 165 | 189 |

вале 2,72–2,91 т/га, по которой отмечались пять точек учёта, перечисленные показатели соответственно были равны 1,9%; 0,19%; 165 и 189 мг/кг почвы.

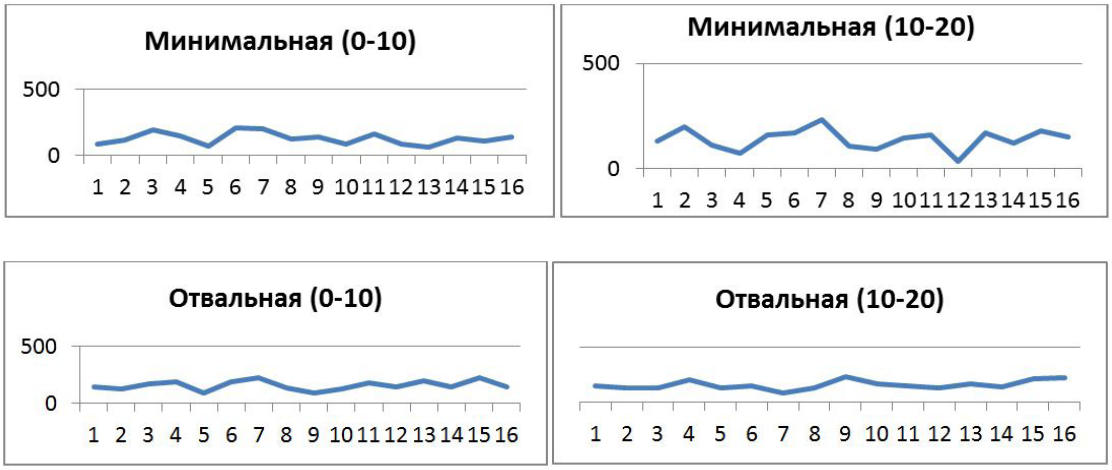
Графическое изображение приводимых агрохимических данных по всем 16 точкам отбора можно проследить на рисунке 3.



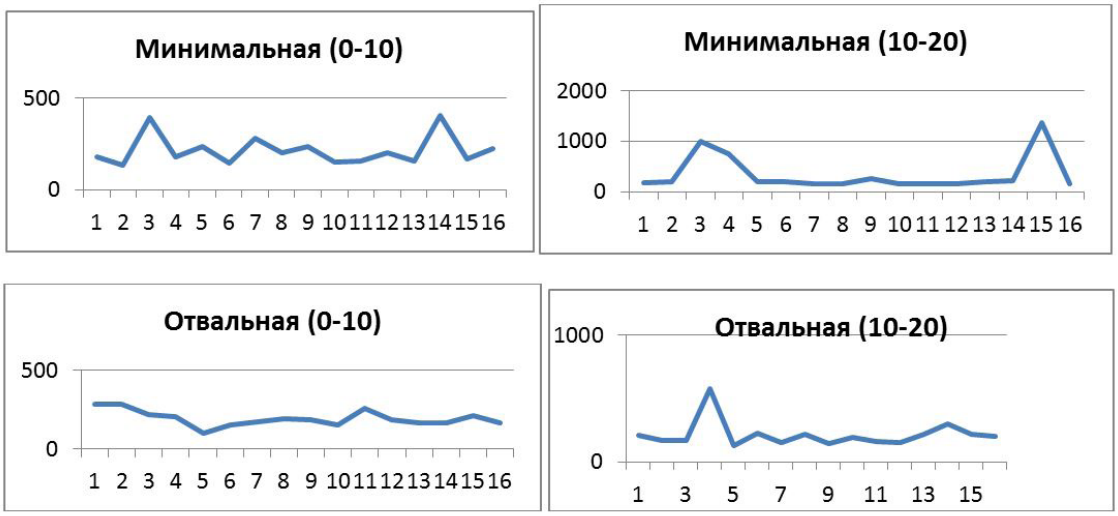

Гумус почвы, %




Общий азот почвы, %




Подвижный фосфор, мг/кг почвы




Подвижный фосфор, мг/кг почвы

Рисунок 3 – Содержание гумуса и элементов минерального питания под ячменём в почве по вариантам опыта

***Вывод***

На основании проведённых исследований можно сделать вывод о взаимосвязи отдельных агрохимических показателей плодородия почвы и урожайности ячменя. Вследствие чего подтверждаем возможность вероятностного прогноза урожайности сельскохозяйственных культур, имея предварительные данные о среднем за вегетацию содержании гумуса и элементов минерального питания с достаточной степенью обоснованности.

***Литература***

1. Мазиров, М.А. Длительный полевой опыт РГАУ-МСХА: сущность и этапы развития [Текст] / М.А. Мазиров, А.Ф. Сафонов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2010. – Вып. 2. – С. 66–75.

2. Сафонов, А.Ф. Структура сорного компонента агрофитоценоза и урожайность озимой ржи при длительном применении удобрений и известкования в бессменных посевах и севообороте [Текст] / А.Ф. Сафонов, В.И. Лабунский // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2004. – № 3. – С. 21–32.

3. Доспехов, Б.А. Действие 60-летнего применения удобрений, периодического известкования и севооборота на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы [Текст] / Б.А. Доспехов, Б.Д. Кирюшин // Агрохимия. – 1976. – № 4. – С. 32–39.

4. Беленков, А.И. Результаты полевого опыта Центра точного земледелия РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева [Текст] / А.И. Беленков, В.Д. Полин, С.В. Железова // Нивы России. – 2018. – № 5 (160). – С. 42–57.

5. Belenkov, Alexey Theoretical and practical aspects of basic soil treatment in the conditions of modern soil management systems in Russia [Text] / Alexey Belenkov, Mikhail Mazirov, Valeria Arefieva // Eurasian Journal of Soil Science. – 2018. – № 7 (4). – P. 300–307.

6. Железова, С.В. Урожайность озимой пшеницы и ярового ячменя на дерново-подзолистой почве при длительном применении традиционной и ресурсосберегающей обработки [Текст] / С.В. Железова, А.В. Мельников, А.И. Беленков // Кормопроизводство. – 2019. – № 10. – С. 14–19.

***References***

1. Mazirov, M.A. Dlitel'nyj polevoj opyt RGAU-MSHA: sushhnost' i jetapy razvitija [Tekst] / M.A. Mazirov, A.F. Safonov // Izvestija Timiryazevskoj sel'skohozjajstvennoj akademii. – 2010. – Vyp. 2. – S. 66–75.

2. Safonov, A.F. Struktura sornogo komponenta agrofitocenoza i urozhajnost' ozimoj rzhi pri dlitel'nom primenenii udobrenij i izvestkovanija v bessmennyh posevah i sevooborote [Tekst] / A.F. Safonov, V.I. Labunskij // Izvestija Timiryazevskoj sel'skohozjajstvennoj akademii. – 2004. – № 3. – S. 21–32.

3. Dospekhov, B.A. Dejstvie 60-letnego primenenija udobrenij, periodicheskogo izvestkovanija i sevooborota na agrohimicheskie svojstva dernovo-podzolistoj pochvy [Tekst] / B.A. Dospekhov, B.D. Kiryushin // Agrohimija. – 1976. – № 4. – S. 32–39.

4. Belenkov, A.I. Rezul'taty polevogo opyta Centra tochnogo zemledelija RGAU-MSHA imeni K.A. Timiryazeva [Tekst] / A.I. Belenkov, V.D. Polin, S.V. Zhelezova // Nivy Rossii. – 2018. – № 5 (160). – S. 42–57.

5. Belenkov, Alexey Theoretical and practical aspects of basic soil treatment in the conditions of modern soil management systems in Russia [Text] / Alexey Belenkov, Mikhail Mazirov, Valeria Arefieva // Eurasian Journal of Soil Science. – 2018. – № 7 (4). – P. 300–307.

6. Zhelezova, S.V. Urozhajnost' ozimoj pshenicy i jarovogo jachmenja na dernovo-podzolistoj pochve pri dlitel'nom primenenii tradicionnoj i resursosberegajushhej obrabotki [Tekst] / S.V. Zhelezova, A.V. Mel'nikov, A.I. Belenkov // Kormoproizvodstvo. – 2019. – № 10. – S. 14–19.

DOI 10.35694/YARCX.2020.52.4.003

# ДЕЙСТВИЕ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Е.В. Носкова
к.с.-х.н., агроном-исследователь
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, г. Ярославль

***Система обработки почвы, минеральные удобрения, солома, агрохимические показатели, урожайность, многофакторный опыт***

*Tillage system, complete minerals, straw, agrochemical indicators, yield, complex experiment*

Ярославская область расположена в дерново-подзолистом районе, где доминируют дерновые почвы разной степени оподзоленности, сформировавшиеся под переменным воздействием древесной и травянисто-луговой растительности. Почвообразующие породы представлены преимущественно ледниковыми отложениями и бедны известью. Для таких почв свойственна малая мощность и бесструктурность пахотного слоя, недостаток органических веществ, повышенная кислотность, что определяет их низкое плодородие и необходимость внесения минеральных и органических удобрений, фосфоритования и известкования кислых почв [1].

Главным фактором, обусловливающим урожайность и качество продукции, является оптимизация минерального питания сельскохозяйственных культур. При этом важное влияние на рост и развитие растений оказывает наличие элементов минерального питания в почве в начале периода вегетации. Использование удобрений без учёта содержания питательных веществ в корнеобитаемом слое почвы уменьшает их эффективность и вызывает опасность загрязнения окружающей среды [2].

По результатам исследований А.Я. Айдиева, В.И. Лазарева и М.Н. Котельниковой самым эффективным способом основной обработки почвы является вспашка на 20–22 см, обеспечивающая формирование урожайности пшеницы на уровне 53,1–57,0 ц/га. Замена отвальной обработки почвы на плоскорезную приводит к её снижению на 1,6 ц/га, на поверхностную – на 3,9 ц/га [3].

Целью исследований являлось изучение влияния систем обработки почвы и минеральных удобрений на агрохимические показатели плодородия и урожайность яровой пшеницы.

### *Методика*

Исследования проводились в 2017 году в посевах яровой пшеницы сорта Дарья и трёхфакторном многолетнем опыте на опытном участке ФГБОУ ВО Ярославской ГСХА. Предшественник – вико-овсяная смесь. Схема опыта: система основной обработки почвы (отвальная, поверхностная с рыхлением, поверхностно-отвальная, поверхностная), система удобрений (без удобрений, $N_{30}$, солома 3 т/га, солома 3 т/га + $N_{30}$, солома 3 т/га + $N_{160}P_{70}K_{130}$, $N_{160}P_{70}K_{130}$), система защиты от сорных растений (без гербицидов, последействие). Почва опытного

участка – дерново-подзолистая среднесуглинистая временно избыточного увлажнения. В данной работе приводятся результаты по двум системам обработки почвы (отвальная, поверхностно-отвальная), трём системам удобрений (без удобрений, солома 3 т/га, солома 3 т/га + NPK).

Содержание гумуса, подвижных форм фосфора и калия в почвах, обменную кислотность, а также урожайность яровой пшеницы определяли по методике [4]. Статистическая обработка данных выполнялась методом дисперсионного анализа.

В 2017 году вегетационный период характеризовался неблагоприятными погодными условиями для роста и развития культуры. Лето было преимущественно прохладным, коротким и влажным [5; 6].

### *Результаты*

Содержание гумуса в верхнем слое почвы (0–10 см) в посевах яровой пшеницы в рассматриваемых системах обработки почвы составляло 2,82–3,01%, с наибольшими значениями при системе поверхностно-отвальной обработки. В нижнем слое (10–20 см) отмечался тренд некоторого уменьшения содержания гумуса в сравнении с верхним слоем (табл. 1). В слое 0–20 см наибольшее содержание гумуса в почве составляло 2,99% при системе поверхностно-отвальной обработки.

При всех системах удобрений в слое 0–10 см содержание органического вещества составило 2,87–2,99%, с наибольшим содержанием на фоне «солома + NPK» и наименьшим – на фоне «солома». В нижнем слое (10–20 см) содержание органического вещества несколько повышалось на фонах с удобрениями и понижалось на контроле в сравнении с верхним. При системах удобрений «солома» и «солома + NPK» в слое 0–20 см отмечался тренд увеличения содержания гумуса на 0,06–0,15% по сравнению с фоном без удобрений.

Таким образом, применение различных систем обработки почвы и удобрений в посевах яровой пшеницы не оказало статистически достоверного влияния на изменение содержания органического вещества почвы по сравнению с контролем, однако тренд накопления гумуса в слое почвы 0–20 см отмечен при системах поверхностно-отвальной обработки, удобрения соломой совместно с минеральными удобрениями.

Обменная кислотность в посевах яровой пшеницы в верхнем слое (0–10 см) в изучаемых системах обработки почвы составляла 5,55–5,58 pH (табл. 2), с наибольшими значениями при системе отвальной обработки. В нижнем слое (10–20 см) наблюдалась тенденция увеличения данного показателя на 0,01 единиц pH при системе отвальной обработки и уменьшения на 0,05 единиц pH – при поверхностно-отвальной. В слое 0–20 см наибольшее значение показателя обменной кислотности составило 5,59 pH при системе отвальной обработки.

В слое почвы 0–10 см под посевами яровой пшеницы обменная кислотность составила 5,48–5,57 pH, с наименьшими значениями – при внесении соломы совместно с полным минеральным удобрением. В нижнем слое (10–20 см) наблюдался тренд повышения значений обменной кислотности по всем вариантам удобрений. Обменная кислотность почвы в слое 0–20 см составила 5,55–5,58 pH, с наибольшими значениями – на вариантах без удобрений, с внесением соломы,

Таблица 1 – Содержание органического вещества в почве, %

| Вариант | Слой почвы, см | | |
|---|---|---|---|
| | 0–10 | 10–20 | 0–20 |
| Система обработки почвы, «О» | | | |
| Отвальная, «$О_1$» | 2,82 | 2,81 | 2,82 |
| Поверхностно-отвальная, «$О_3$» | 3,01 | 2,97 | 2,99 |
| $НСР_{05}$ | Fф < Fт | Fф < Fт | Fф < Fт |
| Система удобрений, «У» | | | |
| Без удобрений, «$У_1$» | 2,92 | 2,78 | 2,85 |
| Солома 3 т/га, «$У_3$» | 2,87 | 2,95 | 2,91 |
| Солома 3т/га + NPK, «$У_5$» | 2,99 | 3,01 | 3,00 |
| $НСР_{05}$ | Fф < Fт | Fф < Fт | Fф < Fт |

Таблица 2 – Динамика обменной кислотности, $pH_{KCl}$

| Вариант | Слой почвы, см | | |
|---|---|---|---|
| | 0–10 | 10–20 | 0–20 |
| Система обработки почвы, «О» | | | |
| Отвальная, «$О_1$» | 5,58 | 5,59 | 5,59 |
| Поверхностно-отвальная, «$О_3$» | 5,55 | 5,50 | 5,53 |
| $НСР_{05}$ | Fф < Fт | Fф < Fт | Fф < Fт |
| Система удобрений, «У» | | | |
| Без удобрений, «$У_1$» | 5,57 | 5,58 | 5,58 |
| Солома 3 т/га, «$У_3$» | 5,57 | 5,58 | 5,58 |
| Солома 3т/га + NPK, «$У_5$» | 5,48 | 5,62 | 5,55 |
| $НСР_{05}$ | Fф < Fт | Fф < Fт | Fф < Fт |

а наименьшими – на варианте внесения соломы совместно с полным минеральным удобрением.

Следовательно, применение энергосберегающей поверхностно-отвальной обработки, соломы с полным минеральным удобрением в посевах яровой пшеницы не вызвало достоверного влияния на изменение реакции почвенного раствора, но сказалось на снижении pH.

В 2017 году содержание подвижного фосфора в слое 0–10 см под посевами яровой пшеницы в рассматриваемых системах обработки почвы составляло 146,25–155,69 мг/кг, наибольшие значения получены при системе поверхностно-отвальной обработки (табл. 3). В нижнем слое (10–20 см) отмечался тренд снижения содержания подвижного фосфора при системе отвальной обработки на 1,67 мг/кг, при поверхностно-отвальной – на 35,11 мг/кг, по сравнению с верхним слоем. Содержание подвижного фосфора в слое 0–20 см составило 138,14–145,42 мг/кг, с наибольшими значениями – при системе отвальной обработки.

В посевах яровой пшеницы внесение одной соломы способствовало повышению содержания подвижного фосфора в верхнем слое почвы на 47,94 мг/кг, совместное использование соломы с полным минеральным удобрением – на 65,44 мг/кг, в сравнении с фоном «без удобрений». В слое почвы 10–20 см на всех вариантах отмечена динамика снижения его содержания, в сравнении с верхним слоем, на 7,46–24,34 мг/кг. Содержание подвижного фосфора в слое 0–20 см на варианте без удобрений составило 103,86 мг/кг. При внесении соломы, а также соломы с полным минеральным удобрением содержание фосфора увеличилось на 43,64 и 57,00 мг/кг соответственно, в сравнении с контролем.

Таким образом, наибольшее содержание подвижного фосфора отмечалось при системе

Таблица 3 – Содержание подвижного фосфора в почве, мг/кг

| Вариант | Слой почвы, см | | |
|---|---|---|---|
| | 0–10 | 10–20 | 0–20 |
| Система обработки почвы, «О» | | | |
| Отвальная, «$О_1$» | 146,25 | 144,58 | 145,42 |
| Поверхностно-отвальная, «$О_3$» | 155,69 | 120,58 | 138,14 |
| $НСР_{05}$ | Fф < Fт | Fф < Fт | Fф < Fт |
| Система удобрений, «У» | | | |
| Без удобрений, «$У_1$» | 107,59 | 100,13 | 103,86 |
| Солома 3 т/га, «$У_3$» | 155,53 | 139,47 | 147,5 |
| Солома 3т/га + NPK, «$У_5$» | 173,03 | 148,69 | 160,86 |
| $НСР_{05}$ | Fф < Fт | Fф < Fт | Fф < Fт |

отвальной обработки. Повышению содержания фосфора способствовало внесение соломы и полного минерального удобрения.

Содержание обменного калия в верхнем слое (0–10 см) при системах обработки почвы составляло 80,75–88,51 мг/кг почвы, с наибольшим значением – при системе поверхностно-отвальной обработки (табл. 4).

В слое 10–20 см наблюдался тренд увеличения содержания обменного калия на 3,67 мг/кг при отвальной системе и уменьшения на 9,99 мг/кг – при поверхностно-отвальной системе в сравнении с верхним слоем на данных обработках. Содержание обменного калия в почве в пахотном слое 0–20 см составило 82,59–83,51 мг/кг.

На варианте без удобрений в слое 0–10 см содержание обменного калия составило 64,64 мг/кг. Внесение одной соломы способствовало росту содержания обменного калия на 7,13 мг/кг по сравнению с фоном без удобрений. Совместное применение соломы и полного минерального удобрения также привело к увеличению показателя на 48,47 мг/кг в сравнении с контролем. В нижнем слое на всех вариантах удобрений отмечалась динамика снижения накопления обменного калия (на 2,81–12,36 мг/кг) по сравнению с верхним слоем. Содержание обменного калия в слое 0–20 см на варианте без удобрений было наименьшим и составило 62,84 мг/кг. Внесение соломы способствовало повышению данного показателя на 7,53 мг/кг, а совместное применение соломы с полным минеральным удобрением – на 44,09 мг/кг, в сравнении с контролем.

Таблица 4 – Содержание обменного калия в почве, мг/кг

| Вариант | Слой почвы, см | | |
|---|---|---|---|
| | 0–10 | 10–20 | 0–20 |
| Система обработки почвы, «О» | | | |
| Отвальная, «$О_1$» | 80,75 | 84,42 | 82,59 |
| Поверхностно-отвальная, «$О_3$» | 88,51 | 78,52 | 83,51 |
| $НСР_{05}$ | Fф < Fт | Fф < Fт | Fф < Fт |
| Система удобрений, «У» | | | |
| Без удобрений, «$У_1$» | 64,64 | 61,04 | 62,84 |
| Солома 3 т/га, «$У_3$» | 71,77 | 68,96 | 70,37 |
| Солома 3т/га + NPK, «$У_5$» | 113,11 | 100,75 | 106,93 |
| $НСР_{05}$ | Fф < Fт | Fф < Fт | Fф < Fт |

Следовательно, наибольшее накопление обменного калия в посевах яровой пшеницы отмечается при системе поверхностно-отвальной обработки почвы и совместном внесении соломы с полным минеральным удобрением.

Основным показателем, характеризующим влияние изучаемых факторов, является урожайность сельскохозяйственных культур.

Урожайность зерна яровой пшеницы при системе ежегодной отвальной обработки почвы составила 21,28 ц/га (табл. 5). Использование системы поверхностно-отвальной обработки способствовало динамике увеличения урожайности на 2,04 ц/га.

На варианте без удобрений урожайность зерна яровой пшеницы составила 17,37 ц/га. Применение удобрений содействовало достоверному повышению урожайности. Так, при внесении одной соломы прибавка к контролю составила 4,74 ц/га. Наибольшая урожайность зерна яровой пшеницы (25,55 ц/га) получена на фоне совместного внесения соломы и полного минерального удобрения. Прибавка составила 8,18 ц/га.

### *Выводы*

Наши исследования показали, что применение системы поверхностно-отвальной обработки почвы, соломы и полного минерального удобрения в посевах яровой пшеницы не оказало статистически достоверного влияния на изменение содержания органического вещества почвы, обменной кислотности, подвижного фосфора и обменного калия по сравнению с контролем.

Наблюдается динамика накопления гумуса в пахотном слое почвы при системе поверхностно-

Таблица 5 – Урожайность яровой пшеницы, ц/га

| Вариант | Урожайность, ц/га | +/– относительно контроля |
|---|---|---|
| Система обработки почвы, «О» | | |
| Отвальная, «$О_1$» | 21,28 | - |
| Поверхностно-отвальная, «$О_3$» | 23,32 | +2,04 |
| $НСР_{05}$ | Fф < Fт | |
| Система удобрений, «У» | | |
| Без удобрений, «$У_1$» | 17,37 | |
| Солома 3 т/га, «$У_3$» | 22,11 | +4,74 |
| Солома + NPK, «$У_5$» | 25,55 | +8,18 |
| $НСР_{05}$ | 2,85 | |

отвальной обработки на 0,17%, на фоне совместного внесения соломы и полного минерального удобрения – на 0,15%.

Отмечен тренд снижения pH в слое почвы 0–20 см при системе поверхностно-отвальной обработки (на 0,06 единицы), на фоне соломы совместно с полным минеральным удобрением – на 0,03 единицы.

Максимальное накопление содержания подвижного фосфора наблюдалось при системе ежегодной отвальной обработки. Тренду увеличения содержания фосфора содействовало совместное внесение соломы и полного минерального удобрения (на 57,00 мг/кг).

Повышению содержания обменного калия способствовали: поверхностно-отвальная обработка почвы (на 0,92 мг/кг), совместное внесение соломы с полным минеральным удобрением (на 44,09 мг/кг).

Система энергосберегающей поверхностно-отвальной обработки почвы с совместным внесением соломы и полного минерального удобрения под яровую пшеницу на зерно является наиболее подходящим вариантом по агрохимическим показателям.

Применение системы поверхностно-отвальной обработки почвы существенно увеличивало урожайность зерна яровой пшеницы (на 2,04 ц/га), а совместное внесение соломы и полного минерального удобрения – на 8,18 ц/га.

Таким образом, для дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы с временным избыточным увлажнением рекомендуется применение системы энергосберегающей поверхностно-отвальной обработки почвы и совместного внесения соломы с полным минеральным удобрением.

***Литература***

1. Соловьев, В.М. Внесение удобрений и баланс питательных веществ в почвах Ярославской области [Текст] / В.М. Соловьев, Н.Б. Громов // Агрохимический вестник. – 2013. – № 2. – С. 2–4.

2. Кидин, В.В. Использование ячменем элементов питания из разных слоев дерново-подзолистой почвы [Текст] / В.В. Кидин, Ю.Е. Малахова // Агрохимический вестник. – 2012. – № 6. – С. 16–18.

3. Айдиев, А.Я. Совершенствование технологий возделывания озимой пшеницы в условиях Курской области [Текст] / А.Я. Айдиев, В.И. Лазарев, М.Н. Котельникова // Земледелие. – 2017. – № 1. – С. 37–39.

4. Практикум по агрохимии [Текст] / под ред. Б.Я. Ягодина. – М.: Агропромиздат, 1987. – 512 с.

5. Носкова, Е.В. Влияние органоминеральных удобрений на агрохимические показатели почвы и урожайность полевых культур в Ярославской области [Текст] / Е.В. Носкова, С.С. Иванова // Владимирский земледелец. – 2019. – № 4. – С. 37–42.

6. Обзор агрометеорологических условий за 2017 год по Ярославской области [Текст] / ЯЦГМС. – Ярославль: ЯЦГМС, 2017. – 36 с.

***References***

1. Solov'ev, V.M. Vnesenie udobrenij i balans pitatel'nyh veshhestv v pochvah Jaroslavskoj oblasti [Tekst] / V.M. Solov'ev, N.B. Gromov // Agrohimicheskij vestnik. – 2013. – № 2. – S. 2–4.

2. Kidin, V.V. Ispol'zovanie jachmenem jelementov pitanija iz raznyh sloev dernovo-podzolistoj pochvy [Tekst] / V.V. Kidin, Yu.E. Malakhova // Agrohimicheskij vestnik. – 2012. – № 6. – S. 16–18.

3. Ajdiev, A.Ya. Sovershenstvovanie tehnologij vozdelyvanija ozimoj pshenicy v uslovijah Kurskoj oblasti [Tekst] / A.Ya. Ajdiev, V.I. Lazarev, M.N. Kotel'nikova // Zemledelie. – 2017. – № 1. – S. 37–39.

4. Praktikum po agrohimii [Tekst] / pod red. B.Ya. Yagodina. – M.: Agropromizdat, 1987. – 512 s.

5. Noskova, E.V. Vlijanie organomineral'nyh udobrenij na agrohimicheskie pokazateli pochvy i urozhajnost' polevyh kul'tur v Jaroslavskoj oblasti [Tekst] / E.V. Noskova, S.S. Ivanova // Vladimirskij zemledelec. – 2019. – № 4. – S. 37–42.

6. Obzor agrometeorologicheskih uslovij za 2017 god po Jaroslavskoj oblasti [Tekst] / JaCGMS. – Jaroslavl': JaCGMS, 2017. – 36 s.

**В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ ФГБОУ ВО ЯРОСЛАВСКАЯ ГСХА В 2020 ГОДУ ВЫШЛА МОНОГРАФИЯ**

***М.В. СТЕПАНОВОЙ***

**СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ И ТОКСИЧНЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СЕЛЬСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ**

В монографии отражены результаты проведённых научных исследований содержания некоторых микроэлементов и токсичных тяжёлых металлов в депонирующих средах, продуктах питания и биосубстратах человека в сельских и промышленных территориях Ярославской области методом инверсионной вольтамперометрии.

В работе представлен большой объём данных, достоверность которых подтверждается методами математической статистики, представлено много иллюстрационного материала. Монография имеет несомненную научную значимость, внося вклад в современную теорию распределения тяжёлых металлов, включая эссенциальные элементы, в окружающей среде и организме животных и человека, а также существенную практическую ценность, заключающуюся в возможности использования представленных материалов для оценки экологической ситуации на территории Ярославской области и для прогноза состояния здоровья детей дошкольного возраста в связи с биоаккумуляцией ими токсичных тяжёлых металлов и микроэлементов в зависимости от их места проживания и состояния их физического развития.

Монография предназначена для научных сотрудников, преподавателей вузов, аспирантов, студентов. Она может быть использована в учебном процессе и в практической работе.

**УДК 631.41:631.453; ББК 40.323:20.1; ISBN 978-5-98914-229-3; 172 стр.**

**ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:**
**150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58, ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА**

**e-mail: e.bogoslovskaya@yarcx.ru**

DOI 10.35694/YARCX.2020.52.4.004

# КОРМОВЫЕ ДОСТОИНСТВА ЗЕЛЁНОЙ МАССЫ ГАЛЕГИ ВОСТОЧНОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УКОСОВ

А.В. Степаненко (фото)
магистрант
Н.Н. Зенькова
к.с.-х.н., доцент кафедры кормопроизводства
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск

***Галега восточная, зелёная масса, урожайность, продуктивность, фаза вегетации***

***Eastern Galega, green mass, yield, productivity, vegetative phase***

В Республике Беларусь заготавливают достаточное количество кормов, но ещё остаются проблемы с их качеством. Основной задачей сельского хозяйства Республики Беларусь на ближайшие годы является увеличение объёмов производства и реализации продукции животноводства. Для этого требуется производить не только достаточное количество растительного сырья, но оно должно иметь и высокое качество. Поэтому особое внимание в сельхозпредприятиях страны необходимо уделять возделыванию многолетних трав и в особенности бобовым травам, которым в мировом сельском хозяйстве постоянно уделяется много внимания, так как они являются основным источником растительного белка. Как известно, каждый недостающий грамм переваримого белка в рационе животных ведёт к перерасходу корма от 1,5 до 2,0%, от чего в свою очередь повышается себестоимость животноводческой продукции. Основной и самый эффективный путь в решении белковой проблемы – это увеличение производства растительного белка, как наиболее дешёвого и доступного каждому хозяйству.

Практика показывает, что введение в рацион витаминного корма значительно увеличивает продуктивность животных, улучшает качество их продукции (молоко, мясо) и её хранение, повышает устойчивость животных к различным инфекционным заболеваниям, уменьшает яловость, увеличивает приплод и повышает его жизнеспособность [1; 2].

Однако проблему дефицита растительного белка невозможно решать, возделывая только традиционные бобовые культуры (клевера), так как они являются малолетними (1,5–2 года). В связи с этим в условиях ограниченных материальных ресурсов, недостаточного применения азотных удобрений под многолетние травы внедрение и распространение нетрадиционной высокобелковой многолетней бобовой культуры, такой как галега восточная, становится приоритетным. Галега восточная – культура больших возможностей: её продуктивное

долголетие составляет 8–15 лет и более; это высокопродуктивное растение (за два укоса обеспечивает 50–70 т/га зелёной массы сповышенной питательной ценностью – концентрация обменной энергии 10,5–11,0 МДж/кг сухого вещества, 123–197 г переваримого протеина в 1 ЭКЕ); она рано отрастает (18–25 мая урожайность зелёной массы достигает 15–20 т/га); обладает молокогонным свойством у дойных коров [3; 4; 5].

Цель работы – определить продуктивность и кормовые достоинства зелёной массы галеги восточной в зависимости от укосов.

### *Материал и методы*

Опыты проводили на дерново-подзолистой средне-суглинистой почве, имеющей следующую агрохимическую характеристику: pH (в KCl) – 6,25; содержание гумуса – 2,21% , подвижного фосфора – 187 и обменного калия – 233 мг на 1 кг почвы. Способ сева – рядовой, беспокровный. Минеральные удобрения вносили общим фоном весной из расчёта $P_{60}K_{90}$. Норма высева семян 2,46 млн шт./га. За 2 недели до посева провели скарификацию семян, а в день посева семена обработали биопрепаратом на основе штаммов клубеньковых бактерий, приготовленным в ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси». Уборку зелёной массы галеги восточной проводили в фазу бутонизации. После каждого укоса проводили исследование химического состава зелёной массы в лаборатории научно-исследовательского института ПВМ и Б УО ВГАВМ.

### *Результаты и обсуждение*

Результаты исследований в северном регионе Республики Беларусь на дерново-подзолистых почвах доказали возможность получения достаточно высокой урожайности зелёной массы галеги восточной, которая сформировала три полноценных укоса (табл. 1).

Как показали результаты исследований, за вегетацию галега восточная сформировала за три укоса 484 ц/га зелёной массы. Максимальная урожайность зелёной массы (230 ц/га) была получена в первом укосе, что составило 47,5% от общей урожайности. Во втором укосе галега восточная по урожайности уступила первому укосу на 34,8% и сформировала 150 ц/га (31% от общей урожайности). В третьем укосе галега восточная не достигла оптимальной фазы (начало бутонизации) и была убрана в фазу ветвления стебля. Третий укос обеспечил 104 ц/га зелёной массы, или 21,5% от общей урожайности.

Содержание сухого вещества в зелёной массе галеги восточной за три укоса составило 22,2%: в первом укосе – 24,8%, во втором – 31,8%, третьем – 18,8%. Всего за три укоса галега восточная сформировала 107,6 ц/га сухого вещества. Наибольший сбор сухого вещества (57,0 ц/га) был получен в первом укосе и превзошёл по этому показателю второй укос на 80% (31,8 ц /га) и в три раза – третий укос (18,8 ц/га). Это можно объяснить тем, что наилучшие условия (достаточное количество влаги и тепла) для формирования биомассы были в весенний период при формировании первого укоса.

Обобщающим показателем продуктивности и качественного состава зелёной массы культуры является сбор кормовых единиц и переваримого протеина с 1 га площади.

В 1 кг зелёной массы галеги восточной в среднем за три укоса содержалось 20,3 ц/га корм. ед.: в том числе первого укоса – 0,22 корм. ед., второго – 0,19 корм. ед., третьего укоса – 0,18 корм. ед.

Всего за три укоса галега восточная обеспечила общий сбор кормовых единиц с 1 га посева 98,1 ц/га: в первом укосе – 50,6 ц/га, во втором – 28,8 ц/га и в третьем укосе – 18,7 ц/га. Третий укос уступил второму на 54,0%, первому – в 2,7 раза.

Таблица 1 – Продуктивность и питательная ценность зелёной массы галеги восточной

| Укос | Урожайность зелёной массы, ц/га | Урожайность сухого вещества, ц/га | Выход кормовых единиц, ц/га | Сбор переваримого протеина, ц/га | Обеспеченность 1 корм. ед. переваримым протеином, г |
|---|---|---|---|---|---|
| Первый | 230 | 57,0 | 50,6 | 8,6 | 169 |
| Второй | 150 | 31,8 | 28,8 | 4,2 | 146 |
| Третий | 104 | 18,8 | 18,7 | 2,8 | 149 |
| Всего за вегетацию | 484 | 107,6 | 98,1 | 15,6 | 159 |

В 1 кг зелёной массы галеги восточной в среднем за три укоса содержалось 15,9% переваримого протеина: в том числе в первом укосе – 16,9%, втором – 14,6% и третьем укосе – 14,9%.

При уборке третьего укоса галега восточная не достигла оптимальной фазы вегетации (начало бутонизации), а была убрана в фазу ветвления стебля, поэтому содержание переваримого протеина в зелёной массе галеги восточной не снизилось, как обычно бывает, по сравнению со вторым укосом, а даже было выше на 0,3%.

Общий сбор переваримого протеина с 1 га зелёной массы галеги восточной составил 15,6 ц/га: в первом укосе – 8,6 ц/га, втором – 4,2 ц/га и третьем – 2,8 ц/га. Масса переваримого протеина в первом укосе составила 74% от общего сбора.

Обеспеченность 1 корм. ед. зелёной массы галеги восточной переваримым протеином в среднем за вегетационный период составила 159 г, что превысило зоотехническую норму на 39–54 г. В первом укосе она составила 169 г, что выше, чем во втором укосе (146 г) на 16% и в третьем укосе (149 г) – на 13%.

### *Выводы*

Установлено, что галега восточная обладает достаточной продуктивностью, а её зеленая масса имеет высокие кормовые достоинства. В первый год использования в условиях северного региона Республики Беларусь она сформировала три полноценных укоса, которые обеспечили 484 ц/га зелёной массы, 98,1 ц/га кормовых единиц, 15,6 ц/га переваримого протеина, при этом обеспеченность 1 кормовой единицы переваримым протеином составила 158 г. Вместе с тем 47,5% от общего урожая было сформировано в 1 укосе и также отмечена высокая протеиновая обеспеченность кормовой единицы (168 г).

### *Литература*

1. Бушуева, В.И. Галега восточная [Текст]: монография / В.И. Бушуева. – Минск: Экоперспектива, 2008. – 176 с.

2. Микуленок, В.Г. Резервы молочного скотоводства [Текст] / В.Г. Микуленок, Н.Н. Зенькова // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2016. – № 1. – С. 21–24.

3. Зенькова, Н.Н. Биологические основы возделывания и использование галеги восточной [Текст]: монография / Н.Н. Зенькова. – Витебск: ВГАВМ, 2008. – 162 с.

4. Зенькова, Н.Н. Галега восточная (возделывание, продуктивность и использование на корм) [Текст]: аналитический обзор / Н.Н. Зенькова, В.Г. Микуленок, В.Н. Шлапунов // Белорусский научно-исследовательский институт внедрения новых форм хозяйствования в АПК. – Минск, 2003. – 44 с.

5. Зенькова, Н.Н. Зависимость продуктивности галеги восточной от уровня минерального питания [Текст] / Н.Н. Зенькова // Весті НАН Беларусі. Сер.1. Аграрные навукі. – 2008. – № 2. – С. 61–67.

### *References*

1. Bushueva, V.I. Galega vostochnaja [Tekst]: monografija / V.I. Bushueva. – Minsk: Jekoperspektiva, 2008. – 176 s.

2. Mikulenok, V.G. Rezervy molochnogo skotovodstva [Tekst] / V.G. Mikulenok, N.N. Zen'kova // Veterinarnyj zhurnal Belarusi. – 2016. – № 1. – S. 21–24.

3. Zen'kova, N.N. Biologicheskie osnovy vozdelyvanija i ispol'zovanie galegi vostochnoj [Tekst]: monografija / N.N. Zen'kova. – Vitebsk: VGAVM, 2008. – 162 s.

4. Zen'kova, N.N. Galega vostochnaja (vozdelyvanie, produktivnost' i ispol'zovanie na korm) [Tekst]: analiticheskij obzor / N.N. Zen'kova, V.G. Mikulenok, V.N. Shlapunov // Belorusskij nauchno-issledovatel'skij institut vnedrenija novyh form hozjajstvovanija v APK. – Minsk, 2003. – 44 s.

5. Zen'kova, N.N. Zavisimost' produktivnosti galegi vostochnoj ot urovnja mineral'nogo pitanija [Tekst] / N.N. Zen'kova // Vesti NAN Belarusi. Ser.1. Agrarnye navuki. – 2008. – № 2. – S. 61–67.

DOI 10.35694/YARCX.2020.52.4.005

# ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ АБОРИГЕННЫХ И ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ВИДОВ МОЛЛЮСКОВ, КУЛЬТИВИРУЕМЫХ В ЧЁРНОМ МОРЕ

Е.Е. Слынько (фото)
к.б.н., старший научный сотрудник
ФГБУН ФИЦ Институт биологии южных морей
имени А.О. Ковалевского РАН, г. Севастополь
ФГБУН Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Панина РАН, п. Борок
доцент кафедры зоотехнии ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА,
г. Ярославль
Ю.В. Слынько
к.б.н., ведущий научный сотрудник
ФГБУН ФИЦ Институт биологии южных морей
имени А.О. Ковалевского РАН, г. Севастополь

***Молекулярно-генетическая идентификация, 16S рРНК мтДНК, COI мтДНК, тихоокеанская устрица (Crassostrea gigas), мидия (Mytillus galloprovincialis), средиземноморский гребешок (Flexopecten glaber)***

*Molecular genetic identification, 16S rRNA mtDNA, COI mtDNA, Pacific oyster (Crassostrea gigas), mussel (Mytillus galloprovincialis), Mediterranean scallop (Flexopecten glaber)*

В настоящее время в Чёрном море с высокой степенью интенсивности выращиваются три вида двустворчатых моллюсков: тихоокеанская, или гигантская, устрица (*Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793)), интродуцированная в бассейн Средиземного моря, и в частности в Чёрное море, из Дальневосточных морей и два вида аборигенов – мидия (*Mytillus galloprovincialis* Lamarck, 1819) и средиземноморский гребешок (*Flexopecten glaber* (Linnaeus, 1758)). В отношении всех трёх видов с позиций оценок биоразнообразия выявляются две основные проблемы – точное установление таксономического разнообразия и тенденции в изменениях генетического разнообразия.

Тихоокеанская устрица *Crassostrea gigas* в настоящее время является основным объектом выращивания мирового устрицеводства. В Чёрное море гигантская устрица была интродуцирована в 80-е годы XX века взамен исчезающего вида *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) [1]. До этого времени устричная фауна Чёрного моря была представлена двумя видами: скальная устрица *Ostrea lamellose* (Brocchi, 1814) и съедобная устрица *O. edulis* [2]. Последнюю активно промышляли в Чёрном море, а с 1880-х годов собирали в море и подращивали в садках на устричных заводах. При общей деградации промышленного разведения устриц, переэксплуатации природных устричных банок, массового распространения раковинной болезни устриц и вселение хищного брюхоногого моллюска (рапаны) произошло почти полное исчезновение *O. edulis* практически по всей прибрежной акватории Чёрного моря. Для культивирования в Чёрном море гигантская устрица *C. gigas* сначала была завезена из Японского моря, а в дальнейшем – из питомников на побережье Нормандии, Южной Франции и Испании. Следует заметить, что среди атлантических

устриц имеется вид, морфологически схожий с тихоокеанской устрицей, – португальская устрица *Crassostrea angulata* (Lamarck, 1819).

Распространённая в Средиземноморском бассейне, в том числе в Чёрном море, мидия *Mytillus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) вместе с *M. edulis* (атлантическая мидия) и *M. trossulus* (балтийская мидия) входит в состав таксономического комплекса видов «голубая мидия». Таксономический статус этих трёх видов долгое время дискутировался. Генетическими методами удалось закрепить за *M. galloprovincialis*, *M. edulis* и *M. trossulus* звание самостоятельных видов, однако возможность межвидовой гибридизации, приводящей к формированию гибридных зон на границах ареалов, существенно затрудняет биологические исследования [3]. Предполагается, что за счёт гибридизации атлантической популяции мидии свойственна обширная интрогрессия мтДНК *M. edulis*. В Чёрном и Азовском морях мидия представлена исключительно *M. galloprovincialis*.

Pectinidae – одно из наиболее богатых по числу видов семейство двустворчатых моллюсков, характеризующееся широкими экологическими диапазонами обитания и высоким уровнем морфологической пластичности. Также многие виды гребешков, в частности средиземноморские виды рода *Flexopecten* повсеместно используются в коммерческих целях, как ценный пищевой продукт. Согласно современным взглядам, в Чёрном море представлен только подвид *Flexopecten glaber ponticus* средиземноморского гребешка *Flexopecten glaber* [2], который был квалифицирован, как эндемик Чёрного моря, хотя некоторые авторы настаивают на самостоятельном видовом статусе *Flexopecten ponticus* (Bucquoy, Dautzenberg et Dolfus, 1889) [4].

Соответственно основной задачей нашей работы было с применением молекулярно-генетического подхода установить таксономический состав устриц, мидий и гребешков на коллекторах марикультурных хозяйств Крымского побережья Чёрного моря, а также определить параметры генетической изменчивости нуклеотидных последовательностей в культивируемых популяциях этих моллюсков.

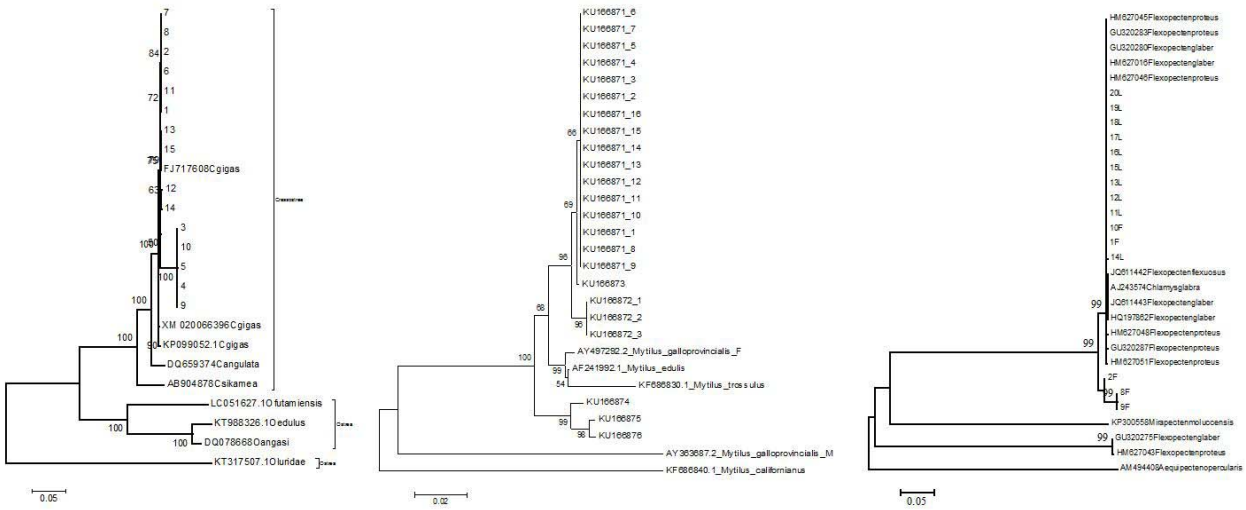
### *Материал и результаты исследования*

Основной материал для анализа устриц взят из питомника ИМБИ РАН (г. Севастополь), мидий – с коллекторов устрично-мидийного хозяйства в бухте Кацивели и гребешка – с коллекторов хозяйства в бухте Донузлав. Молекулярно-генетическую идентификацию моллюсков проводили по нуклеотидной изменчивости генов митохондриальной ДНК 16S и COI для устриц, COI – для мидий и 16S – для гребешка. Оценку генетической изменчивости по каждому гену и в каждой популяции осуществляли по параметрам гаплотипического и нуклеотидного разнообразия.

Представленные данные надёжно свидетельствуют, что все проанализированные устрицы из питомника ИМБИ могут быть отнесены к виду *Crassostrea gigas* (рис. 1а). Об этом неопровержимо свидетельствуют как филогенетические отношения, так и значения *p*-расстояний. Среди гаплотипов *C. gigas*, выявляемых в питомнике ИМБИ как по COI, так и по 16S, обнаруживаются особи, как специфические для Атлантики, так и для Тихого океана. Примечательно, что среди немногочисленных гаплотипов COI из питомника ИМБИ выявлен ранее не известный гаплотип (MF663324), каковой может полагаться специфическим для крымской популяции культивируемых *C. gigas* [5]. Наиболее близким видом может считаться португальская устрица. Однако данные по обоим генам свидетельствуют, что наши особи относятся к виду *C. gigas,* а не к виду *C. angulata*, что можно было предполагать, учитывая последние данные по устрицам острова Тайвань и прилегающего побережья материкового Китая [6]. Присутствие *O. edulus* среди проанализированного материала также не отмечено.

Три вида *M. galloprovincialis*, *M. edulis* и *M. trossulus* часто объединяют под общим названием комплекс «голубой мидии» за счёт их способности к межвидовому скрещиванию [3]. *M. californuanus* является ближайшим видом, не способным к такой гибридизации. Нуклеотидные последовательности фрагмента гена COI исследуемых особей при соотношении с последовательностями *M. edulis* и *M. trossulus* не формировали отдельную кладу, в отличие от *M. californuanus*. Это позволяет вполне уверенно отнести исследованных нами особей к комплексу «голубой мидии» (рис. 1б). Идентификация особей как *M. galloprovincialis* возможна исходя из литературных данных. Для определения видов внутри рода Mytilus используют ген адгезивного белка, и ранее в черноморском регионе неоднократно было показано наличие только чистого вида.

Все изученные экземпляры гребешка из Донузлава были идентифицированы по гену 16s как вид *Flexopecten glaber* и одновременно как вид




**а.** **б.** **в.**

Рисунок 1 – Древа, построенные методом Neighbor-Joining на основании данных о нуклеотидной последовательности фрагментов генов 6S и COI особей устриц (а), мидий (б) и гребешка (в) из Черноморских коллекторов. Данные по устрице и мидии взяты из [7] и [8]. Остальные ветви обозначены регистрационными номерами фрагментов из NCBI. Для последовательностей, взятых из международной базы NCBI, обозначена видовая принадлежность. Числовые значения на разветвлениях отражают уровень бутстреп поддержки

*F. proteus* (рис. 1в). Если экземпляры из Донузлава имели *p*-расстояние от *F. glaber* 0.2%, то от *F. proteus* – 0.1%. Вероятней всего данные цифры свидетельствуют, что виды *F. glaber и F. proteus* входят в один таксономический комплекс. Это представление согласуется с мнением основных исследователей средиземноморских гребешков, вплоть до того, что они полагают необходимым считать эти два сестринских вида таксономическими синонимами [9]. Таким образом, по нашим данным, именно этот гребешок присутствует в марикультуре Чёрного моря.

Особого предмета изучения требуют параметры генетической изменчивости, поскольку проанализированный материал по исследованным локусам показал существенные снижения уровней генетического разнообразия у всех трёх видов (табл. 1). Снижение гаплотипического разнообразия в случае устрицы, с одной стороны, может быть эффектом незначительного объёма выборки, однако с другой, и что более вероятно – это результат действия эффектов основателя и соответственно высокой степени инбридинга. С другой стороны, этому, в принципе очевидному утверждению, противоречит тот факт, что был обнаружен новый гаплотип и сформирован специфичный для анализируемой группы субкластер, не имеющий аналогов среди мировых популяций *Crassostrea gigas*.

Изучение генетического разнообразия по COI между *M. galloprovincialis*, *M. edulis* и *M. trossulus* существенно затруднено из-за возможности интрогрессии и рекомбинации мтДНК,

Таблица 1 – Параметры генетической изменчивости по локусам мтДНК у трёх культивируемых видов двустворчатых моллюсков

| Вид | N | h | Hd | S | Pi |
|---|---|---|---|---|---|
| *Crassostrea gigas* | 15 | 3 | 0,448 | 4 | 0,0021 |
| *Mytillus galloprovincialis* | 15 | 6 | 0,514 | 23 | 0,012 |
| *Flexopecten glaber* | 15 | 4 | 0,467 | 18 | 0,012 |

Условные обозначения: N – число изученных особей, h – число гаплотипов, Hd – гаплотипическое разнообразие, S – количество полиморфных сайтов, Pi – нуклеотидное разнообразие.

сопровождающейся формированием общих гаплотипов. Генетическое разнообразие мтДНК собственно *M. galloprovincialis* обусловлено существованием двух митохондриальных геномов: женского и мужского. Уровень различий между наследственными линиями значителен, и для *M. galloprovincialis* достигает 20%. Так как для выделения использовали соматические ткани, исследуемые фрагменты COI отнесли к мтДНК F-типа. Дополнительно было показано, что они формировали один кластер с женскими последовательностями из базы NCBI. Однако вероятнее всего, падение гаплотипического разнообразия у мидии вызвано проведением ассортативного отбора при формировании коллекторной популяции.

У гребешка, скорее всего, падение гаплотипического разнообразия, как и в случае мидии, вызвано ассортативностью скрещивания и отбором особей для коллекторного выращивания. Причём, наиболее вероятно именно последнее обстоятельство, поскольку гребешок – синхронный гермафродит с возможностью самооплодотворения. В наибольшей степени предложенные объяснения снижения гаплотипического разнообразия подтверждаются данными по уровням нуклеотидного разнообразия. Для чужеродного вида тихоокеанской устрицы, подвергшейся «эффекту основателя и действию горлышка бутылки», отмечено наиболее сильное падение нуклеотидного разнообразия – до 0.002, тогда как у аборигенных для Чёрного моря видов мидии и гребешка хотя и зафиксировано падение нуклеотидного разнообразия по сравнению со средиземноморскими и атлантическими популяциями, однако оно не столь значительно. В целом уровень нуклеотидного разнообразия у обоих видов аборигенов не ниже 0.012. Также не следует забывать, что и мидия и гребешок – сравнительно недавние обитатели Чёрного моря (с периода не более 18 тыс. лет назад), после формирования современного Чёрного моря и окончательного его соединения со Средиземным (порядка 8 тыс. л.н.).

### *Вывод*

Таким образом, мы можем с уверенностью утверждать, что на рассмотренных коллекторах марикультуры в Чёрном море обитают следующие виды двустворчатых моллюсков: *Crassostrea gigas, Mytillus galloprovincialis и Flexopecten glaber*. Все они характеризуются существенным падением гаплотипического разнообразия, а чужеродный вид – тихоокеанская устрица – ещё и снижением нуклеотидного разнообразия.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке в рамках гос. тем № АААА-А18-118020790229-7 «Структурно-функциональная организация, продуктивность и устойчивость морских пелагических экосистем», № АААА-А18-118021350003-6 «Исследование механизмов управления продукционными процессами в биотехнологических комплексах с целью разработки научных основ получения биологически активных веществ и технических продуктов морского генезиса», № АААА-А18-118012690105-0 «Фауна, систематика и биология водных беспозвоночных континентальных вод» и № АААА-А16-116090850007-7 «Повышение эффективности использования биологических и породных ресурсов различных видов домашних и сельскохозяйственных животных, рыб и птиц».

### *Литература*

1. Орленко, А.Н. Гигантская устрица *Crassostrea gigas* (Bivalvia, Mytiloformes, Crassostreidae) как объект акклиматизации и основные этапы её трансплантации в Чёрное море [Текст] / А.Н. Орленко // Зоол. Журнал. – 1994. – 73. Вып. 1. – С. 51–54.

2. Скарлато, О.А. Класс двустворчатые моллюски. Bivalvia. Определитель фауны Чёрного и Азовского морей [Текст] / О.А. Скарлато, Я.И. Старобогатов. – Киев: Наукова думка, 1972. – Т. 3. – С. 178–250.

3. Bierne, N. Introgression patterns in the mosaic hybrid zone between *Mytilus edulis* and *M. galloprovincialis* [Text] / N. Bierne, P. Borsa, C. Daguin et al. // Molecular Ecology. – 2003. – V. 12. – № 2. – P. 447–461.

4. Анистратенко, О.Ю. Новые данные по биостратиграфии палеоген-неогеновых отложений Альминской впадины Крыма [Текст] / О.Ю. Анистратенко, Ю.В. Вернигорова, В.А. Коваленко, С.А. Люльева, Э.М. Османов, С.Я. Рамский, Т.С. Рябоконь // Проблеми стратиграфії і кореляції фанерозойських відкладів України: Матеріали XXXIII сесії Палеонтологічного товариства НАН України. Київ. – 2011. – С. 81–82.

5. Slynko, Y.V. Mitochondrial DNA Barcoding of the Pacific Oyster Crassostrea gigas (Thunberg, 1793) (Mollusca: Bivalvia: Ostreidae), Cultivated in the Black Sea [Text] / Y.V. Slynko, E.E. Slynko, A.V. Pirkova, L.V. Ladygina, V.I. Ryabushko // Russian Journal of Genetics. – 2018. – V. 54. – P. 1445–1451.

6. Hsiao, Sh.-T. DNA barcoding reveals that the common cupped oyster in Taiwan is the Portuguese oyster Crassostrea angulata (Ostreoida; Ostreidae), not C. gigas [Text] / Sh.-T. Hsiao, Sh.-Ch. Chuang, K.-S. Chen et al. // J. Scientific Reports. – 2016. – V. 6. – P. 1–11.

7. Слынько, Ю.В. Генетическая изменчивость по локусу COI мтДНК различных по окраске раковинных фенотипов черноморских мидий *Mytilus galloprovincialis* Lam. (MOLLUSCA: BIVALVIA: MYTILIDAE) [Текст] / Ю.В. Слынько, А.Д. Куликова, Е.Е. Слынько, А.А. Солдатов // Генетика. – 2018а. – Том 54. – № 8. – С. 931–937.

8. Слынько, Ю.В. Баркодинг митохондриальной ДНК тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) (Mollusca : Bivalvia : Ostreidae), культивируемой в Черном море [Текст] / Ю.В. Слынько, Е.Е. Слынько, А.В. Пиркова, Л.В. Ладыгина, В.И. Рябушко // Генетика. – 2018б. – Т. 54. – № 12. – С. 1445–1451.

9. Imsiridou, A. Mitochondrial DNA Variation as a Tool for Systematic Status Clarification of Commercial Species – The Case of Two High Commercial Flexopecten Forms in the Aegean Sea. Aquaculture [Text] / A. Imsiridou, N. Karaiskou, E. Aggelidou, V. Katsares, S. Galinou-Mitsoudi // Z. A. Muchlisin (Ed.). London: IntechOpen. ch. – 2012. – 7. – P. 109–126. DOI: 10.5772/29426.

***References***

1. Orlenko, A.N. Gigantskaja ustrica Crassostrea gigas (Bivalvia, Mytiloformes, Crassostreidae) kak ob#ekt akklimatizacii i osnovnye jetapy ejo transplantacii v Chjornoe more [Tekst] / A.N. Orlenko // Zool. Zhurnal. – 1994. – 73. Vyp. 1. – S. 51–54.

2. Skarlato, O.A. Klass dvustvorchatye molljuski. Bivalvia. Opredelitel' fauny Chjornogo i Azovskogo morej [Tekst] / O.A. Skarlato, Ya.I. Starobogatov. – Kiev: Naukova dumka, 1972. – T. 3. – S. 178–250.

3. Bierne, N. Introgression patterns in the mosaic hybrid zone between *Mytilus edulis* and *M. galloprovincialis* [Text] / N. Bierne, P. Borsa, C. Daguin et al. // Molecular Ecology. – 2003. – V. 12. – № 2. – P. 447–461.

4. Anistratenko, O.Yu. Novye dannye po biostratigrafii paleogen-neogenovyh otlozhenij Al'minskoj vpadiny Kryma [Tekst] / O.Yu. Anistratenko, Yu.V. Vernigorova, V.A. Kovalenko, S.A. Lyul'eva, Eh.M. Osmanov, S.Ya. Ramskij, T.S. Ryabokon' // Problemi stratigrafiї i koreljaciї fanerozojs'kih vidkladiv Ukraїni: Materiali XXXIII sesiї Paleontologichnogo tovaristva NAN Ukraїni. Kiїv. – 2011. – S. 81–82.

5. Slynko, Y.V. Mitochondrial DNA Barcoding of the Pacific Oyster Crassostrea gigas (Thunberg, 1793) (Mollusca: Bivalvia: Ostreidae), Cultivated in the Black Sea [Text] / Y.V. Slynko, E.E. Slynko, A.V. Pirkova, L.V. Ladygina, V.I. Ryabushko // Russian Journal of Genetics. – 2018. – V. 54. – P. 1445–1451.

6. Hsiao, Sh.-T. DNA barcoding reveals that the common cupped oyster in Taiwan is the Portuguese oyster Crassostrea angulata (Ostreoida; Ostreidae), not C. gigas [Text] / Sh.-T. Hsiao, Sh.-Ch. Chuang, K.-S. Chen et al. // J. Scientific Reports. – 2016. – V. 6. – P. 1–11.

7. Slyn'ko, Yu.V. Geneticheskaja izmenchivost' po lokusu SOI mtDNK razlichnyh po okraske rakovinnyh fenotipov chernomorskih midij Mytilus galloprovincialis Lam. (MOLLUSCA: BIVALVIA: MYTILIDAE) [Tekst] / Yu.V. Slyn'ko, A.D. Kulikova, E.E. Slyn'ko, A.A. Soldatov // Genetika. – 2018a. – Tom 54. – № 8. – S. 931–937.

8. Slyn'ko, Yu.V. Barkoding mitohondrial'noj DNK tihookeanskoj ustricy Crassostrea gigas (Thunberg, 1793) (Mollusca : Bivalvia : Ostreidae), kul'tiviruemoj v Chernom more [Tekst] / Yu.V. Slyn'ko, E.E. Slyn'ko, A.V. Pirkova, L.V. Ladygina, V.I. Ryabushko // Genetika. – 2018b. – T. 54. – № 12. – S. 1445–1451.

9. Imsiridou, A. Mitochondrial DNA Variation as a Tool for Systematic Status Clarification of Commercial Species – The Case of Two High Commercial Flexopecten Forms in the Aegean Sea. Aquaculture [Text] / A. Imsiridou, N. Karaiskou, E. Aggelidou, V. Katsares, S. Galinou-Mitsoudi // Z. A. Muchlisin (Ed.). London: IntechOpen. ch. – 2012. – 7. – P. 109–126. DOI: 10.5772/29426.

DOI 10.35694/YARCX.2020.52.4.006

# СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ КОРОВ СТАДА АБЕРДИН-АНГУССКОЙ ПОРОДЫ

В.М. Габидулин (фото)
д.с.-х.н., ст.н.с., ведущий научный сотрудник отдела разведения мясных пород скота
С.А. Алимова
к.с.-х.н., младший научный сотрудник отдела разведения мясных пород скота
Х.Х. Тагиров
д.с.-х.н., профессор, заведующий опорным пунктом ФНЦ БСТ РАН по Республике Башкортостан
ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», г. Оренбург

***Абердин-ангусская порода, коровы, половозрастные группы, продуктивность, возраст, живая масса, молочность***

*Aberdeen-Angus breed, cows, class of animals, productivity, age, living weight, milking capacity*

Успешное развитие скотоводства невозможно без совершенствования, повышения потенциала продуктивности животных и увеличения сроков их хозяйственного использования. По исследованиям Л.К. Эрнста [1], точность оценки наследственных качеств по основным селекционным признакам с увеличением числа учтённых лактаций значительно возрастает. Одним из основных значений, влияющих на эффект селекции, является интервал между поколениями, который различен у всех животных. Так, у скота мясного направления данный показатель равен пяти годам [2]. По мнению ученых, в мясном скотоводстве ускорение темпа селекции и её эффективность зависят от более ранней оценки и отбора желательных генотипов по селекционным признакам [3]. В работе С.А. Гриценко (2002) изложено, что «эффект селекции – это один из основных показателей при планировании племенной работы, который позволяет дать ориентировочный прогноз на то, сколько лет и поколений необходимо для доведения продуктивности до желаемого уровня при принятом уровне отбора и численности отобранных для селекции животных, если условия содержания и кормления стабильны и благоприятны» [4].

Из сложившегося передового опыта отечественного и зарубежного скотоводства важно заметить, что быстрое и эффективное улучшение достигается в том случае, когда первоочередные направления племенной работы при совершенствовании породы или отдельного стада экономически обоснованы и сформированы в единую систему для целенаправленной их реализации в течение ряда лет [5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14]. В связи с этим выявления генетических вариаций с селекционными признаками в перспективе будут востребованными

методами селекции при совершенствовании и выведении типов и пород сельскохозяйственных животных. При этом проведение комплексной оценки селекционируемых признаков стада абердин-ангусской породы за последнее девятилетие является актуальным и имеет научное и практическое значение.

Цель исследования состояла в выявлении селекционно-генетических параметров по хозяйственно полезным признакам коров стада абердин-ангусской породы.

### *Материалы и методы исследования*

Объектом исследования были коровы, структурированные по возрастным периодам развития и продуктивности стада абердин-ангусской породы австралийской репродукции ООО «Суерь» Курганской области.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями Russian regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Cuide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996)». При выполнении исследований были приняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и количество используемых образцов.

Фрагменты ДНК амплифицировали на программируемом термоциклере MyCycler (Bio-Rad, США). Для ПЦР использовали Taq-полимеразу (5 ед./мкл) с поставляемым буфером – 10xTag, буфер которой предназначен для выявления бинарной SNP-мутации в пробах ДНК методом ПЦР в реальном времени с использованием аллель-специфичных зондов (ООО «Синтол»).

Частоту встречаемости генотипов определяли по формуле:

$$P = n / N, \quad (1)$$

где p – частота генотипа;
n – количество особей, имеющих определённый генотип;
N – число особей.

Живую массу животных изучали путём индивидуальных взвешиваний на электронных весах ПСП 4-1Ж (страна происхождения – Россия). Лабораторные исследования проводились в ЦКП в лаборатории «Агроэкология техногенных наноматериалов» ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015; www.цкп-бст.рф); и испытательного центра ЦКП БСТ РАН (аттестат аккредитации RA.RU.21ПФ59 от 12.10.2015; www.цкп-бст.рф; http://ckp-rf.ru/ckp/77384).

Эффект селекции определяли по формуле:

$$SE = \frac{Sd \times h^2}{i}, \quad (2)$$

где $S_d$ – селекционный дифференциал;
$h^2$ – коэффициент наследуемости;
i – интервал между поколениями.

Селекционный дифференциал определяли по формуле:

$$S_d = X_i - X, \quad (3)$$

где $S_d$ – селекционный дифференциал;
$X_i$ – среднее значение признака матерей;
X – среднее значение признака дочерей (внучек).

Коэффициент наследуемости ($h^2$) рассчитывали методом прямолинейной корреляции между продуктивностью матерей и их потомками: $h^2$ = rмд.

Расчёт прироста живой массы приплода на 1 корову (ц) рассчитывали по формуле отношением валового прироста приплода (ц) к количеству матерей (гол).

Статистическая обработка полученного материала была проведена с использованием стандартного пакета статистического анализа Microsoft Office Excel (2010) и Statistica 10.0.

### *Результаты исследования*

Изучение продуктивности коров по срокам отёлов является продолжением исследования (В.М. Габидулин, С.А. Алимова, 2017) [15]. По результатам анализа параметров продуктивности коров (n = 283) стада абердин-ангусского скота, ранжированных по возрасту (за девятилетний период), выявлено, что их генетический потенциал продуктивности максимально выражен в возрасте пяти лет (полновозрастные коровы) и перманентно сохраняется до девятилетнего возраста. При этом, рост основных селекционируемых признаков с двух до пяти лет по живой массе составил 15,1%, по молочности – 5,1%. Показатели молочности остались неизменными до конца изучаемого возраста, а незначительная потеря живой массы с пяти до девяти лет равнялась 0,5%. Нами расширено изучение целесообразности максимального использования коров по показателям продуктивности до девятилетнего возраста с дополнительной информацией по полученному приплоду на одну корову, валовому приросту живой массы молодняка, а также приросту живой массы приплода на 1 корову (табл. 1).

Анализ показателей живой массы коров, ранжированных по возрасту, выявил, что 2-, 3- и 5-летние коровы превышали наивысший класс элита-рекорд на 26,4, 26,4 и 15,3%, при этом показатель коэффициента изменчивости был у первотёлок. Вместе с тем, с увеличением возраста маток выявлен стабильный рост основной их продукции – выход деловых телят (на 2,3%).

На уровень продуктивности стада мясного скота значительно влияет величина прироста живой массы приплода в расчёте на 1 корову за весь период её хозяйственного использования. По результатам анализа выявлено, что с увеличением срока использования коров продуктивность их возрастает. Данный показатель увеличился на 7,6%, с двух- до девятилетнего возраста.

Таблица 1 – Показатели селекционируемых признаков коров за период хозяйственного использования, ($X \pm S_x$)

| Возраст коров | Количество | Живая масса | | Количество деловых телят | Молочность | | Валовый прирост живой массы телят (7 мес.) | Получено прироста живой массы приплода на 1 корову |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| лет | гол. | кг | $C_v$ | % | кг | $C_v$ | ц | ц |
| 2 | 58 | 531,0±4,6 | 2,99 | 87,9 | 193,0±4,2 | 5,32 | 98,4 | 1,70 |
| 3 | 30 | 556,0±6,0 | 6,89 | 88,7 | 199,0±5,4 | 4,60 | 53,7 | 1,79 |
| 5 | 75 | 611,0±5,4 | 9,89 | 88,9 | 203,0±5,1 | 14,39 | 136,0 | 1,81 |
| 9 | 120 | 608,0±5,7 | 10,83 | 90,2 | 203,0±4,6 | 13,85 | 219,2 | 1,83 |

От коров австралийской селекции за изучаемый период получен ряд поколений по месту их разведения в Курганской области. Живая масса и молочность коров мясного скота являются основными селекционируемыми признаками. Так, живая масса у коров в возрасте 3-х лет, импортированных из Австралии, составила 533,4±6,8 кг, молочность – 191,6±4,89 кг, а у коров-внучек, отелившихся в Курганской области, – 556,0±6,0 кг и 199,0±5,4 кг соответственно. Селекционный дифференциал за три поколения у коров в трёхлетнем возрасте по живой массе составил 23 кг и по молочности – 7,4 кг, коэффициент наследуемости составил 0,42 по живой массе и 0,36 – по молочности коров, эффект селекции по живой массе за поколение составил 9,7 кг, за год – 1,9 кг, по молочности – 2,7 кг и 0,5 кг соответственно.

В ранее проведённых исследованиях были определены генотипы генов TG-5 и Bola-DRB3 у коров австралийской репродукции. Изучение селекционно-генетических параметров у генотипированных коров представлено в таблице 2.

Так, у представительниц гомозиготной группы генотипа $TG^{cc}$ по живой массе между коровами первой и второй генерации селекционный дифференциал по живой массе составил 19,9 кг, по молочности – 4,4 кг, коэффициент наследуемости по живой массе – 0,39 и 0,27 – по молочности, эффект селекции по живой массе за поколение составил 7,8 кг, за год – 1,6 кг, по молочности – 1,2 кг и 0,2 кг соответственно. У сверстниц гетерозиготного генотипа $TG^{ct}$ селекционный дифференциал по живой массе – 47,3 кг, по молочности – 5,0 кг, коэффициент наследуемости по живой массе – 0,36 и 0,33 – по молочности коров, эффект селекции по живой массе за поколение – 17,0 кг, за год – 3,4 кг, по молочности – 1,7 кг и 0,3 кг соответственно. Показатели у коров – матери-дочери генотипа гена Bola-DRB3 аллельной группы GT были следующими: селекционный дифференциал по живой массе – 16,2 кг, по молочности – 1,9 кг, коэффициент наследуемости по живой массе – 0,40 и 0,29 – по молочности, эффект селекции по живой массе за поколение – 6,5 кг, за год – 1,3 кг, по молочности – 0,6 кг и 0,11 кг соответственно. У сверстниц с набором аллель TT селекционный дифференциал по живой массе – 32,6 кг, по молочности – 4,4 кг, коэффициент наследуемости по живой массе – 0,41 и 0,32 – по молочности, эффект селекции по живой массе за поколение – 13,4 кг, за год – 2,7 кг, по молочности – 1,4 кг и 0,3 кг соответственно.

### *Выводы*

Коровы абердин-ангусской породы австралийской репродукции вследствие повышенной адаптационной пластичности обладают высоким резервом увеличения селекционных признаков.

Таблица 2 – Показатели продуктивности генотипированных коров-матерей (n = 40) и коров-дочерей (n = 40), ($X \pm S_x$)

| Группа | Показатель | Генотип | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Генотипы гена TG-5/ n=% | | | | | | | |
| Коровы-матери | | CC | 17,5 | CT | 80,0 | TT | 2,5 |
| | живая масса | 489,1±8,4 | | 493,3±8,1 | | 508,0±0,0 | |
| | молочность | 212,7±2,7 | | 214,0±4,3 | | 237,0±2,9 | |
| Коровы-дочери | | CC | 10,0 | CT | 90,0 | TT | - |
| | живая масса | 509,0±8,6 | | 540,6±10,1 | | - | |
| | молочность | 217,1±2,9 | | 219,0±3,1 | | - | |
| Генотипы гена Bola-DRB3/ n=% | | | | | | | |
| Коровы-матери | | GG | 2,5 | GT | 77,5 | TT | 20,0 |
| | живая масса | 491,2±7,1 | | 503,1±11,6 | | 497,1±9,1 | |
| | молочность | 224,0±1,6 | | 217,2±4,6 | | 221,1±3,6 | |
| Коровы-дочери | | GG | - | GT | 36 | TT | 10 |
| | живая масса | - | | 519,3±7,3 | | 529,7±11,6 | |
| | молочность | - | | 219,1±11,4 | | 216,4±9,7 | |

На уровень продуктивности стада мясного скота значительно влияет величина прироста живой массы приплода в расчёте на 1 корову за весь период её хозяйственного использования, данный показатель увеличился на 7,6%. Вместе с тем у коров-внучек в трёехлетнем возрасте относительно коров-бабушек (возраст 3 года), импортированных из Австралии, выявлено превосходство по живой массе на 4,2% и молочности – на 3,9%. У генотипированных коров по схеме мать-дочь эффект селекции за поколение был выше у гетерозиготных генотипов дочерей, рождённых в Курганской области.

Знание и рациональное использование традиционных и новых по ДНК маркерных методов селекции на производстве в значительной степени позволит выявить, а также реализовать генетический резерв животных и управлять селекционным процессом при совершенствовании племенного стада абердин-ангусской породы.

Исследование выполнено в соответствии с планом НИР ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 761-2019-0012).

***Литература***

1. Эрнст, Л.К. Крупномасштабная селекция [Текст] / Л.К. Эрнст // Вестник сельскохозяйственных наук. – 1979. – № 8. – С. 58–65.

2. Фенченко, Н.Г. Резервы увеличения производства и улучшения качества говядины [Текс] / Н.Г. Фенченко. – Уфа, 1999. – 210 с.

3. Джуламанов, К.М. Селекция герефордского скота на долгорослость [Текст] / К.М. Джуламанов, Н.П. Герасимов // Вестник мясного скотоводства. – 2012. – Т. 1. – № 75. – С. 49–55.

4. Гриценко, С.А. Теоретические и практические основы применения генетических параметров в селекции черно-пестрого скота в условиях Южного Урала [Текст]: дис. … д-ра биол. наук / С.А. Гриценко. – Троицк, 2010. – 298 с.

5. Алимова, С.А. Эффективность использования маточного поголовья в селекции по интенсивности роста бычков казахской белоголовой породы [Текст] / С.А. Алимова, М.В. Тарасов, В.М. Габидулин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1. – С. 94–95.

6. Амерханов, Х. Основы развития мясного скотоводства за рубежом [Текст] / Х. Амерханов // Молочное и мясное скотоводство. – 2004. – № 7. – С. 12–17.

7. Амерханов, Х. Приоритетные направления производства говядины и развития мясного скотоводства в России [Текст] / Х. Амерханов, В. Шапочкин, Г. Легошин и др. // Молочное и мясное скотоводство. – 2007. – № 3. – С. 2–6.

8. Белоусов, А.М. Использование селекционно-генетических параметров при совершенствовании герефордов [Текст] / А.М. Белоусов, М.П. Дубовскова // Зоотехния. – 2001. – № 12. – С. 5–7.

9. Бухарова, В.Г. Влияние генотипа коров-матерей герефордской породы на хозяйственно-полезные признаки потомков [Текст]: дис. … к-та биол. наук / В.Г. Бухарова. – Оренбург, 2015. – 143 с.

10. Габидулин, В.М. Метод прогнозирования продуктивности абердин-ангусского скота с учётом результатов полиморфизма генов [Текст] / В.М. Габидулин, С.А. Алимова // Вестник мясного скотоводства. – 2016. – № 4 (96). – С. 30–35.

11. Гулева, А.Я. Разведение сельскохозяйственных животных [Текст] / А.Я. Гулева. – Омск: ОмГАУ, 1999. – 285 с.

12. Миниш, Г. Производство говядины в США: мясное скотоводство [Текст] / Г. Миниш, Д. Фокс; под ред. А.В. Черекаева. – М.: Агропромиздат, 1986. – 478 с.

13. Engle, B.N. Genome-wide association study for stayability measures in Nellore-Angus crossbred cows. [Text] / B.N. Engle, A.D. Herring, J.E. Sawyer, D.G. Riley, J.O. Sanders, C.A. Gill // Journal of Animal Science. – 2016. – 94 (supp. 4): 142 (doi:10.2527/ jas2016.94supplement4142x).

14. Rogers, P.L. Evaluating longevity of composite beef females using survival analysis techniques [Text] / P.L. Rogers, C.T. Gaskins, K.A. Johnson, M.D. MacNeil // Journal of Animal Science. – 2004. – 82 (3): 860-866 (doi: 10.2527/2004.823860x).

15. Габидулин, В.М. Генотипические, биологические, физиологические особенности скота абердин-ангусской породы [Текст] / В.М. Габидулин, С.А. Алимова // Вестник мясного скотоводства. – 2017. – № 4 (100). – С. 18–24.

***References***

1. Ehrnst, L.K. Krupnomasshtabnaja selekcija [Tekst] / L.K. Ehrnst // Vestnik sel'skohozjajstvennyh nauk. – 1979. – № 8. – S. 58–65.

2. Fenchenko, N.G. Rezervy uvelichenija proizvodstva i uluchshenija kachestva govjadiny [Teks] / N.G. Fenchenko. – Ufa, 1999. – 210 s.

3. Dzhulamanov, K.M. Selekcija gerefordskogo skota na dolgoroslost' [Tekst] / K.M. Dzhulamanov, N.P. Gerasimov // Vestnik mjasnogo skotovodstva. – 2012. – T. 1. – № 75. – S. 49–55.

4. Gritsenko, S.A. Teoreticheskie i prakticheskie osnovy primenenija geneticheskih parametrov v selekcii cherno-pestrogo skota v uslovijah Juzhnogo Urala [Tekst]: dis. … d-ra biol. nauk / S.A. Gritsenko. – Troick, 2010. – 298 s.

5. Alimova, S.A. Jeffektivnost' ispol'zovanija matochnogo pogolov'ja v selekcii po intensivnosti rosta bychkov kazahskoj belogolovoj porody [Tekst] / S.A. Alimova, M.V. Tarasov, V.M. Gabidulin // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 1. – S. 94–95.

6. Amerkhanov, Kh. Osnovy razvitija mjasnogo skotovodstva za rubezhom [Tekst] / Kh. Amerkhanov // Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo. – 2004. – № 7. – S. 12–17.

7. Amerkhanov, Kh. Prioritetnye napravlenija proizvodstva govjadiny i razvitija mjasnogo skotovodstva v Rossii [Tekst] / Kh. Amerkhanov, V. Shapochkin, G. Legoshin i dr. // Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo. – 2007. – № 3. – S. 2–6.

8. Belousov, A.M. Ispol'zovanie selekcionno-geneticheskih parametrov pri sovershenstvovanii gerefordov [Tekst] / A.M. Belousov, M.P. Dubovskova // Zootehnija. – 2001. – № 12. – S. 5–7.

9. Bukharova, V.G. Vlijanie genotipa korov-materej gerefordskoj porody na hozjajstvenno-poleznye priznaki potomkov [Tekst]: dis. … k-ta biol. nauk / V.G. Bukharova. – Orenburg, 2015. – 143 s.

10. Gabidulin, V.M. Metod prognozirovanija produktivnosti aberdin-angusskogo skota s uchjotom rezul'tatov polimorfizma genov [Tekst] / V.M. Gabidulin, S.A. Alimova // Vestnik mjasnogo skotovodstva. – 2016. – № 4 (96). – S. 30–35.

11. Guleva, A.Ya. Razvedenie sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh [Tekst] / A.Ya. Guleva. – Omsk: OmGAU, 1999. – 285 s.

12. Minish, G. Proizvodstvo govjadiny v SShA: mjasnoe skotovodstvo [Tekst] / G. Minish, D. Foks; pod red. A.V. Cherekaeva. – M.: Agropromizdat, 1986. – 478 s.

13. Engle, B.N. Genome-wide association study for stayability measures in Nellore-Angus crossbred cows. [Text] / B.N. Engle, A.D. Herring, J.E. Sawyer, D.G. Riley, J.O. Sanders, C.A. Gill // Journal of Animal Science. – 2016. – 94 (supp. 4): 142 (doi:10.2527/ jas2016.94supplement4142x).

14. Rogers, P.L. Evaluating longevity of composite beef females using survival analysis techniques [Text] / P.L. Rogers, C.T. Gaskins, K.A. Johnson, M.D. MacNeil // Journal of Animal Science. – 2004. – 82 (3): 860-866 (doi: 10.2527/2004.823860x).

15. Gabidulin, V.M. Genotipicheskie, biologicheskie, fiziologicheskie osobennosti skota aberdin-angusskoj porody [Tekst] / V.M. Gabidulin, S.A. Alimova // Vestnik mjasnogo skotovodstva. – 2017. – № 4 (100). – S. 18–24.

DOI 10.35694/YARCX.2020.52.4.007

# АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОДУКТИВНОСТИ И ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ КАЧЕСТВ КОРОВ С УЧЁТОМ КРОВНОСТИ И ПРОИСХОЖДЕНИЯ

М.С. Стефаниди
к.с.-х.н., доцент, доцент кафедры зоотехнии
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, г. Ярославль

***Голштинизированные коровы, ярославская порода, надой за лактацию, молочный жир, молочный белок, сервис-период, индекс плодовитости***

*Holsteinized cows, the Yaroslavl breed, yield for lactation, butterfat, milk protein, service period, birth rate index*

В настоящее время вопрос воспроизводства стада крупного рогатого скота очень актуален. Для получения максимальной продуктивности необходимо обеспечивать своевременное плодотворное осеменение коров для ежегодного получения приплода. От состояния воспроизводства стада зависит уровень селекционно-племенной работы, продолжительность использования животных и экономика животноводства в целом.

В хозяйствах Ярославской области продолжается работа по совершенствованию ярославской породы с использованием голштинов. Конечной целью программы оптимизации породного состава предусматривалось разведение животных с генотипами 3/4 по голштинской породе или 75% «в себе».

С повышением кровности по голштинской породе у животных 3-ей лактации повышается удой от 356 до 1109 кг молока; происходит колебание качества молока: содержание жира – от 0,31 до 0,45% и белка – от 0,1% до 0,15%; снижается долголетие от 0,1 до 1,2 отёла; продолжительность сервис-периода колеблется от 7 до 33 дней [1].

Данные исследований показывают, что голштинизированные коровы имеют больший сервис-период, чем чистопородные. Так, в среднем по выборке сервис-период у коров ярославской породы составил 99,2 дня, у помесных коров – 116,9 дня (на 17,7 дня больше, $P \geq 0,999$). Величина удоя за 305 дней лактации с увеличением сервис-периода существенно растёт в обеих группах. Наиболее высокую продуктивность молока за 305 дней лактации (6399,7 кг) имели коровы ярославской породы с продолжительностью сервис-периода 110–129 дней, по помесным коровам наивысшая продуктивность наблюдалась с продолжительностью сервис-периода 130 и более дней – 6787,7 кг молока [2].

С увеличением кровности по голштинской породе продолжительность сервис-периода по стаду возросла до 127,0 дней. У 62% поголовья продолжительность сервис-периода была выше обоснованной величины. Индекс осеменения коров за учётный период возрос на 1,08 и составил 2,30 [3].

### *Методика*

Целью наших исследований явилось изучение основных показателей продуктивности и воспроизводительных качеств чистопородных и высококровных голштинизированных коров ярославской породы.

Исследования проводили на коровах стада ООО «Агроцех» Ярославской области. В качестве объекта исследований были отобраны чистопородные и помесные полновозрастные коровы, имеющие три законченные лактации. Животные были разделены на три группы: 1 группа – чистопородные ярославские коровы; 2 группа – с кровностью 75% (3/4 по голштину) и 3 группа – 76% и более (средняя 83,0%). Анализируемая выборка коров сформирована по одному возрасту и трём законченным лактациям. Исходным материалом послужили сведения, взятые из племенных карточек коров формы 2-мол. и информационной базы данных «Селекс».

Показатель индекса плодовитости коров был рассчитан по формуле:

$$ИП = 100 – (К + 2i),$$

где К – возраст коровы при первом отёле, мес.;
i – средний межотельный период, мес.

Полученные результаты обработаны на персональном компьютере в программе Microsoft Office Word-2010. Методы исследований – общезоотехнические; полученные данные обработаны с помощью программы Microsoft Office Excel.

### *Результаты исследований*

Производство молока высокого качества является непременным условием эффективной работы и гарантом жизнеспособности хозяйства, поэтому наиболее важной задачей является анализ показателей молочной продуктивности коров с учётом их кровности.

Показатели молочной продуктивности чистопородных ярославских и помесных коров представлены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что превосходство в надое по третьей лактации у высококровных животных увеличивается, различие с чистопородными коровами составило 1081,95 кг ($P \geq 0,999$). Самое высокое содержание жира имеют чистопородные коровы – 4,78%. Более высокое содержание белка в молоке получено у чистопородных (3,24%) и у высококровных (3,21%) коров. Количество молочного белка в молоке высококровных коров выше, чем у ярославских чистопородных на 32,3 кг ($P \geq 0,999$).

Таблица 1 – Молочная продуктивность коров за третью лактацию (305 дней)

| Показатель | Чистопородные коровы (n = 33) | Помесные коровы с кровностью по голштинской породе | |
|---|---|---|---|
| | | 75% (n = 7) | 76–89% (n = 22) |
| Надой, кг | 5701,1±148,71 | 6419,43±327,03 | 6783,05±236,59*** |
| МДЖ, % | 4,78±0,06 | 4,56±0,10 | 4,65±0,08 |
| МДБ, % | 3,24±0,02 | 3,12±0,06 | 3,21±0,02 |

Примечание – сравнение с первой группой: *** – $P \geq 0,999$.

Сочетание высокой молочной продуктивности и плодовитости свидетельствует о хорошей приспособленности животных к конкретным условиям среды, что является основополагающим критерием при совершенствовании разводимых пород.

Основными показателями, характеризующими воспроизводительные способности коров, являются продолжительность сервис-периода и выход телят на 100 коров. Оптимальным является сервис-период в 60–110 дней в зависимости от продуктивности коров [4].

Показатели воспроизводительных качеств коров и их живая масса по первому и третьему отёлам представлены в таблице 2.

Данные таблицы 2 показывают, что возраст первого отёла у коров всех трёх групп находится на одном уровне и составляет 29,9–30,2 месяца. Большая продолжительность сервис-периода отмечается у коров с кровностью 75% по голштинской породе и составляет 117,2 дня. Эта группа несколько уступает по индексу плодовитости чистопородным коровам и коровам с кровностью 76% и более.

Показатели продуктивных и воспроизводительных качеств представлены по наиболее многочисленным дочерям быков улучшенных генотипов и ярославских чистопородных в таблице 3.

Таблица 2 – Показатели воспроизводительных качеств и живой массы коров

| Показатель | I группа | II группа | III группа |
|---|---|---|---|
| | Чистопородные (n = 33) | Кровность 75% (n = 7) | Кровность 76% и более (n = 22) |
| Возраст первого отёла, мес. | 29,9±0,49 | 30,2±0,67 | 29,9±0,47 |
| Сервис-период, дн. | 106,1±10,2 | 117,2±18,1 | 102,1±8,2 |
| Индекс плодовитости | 44,5±0,73 | 44,1±0,75 | 45,4±0,8 |
| Живая масса при 1-м отёле, кг | 482,1±3,7 | 502,5±4,0*** | 500,9±5,6** |
| Живая масса при 3-м отёле, кг | 502,2±3,7 | 532,2±10,8* | 529,6±3,7*** |

Примечание – сравнение с первой группой: * – P ≥ 0,95; ** – P ≥ 0,99; *** – P≥ 0,999.

Наивысший надой по третьей лактации имеют дочери быка Зорро 460 (А1), различие с дочерями быка Гарта 1190 составило 490,9 кг.

По результатам сравнения воспроизводительных качеств коров получено, что сервис-период и индекс плодовитости у дочерей быка Зорро 460 лучше по своим значениям, чем у дочерей быка Гарта 1190.

У ярославских коров наивысшую молочную продуктивность имеют дочери быка Мауна 561 (А1Б1) линии Жилета. Самый короткий сервис-период – у дочерей быка Вулкана 1154 – 77,5, разница с дочерями Мауна составила 20,4 дня, а с дочерями Колизея 816 – 21,1 дня. Дочери быка Вулкана имеют и наивысший индекс плодовитости.

Таблица 3 – Показатели молочной продуктивности и воспроизводительных качеств дочерей по третьей лактации

| Показатель | Гарт 1190 (л. М. Чифтейна) (n = 7) | Зорро 460 (л. В.Б. Айдиала) (n = 9) | Маун 561 (л. Жилета) (n = 8) | Вулкан 1154 (л. Вольного) (n = 5) | Колизей 816 (л. Марта) (n = 5) |
|---|---|---|---|---|---|
| Надой, кг | 6500,1±129,7 | 6991±352,2 | 5857,8±471,4 | 5572,6±159,5 | 5407,2±447,4 |
| МДЖ, % | 4,55±0,13 | 4,59±0,13 | 4,81±0,15 | 4,66±0,17 | 4,72±0,21 |
| Сервис-период, дн. | 97±14,0 | 89,4±12,6 | 97,9±20,5 | 77,5±23,5 | 98,6±5,44 |
| Индекс плодовитости | 43,8±1,2 | 46,0±1,1 | 43,9±1,71 | 47,40±1,09 | 45,7±1,3 |

В группах ярославских и высококровных коров получена положительная корреляция между надоем и сервис-периодом, надоем и возрастом первого отёла. Коэффициент корреляции надоя с сервис-периодом в группах 0,38* и 0,70***. Между надоем и индексом плодовитости получена отрицательная взаимосвязь. В группе чистопородных коров r =–0,38*, высококровных r = –0,27.

***Выводы***

1. Наибольший надой по третьей лактации наблюдается у группы коров с кровностью 76% и более, различие с чистопородными коровами составило 1081,95 кг (P ≥ 0,999). Самое высокое содержание жира имеют чистопородные ярославские коровы – 4,78%.

2. Большая продолжительность сервис-периода отмечается у коров с кровностью 75% по голштинской породе и составляет 117,2 дня. Эта группа несколько уступает по индексу плодовитости чистопородным коровам и коровам с кровностью 76% и более.

***Литература***

1. Фураева, Н.С. Сравнительная характеристика хозяйственно-полезных признаков ярославских коров с различной долей кровности по голштинской породе [Текст] / Н.С. Фураева, С.С. Воробьёва, В.И. Хрусталева // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2014. – № 4. – С. 61–65.

2. Зубкова, Л.И. Продуктивные и воспроизводительные качества коров ярославской и их помесей с голштинской породой [Текст] / Л.И. Зубкова, А.В. Жерносенко // Вестник АПК Верхневолжья. – 2020. – № 1 (49). – С. 36–40.

3. Лапина, М.Н. Влияние голштинизации на продуктивные и воспроизводительные качества скота ярославской породы в Ставропольском крае [Текст] / М.Н. Лапина, Г.П. Ковалева, Н.В. Сулыга, В.А. Витол // Известия горского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 56. – № 2. – С. 92–96.

4. Маленьких, В.А. В помощь специалистам по воспроизводству стада крупного рогатого скота [Текст] / В.А. Маленьких, В.Ф. Жуков, С.В. Никитина и др. – М.: Изд-во Минсельхозпрод МО, 2011. – 76 с.

***References***

1. Furaeva, N.S. Sravnitel'naja harakteristika hozjajstvenno-poleznyh priznakov jaroslavskih korov s razlichnoj dolej krovnosti po golshtinskoj porode [Tekst] / N.S. Furaeva, S.S. Vorob'eva, V.I. Khrustaleva // Agrarnyj vestnik Verhnevolzh'ja. – 2014. – № 4. – S. 61–65.

2. Zubkova, L.I. Produktivnye i vosproizvoditel'nye kachestva korov jaroslavskoj i ih pomesej s golshtinskoj porodoj [Tekst] / L.I. Zubkova, A.V. Zhernosenko // Vestnik APK Verhnevolzh'ja. – 2020. – № 1 (49). – S. 36–40.

3. Lapina, M.N. Vlijanie golshtinizacii na produktivnye i vosproizvoditel'nye kachestva skota jaroslavskoj porody v Stavropol'skom krae [Tekst] / M.N. Lapina, G.P. Kovaleva, N.V. Sulyga, V.A. Vitol // Izvestija gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – T. 56. – № 2. – S. 92–96.

4. Malen'kikh, V.A. V pomoshh' specialistam po vosproizvodstvu stada krupnogo rogatogo skota [Tekst] / V.A. Malen'kikh, V.F. Zhukov, S.V. Nikitina i dr. – M.: Izd-vo Minsel'hozprod MO, 2011. – 76 s.

**В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ ФГБОУ ВО ЯРОСЛАВСКАЯ ГСХА В 2020 ГОДУ ВЫШЛА МОНОГРАФИЯ**

***Р.В. ТАМАРОВОЙ, А.С. ЕРМИШИНА***

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИМПОРТНЫХ КОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ НА МОЛОЧНЫХ КОМПЛЕКСАХ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ**

В монографии представлены результаты научного анализа эффективности разведения импортного голштинского скота селекции стран Америки и Европы в хозяйствах Ярославской области при интенсификации молочного скотоводства.

Мониторинг проведён в динамике за длительный период с учётом комплекса хозяйственно-полезных признаков и разных методов селекционной работы.

Исследованы влияние генетических и паратипических факторов на продуктивные и воспроизводительные качества животных, их биологические особенности, способность к акклиматизации и адаптации в новых средовых условиях. Намечены перспективы дальнейшей работы по оптимизации молочного скотоводства в регионе.

Монография предназначена для научных сотрудников, руководителей и специалистов хозяйств, работников племенной службы, а также для использования в учебном процессе по специальности 06.02.07 «Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных», направлениям подготовки укрупнённой группы 36.00.00 «Ветеринария и зоотехния».

**УДК 636.234; ББК 46.0; ISBN 978-5-98914-228-6; 172 стр.**

**ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:**
**150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58, ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА**

**e-mail: e.bogoslovskaya@yarcx.ru**

DOI 10.35694/YARCX.2020.52.4.008

# ИЗУЧЕНИЕ МИКРОФЛОРЫ МОЛОКА КОРОВ ПРИ РАЗНЫХ ФОРМАХ МАСТИТА

Д.Ю. Костерин
к.б.н., доцент кафедры инфекционных и паразитарных болезней имени академика РАСХН Ю.Ф. Петрова
О.В. Иванов (фото)
к.в.н., доцент, доцент кафедры инфекционных и паразитарных болезней имени академика РАСХН Ю.Ф. Петрова
ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, г. Иваново
М.Г. Алигаджиев
к.в.н., генеральный директор АО «Племенной завод имени Дзержинского»
Ивановская область, с. Осановец
Л.Э. Мельникова
старший преподаватель кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, г. Ярославль

***Воспаление молочной железы у коров, мастит, микроорганизмы молока, микробиологические исследования молока***

*Mammitis in cows, mastitis, milk microorganisms, microbiological researches of milk*

На современном этапе ведения животноводства главной задачей является оптимизация усилий, направленных на повышение количества и качества молока. Одной из причин, влияющих на эти показатели, является широкое распространение воспаления молочной железы у коров с разными формами клинического проявления [1; 3; 5; 6]. Ранняя диагностика и своевременное назначение эффективных терапевтических средств является основой этой проблемы. Наша работа была посвящена изучению микрофлоры молока при разных формах мастита с целью разработки бактериологического прогноза для выбора стратегии лечения и профилактики этого заболевания у коров [2; 3; 4; 5; 7; 8; 9; 10].

### *Материалы и методы исследования*

Целью нашей работы являлось изучение микрофлоры молока при маститах у коров в АО «Племенной завод имени Дзержинского» Гаврилово-Посадского района Ивановской области.

Материалом для исследования послужило молоко от больных разными формами мастита коров опытного хозяйства. Места проведения исследований – АО «Племенной завод имени Дзержинского» Гаврилово-Посадского района Ивановской области и кафедра инфекционных и паразитарных болезней имени академика РАСХН Ю.Ф. Петрова ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА.

Исследование проходило в несколько этапов:

- первый этап – отбор из стада животных больных разными формами мастита (по результатам клинического исследования, проведения экспресс-теста на скрытый мастит и пробой отстаивания);

- второй этап – отбор проб молока от подопытных животных, транспортировка полученного материала в лабораторию для исследования;

- третий этап – индикация и идентификация микроорганизмов (проводили путём изучения морфологических, тинкториальных, культуральных свойств микроорганизмов);

- четвёртый этап – обработка и оформление полученных результатов.

### *Результаты эксперимента и их обсуждение*

По результатам предварительных исследований из стада были отобраны 30 коров, больных разными формами мастита. Животные были разных возрастов, стадий лактации, среднесуточных удоев. Из них: 7 голов – в возрасте 3 года, 9 голов – в возрасте 4 года, 8 голов – в возрасте 5 лет, 4 головы – в возрасте 6 лет и 2 головы – в возрасте 7 лет. Все подопытные животные находились в периоде от 16 до 115 дней лактации. Из них животные с индивидуальными номерами 7670 и 1877 – в периоде от 16–21 дней после отёла, а остальные – в промежуточном периоде стадии лактации. Среднесуточный удой у всех подопытных коров до болезни составлял 25 литров, из них минимальный – 16 литров, а максимальный – 56 литров.

С целью исключения участия микробного фактора в этиологии мастита и выбора правильной тактики лечения необходимо проводить микробиологическое исследование молока.

Из результатов исследований, представленных в таблице 1, можно заключить, что из 30 проб молока при разных формах мастита в 18 были обнаружены микроорганизмы. Из них при серозном мастите – в 5-ти пробах, при катаральном – в 4-х пробах, при гнойно-катаральном – в 3-х пробах, а при субклиническом – в 6-ти пробах. В остальных 12-ти пробах микроорганизмы выделены не были, соответственно, это составило при серозном мастите – 3, при катаральном – 2, при гнойно-катаральном – 0 и при субклиническом – 7 проб.

Таблица 1 – Результаты исследования молока на присутствие микрофлоры при разных формах мастита у коров

| Показатель | Форма мастита | | | |
|---|---|---|---|---|
| | серозный | катаральный | гнойно-катаральный | субклинический |
| Исследовано проб | 8 | 6 | 3 | 13 |
| Положительные пробы | 5 | 4 | 3 | 6 |
| Отрицательные пробы | 3 | 2 | 0 | 7 |

Из таблицы 2 можно подчеркнуть, что в одной пробе из 18 положительных были обнаружены стрептококки, в 3-х – стафилококки, в 2-х – кишечная палочка, в 2-х – псевдомонады, в 1-й – дрожжеподобные грибы и в 9-ти были обнаружены ассоциации микроорганизмов. Это составило 6, 16, 11, 11, 6 и 50% соответственно от всех исследованных проб.

Необходимо отметить, что микрофлора при серозных маститах была представлена в одной пробе стрептококками и в 4-х пробах –

Таблица 2 – Микрофлора проб молока при разных формах мастита у коров

| Название микроорганизмов | Форма мастита | | | |
|---|---|---|---|---|
| | серозный | катаральный | гнойно-катаральный | субклинический |
| Стрептококки | 1 | - | - | - |
| Стафилококки | - | - | - | 3 |
| Кишечная палочка | - | 2 | - | - |
| Псевдомонады | - | - | 2 | - |
| Дрожжеподобные грибы | - | - | 1 | - |
| Ассоциации | 4 | 2 | - | 3 |

ассоциациями микроорганизмов, при катаральном – в 2-х пробах кишечными палочками и в 2-х – ассоциациями, при гнойно-катаральном – в 2-х пробах псевдомонадами и в одной – дрожжеподобными грибами, а при субклиническом в 3-х пробах были обнаружены стафилококки и в 3-х пробах – ассоциации микроорганизмов.

Ассоциации микроорганизмов при серозном и катаральном маститах были представлены стафилококками и кишечной палочкой, а при субклиническом – стрептококками и стафилококками.

### *Выводы*

По результатам наших исследований можно сделать следующие выводы.

В 18 из 30 пробах молока были обнаружены микроорганизмы. В 1-й пробе из всех положительных были обнаружены стрептококки, в 3-х – стафилококки, в 2-х – кишечная палочка, в 2-х – псевдомонады, в 1-й – дрожжеподобные грибы и в 9-ти – ассоциации микроорганизмов. Это составило 6, 16, 11, 11, 6 и 50% соответственно от всех исследованных проб.

При серозных маститах микрофлора была представлена в большей мере ассоциациями (4 пробы) и только в одной пробе обнаружены стрептококки. При катаральных формах воспаления молочной железы из 2-х проб выделены кишечные палочки и в 2-х обнаружены ассоциации. При гнойно-катаральном мастите в 2-х пробах находились псевдомонады и в одной – дрожжеподобные грибы, а при субклиническом – в 3-х пробах стафилококки и в 3-х пробах – ассоциации. При серозном и катаральном маститах ассоциации были представлены стафилококками и кишечной палочкой, а при субклиническом – стрептококками и стафилококками.

### *Литература*

1. Головко, А.Н. Этиопатогенез и терапия мастита у коров [Текст] / А.Н. Головко, В.Я. Вечтомов, С.А. Гужвинская [и др.] // Ветеринария. – 2001. – № 11. – С. 35–38.

2. Иванов, О.В. Разработка комплекса профилактических мероприятий при ассоциативных инфекциях новорождённых телят [Текст] / О.В. Иванов, Д.Ю. Костерин, Л.Э. Мельникова // Вестник АПК Верхневолжья. – 2020. – № 1 (49). – С. 41–45. DOI 10.35694/YARCX.2020.49.1.009.

3. Ивашура, А.И. Система мероприятий по борьбе с маститом коров [Текст] / А.И. Ивашура. – М.: Росагропромиздат, 1991. – 240 с.

4. Карташова, В.М. Маститы коров [Текст] / В.М. Карташова, А.И. Ивашура. – М.: Агропромиздат, 1988. – 256 с.

5. Костерин, Д.Ю. Изучение устойчивости микрофлоры кожи сосков к средствам для санитарной обработки вымени коров в условиях сельскохозяйственного предприятия [Текст] / Д.Ю. Костерин, О.В. Иванов, Л.Э. Мельникова // Научно-прикладные аспекты производства, переработки и ветеринарно-санитарного контроля сельскохозяйственной продукции: сб. науч. тр. по материалам Национальной науч.-практ. конф. с международ. участием. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2019. – С. 42–46.

6. Костерин, Д.Ю. Определение противомикробной активности средств, используемых для санитарной обработки кожи сосков вымени коров [Текст] / Д.Ю. Костерин, О.В. Иванов, Т.И. Брезгинова // Ветеринарно-санитарные мероприятия по предупреждению антропозоонозов и незаразных болезней животных: сб. материалов Национальной науч.-практ. конф. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2018. – С. 34–37.

7. Краевский, А.И. Бактериальный мастит у коров [Текст] / А.И. Краевский, М.В. Рубленко, Г.П. Дюльгер [и др.]. – Сумы: «Сумской национальный аграрный университет», 2014. – 215 с.

8. Кузьмин, Г.П. Роль эпидермального стафилококка в этиологии мастита у коров [Текст] / Г.П. Кузьмин, В.А. Париков, В.И. Слободяник // Итоги и перспективы науч. исслед. по проблемам патологии животных и разработки средств и методов терапии и профилактики: матер. коорд. совещ. – Воронеж, 1995. – С. 215–216.

9. Никитин, И.Н. Организация и экономика ветеринарного дела [Текст] / И.Н. Никитин, М.Х. Шахманов, В.Ф. Воскобойников. – М.: Колос, 1996. – 272 с.

10. Abureema, S. Molecular epidemiology of recurrent clinical mastitis due to Streptococcus uberis: Evidence of both an environmental source and recurring infection with the same strain [Text] / S. Abureema, P. Smooker, J. Malmo, M. Deighton // Journal of dairy science. – 2014. – 97 (1). – P. 285–290.

***References***

1. Golovko, A.N. Jetiopatogenez i terapija mastita u korov [Tekst] / A.N. Golovko, V.Ya. Vechtomov, S.A. Guzhvinskaya [i dr.] // Veterinarija. – 2001. – № 11. – S. 35–38.

2. Ivanov, O.V. Razrabotka kompleksa profilakticheskih meroprijatij pri associativnyh infekcijah novorozhdjonnyh teljat [Tekst] / O.V. Ivanov, D.Yu. Kosterin, L.Eh. Mel'nikova // Vestnik APK Verhnevolzh'ja. – 2020. – № 1 (49). – S. 41–45. DOI 10.35694/YARCX.2020.49.1.009.

3. Ivashura, A.I. Sistema meroprijatij po bor'be s mastitom korov [Tekst] / A.I. Ivashura. – M.: Rosagropromizdat, 1991. – 240 s.

4. Kartashova, V.M. Mastity korov [Tekst] / V.M. Kartashova, A.I. Ivashura. – M.: Agropromizdat, 1988. – 256 s.

5. Kosterin, D.Yu. Izuchenie ustojchivosti mikroflory kozhi soskov k sredstvam dlja sanitarnoj obrabotki vymeni korov v uslovijah sel'skohozjajstvennogo predprijatija [Tekst] / D.Yu. Kosterin, O.V. Ivanov, L.Eh. Mel'nikova // Nauchno-prikladnye aspekty proizvodstva, pererabotki i veterinarno-sanitarnogo kontrolja sel'skohozjajstvennoj produkcii: sb. nauch. tr. po materialam Nacional'noj nauch.-prakt. konf. s mezhdunarod. uchastiem. – Jaroslavl': Izd-vo FGBOU VO Jaroslavskaja GSHA, 2019. – S. 42–46.

6. Kosterin, D.Yu. Opredelenie protivomikrobnoj aktivnosti sredstv, ispol'zuemyh dlja sanitarnoj obrabotki kozhi soskov vymeni korov [Tekst] / D.Yu. Kosterin, O.V. Ivanov, T.I. Brezginova // Veterinarno-sanitarnye meroprijatija po preduprezhdeniju antropozoonozov i nezaraznyh boleznej zhivotnyh: sb. materialov Nacional'noj nauch.-prakt. konf. – Jaroslavl': Izd-vo FGBOU VO Jaroslavskaja GSHA, 2018. – S. 34–37.

7. Kraevskij, A.I. Bakterial'nyj mastit u korov [Tekst] / A.I. Kraevskij, M.V. Rublenko, G.P. Dyul'ger [i dr.]. – Sumy: «Sumskoj nacional'nyj agrarnyj universitet», 2014. – 215 s.

8. Kuz'min, G.P. Rol' jepidermal'nogo stafilokokka v jetiologii mastita u korov [Tekst] / G.P. Kuz'min, V.A. Parikov, V.I. Slobodyanik // Itogi i perspektivy nauch. issled. po problemam patologii zhivotnyh i razrabotki sredstv i metodov terapii i profilaktiki: mater. koord. soveshh. – Voronezh, 1995. – S. 215–216.

9. Nikitin, I.N. Organizacija i jekonomika veterinarnogo dela [Tekst] / I.N. Nikitin, M.Kh. Shakhmanov, V.F. Voskobojnikov. – M.: Kolos, 1996. – 272 s.

10. Abureema, S. Molecular epidemiology of recurrent clinical mastitis due to Streptococcus uberis: Evidence of both an environmental source and recurring infection with the same strain [Text] / S. Abureema, P. Smooker, J. Malmo, M. Deighton // Journal of dairy science. – 2014. – 97 (1). – P. 285–290.

DOI 10.35694/YARCX.2020.52.4.009

# ПРОДУКТЫ ПЧЕЛОВОДСТВА ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ И ПРОФИЛАКТИКИ БОЛЕЗНЕЙ ТЕЛЯТ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)

П.А. Красочко (фото)
д.в.н., д.б.н., профессор, заведующий кафедрой эпизоотологии и инфекционных болезней
М.А. Понаськов
магистр ветеринарных наук, ассистент кафедры акушерства, гинекологии и биотехнологии размножения животных
Д.Н. Мороз
магистр ветеринарных наук, аспирант кафедры эпизоотологии и инфекционных болезней
УО Витебская государственная ордена «Знак Почета» академия ветеринарной медицины, г. Витебск

***Продукты пчеловодства, цветочная пыльца, перга, мёд, прополис, телята, желудочно-кишечные и респираторные заболевания животных***

*Beekeeping products, pollen, bee bread, honey, propolis, calves, gastrointestinal and respiratory diseases of animals*

Начиная с 1940-х годов, в ветеринарной и медицинской практике стали широко использоваться антибиотики, которые имеют целый ряд преимуществ, а именно: низкая терапевтическая эффективная дозировка, широкий спектр антимикробного действия. Имея особенный механизм действия, антибиотики с высокой точностью подавляют развитие патогенных микроорганизмов, запускают защитные силы организма, способствуют повышению продуктивности. В настоящее время антибиотики широко используются для лечения больных животных и профилактики многих бактериальных болезней у сельскохозяйственных животных [1].

Широкое использование в сельском хозяйстве антимикробных препаратов с несоблюдением инструкций по их применению вызывают ряд проблем. Так, неоправданное и нерациональное использование антибиотиков (несоблюдение кратности, курса лечения больных животных и дозировки препарата), приводит к длительному выведению из организма животных данных препаратов в низких концентрациях, способствует развитию антибиотикоустойчивых (резистентных) форм различных микроорганизмов [2].

Проблема антибиотикорезистентности становится всё более актуальной во всём мире, в том числе и в Республике Беларусь. Кроме того, антибактериальные препараты утрачивают свою эффективность, становится труднее (а порой и невозможно) лечить больных животных и людей.

Поэтому Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) уделяет большое внимание сдерживанию распространения антибиотикорезистентных штаммов микроорганизмов [3; 2].

В современном мире наблюдается тенденция замены использования антибиотиков и других синтетических антимикробных препаратов на комплексные соединения на основе продуктов животного и растительного происхождения, в том числе пчеловодства [1].

В настоящее время состояние отрасли пчеловодства в Беларуси неудовлетворительное. Несмотря на рост численности пчелиных семей за последнее десятилетие на 17%, имеющийся в стране ресурс пчёл значительно отстаёт от нормы, необходимой для насыщенного опыления культур в растениеводстве. Так, в среднем в Беларуси на 2 км$^2$ площади приходится 1 пчелосемья (при норме 4 пчелиных семьи на 1 км$^2$ пашни), когда в Польше и Испании на 1 км$^2$ – 4 пчелосемьи, в Украине – 5 пчелосемей. Республика Беларусь производит 0,2% мирового объёма мёда, занимая 50-е место в рейтинге стран-производителей продуктов пчеловодства [4].

Однако значение показателя потребляемого мёда на душу населения в республике, не превышая 500 г в год, в 9 раз меньше годовой потребности. Превалирующую роль в развитии пчеловодства в Беларуси играет частный сектор, масштабы деятельности которого с каждым годом увеличиваются. В белорусских пчелохозяйствах в 2014 году содержалось 217,1 тыс. пчелосемей, но абсолютное большинство (83%) находилось в личных хозяйствах, обеспечивая до 86% объёмов производства товарного мёда в республике [4].

Уже несколько тысячелетий продукты пчеловодства широко используются в народной медицине для лечения больных людей. Успешное использование продуктов пчеловодства в народной медицине навело ветеринаров на мысль, что апипродукцию можно применять и для лечения больных животных, в частности, собак, кошек, кроликов, грызунов, лошадей, мелкого и крупного рогатого скота и др. [1; 5].

Продуктами пчеловодства, которые можно использовать для лечения и профилактики болезней животных, являются:

- цветочная пыльца и перга;
- прополис.

В современной медицине лечебные и профилактические препараты из продуктов пчеловодства применяются достаточно широко, однако аспекты их использования в промышленном животноводстве и ветеринарной практике ещё изучены недостаточно. Не изученным остаётся и вопрос комплексного влияния препаратов на основе апипродуктов на формирование естественной устойчивости организма животных ко многим болезням (особенно молодняка). Поэтому проведение исследований в данной области имеет как теоретический интерес, так и практическое значение для успешного выращивания и сохранения новорождённого молодняка [5].

В связи с этим целью наших исследований явилось изучение и анализ литературных источников о продуктах пчеловодства (цветочная пыльца и перга, мёд, прополис) и препаратов на их основе, используемых для лечения и профилактики болезней желудочно-кишечного тракта телят.

Для достижения указанной цели были определены следующие задачи:

1. Изучить литературные данные о свойствах прополиса и продуктов на их основе, используемых для лечения и профилактики болезней желудочно-кишечного тракта телят.

2. Изучить литературные данные о свойствах цветочной пыльцы и перги и продуктов на их основе, используемых для лечения и профилактики болезней желудочно-кишечного тракта телят.

### *Материалы и методы*

Работа выполнена на кафедре эпизоотологии и инфекционных болезней УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины».

В работе использованы отечественные и зарубежные литературные данные о продуктах пчеловодства (цветочная пыльца, перга и прополис) и препаратов на их основе, используемых для лечения и профилактики болезней желудочно-кишечного тракта телят.

### *Результаты и обсуждение*

Анализ проведённого изучения литературы по вопросу использования продуктов пчеловодства для профилактики болезней и терапии животных с различными патологиями показал, что в ветеринарной медицине наиболее часто применяются: прополис, цветочная пыльца и перга [1].

**Прополис** (пчелиный клей, уза, пчелиная или восковая смола) – клейкое смолистое желтовато-коричневатое вещество, собираемое пчёлами с почек молодых побегов, коры и смолы растений, из пыльцевых зёрен (истинный прополис), используется пчелами в ульях как ремонтно-строительный и антисептический материал. Прополис из растений – мнимый (ложный). На вкус прополис горьковатый, плохо растворяется в воде (до 7%), хорошо – в спирте (60–70%).

Доставляют прополис в улье пчёлы на лапках. Прополис применяется пчелами для заделывания щелей в потолке и стенах, а также летковых отверстий в ульях при подготовке их к зимовке.

Прополис обладает противовирусным, противомикробным и противовоспалительным действиями. Так, прополис уничтожает возбудителей сальмонеллёза, эшерихиоза, стрептококкоза, рожи свиней, сибирской язвы и многих других. Прополис обладает выраженным обезболивающим действием (превосходит новокаин в 5,2 раза) [3].

***Химический состав прополиса***

Химический состав прополиса очень сложный и зависит от породы пчёл, а также от того, с каких частей и каких растений они отбирали смолистые вещества.

Химический состав прополиса представлен в основном растительными смолами (%):

- растительные смолы – 38–60 (в среднем 55);
- бальзамы, в том числе и дубильные вещества – 0,5–15 (в среднем 8);
- эфирные масла – 2–15 (в среднем 8);
- воск – 7,8–36 (в среднем 22).

Прополис богат микро- и макроэлементами. Так, в нём содержится калий, кальций, фосфор, натрий, магний, сера, хлор, железо, цинк, марганец, медь, никель, ванадий, барий, титан, олово, кобальт, хром, молибден, алюминий, кремний, ртуть, селен, цирконий, фтор, сурьма и др.

Количественный состав витаминов изменчив и зависит от породы пчёл и ареала сбора прополиса. В состав прополиса также входят следующие витамины: витамины группы А, В1, В2, В6, С, Е, никотиновая и пантотеновая кислоты.

Прополис содержит в своём составе от 8 до 17 аминокислот: сирин, гликокол, аспарагиновая и глютаминовая кислоты, аланин, цистеин, лизин, аргинин, пролин, треонин, тирозин и валин. А триптофан, фенилаланин, лейцин, гистидин, метионин относятся к незаменимым, которые не синтезируются организмом человека.

Также в состав прополиса входят: органические кислоты, спирты и фенолы, альдегиды, сложные эфиры, бензойная, ванилиновая, кофейная, коричная и другие органические кислоты. Согласно мнению ряда учёных, именно бензойная кислота придаёт прополису его антимикробные свойства [4; 5].

***Использование прополиса при лечении и профилактике желудочно-кишечных болезней***

Ещё в 50-е годы XX века на основе прополиса начали изготавливать мази и настойки. При этом пчелиный клей стал основным действующим компонентом.

При лечении животных, больных гастроэнтеритами, часто используют настойку прополиса в виде водно-спиртовой эмульсии, которую назначают животным внутрь за 30 мин до кормления. С профилактической целью препарат назначают внутрь 1 раз в сутки в дозе 3 мл на 1 кг массы тела животного в течение 10–15 дней [4; 3; 2].

В последние годы фирмой «Данко» (г. Витебск) разработан новый препарат на основе прополиса с использованием новой технологии выделения биологически активных веществ – водный раствор «Прополетин». Концентрация сухого вещества – 25%. Используется для лечения животных, больных гастроэнтеритами. Телятам задают его с водой или молоком из расчёта 1–2,5 мл на 100 мл воды или молока и выпаивают 1–2 раза в сутки по 200–300 мл.

**Цветочная пыльца** – мужские половые клетки цветущих растений, образующиеся в расширенной части тычинок (в пыльниках цветка). Пыльца имеет центральную часть, окружённую белковым веществом, специфическую форму для каждого вида растений и сохраняется много лет. Пчёлы собирают пыльцу и складывают в виде комочков – обножек, в специальное устройство из волосков на третьей паре ножек – корзиночки. Обножка из пыльцевых зёрен имеет определённый цвет и форму, характерную для каждого растения. Под действием 10-окси-2-деценовой жирной кислоты, выделяемой челюстными железами пчёл, пыльца теряет способность к прорастанию. Человек пчелиную пыльцу собирает путём навешивания на леток пыльцеуловителя. Когда пчёлы проходят через леток, они теряют комочки пыльцы. Затем пчелиную пыльцу собирают и высушивают на воздухе [5].

Пергу пчёлы используют для кормления личинок рабочих пчёл и трутней старше 3-дневного возраста.

Пчелы утрамбовывают сложенные в ячейки пыльцу, заливают мёдом и запечатывают воском. Такая пыльца называется пергой.

Пыльца – это сложный комплекс пищевых, лекарственных и иммуностимулирующих веществ. Основным источником пыльцы являются пыльценосные растения, которые делятся на две группы:

1) пыльценосные растения, перекрёстно опыляемые ветром (орешник, грецкий орех, береза, дуб, кукуруза и др.);

2) пыльценосные растения, перекрёстно

опыляемые насекомыми (ива, клён, одуванчик, сурепка, плодовые (абрикос, персик, яблоня, груша, вишня), подсолнечник, овощебахчевые (огурцы, дыня, арбуз, тыква, кабачки) и др.

Согласно многочисленным литературным данным, пчелиная перга на 100% усваивается организмом человека. При этом 100 г пчелиной перги содержит такое количество витаминов, которое в несколько раз превышает необходимую суточную норму человека. Перга является источником углеводов, белков, витаминов, макро- и микроэлементов, ферментов и ряда биологически активных соединений [4].

***Химический состав цветочной пыльцы и перги***

Химический состав цветочной пыльцы и перги зависит от территории сбора, особенности обработки её пчелами, сроков и условий хранения, способов товарной обработки (консервации). Всего в цветочной пыльце и перге выявлено около 250 соединений и минеральных элементов. Так, в ней найдены альбумины, глобулины, мукопротеины, ферменты (всего 42), из азотистых веществ – пептоны, в свободном виде и в гидролизатах белков (в целом 32 аминокислоты). В пыльце содержится в 5–7 раз больше аминокислот, чем в говядине и яйцах равного веса. В пыльце содержатся и жироподобные вещества (липоиды), органические кислоты, каротиноиды, антоцианы и антоцианиды. В ней обнаружены флавоноиды, оксифлавонолы, флавоноиды и их производные. Углеводы пыльцы (всего их 28) представлены моно-, олиго-, полисахаридами, при этом простых сахаров установлено 8, олигосахаридов – 11. Полисахариды представлены крахмалом, целлюлозой, пентозой, поллонином и рядом других. В пыльце содержится ряд витаминов, в основном группы В, аскорбиновая кислота, токоферол. Всего установлено 36 микро- и макроэлементов, из них натрий, калий, магний, кальций, медь, фосфор, марганец, железо, кобальт, молибден и другие. Также имеются фенолкислоты, оксикарбоновые кислоты, углеводороды, высшие спирты, фосфориты [1].

***Использование перги и цветочной пыльцы при лечении и профилактике желудочно-кишечных болезней***

Перга регулирует и нормализирует работу всего желудочно-кишечного тракта. Так, при использовании перги улучшается состояние кишечника при энтеритах, энтероколитах, дисбактериозе. Пыльца применяется при лечении телят, больных различными желудочно-кишечными болезнями (запор, диарея, воспаление слизистых оболочек толстого и тонкого отдела кишечника). Обладает антибактериальным действием против многих микроорганизмов. Перга используется при лечении животных, больных гастроэнтеритом, патологиями печени и почек. Наибольший терапевтический эффект достигается при использовании её в смеси с мёдом. Перга нормализует перистальтику кишечника, обладает обезболивающим эффектом при явлениях метеоризма, атониях и гипотониях кишечника. Применять её нужно не только больным животным, но и здоровым, как общеукрепляющее средство. Лечебная доза составляет 0,5 г, профилактическая – 0,3 г на 1 кг живой массы тела вместе с кормом. Был разработан препарат из пчелиной перги «Апистимулин-А» (П.А. Красочко, Н.Г. Еремия, 1998 г.), который получен путём модификации перги. Препарат активизирует обменные процессы в организме сельскохозяйственных животных и птиц, увеличивает активность клеточных и гуморальных факторов иммунитета. Его можно использовать для лечения и профилактики респираторных и желудочно-кишечных заболеваний телят, поросят и плотоядных, стимуляции поствакцинного иммунитета при вирусных и бактериальных инфекциях. «Апистимулин-А» применяется как внутримышечно, так и внутрь. С целью профилактики желудочно-кишечных заболеваний «Апистимулин-А» вводят внутримышечно в первые 1–2 дня жизни в дозе 1 мг/кг живой массы тела. С лечебной целью – в той же дозе, но с интервалом в 2–3 дня [5].

***Выводы***

Приведённые сведения по использованию продуктов пчеловодства – прополиса, мёда и перги – при заболеваниях желудочно-кишечного тракта у телят показывают, что эта группа средств обладает высокой биологической активностью и широко применяется при данных патологиях животных.

***Литература***

1. Красочко, И.А. Продукты пчеловодства в коррекции неспецифического клеточного и гуморального иммунитета организма телят [Текст] / И.А. Красочко, П.А. Красочко, Е.С. Высочина // Ветеринарна біотехнологія. – 2012. – № 21. – С. 249–253.

2. Кунахович, А.Ф. Пчела и пчеловодство: общедоступный курс для начинающих пчеловодов [Текст] / А Ф. Кунахович. – Изд. 2-е. – М.: УРСС, 2012. – 220 с.

3. Курдеко, А.П. Биологически активные добавки из продуктов пчеловодства в птицеводстве [Текст] / А.П. Курдеко, М.А. Гласкович, П.А. Красочко. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2011. – 304 с.

4. Каплич, В.М. Пчеловодство [Текст]: учебник для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Лесное хозяйство», «Зоотехния», «Туризм и природопользование» / В.М. Каплич, И.С. Серяков, Н.П. Ковбаса. – Минск: Новое знание. – [Б. м.]: Инфра-М, 2014. – 392 с.

5. Красочко, П.А. Продукты пчеловодства в ветеринарной медицине / П.А. Красочко, Н.Г. Еремия. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 669 с.

***References***

1. Krasochko, I.A. Produkty pchelovodstva v korrekcii nespecificheskogo kletochnogo i gumoral'nogo immuniteta organizma teljat [Tekst] / I.A. Krasochko, P.A. Krasochko, E.S. Vysochina // Veterinarna biotehnologija. – 2012. – № 21. – S. 249–253.

2. Kunakhovich, A.F. Pchela i pchelovodstvo: obshhedostupnyj kurs dlja nachinajushhih pchelovodov [Tekst] / A F. Kunakhovich. – Izd. 2-e. – M.: URSS, 2012. – 220 s.

3. Kurdeko, A.P. Biologicheski aktivnye dobavki iz produktov pchelovodstva v pticevodstve [Tekst] / A.P. Kurdeko, M.A. Glaskovich, P.A. Krasochko. – Gorki: Belorusskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademija, 2011. – 304 s.

4. Kaplich, V.M. Pchelovodstvo [Tekst]: uchebnik dlja studentov uchrezhdenij vysshego obrazovanija po special'nostjam «Lesnoe hozjajstvo», «Zootehnija», «Turizm i prirodopol'-zovanie» / V.M. Kaplich, I.S. Seryakov, N.P. Kovbasa. – Minsk: Novoe znanie. – [B. m.]: Infra-M, 2014. – 392 s.

5. Krasochko, P.A. Produkty pchelovodstva v veterinarnoj medicine / P.A. Krasochko, N.G. Eremiya. – Minsk: IVC Minfina, 2013. – 669 s.

**Официальный сайт ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА:**

**www.yaragrovuz.ru**

РУБРИКИ САЙТА:

**Сведения об образовательной организации – – Агросоветник – Образование – Абитуриенту – – Наука и международная деятельность (в том числе научный журнал «Вестник АПК Верхневолжья») – – Дополнительное образование – Факультеты**

Все выпуски журнала «Вестник АПК Верхневолжья» в полнотекстовом формате, требования к оформлению рукописей, контакты на страничке:
http://yaragrovuz.ru/index.php/nauka-i-mezhdunarodnaya-deyatelnost/zhurnal-vestnik-apk-vekhnevolzhya

DOI 10.35694/YARCX.2020.52.4.010

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИММУНОФЕРМЕНТНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ МИКОТОКСИНОВ В ОРГАНАХ, ТКАНЯХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ: ОБЗОР

Е.М. Панковец
магистр ветеринарных наук, аспирант кафедры анатомии животных
А.Л. Лях (фото)
к.в.н., доцент кафедры анатомии животных
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск

***Иммуноферментный анализ, органы, ткани, биологические жидкости, пробоподготовка, экстракция***

*Enzyme immunoassay, organs, tissues, biological fluids, sample processing, extraction*

Микотоксины – это продукты биосинтеза плесневых грибов, которые, выделяясь в процессе их жизнедеятельности и попадая с кормом в организм животных, способны оказывать системный токсический эффект. Эволюционно так сложилось, что для плесеней повышенное образование микотоксинов является защитно-приспособительным механизмом, который направлен на выживание плесневых грибков в неблагоприятных для них условиях. Широкомасштабная работа, связанная с внедрением различных способов снижения контаминации плесенями растительного сырья в процессе выращивания на полях, усовершенствование технологии заготовки и хранения зерновых и объёмистых кормов, а также использование сорбентов [1; 2; 3], способствующих ограничению всасываемости микотоксинов из просвета пищеварительного тракта в кровь, позволила уменьшить концентрации микотоксинов в кормах ниже значений предельно допустимых уровней (ПДУ), которые приняты в Республике Беларусь. Результатом данных мероприятий послужило значительное снижение случаев острых, клинически видимых микотоксикозов как у животных, так и у людей.

Однако, учитывая кумулятивный эффект микотоксинов, до сих пор актуальной остаётся проблема скрытых микотоксикозов [4], а также определение концентрации микотоксинов в органах лабораторными методами, особенно на фоне постоянного попадания в организм микродоз различных микотоксинов [5]. Иммуноферментный анализ – это лабораторный метод диагностики, который основан на принципе связывания антигена (в данном случае микотоксина), со специфическим антителом (иммуноглобулином). Использование иммуноферментного анализа для определения уровня микотоксинов в кормах давно зарекомендовал себя как относительно недорогой, довольно быстрый лабораторный тест, который повсеместно используется в стране. На данный момент в Республике Беларусь нет

валидированной методики по определению концентраций микотоксинов в органах и тканях животных при помощи ИФА. Учитывая высокую специфичность данного метода (антиген связывается строго с определённым антителом), а также высокую чувствительность (т.е. способность определить мельчайшие концентрации антигена), при соблюдении правил по пробоподготовке, возможно определять концентрации микотоксинов в органах и тканях, по своей точности сравнимых с референтными хроматографическими методами. Данная статья посвящена обзору литературных источников, в которых описывается применение ИФА в данном направлении.

***Результаты исследований***

Известно, что ряд микотоксинов, за исключением своей острой токсичности, являются термически стабильными, а также обладают способностью к биоаккумуляции [6; 7; 8]. В последние годы учёными всего мира проводится анализ микотоксинов в биологических образцах [9]. Преследуются разные цели: от разработки аналитических методов до определения содержания микотоксинов в органах, в том числе их связь с некоторыми заболеваниями (например, нефропатии), токсикокинетикой микотоксинов (поглощение, распределение, метаболизм, элиминация). Наиболее распространённые исследования были сосредоточены на разработке методов определения микотоксинов. Это связано с высокими требованиями к чувствительности тестов для определения микотоксинов, учитывая, как правило, крайне низкие уровни микотоксинов в биологических образцах [9]. Как следствие этого, загрязнение микотоксинами было зарегистрировано не только в ряде сельскохозяйственных товаров, но также в продуктах животного происхождения, биологических жидкостях и тканях людей и животных в географически различных местах [10; 11].

В 2017 году учёные из лаборатории токсикологии и химии продуктов питания в Испании провели обзор исследований, проведённых в течение последнего десятилетия и посвящённых методам обнаружения микотоксинов в тканях и биологических жидкостях животных и человека [9]. В данной статье отражены основные методы экстракции, из которых наиболее часто использовались жидкостно-жидкостная экстракция (24%), твёрдофазная экстракция (19%) и иммуноаффинная очистка, либо несколько методик одновременно. Наиболее предпочтительными способами детекции различных микотоксинов в сыворотке крови, моче, желчи, а также в трубчатых и паренхиматозных органах были жидкостная хроматография с масс-спектрометрией (55%), использовались и другие системы обнаружения, такие как ELISA (8%).

Сообщество по исследованию микотоксинов в Берлине [12] проделало работу по сравнению уровня охратоксина А в тканях и биологических жидкостях свиней после скармливания животным загрязнённой диеты (250 мкг OTA/кг корма) в течение 4 недель. После убоя на 28-й день 5 свиней из опытной и 5 свиней из контрольной группы были подвержены патологоанатомическому исследованию. У каждого животного отбирались образцы внутренних органов, после чего проводилось определение уровня OTA при помощи ELIZA и ВЭЖК. Для определения OTA методом ELIZA проводилась гомогенизация отобранных органов, экстракция этилацетатом [12] с центрифугированием с гидрокарбонатом натрия. В конце полученная надосадочная жидкость нагревалась на водяной бане при 100°C в течение 5 минут для инактивации эндогенных ферментов и осаждения белков и затем центрифугировали при 15000 об/мин в течение 10 минут. Полученный супернатант использовали для измерения DON в тканях с помощью высокочувствительного ELISA набора компании «Veratox». Конкурентный прямой ИФА показал, что, независимо от пути воздействия, концентрации DON в селезёнке, печени, лёгких и почек были максимальными в течение 15–30 мин и снижались на 75–90% после 120 мин. Однако концентрация DON в плазме и тканях после интраназального введения была в 1,5–3 раза выше по сравнению с оральным путём попадания микотоксина в организм [14; 15].

Появление и использование проверенных биомаркеров по оценке воздействия микотоксинов на организм позволяет более точно диагностировать микотоксикозы в сельском хозяйстве, а также проводить биомониторинг у людей. Для биомониторинга накопления микотоксинов у человека использовались легкодоступные биологические матрицы, такие как моча или кровь, причём моча была предпочтительна за счёт неинвазивного отбора проб [16]. Исследования по биомониторингу микотоксинов часто проводились практически во всём мире, включая Нигерию [17], Турцию [18], Бельгию [19; 20], Испанию [21], Германию [22; 23; 24], Италию [25; 26], Австрию [27], Чешскую Республику [28; 29], Иран [30] и Китай [31].

***Вывод***

Основываясь на данные литературных источников, иммуноферментный анализ показал хорошую корреляцию с ВЭЖК при определении микотоксинов в органах, тканях и биологических жидкостях животных и человека. Учитывая более доступную стоимость ИФА диагностики, по сравнению с хроматографическими методами, а также легковыполнимую подготовку образцов, что значительно ускоряет время проведения теста, иммуноферментный анализ более предпочтителен для так называемого скрининга по определению уровня кумуляции микотоксинов на свиноводческих комплексах, птицефабриках и на других крупных сельскохозяйственных производствах.

***Литература***

1. Брезвин, О.М. Определение сорбционной активности кормовых добавок «ХамекоТокс» и «Цеолит» [Текст] / О.М. Брезвин, З.А. Гута // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – 2016. – Т. 52. – Вып. 1. – С. 110–113.

2. Крайнова, А.В. Адсорбционная эффективность кормовой добавки «МинезелMin-d-Gel» по отношению к продуктам гриба Aspergillus – афлатоксину / А.В. Крайнова, М.А. Гласкович // Студенты – науке и практике АПК: материалы 103-й Международ. науч.-практ. конф. студентов и магистрантов; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск: ВГАВМ, 2018. – Ч. 1: Ветеринарная медицина. – С. 239–241.

3. Микулич, Е.Л. Морфологические перестройки почек и печени свиней при кормовых микотоксикозах и при добавлении адсорбента микотоксинов «Фунгинорм» / Е.Л. Микулич, В.И. Бородулина // Современные проблемы и перспективы исследований в анатомии и гистологии животных: материалы Международ. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора Д.Х. Нарзиева; Витебская государственная академия ветеринарной медицины, Самаркандский институт ветеринарной медицины. – Витебск: ВГАВМ, 2019. – С. 129–131.

4. Мониторинг содержания микотоксинов в кормах / И.Н. Дубина [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – 2015. – Т. 51. – Вып. 1. – Ч. 1. – С. 37–41.

5. Великанов, В.В. Диагностика и профилактика кормовых микотоксикозов у молодняка свиней [Текст] / В.В. Великанов, А.П. Курдеко // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2017. – № 2. – С. 26–29.

6. Ochratoxin A in raw materials and cooked meat products made from OTA-treated pigs [Text] / N. Perši [et al.] // Meat Science. – 2014. – Vol. 96. – № 1. – P. 203–210.

7. Preparation of a broad-spectrum anti-zearalenone and its primary analogues antibody and its application in an indirect competitive enzyme-linked immunosorbent assay [Text] / G. Dong [et al.] // Food Chemistry. – 2018. – Vol. 247. – P. 8–15.

8. Turner, N.W. Analytical methods for determination of mycotoxins: A review [Text] / N.W. Turner, S. Subrahmanyam, S.A. Piletsky //AnalyticaChimicaActa. – Vol. 632. – № 2. – P. 168–180.

9. Studies on the Presence of Mycotoxins in Biological Samples: An Overview [Text] / L. Escrivá [et al.] // Toxins. – 2017. – Vol. 9. – № 251. – P. 1–33.

10. Natural Occurrence, Analysis, and Prevention of Mycotoxins in Fruits and their Processed Products [Text] / J. Yang [et al.] // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – Vol. 54. – № 1. – P. 64–83.

11. Zöllner, P. Trace mycotoxin analysis in complex biological and food matrices by liquid chromatography–atmospheric pressure ionisation mass spectrometry [Text] / P. Zöllner, B. Mayer-Helm // Journal of Chromatography. – Vol. 1136. – № 2. – P. 123–169.

12. Comparison of ochratoxin A levels in edible pig tissues and in biological fluids after exposure to a contaminated diet [Text] / J. Pleadin [et al.] // Mycotoxin Research. – 2016. – Vol. 32. – № 3. – P. 145–151.

13. Tissue distribution of ochratoxin A as determined by HPLC and ELISA and histopathological effects in chickens [Text] / K. Biró [et al.] // Avian Pathology. – 2002. – Vol. 31. – № 2. – P. 141–148.

14. Pestka, J.J. Immunochemical assessment of deoxynivalenol tissue distribution following oral exposure in the mouse [Text] / J.J. Pestka, Z. Islam, C.J. Amuzie // Toxicology Letters. – 2017. – Vol. 178. – № 2. – P. 83–87.

15. Amuzie, C.J Tissue distribution and proinflammatory cytokine induction by the trichothecenedeoxynivalenol in the mouse: Comparison of nasal vs. oral exposure [Text] / C.J. Amuzie, J.R. Harkema, J.J. Pestka // Toxicology. – 2008. – Vol. 248. – № 1. – P. 39–44.

16. Mally, A. Biomonitoring of the mycotoxin Zearalenone: Current state-of-the art and application to human exposure assessment [Text] / A. Mally, M. Solfrizzo, G. H. Degen // Arch. Toxicol. – 2016. –Vol. 90. – P. 1281–1292.

17. Mycotoxin exposure in rural residents in northern Nigeria : A pilot study using multi-urinary biomarkers [Text] / C.N. Ezekiel [et al.] // Environ. Int. – 2014. – Vol. 66. – P. 138–145.

18. Ochratoxin A: Is it present in breast milk samples obtained from mothers from Ankara [Text] / A. Gürbay [et al.] // J. Appl. Toxicol. – 2009. – Vol. 30. – P. 329–333.

19. Assessment of mycotoxin exposure in the Belgian population using biomarkers: Aim, design and methods of the BIOMYCO study [Text] / E. Heyndrickx [et al.] // Food Addit. Contam. Part A. – 2014. – Vol. 31. – P. 924–931.

20. Human biomonitoring of multiple mycotoxins in the Belgian population: Results of the BIOMYCO study [Text] / E. Heyndrickx [et al.] // Environ. Int. – 2015. – Vol. 84. – P. 82–89.

21. Exposure assessment approach through mycotoxin/creatinine ratio evaluation in urine by GC-MS/MS [Text] / Y. Rodríguez-Carrasco [et al.] // Food Chem.Toxicol. – 2014. – Vol. 72. – P. 69–75.

22. Ali, N. Ochratoxin A and its metabolites in urines of German adults – An assessment of variables in biomarker analysis [Text] / N. Ali, N. Muñoz, G. H. Degen // Toxicol. Lett. – 2017. – Vol. 275. – P. 19–26.

23. Degen, G.H. Biomonitoring of ochratoxin A in grain workers [Text] / G.H. Degen, S. Mayer, M. Blaszkewicz // Mycotoxin Res. – 2007. – Vol. 23. – P. 88–93.

24. Evidence of ochratoxin A conjugates in urine samples from infants and adults [Text] / K. Muñoz [et al.] // Mycotoxin Res. – 2017. – Vol. 33. – 39–47.

25. Solfrizzo, M. Assessment of Multi-Mycotoxin Exposure in Southern Italy by Urinary Multi-Biomarker Determination [Text] / M. Solfrizzo, L. Gambacorta, A. Visconti // Toxins. – 2014. – Vol. 6. – P. 523–538.

26. Zearalenone screening of human breast milk from the Naples area [Text] / F. Massart [et al.] // Toxicol. Environ. Chem. – 2016. – Vol. 98. – P. 128–136.

27. Assessment of human deoxynivalenol exposure using an LC-MS/MS based biomarker method [Text] / B. Warth [et al.] // Toxicol. Lett. – 2012. – Vol. 211. – 85–90.

28. Comparison of ELISA and HPLC methods for determination of ochratoxin A in human blood serum in the Czech Republic [Text] / V. Dohnal [et al.] // Food Chem. Toxicol. – 2013. – Vol. 62. – P. 427–431.

29. Ochratoxin A levels in blood serum of Czech women in the first trimester of pregnancy and its correspondence with dietary intake of the mycotoxin contaminant [Text] / F. Malir [et al.] // Biomarkers. – 2013. – Vol. 18. – 673–678.

30. Occurrence of Ochratoxin A and Aflatoxin M1 in human breast milk in Sari [Text] / P. Afshar [et al.] // Food Control. – 2013. – Vol. 31. – P. 525–529.

31. A biomarker surve of urinary deoxynivalenol in China: The Shanghai Women's Health Study [Text] / P.C. Turner [et al.] // Food Addit. Contam. – 2011. – Vol. 28. – P. 1220–1223.

***References***

1. Brezvin, O.M. Opredelenie sorbcionnoj aktivnosti kormovyh dobavok «HamekoToks» i «Ceolit» [Tekst] / O.M. Brezvin, Z.A. Guta // Uchenye zapiski uchrezhdenija obrazovanija «Vitebskaja ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaja akademija veterinarnoj mediciny»: nauchno-prakticheskij zhurnal. – 2016. – T. 52. – Vyp. 1. – S. 110–113.

2. Krajnova, A.V. Adsorbcionnaja jeffektivnost' kormovoj dobavki «MinezelMin-d-Gel» po otnosheniju k produktam griba Aspergillus – aflatoksinu / A.V. Krajnova, M.A. Glaskovich // Studenty – nauke i praktike APK: materialy 103-j Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. studentov i magistrantov; Vitebskaja gosudarstvennaja akademija veterinarnoj mediciny. – Vitebsk: VGAVM, 2018. – Ch. 1: Veterinarnaja medicina. – S. 239–241.

3. Mikulich, E.L. Morfologicheskie perestrojki pochek i pecheni svinej pri kormovyh mikotoksikozah i pri dobavlenii adsorbenta mikotoksinov «Funginorm» / E.L. Mikulich, V.I. Borodulina // Sovremennye problemy i perspektivy issledovanij v anatomii i gistologii zhivotnyh: materialy Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf., posvjashhennoj pamjati professora D.H. Narzieva; Vitebskaja gosudarstvennaja akademija veterinarnoj mediciny, Samarkandskij institut veterinarnoj mediciny. – Vitebsk: VGAVM, 2019. – S. 129–131.

4. Monitoring soderzhanija mikotoksinov v kormah / I.N. Dubina [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdenija obrazovanija «Vitebskaja ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaja akademija veterinarnoj mediciny»: nauchno-prakticheskij zhurnal. – 2015. – T. 51. – Vyp. 1. – Ch. 1. – S. 37–41.

5. Velikanov, V.V. Diagnostika i profilaktika kormovyh mikotoksikozov u molodnjaka svinej [Tekst] / V.V. Velikanov, A.P. Kurdeko // Veterinarnyj zhurnal Belarusi. – 2017. – № 2. – S. 26–29.

6. Ochratoxin A in raw materials and cooked meat products made from OTA-treated pigs [Text] / N. Perši [et al.] // Meat Science. – 2014. – Vol. 96. – № 1. – P. 203–210.

7. Preparation of a broad-spectrum anti-zearalenone and its primary analogues antibody and its application in an indirect competitive enzyme-linked immunosorbent assay [Text] / G. Dong [et al.] // Food Chemistry. – 2018. – Vol. 247. – P. 8–15.

8. Turner, N.W. Analytical methods for determination of mycotoxins: A review [Text] / N.W. Turner, S. Subrahmanyam, S.A. Piletsky //AnalyticaChimicaActa. – Vol. 632. – № 2. – P. 168–180.

9. Studies on the Presence of Mycotoxins in Biological Samples: An Overview [Text] / L. Escrivá [et al.] // Toxins. – 2017. – Vol. 9. – № 251. – P. 1–33.

10. Natural Occurrence, Analysis, and Prevention of Mycotoxins in Fruits and their Processed Products [Text] / J. Yang [et al.] // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – Vol. 54. – № 1. – P. 64–83.

11. Zöllner, P. Trace mycotoxin analysis in complex biological and food matrices by liquid chromatography–atmospheric pressure ionisation mass spectrometry [Text] / P. Zöllner, B. Mayer-Helm // Journal of Chromatography. – Vol. 1136. – № 2. – P. 123–169.

12. Comparison of ochratoxin A levels in edible pig tissues and in biological fluids after exposure to a contaminated diet [Text] / J. Pleadin [et al.] // Mycotoxin Research. – 2016. – Vol. 32. – № 3. – P. 145–151.

13. Tissue distribution of ochratoxin A as determined by HPLC and ELISA and histopathological effects in chickens [Text] / K. Biró [et al.] // Avian Pathology. – 2002. – Vol. 31. – № 2. – P. 141–148.

14. Pestka, J.J. Immunochemical assessment of deoxynivalenol tissue distribution following oral exposure in the mouse [Text] / J.J. Pestka, Z. Islam, C.J. Amuzie // Toxicology Letters. – 2017. – Vol. 178. – № 2. – P. 83–87.

15. Amuzie, C.J Tissue distribution and proinflammatory cytokine induction by the trichothecenedeoxynivalenol in the mouse: Comparison of nasal vs. oral exposure [Text] / C.J. Amuzie, J.R. Harkema, J.J. Pestka // Toxicology. – 2008. – Vol. 248. – № 1. – P. 39–44.

16. Mally, A. Biomonitoring of the mycotoxin Zearalenone: Current state-of-the art and application to human exposure assessment [Text] / A. Mally, M. Solfrizzo, G. H. Degen // Arch. Toxicol. – 2016. –Vol. 90. – P. 1281–1292.

17. Mycotoxin exposure in rural residents in northern Nigeria : A pilot study using multi-urinary biomarkers [Text] / C.N. Ezekiel [et al.] // Environ. Int. – 2014. – Vol. 66. – P. 138–145.

18. Ochratoxin A: Is it present in breast milk samples obtained from mothers from Ankara [Text] / A. Gürbay [et al.] // J. Appl. Toxicol. – 2009. – Vol. 30. – P. 329–333.

19. Assessment of mycotoxin exposure in the Belgian population using biomarkers: Aim, design and methods of the BIOMYCO study [Text] / E. Heyndrickx [et al.] // Food Addit. Contam. Part A. – 2014. – Vol. 31. – P. 924–931.

20. Human biomonitoring of multiple mycotoxins in the Belgian population: Results of the BIOMYCO study [Text] / E. Heyndrickx [et al.] // Environ. Int. – 2015. – Vol. 84. – P. 82–89.

21. Exposure assessment approach through mycotoxin/creatinine ratio evaluation in urine by GC-MS/MS [Text] / Y. Rodríguez-Carrasco [et al.] // Food Chem.Toxicol. – 2014. – Vol. 72. – P. 69–75.

22. Ali, N. Ochratoxin A and its metabolites in urines of German adults – An assessment of variables in biomarker analysis [Text] / N. Ali, N. Muñoz, G. H. Degen // Toxicol. Lett. – 2017. – Vol. 275. – P. 19–26.

23. Degen, G.H. Biomonitoring of ochratoxin A in grain workers [Text] / G.H. Degen, S. Mayer, M. Blaszkewicz // Mycotoxin Res. – 2007. – Vol. 23. – P. 88–93.

24. Evidence of ochratoxin A conjugates in urine samples from infants and adults [Text] / K. Muñoz [et al.] // Mycotoxin Res. – 2017. – Vol. 33. – 39–47.

25. Solfrizzo, M. Assessment of Multi-Mycotoxin Exposure in Southern Italy by Urinary Multi-Biomarker Determination [Text] / M. Solfrizzo, L. Gambacorta, A. Visconti // Toxins. – 2014. – Vol. 6. – P. 523–538.

26. Zearalenone screening of human breast milk from the Naples area [Text] / F. Massart [et al.] // Toxicol. Environ. Chem. – 2016. – Vol. 98. – P. 128–136.

27. Assessment of human deoxynivalenol exposure using an LC-MS/MS based biomarker method [Text] / B. Warth [et al.] // Toxicol. Lett. – 2012. – Vol. 211. – 85–90.

28. Comparison of ELISA and HPLC methods for determination of ochratoxin A in human blood serum in the Czech Republic [Text] / V. Dohnal [et al.] // Food Chem. Toxicol. – 2013. – Vol. 62. – P. 427–431.

29. Ochratoxin A levels in blood serum of Czech women in the first trimester of pregnancy and its correspondence with dietary intake of the mycotoxin contaminant [Text] / F. Malir [et al.] // Biomarkers. – 2013. – Vol. 18. – 673–678.

30. Occurrence of Ochratoxin A and Aflatoxin M1 in human breast milk in Sari [Text] / P. Afshar [et al.] // Food Control. – 2013. – Vol. 31. – P. 525–529.

31. A biomarker surve of urinary deoxynivalenol in China: The Shanghai Women's Health Study [Text] / P.C. Turner [et al.] // Food Addit. Contam. – 2011. – Vol. 28. – P. 1220–1223.

DOI 10.35694/YARCX.2020.52.4.011

# РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЖЕЛЕ МАРМЕЛАДНОГО НА ОСНОВЕ ТВОРОЖНОЙ СЫВОРОТКИ БЕЗ САХАРА

Е.А. Горнич (фото)
ассистент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции
Д.С. Мещерякова
обучающаяся технологического факультета
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, г. Ярославль

***Желе, мармеладное изделие, творожная сыворотка, агар, стевиозид, технология***

*Jelly, marmalade, curd whey, agar, stevioside, technology*

Современные потребители предъявляют всё более высокие требования к продуктам питания, в частности к кондитерским. Происходит переориентация спроса в сторону функциональных продуктов со сниженным содержанием сахара в рецептуре, обогащённых белком, витаминами и клетчаткой. К сожалению, на отечественном рынке в основном представлены кондитерские изделия с большим количеством сахара, патоки, глюкозных сиропов, красителей и прочих компонентов, которые оказывают отрицательное влияние даже на организм здорового человека [1].

Одним из продуктов, обладающих функциональными свойствами, является молочная сыворотка. Это – побочный продукт, получаемый при выработке творога и сыра. Молочная сыворотка низкокалорийна, прекрасно утоляет жажду и голод, благоприятно влияет на состояние не только желудочно-кишечного тракта, но и организм в целом. Сывороточный белок альбумин содержит ценную незаменимую аминокислоту триптофан (до 7%), которую не содержат ни один другой белок [2].

Использование в качестве основного сырья творожной сыворотки для выработки желе мармеладного позволит не только получить продукт, обладающий диетическими свойствами, легкоусвояемый, питательный и обогащённый альбумином, но и будет способствовать рациональному использованию побочного продукта молокоперерабатывающих предприятий.

Из литературных источников известно, что в Казахстане запатентован способ производства мармелада на основе осветлённой сквашенной творожной сыворотки с добавлением пюре из хурмы и использованием сахарного сиропа, аскорбиновой кислоты и лактата натрия [3]. На территории Российской Федерации имеются продукты, которые выработаны на основе творожной или подсырной сыворотки, например, «Молочный десерт из творожной сыворотки» с использованием сухой деминерализованной сыворотки и стевио-

зида [4], желе «Новинка» – на основе творожной сыворотки, фруктово-ягодных наполнителей и сладкого концентрата стевии [5]. Известен «Десерт молочный», обогащённый пищевыми вкусовыми добавками (какао/кофе/цикорий или плодово-ягодный, фруктово-ягодный наполнитель)» [6] и «Фруктово-желейный молочный десерт» [7], недостатком которых является высокая калорийность из-за содержания сахара в рецептуре.

### *Материал и методика исследования*

Цель исследования – разработать технологию производства желе мармеладного на основе творожной сыворотки без сахара с использованием овощных соков и стевиозида.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- изучить нормативную документацию на желе и мармелад;
- на основе применяемых в настоящее время технологий производства мармеладов разработать альтернативную без использования сахара, патоки и прочих компонентов с высоким гликемическим индексом;
- подобрать рецептуру готового изделия, в соответствии с которой провести выработку опытного образца, используя сырьё, отвечающее требованиям органической продукции;
- провести оценку органолептических показателей готового изделия.

Исследования и оценка результатов проводились в 2020 году на базе кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО Ярославской ГСХА в соответствии со схемой (рис. 1).

Поскольку подсырная сыворотка имеет более специфический привкус, то в качестве основного сырья использовалась сыворотка, полученная при выработке творога традиционным способом из органического молока, произведённого сельскохозяйственным холдингом «АгриВолга» (ГОСТ 31450-2013) [8]. В качестве желирующего агента использовался агар пищевой (ГОСТ 16280-2002) [9] и подсластитель – стевиозид (ГОСТ Р 53904-2010) [10].

Разработка технологии и рецептуры проводилась на основе ГОСТ 6442-2014 «Мармелад. Общие технические условия» [11] ГОСТ Р 55462-2013 «Желе. Общие технические условия» [12]. Оценка органолептических показателей проводилась в соответствии с ГОСТ 5897-90 «Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей» [13].

### *Результаты исследования*

Для получения студнеобразной консистенции желе мармеладного нормативной документацией допускается использовать желатин, агар, агарод, пектин. В состав готового продукта нами был выбран агар, так как это полезное вещество считается самым желирующим из известных продуктов и превосходит желатин по своим свойствам. Получают его из бурых и красных морских водорослей. Он не содержит жиров, выводит токсины из организма, улучшает рабо-

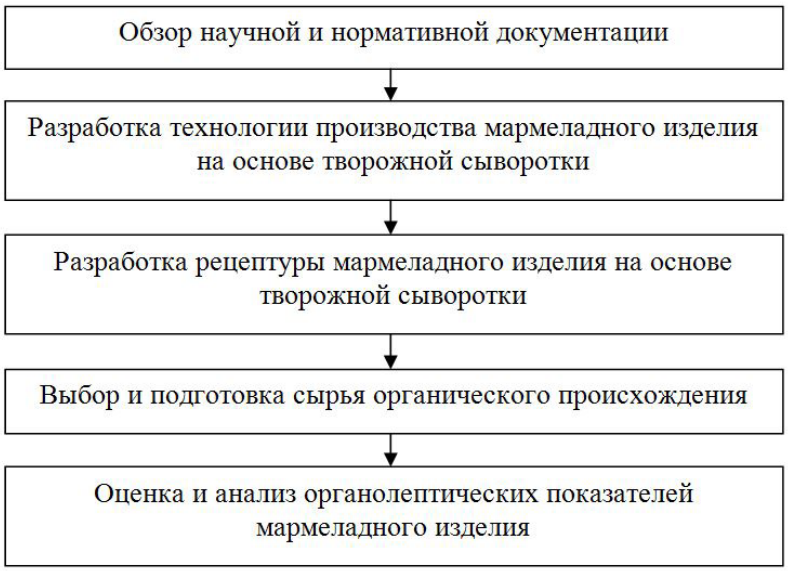



Рисунок 1 – Схема исследования

ту печени и очень полезен при недостатке йода в организме, кроме того, содержит витамины Е, К, В5, а так же Fe, Cu, Ca, Mg. Выпускается агар в соответствии с ГОСТ 16280-2002 «Агар пищевой. Технические условия» [9].

При выработке желе мармеладного в качестве подсластителя нами был использован стевиозид – натуральный сахарозаменитель, который в 200 раз слаще сахарозы. Он представляет собой гликозид, получаемый из листьев растения стевии.

Как показал анализ нормативной документации, в настоящее время не разработан регламент, в соответствии с которым выпускались бы мармелады с использованием молочной сыворотки. Поэтому разработка рецептуры (табл. 1) и технологической схемы (рис. 2) проводилась согласно ГОСТ 6442-2014 «Мармелад. Общие технические условия» [11], ориентированные к группе желейных мармеладов, формуемых отливкой мармеладной массы в формы.

Таблица 1 – Рецептуры мармеладного изделия на основе молочной сыворотки на 1000 кг готового продукта

| Наименование сырья | Массовая доля сухих веществ (СВ), % | Рецептура № 1 | | Рецептура № 2 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | в натуре, кг | в СВ, кг | в натуре, кг | в СВ, кг |
| Творожная сыворотка | 6,3 | 982,5 | 61,90 | 967,5 | 60,96 |
| Агар | 91,5 | 30,0 | 27,45 | 30,0 | 27,45 |
| Стевиозид | 33,0 | 9,0 | 2,97 | 9,0 | 2,97 |
| Морковный сок | 8,0 | - | - | 15,0 | 1,20 |

Было разработано две рецептуры мармеладного изделия на основе молочной сыворотки: первая – контрольная, вторая – с добавлением свежевыжатого морковного сока с целью нейтрализации специфического привкуса стевиозида (табл. 1).

На вышеуказанной схеме представлена последовательность и режимы для рецептуры № 2.

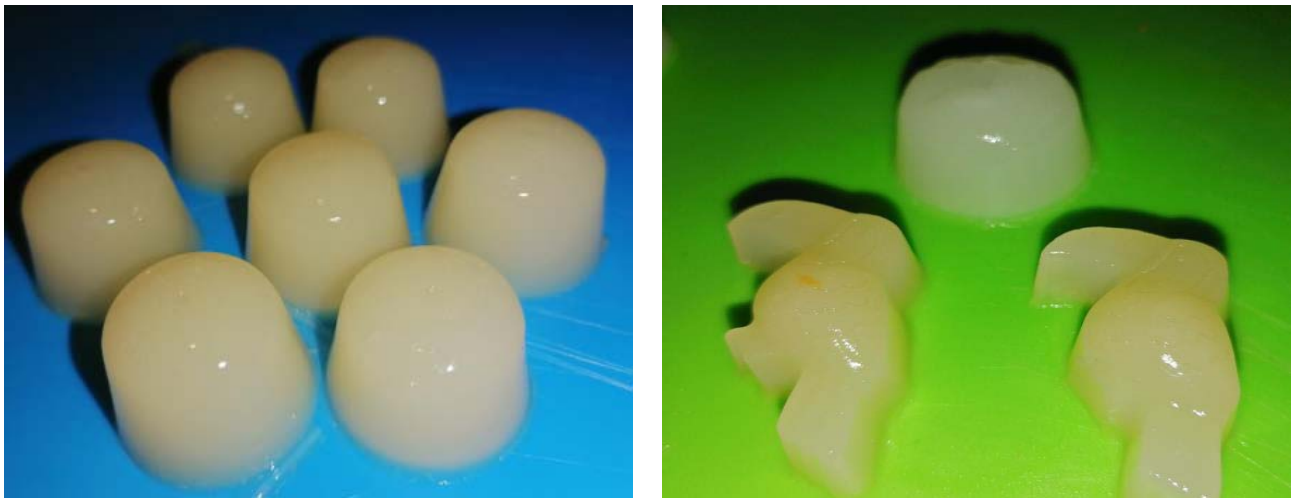
Рисунок 2 – Технологическая схема выработки желе мармеладного на основе молочной сыворотки в лабораторных условиях

При выработке образца по рецептуре № 1 из технологической схемы была исключена операция внесения морковного сока.

На подготовительном этапе была проведена органолептическая оценка используемого сырья. Сыворотка по внешнему виду и консистенции представляла собой полупрозрачную жидкость светло-жёлтого цвета с незначительным белковым осадком. Вкус был характерный для молочной сыворотки – слегка кисловатый без посторонних привкусов и запахов, что отвечает требованиям ГОСТ 34352-2017 «Сыворотка молочная – сырье. Технические условия» [14]. Агар и стевиозид по органолептическим показателям также отвечали требованиям нормативной документации.

Внешний вид полученного в ходе лабораторной выработки мармеладного изделия представлен на рисунке 3.

Оценка органолептических показателей проводилась в соответствии с ГОСТ 5897-90 «Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей» [13]. По консистенции оба образца студнеобразные; форма правильная с чётким контуром, без деформации;



а б

а – рецептура № 1; б – рецептура № 2.

Рисунок 3 – Внешний вид готового продукта

поверхность глянцевая без обсыпки. Цвет у первого образца мутно-белый с кремовым оттенком, у второго – светло-оранжевый. Вкус и запах преимущественно кисломолочный, во втором образце чувствуется лёгкий морковный аромат и привкус.

В лабораторных условиях нами также была определена титруемая кислотность выработанного мармеладного изделия по ГОСТ 5898-87 «Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности» [15], которая составила 2,55°Т что отвечает требованиям ГОСТ Р 55462-2013 «Желе. Общие технические условия» [12].

### *Выводы*

Изучение научной и нормативной документации подтверждает, что творожная сыворотка является ценным легкоусвояемым пищевым продуктом диетического назначения, который полезен широкому кругу потребителей.

Предлагаемый продукт – желе мармеладное на основе творожной сыворотки, как показали наши исследования, не имеет аналогов на отечественном рынке, и для его производства отсутствуют технические условия.

Разработанное нами желе мармеладное по органолептическим показателям и значению титруемой кислотности отвечает требованиям ГОСТ 6442-2014 «Мармелад. Общие технические условия».

Для снижения влажности готового продукта и увеличения доли сухого вещества, на наш взгляд, целесообразно использовать фруктово-ягодное или овощное сырьё, выращенное в соответствии с принципами органического земледелия.

***Литература***

1. Горнич, Е.А. Разработка технологии овощного диетического мармелада из экологически чистого сырья [Текст] / Е.А. Горнич // Основы и перспективы органических биотехнологий. – 2020. – № 2. – С. 13–18.
2. Храмцов, А.Г. Феномен молочной сыворотки [Текст] / А.Г. Храмцов. – СПб.: Профессия, 2011. – 802 с.
3. Сапарбекова, А.А. Способ получения мармелада: Описание изобретения к инновационному патенту РК № 20465 [Электронный ресурс] / А.А. Сапарбекова, В.Г. Эм, Л.А. Мамаева, Р.А. Алимов // Комитет по правам интеллектуальной собственности Министерства Юстиций Республики Казахстан. (51) 23 1/06 (2010.01). – Режим доступа: https://kzpatents.com/4-ip24486-sposob-polucheniya-marmelada.html (дата обращения: 30.11.2020).
4. Ребезов, М.Б. Молочный десерт из творожной сыворотки [Электронный ресурс] / М.Б. Ребезов, Э.М. Салихова, М.Ж. Кизатова и др.; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», 2006. – 10 с. – Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2603001C1_20161120 (дата обращения: 30.11.2020).
5. Голубева, Л.В. Желе «Новинка» [Электронный ресурс] / Л.В. Голубева, Е.И. Мельникова, О.Н. Гринько; Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежская государственная технологическая академия», 2006. – 10 с. – Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2271127C2_20060310 (дата обращения: 30.11.2020).
6. Донская, Г.А. Десерт молочный [Электронный ресурс] / Г.А. Донская, Е.С. Аверкин, К.М. Муратова, В.Д. Харитонов. – ГНУ ВНИМИ Россельхозакадемии, 2010. – 6 с. – Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2528067C1_20140910 (дата обращения: 30.11.2020).
7. Огнева, О.А. Фруктово-желейный молочный десерт [Электронный ресурс] / О.А. Огнева, Л.В. Донченко, Г.П. Овчарова, А.Н. Бердина; Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». – Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2454085C2_20120627 (дата обращения: 30.11.2020).
8. ГОСТ 31450-2013 Молоко питьевое. Технические условия [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2019. – 15 с.
9. ГОСТ 16280-2002 Агар пищевой. Технические условия [Текст]. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 12 с.
10. ГОСТ Р 53904-2010 Добавки пищевые. Подсластители пищевых продуктов. Термины и определения [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2018. – 22 с.
11. ГОСТ 6442-2014 Мармелад. Общие технические условия [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2019. – 14 с.
12. ГОСТ Р 55462-2013 Желе. Общие технические условия [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2019. – 15 с.
13. ГОСТ 5897-90 Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей [Текст]: Сб. ГОСТов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 12 с.
14. ГОСТ 34352-2017 Сыворотка молочная – сырье. Технические условия [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2018. – 12 с.
15. ГОСТ 5898-87 Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности (с Изменением № 1) [Текст]. – Введ. 1989-01-01. – М.: Стандартинформ, 2012. – 26 с.

***References***

1. Gornich, E.A. Razrabotka tehnologii ovoshhnogo dieticheskogo marmelada iz jekologicheski chistogo syr'ja [Tekst] / E.A. Gornich // Osnovy i perspektivy organicheskih biotehnologij. – 2020. – № 2. – S. 13–18.
2. Khramcov, A.G. Fenomen molochnoj syvorotki [Tekst] / A.G. Khramcov. – SPb.: Professija, 2011. – 802 s.
3. Saparbekova, A.A. Sposob poluchenija marmelada: Opisanie izobretenija k innovacionnomu patentu RK № 20465 [Jelektronnyj resurs] / A.A. Saparbekova, V.G. Ehm, L.A. Mamaeva, R.A. Alimov // Komitet po pravam intellektual'noj sobstvennosti Ministerstva Justicij Respubliki Kazahstan. (51) 23 1/06 (2010.01). – Rezhim dostupa: https://kzpatents.com/4-ip24486-sposob-polucheniya-marmelada.html (data obrashhenija: 30.11.2020).
4. Rebezov, M.B. Molochnyj desert iz tvorozhnoj syvorotki [Jelektronnyj resurs] / M.B. Rebezov, Eh.M. Salikhova, M.Zh. Kizatova i dr.; Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovanija «Juzhno-Ural'skij gosudarstvennyj universitet (nacional'nyj issledovatel'skij universitet)», 2006. – 10 s. – Rezhim dostupa: https://yandex.ru/patents/doc/RU2603001C1_20161120 (data obrashhenija: 30.11.2020).
5. Golubeva, L.V. Zhele «Novinka» [Jelektronnyj resurs] / L.V. Golubeva, E.I. Mel'nikova, O.N. Grin'ko; Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Voronezhskaja

gosudarstvennaja tehnologicheskaja akademija», 2006. – 10 s. – Rezhim dostupa: https://yandex.ru/patents/doc/RU2271127C2_20060310 (data obrashhenija: 30.11.2020).

6. Donskaya, G.A. Desert molochnyj [Jelektronnyj resurs] / G.A. Donskaya, E.S. Averkin, K.M. Muratova, V.D. Kharitonov. – GNU VNIMI Rossel'hozakademii, 2010. – 6 s. – Rezhim dostupa: https://yandex.ru/patents/doc/RU2528067C1_20140910 (data obrashhenija: 30.11.2020).

7. Ogneva, O.A. Fruktovo-zhelejnyj molochnyj desert [Jelektronnyj resurs] / O.A. Ogneva, L.V. Donchenko, G.P. Ovcharova, A.N. Berdina; Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – Rezhim dostupa: https://yandex.ru/patents/doc/RU2454085C2_20120627 (data obrashhenija: 30.11.2020).

8. GOST 31450-2013 Moloko pit'evoe. Tehnicheskie uslovija [Tekst]. – M.: Standartinform, 2019. – 15 s.

9. GOST 16280-2002 Agar pishhevoj. Tehnicheskie uslovija [Tekst]. – M.: IPK Izdatel'stvo standartov, 2003. – 12 s.

10. GOST R 53904-2010 Dobavki pishhevye. Podslastiteli pishhevyh produktov. Terminy i opredelenija [Tekst]. – M.: Standartinform, 2018. – 22 s.

11. GOST 6442-2014 Marmelad. Obshhie tehnicheskie uslovija [Tekst]. – M.: Standartinform, 2019. – 14 s.

12. GOST R 55462-2013 Zhele. Obshhie tehnicheskie uslovija [Tekst]. – M.: Standartinform, 2019. – 15 s.

13. GOST 5897-90 Izdelija konditerskie. Metody opredelenija organolepticheskih pokazatelej kachestva, razmerov, massy netto i sostavnyh chastej [Tekst]: Sb. GOSTov. – M.: IPK Izdatel'stvo standartov, 2004. – 12 s.

14. GOST 34352-2017 Syvorotka molochnaja – syr'e. Tehnicheskie uslovija [Tekst]. – M.: Standartinform, 2018. – 12 s.

15. GOST 5898-87 Izdelija konditerskie. Metody opredelenija kislotnosti i shhelochnosti (s Izmeneniem № 1) [Tekst]. – Vved. 1989-01-01. – M.: Standartinform, 2012. – 26 s.

**В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ ФГБОУ ВО ЯРОСЛАВСКАЯ ГСХА В 2019 ГОДУ ВЫШЛА КОЛЛЕКТИВНАЯ МОНОГРАФИЯ**

***под общей редакцией доктора сельскохозяйственных наук, профессора Р.В. ТАМАРОВОЙ***

## ГЕНЕТИЧЕСКОЕ УЛУЧШЕНИЕ КОРОВ ПО БЕЛКОВОМОЛОЧНОСТИ И КАЧЕСТВУ ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ДНК-ДИАГНОСТИКИ

В монографии отражены результаты проведённых авторами научных исследований качества молока и белковомолочных продуктов коров ярославской породы, Михайловского типа и голштино-ярославских помесей в племенных хозяйствах Ярославской области, с использованием самого современного метода зоотехнической науки: ДНК-тестирования по генотипам каппа-казеина. Эти результаты сопоставлялись с данными других отечественных и зарубежных исследователей проблемы генетического улучшения молочного скота для производства ценной органической продукции. Убедительно доказано преимущество животных с В-аллельным вариантом каппа-казеина, надёжность этого маркера и экономическая эффективность разведения желательных генотипов для повышения рентабельности отрасли молочного скотоводства.

Монография предназначена для научных сотрудников, преподавателей вузов, аспирантов, студентов, обучающихся по специальностям «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» и «Зоотехния». Она может быть использована в учебном процессе и в практической селекционной работе с племенными стадами молочного скота.

**УДК 636.2.082:575; ББК 45.3; ISBN 978-5-98914-223-1; 126 стр.**

**ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:**
**150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58, ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА**

**e-mail: e.bogoslovskaya@yarcx.ru**

DOI 10.35694/YARCX.2020.52.4.012

# АНАЛИЗ ДЕФОРМАЦИИ И НАПРЯЖЕНИЯ ПЛОСКИХ РЕШЁТ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО СЕПАРАТОРА В ПРОГРАММЕ SOLIDWORKS

В.В. Шмигель (фото)
д.т.н., профессор, профессор кафедры электрификации
А.С. Угловский
к.т.н., доцент кафедры электрификации
Н.Ю. Махаева
начальник учебно-методического управления
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, г. Ярославль

***Электростатический сепаратор, плоское решето, динамическая нагрузка, деформация, метод конечных элементов, программа SolidWorks***

*Electrostatic separator, flat screen, dynamic load, deformation, finite element method, program SolidWorks*

Проектирование компьютерных моделей методом конечно-элементного анализа объектов в области промышленности позволяет проводить виртуальные натурные испытания и сокращать время при разработке и изготовлении изделия в цепочке «проектирование – изготовление – испытания – исправление ошибок – конечный результат».

В статье рассмотрена проблема напряжённо-деформированного состояния решета электростатического сепаратора при ударной нагрузке с различными уровнями интенсивности импульса столкновения с применением метода конечных элементов.

### *Материалы и методы*

Была поставлена задача – изучить поперечное воздействие тела в виде точки массы или конечного тела на листовые структуры следующего типа: решето; решето, усиленное рёбрами; решето с повреждениями.

Для решения обозначенной задачи использовался метод конечных элементов (FEM) в форме смещения. Этот метод был реализован в программном комплексе SolidWorks с приложением Simulation.

Исследование проводилось в два этапа. На первом этапе была разработана подходящая трёхмерная модель решета и ударника, а на втором этапе проведён анализ напряжений ударов якорем ударника со скоростью 2,4 м/с. Ударные явления должны учитываться при определении размеров конструкций и их поперечных сечений, чтобы предотвратить их преждевременное разрушение.

Исследования были проведены для динамических нагрузок с материалами решёт: нержавеющая сталь и стеклотекстолит. Оценка результатов проводилась путём анализа эпюр напряжений и деформации модели. Эпюры имеют числовую и цветовую градации результатов.

Представленный расчётный подход основан на сочетании численных методов и базовых принципов теории удара при расширении по модам колебаний.

Было проанализировано тонкое прямоугольное решето, центральная поверхность которого расположена на плоскости xOy, а ось z направлена вниз (рис. 1). Проведём анализ решета с жёсткой фиксацией по краям. В момент времени $t_0$ решето находится в состоянии без напряжения и деформации, но в момент времени t = 0 на решето воздействует нагрузка, которая имеет массу M и скорость $v_0$. Материал ударника – винипласт.

Вектор скорости $v_0$ направлен под прямым углом к центральной поверхности плоскости решета. Другими словами, рассматривается проблема воздействия нагрузки на решето в точке с координатами x = a/2, y = b/2.

Дифференциальное уравнение индуцированных поперечных колебаний решета представлено в следующем виде [1–5]:

$$D\left(\frac{\partial^4 w}{\partial x^4}+2\frac{\partial^4 w}{\partial x^2\partial y^2}+\frac{\partial^4 w}{\partial y^4}\right)+m\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}=q(x,y,t), \quad (1)$$

где

$$D=\frac{Eh^3}{12(1-v^2)}$$

D – цилиндрическая жёсткость решета;
h – толщина решета;
E – модуль упругости (модуль Юнга);
v – коэффициент Пуассона;
w – прогиб;
m – масса решета (m = γh/a);
γ – относительная плотность материала решета;
a – ускорение.

Начальные условия задачи:

$$\omega = 0 \; и \; \frac{\delta w}{\delta t} = 0 \; при \; t = 0. \quad (2)$$

Благодаря жёсткой фиксации пластины по её периметру, граничные условия будут иметь следующий вид:

$$\omega = 0 \; и \; \frac{\delta w}{\delta x} = 0 \; при \; x = 0 \; и \; x = a. \quad (3)$$

$$\omega = 0 \; и \; \frac{\delta w}{\delta y} = 0 \quad при \; y = 0 \; и \; y = b.$$

Практически невозможно получить точное аналитическое решение для уравнения (1), при котором были бы соблюдены начальные условия (2) и граничное условие (3). Поэтому, на наш взгляд, целесообразно применять приближенные аналитические и численные методы.

Как уже было отмечено ранее, для изучения воздействия нагрузки на пластину был использован численный метод, основанный на методе конечных элементов (FEM) в форме смещения.

Теорема об изменении момента массы при ударе представлена в следующем виде:

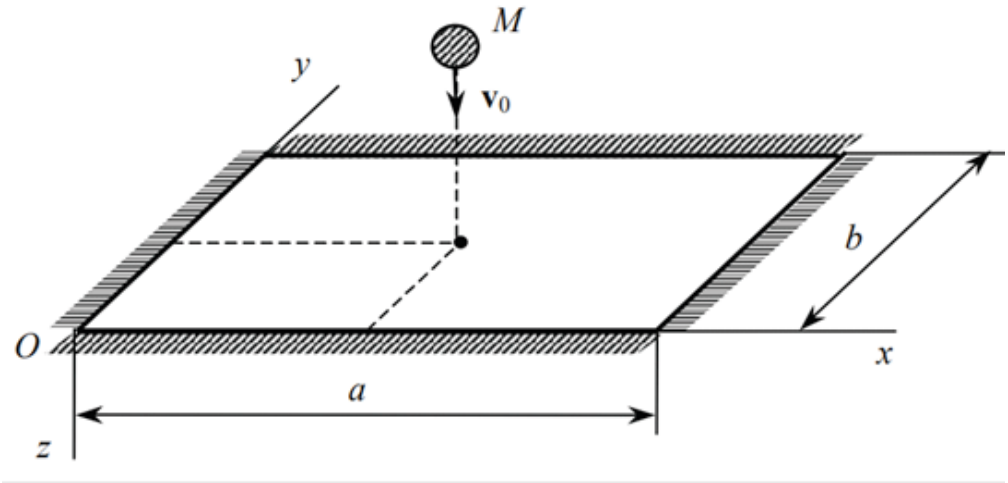



Рисунок 1 – Конструкция решета и ударника M

$$M(v_i - v_0) = \Sigma S_i, \quad (4)$$

то есть изменение импульса точки массы во время удара равно сумме импульсов удара, действующих на точку массы.

$v_0$, $v_i$ – соответственно скорость воздействующей нагрузки в начале и конце удара.

Формула (4) может быть записана проекцией оси z в следующем виде:

$$M(1+k)v_{0Z} = \sum S_{jz}, \quad (5)$$

где k – коэффициент восстановления под воздействием.

Импульс воздействия:

$$S_{imp} = \int_0^\tau F_{imp} dt = F_{imp}^{av} \cdot \tau, \quad (6)$$

где $F_{imp}$ – ударная сила,
τ – время импульса длительности.

Обычно считается, что:

$$\tau = 2{,}5T_1 = 2{,}5\,\frac{2\pi}{\omega_1},$$

где $\omega_1$ – первая круговая частота собственных колебаний решета.

Ударная сила, которая должна быть приложена к решету в течение времени τ, определяется формулой:

$$F_{imp(z)}^{av} = \frac{M((1+k)v_{0z})}{\tau}. \quad (7)$$

В нашем случае интенсивность нагрузки q (x, y, t), которая включена в уравнение (1), будет иметь следующий вид:

$$q(x,y,t) = F_{imp(z)}^{av}\delta\left(x - \frac{a}{2}\right)\delta\left(y - \frac{b}{2}\right)\varphi(t),$$

$$\varphi(t) = \begin{cases} 1 & при\ 0 \le t \le \tau \\ 0 & при t > \tau \end{cases},$$

где δ(x) – дельта-функция.

***Результаты и обсуждения***

***Решето под воздействием точки массы***

Разработанная методика иллюстрируется примером расчёта стального решета (рис. 2).

Анализ напряжённо-деформированного состояния элемента конструкции, вызванного ударной нагрузкой различной интенсивности уровня при постоянной форме импульса удара, был выполнен с использованием метода FEM.

Размеры решета: сторона a = 1 м и толщина h = 1,25 мкм. Оно изготовлено из нержавеющей стали AISI 430 (08Х17) со следующими свойствами: $E = 2{,}1 \cdot 10^5$ МПа; ν = 0,28; γ = 77 кН/м³.

Решето жёстко закреплено по периметру и моделируется конечными элементами, количество которых равно 100, а количество узлов сетки составляет 121.

Воздействие нагрузки произошло в точке К с координатами x = y = a /2 = 0,5 м. На стальном решете были учтены частоты собственных колебаний $\omega_1 = 121{,}32$ с$^{-1}$, $\omega_2 = \omega_3 = 156{,}08$ с$^{-1}$.

Рассматривалось время t = 1 с длительности импульса удара на первой круговой частоте собственных колебаний решета.

Значение максимального прогиба в точке К для стали составляет $w_{max}$ = 0,5 мм. Поле напряжений $\sigma_{eq}$ распределения интенсивности слоя решета представлено на рисунках 3 и 4. При анализе повреждений в стенке пластины выявлены дефекты в центре пластины размерами 40 × 40 см и глубиной 2,5 мм и 5 мм.

Анализ результатов расчёта также учитывал симметричное распределение напряжённо-деформированного состояния элемента. Для исследуемого решета при массе нагрузки M = 0,18 кг и начальной скорости удара $v_{0z}$ = 2,4 м/с приведены поля распределения интенсивностей деформации w для центральной поверхности решета и поля для основных эквивалентных напряжений $\sigma_{eq}$ решета (рис. 3 и 4). Из графиков

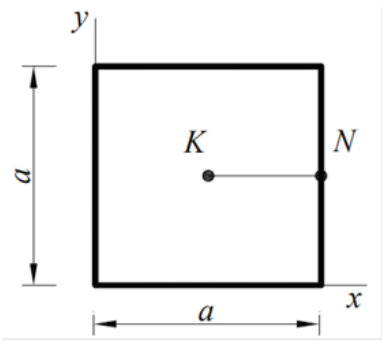
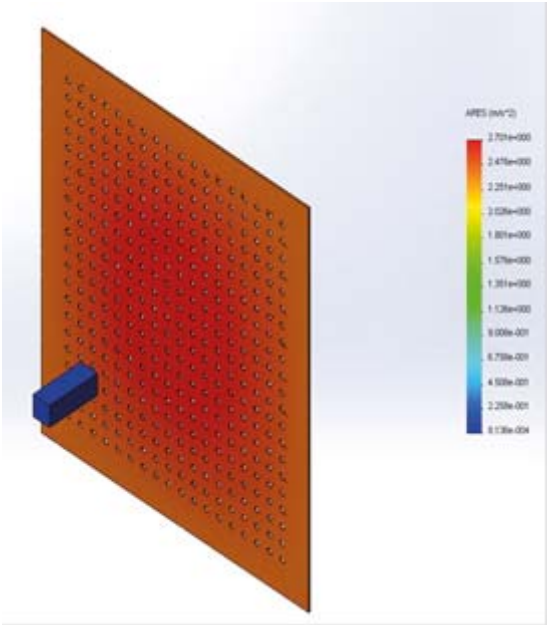
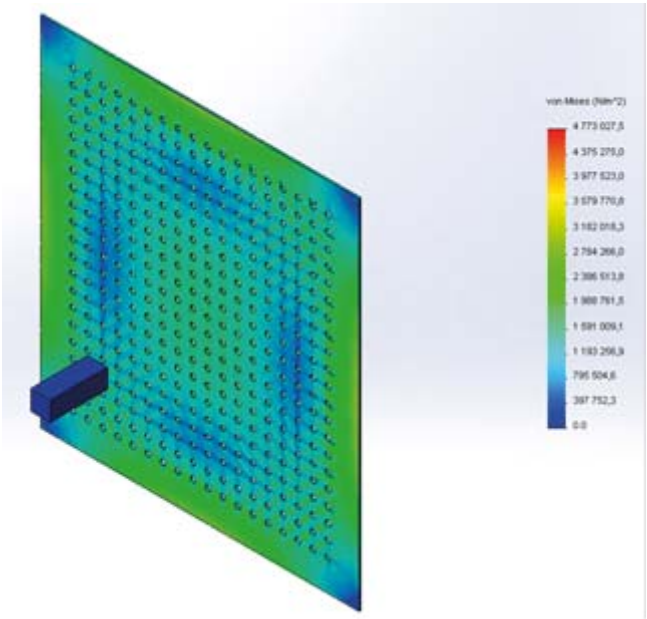


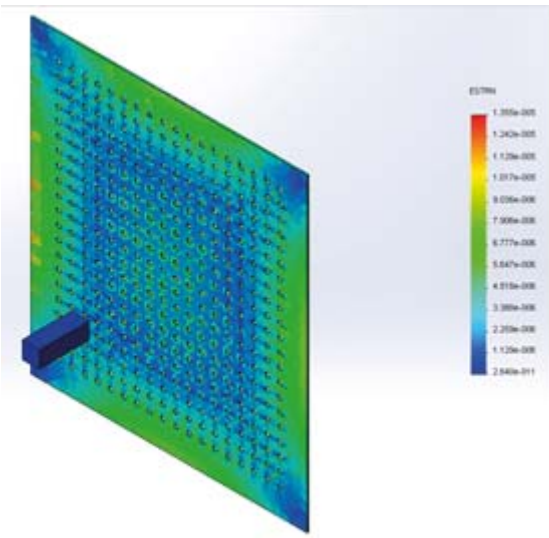

Рисунок 2 – Расчётная схема решета



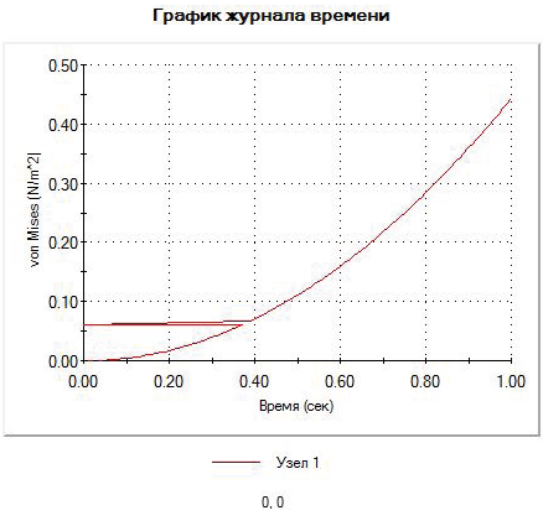
а)



б)



в)




г)

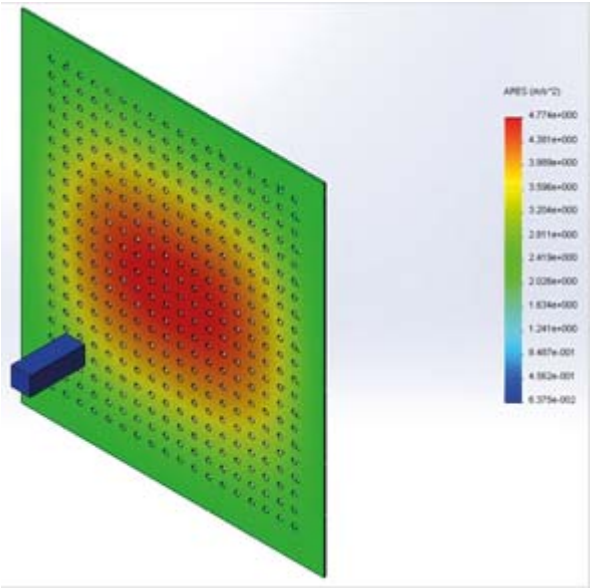
Рисунок 3 – Решето, выполненное из литой нержавеющей стали:
а) ускорение (мин. 0,000813624 м/с$^2$. Узел: 26, макс. 2,70091 м/с$^2$. Узел: 47924);
б) узловое напряжение $\sigma_{eq}$ решета (мин. 0,0218542 Н/м$^2$. Узел: 86, макс. 4,77303e + 006 Н/м$^2$. Узел: 106585);
в) деформация (мин. 2,63987e-011. Элемент: 70, макс. 1,35537e-005. Элемент: 41761),
распределение напряжения в узле 1

видно, что напряжённое состояние стеклотекстолита при ударе якорем ударника в 2 раза больше, в сравнении с литой нержавеющей сталью.

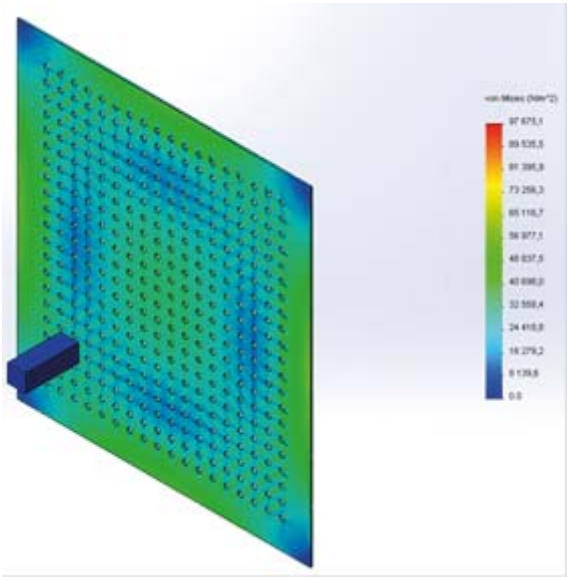
Как видно из рисунков 3 и 4, наибольшее значение деформации наблюдается при ударе ударников о поверхность стеклотекстолита. Локализация максимумов напряжений на участках решёт стеклотекстолита и стали не носит скачкообразного характера при ударах по решету ударником, что свидетельствует о выборе рациональной конструктивной схемы и проектного решения.

### *Выводы*

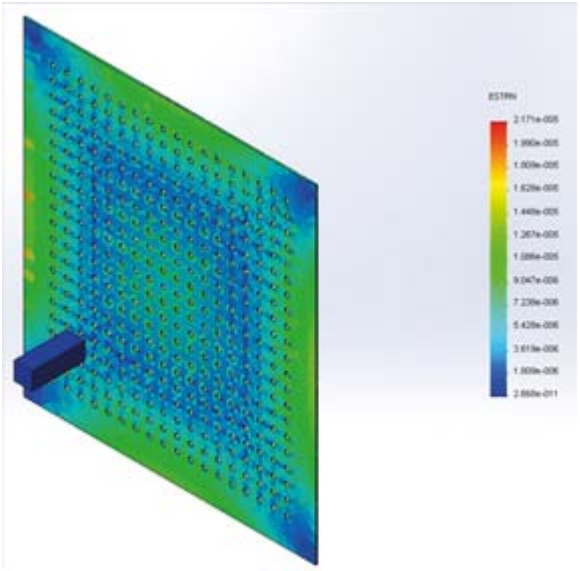
Для анализа решёт электростатического решётного сепаратора предложена эффективная



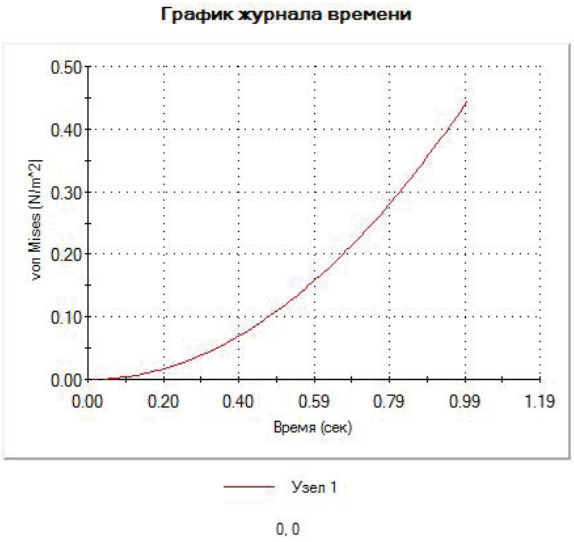
а)



б)



в)




г)

Рисунок 4 – Решето, выполненное из стеклотекстолита:
а) ускорение (мин. 0,0637457 м/с$^2$. Узел: 26, макс. 4,77358 м/с$^2$. Узел: 47924);
б) узловое напряжение $\sigma_{eq}$ решета (мин. 0,0222681 Н/м$^2$. Узел: 86, макс. 97675,1 Н/м$^2$. Узел: 106585);
в) деформация (мин. 2,63987e-011. Элемент: 70, макс. 2,17132e-005. Элемент: 6959),
распределение напряжения в узле 1

процедура, позволяющая в достаточной мере решить проблемы, связанные с ударным воздействием нагрузки, и основанная на методе конечных элементов и теории удара. Изучено влияние формы представления импульса удара.

Проведённые расчеты показали, что учёт размеров ударного тела приводит к уменьшению значений деформации и эквивалентных напряжений.

Для повышения эффективности системы очистки плоских решёт с круглыми отверстиями в электростатических решётных сепараторах в качестве материала решета можно применить как нержавеющую сталь, так и стеклотекстолит.

***Литература***

1. Алямовский, А.А. COSMOSWorks. Основы расчета конструкций на прочность в среде SolidWorks [Текст] / А.А. Алямовский. – М.: ДМК Пресс, 2010, – 784 с., ил. (Серия «Проектирование»).
2. Алямовский, А.А. Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation [Текст] / А.А. Алямовский. – М.: ДМК Пресс, 2010, – 464 с., ил. (Серия «Проектирование»).
3. Алямовский, А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике [Текст] / А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов, Ф.И. Харитонович, Н.Б. Пономарев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 1040 с.: ил. + DVD – (Мастер).
4. Шмигель, В.В. Проведение и планирование многофакторного эксперимента эффективности работы сепаратора в программе STATGRAPHICS [Текст] / В.В. Шмигель, А.С. Угловский, Н.Ю. Махаева // Международный технико-экономический журнал. – 2020. – № 1. – С. 56–65.
5. Шмигель, В.В. Прогнозирование долговечности и надежности материалов плоского решета сепаратора в программе ANSYS WORKBENCH [Текст] / В.В. Шмигель, А.С. Угловский, Н.Ю. Махаева // Международный технико-экономический журнал. – 2019. – № 5. – С. 30–41.

***References***

1. Alyamovskij, A.A. COSMOSWorks. Osnovy rascheta konstrukcij na prochnost' v srede SolidWorks [Tekst] / A.A. Alyamovskij. – M.: DMK Press, 2010, – 784 s., il. (Serija «Proektirovanie»).
2. Alyamovskij, A.A. Inzhenernye raschety v SolidWorks Simulation [Tekst] / A.A. Alyamovskij. – M.: DMK Press, 2010, – 464 s., il. (Serija «Proektirovanie»).
3. Alyamovskij, A.A. SolidWorks 2007/2008. Komp'juternoe modelirovanie v inzhenernoj praktike [Tekst] / A.A. Alyamovskij, A.A. Sobachkin, E.V. Odintsov, F.I. Kharitonovich, N.B. Ponomarev. – SPb.: BHV-Peterburg, 2011. – 1040 s.: il. + DVD – (Master).
4. Shmigel', V.V. Provedenie i planirovanie mnogofaktornogo jeksperimenta jeffektivnosti raboty separatora v programme STATGRAPHICS [Tekst] / V.V. Shmigel', A.S. Uglovskij, N.Yu. Makhaeva // Mezhdunarodnyj tehniko-jekonomicheskij zhurnal. – 2020. – № 1. – S. 56–65.
5. Shmigel', V.V. Prognozirovanie dolgovechnosti i nadezhnosti materialov ploskogo resheta separatora v programme ANSYS WORKBENCH [Tekst] / V.V. Shmigel', A.S. Uglovskij, N.Yu. Makhaeva // Mezhdunarodnyj tehniko-jekonomicheskij zhurnal. – 2019. – № 5. – S. 30–41.

DOI 10.35694/YARCX.2020.52.4.013

# РАСЧЁТ ПОВЕРХНОСТИ ТЕПЛООБМЕНА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ И ЗЕРНОВОГО ВОРОХА

В.А. Николаев
д.т.н., доцент, профессор кафедры строительных и дорожных машин
ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», г. Ярославль
И.В. Кряклина (фото)
к.т.н., доцент, доцент кафедры механизации сельскохозяйственного производства
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, г. Ярославль

***Сушка зерна, зерновой ворох, теплоноситель, поверхность теплообмена***

*Grain drying, grain trashed heap, heat-conducting medium, heat-exchange surface*

В контактно-конвективной сушилке для сушки зерна используется тепло жидкости из системы охлаждения двигателя [1]. Эта жидкость поступает в трубки контактно-конвективной сушилки. Трубки теплоносителя расположены наклонно под углом 40° параллельно друг другу по всей ширине сушилки. Над ними, в шахматном порядке – паросборники. Над паросборниками установлен плавающий разравнивающий транспортёр, который изменяет своё положение в зависимости от объёма зерна в контактно-конвективной сушилке. Движущееся в контактно-конвективной сушилке зерно будет стекать с паросборников, перемещаться между паросборниками и трубками теплоносителя и падать через щель между трубками теплоносителя на заднюю нижнюю стенку контактно-конвективной сушилки.

### *Методика*

Определим расчётную поверхность теплообмена теплоносителя с зерновым ворохом, который обтекает верхнюю часть трубок теплоносителя. На рисунке 1 представлена схема движения зерновок по поверхности трубок теплоносителя [2].

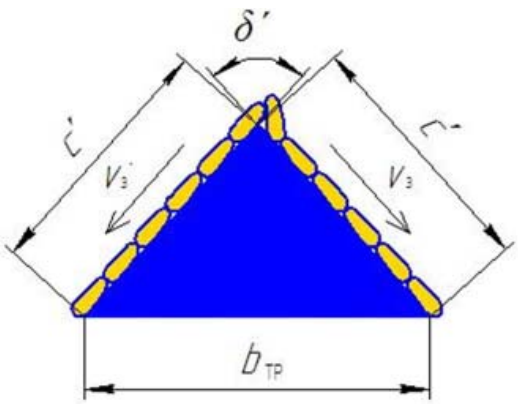



Рисунок 1 – Схема движения зерновок по поверхности трубок теплоносителя

Температура нагретого воздуха $t_{вз}^{к}$= 37°С. Температура зерна, выходящего из контактной сушилки $t_{к}^{з}$ = 42°С. Будем нагревать зерно в контактно-конвективной сушилке до $t_{к-к}^{з}$ = 45°С. Потоки зерна из контактной сушилки и контактно-конвективной сушилки будут смешиваться. Температура зерна в общем потоке будет выравниваться, поэтому в трубу возврата зерно должно поступать с температурой $t_{в}^{з} \approx$ 40°С. При движении зерна по трубе возврата и падении в контактно-конвективную сушилку его температура понизится приблизительно на 3…4°С. Поэтому начальная температура зернового вороха, движущегося по поверхности трубок теплоносителя $t_{з1} \approx$ 36°С.

Рассмотрим отдельную зерновку, движущуюся по поверхности трубки теплоносителя на рисунке 2. В результате нагрева зерновки происходит её отпотевание – появление влаги на поверхности зерновки [3]. Влага скапливается под зерновкой, между зерновками находится воздух. Зерновка, влага и воздух нагреваются от поверхности трубки теплоносителя. Допустим, зерновки на трубке теплоносителя расположены плотно друг к другу (рис. 1). Примем для расчёта площадь контакта каждой зерновки с трубкой теплоносителя постоянной $S_з = 2$ мм$^2$ (рис. 3). Площадь контакта влаги, находящейся под зерновкой, $S_{вд} = 20 - 2 = 18$ мм$^2$ с трубкой теплоносителя.

Площадь контакта воздуха с трубкой теплоносителя $S_{вз} = 24 - 18 = 6$ мм$^2$.

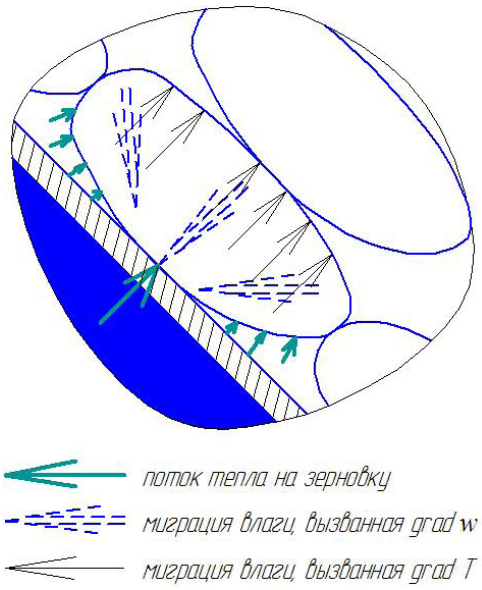



Рисунок 2 – Контактный нагрев зерновки при движении по поверхности трубки теплоносителя

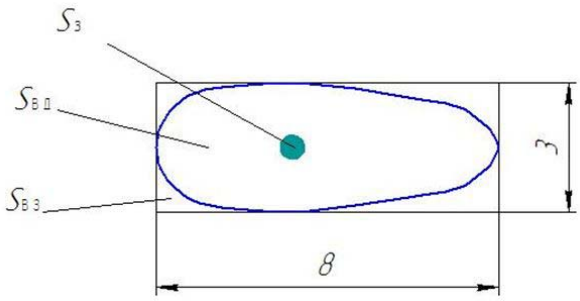



Рисунок 3 – К определению площади контакта зерновки $S_з$; площади контакта влаги, находящейся под зерновкой $S_{вд}$; площади контакта воздуха $S_{вз}$ с трубкой теплоносителя

Определим количество тепла, передающегося зерновке в результате контактного теплообмена согласно основному закону теплопроводности Фурье [4]:

$$Q_з = \frac{\lambda_з \cdot S_з (t_m - t_з)}{\delta_з}, \qquad (1)$$

где $\lambda_з$ – коэффициент теплопроводности зерновки тритикале, $\lambda_з$ = 0,35 Вт/м·град;
$\delta_з$ – толщина зерновки, $\delta_з = 2 \cdot 10^{-3}$ м;
$t_т$ – температура трубки теплоносителя, $t_т$ = 95°С;
$t_з$ – температура нагрева зерновки в контактно-конвективной сушилке, $t_з$ = 45°С.

Отсюда $Q_з = \frac{0{,}35 \cdot 2 \cdot 10^{-6}(95 - 45)}{2 \cdot 10^{-3}} = 0{,}014$ Дж.

Определим количество тепла, передающегося влаге, находящейся под зерновкой:

$$Q_{вд} = \frac{0{,}68 \cdot 18 \cdot 10^{-6}(95 - 45)}{0{,}2 \cdot 10^{-3}} = 2{,}448 \text{ Дж.}$$

Количество тепла, передающегося воздуху:

$$Q_{вз} = \frac{0{,}025 \cdot 6 \cdot 10^{-6}(95 - 45)}{2 \cdot 10^{-3}} = 0{,}003 \text{ Дж.}$$

Следовательно, общее количество тепла, передающегося теплопроводностью через одну зерновку:

$$Q_{об} = Q_з + Q_{вд} + Q_{вз};$$

$$Q_{об} = 0{,}014 + 2{,}448 + 0{,}003 = 2{,}465 \text{ Дж.}$$

Согласно предыдущим расчётам примем боковую сторону треугольного сечения трубки теплоносителя $c$ = 0,054 м. Тогда количество зерновок, которые могут разместиться на теплообменной поверхности трубок теплоносителя:

$$N_з = \frac{2 \cdot c \cdot L \cdot n_{тр}}{\ell_з \cdot b_з}, \quad (2)$$

где $L$ – длина трубки теплоносителя, L = 2,29 м;
$n_{тр}$ – число трубок теплоносителя, $n_{тр}$ = 17 шт.;
$\ell_з$ – длина зерновки, $\ell_з$ = 0,008 м;
$b_з$ – ширина зерновки, $b_з$ = 0,003 м.

Отсюда $N_з = \frac{2 \cdot 0{,}054 \cdot 2{,}29 \cdot 17}{0{,}008 \cdot 0{,}003} = 175185$ шт.

Определим количество тепла, передающегося теплопроводностью через всю верхнюю поверхность трубок теплоносителя:

$$Q_{вс} = Q_{об} N_з; \quad (3)$$

$$Q_{вс} = 2{,}465 \cdot 175185 = 431831 \text{ Дж}.$$

Тогда время, за которое передаётся тепло от трубки теплоносителя зерновкам:

$$\tau_з = \frac{Q_{вс}}{Q_{охл2}}; \quad (4)$$

$$\tau_з = \frac{431831}{27100} = 16 \text{ с}.$$

Зерновка обтекает трубку теплоносителя, двигаясь по вертикали, и проходит путь $c'$ по её поверхности. Рассечём трубку теплоносителя вертикальной плоскостью. Из пространственной модели можно определить проекцию на вертикальную плоскость угла при вершине $\delta' = 75°$ и путь зерновки $c' = 0{,}062$ м.

Определим скорость зерновки, движущейся по поверхности трубки теплоносителя:

$$\upsilon_з = \frac{c'}{\tau_з}; \quad (5)$$

$$\upsilon_з = \frac{0{,}062}{16} = 0{,}004 \text{ м/с}.$$

Отсюда объёмный расход зернового вороха, движущегося в контактно-конвективной сушилке:

$$V_{зв1} = a_{тр} \cdot L \cdot \upsilon_з (n_{тр} + 1); \quad (6)$$

$$V_{зв\,1} = 0{,}04 \cdot 2{,}29 \cdot 0{,}004(17+1) = 0{,}0064 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Объём, занимаемый одной зерновкой, $V_з = 25 \cdot 10^{-9}$ м$^3$. Определим объём зернового вороха, высыпающегося из контактной сушилки за 1 с:

$$V_{зв} = \frac{N_{к-к} \cdot V_з}{(1-\varepsilon)}; \quad (7)$$

$$V_{зв} = \frac{216000 \cdot 25 \cdot 10^{-9}}{(1-0{,}45)} = 0{,}012 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Следовательно, из контактно-конвективной сушилки высыпается зерно в объёме, равном $V_{зв1} = \frac{0{,}0064}{0{,}012} = 0{,}53\ V_{зв}$.

Ориентировочная поверхность теплообмена теплоносителя и зернового вороха в контактно-конвективной сушилке составит:

$$S_m = N_m (S_з + S_{вд} + S_{вд}); \quad (8)$$

$$S_m = 175185 \cdot 24 \cdot 10^{-6} = 4{,}2\ м^2.$$

### *Вывод*

Использование тепла охлаждающей жидкости двигателя внутреннего сгорания в контактно-конвективной сушилке приводит к энергосбережению при сушке зерна.

### *Литература*

1. Николаев, В.А. Совершенствование зерноуборочного комбайна: конструктивная компоновка, теория и расчет. Часть 1 [Текст] / В.А. Николаев. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2015. – 252 с.

2. Николаев, В.А. Очистка зерна от примесей и его предварительная сушка [Текст] / В.А. Николаев, И.В. Кряклина. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2017. – 212 с.

3. Атаназевич, В.И. Сушка зерна [Текст] / В.И. Атаназевич. – М.: Агропромиздат, 1989. – 240 с.

4. Григорьев, В.А. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент [Текст]: справочник. Кн. 2 / под общ. ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 557 с.

### *References*

1. Nikolaev, V.A. Sovershenstvovanie zernouborochnogo kombajna: konstruktivnaja komponovka, teorija i raschet. Chast' 1 [Tekst] / V.A. Nikolaev. – Jaroslavl': Izd-vo FGBOU VO Jaroslavskaja GSHA, 2015. – 252 s.

2. Nikolaev, V.A. Ochistka zerna ot primesej i ego predvaritel'naja sushka [Tekst] / V.A. Nikolaev, I.V. Kryaklina. – Jaroslavl': Izd-vo FGBOU VO Jaroslavskaja GSHA, 2017. – 212 s.

3. Atanazevich, V.I. Sushka zerna [Tekst] / V.I. Atanazevich. – M.: Agropromizdat, 1989. – 240 s.

4. Grigor'ev, V.A. Teoreticheskie osnovy teplotehniki. Teplotehnicheskij jeksperiment [Tekst]: spravochnik. Kn. 2 / pod obshh. red. V.A. Grigor'eva i V.M. Zorina. – M.: Jenergoatomizdat, 1988. – 557 s.

DOI 10.35694/YARCX.2020.52.4.014

# МЕТОДЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Б.С. Антропов (фото)
д.т.н., профессор, профессор кафедры автомобильного транспорта
ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», г. Ярославль
В.В. Гумённый
доцент кафедры тактики и общевоенных дисциплин
А.А. Рудаков
преподаватель кафедры тактики и общевоенных дисциплин
В.А. Генералов
преподаватель кафедры тактики и общевоенных дисциплин
ФГБУ МО «Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны», г. Ярославль

***Неисправность, компрессия, расход картерных газов, дымность отработавших газов, внешние признаки неисправности, диагностические приборы***

*Malfunction, compression, crankcase fumes rate, smoking at the exhaust, external signs of malfunction, test instruments*

С переходом в 90-х годах прошлого столетия к рыночной экономике произошло резкое снижение производства в нашей стране. Этот процесс в значительной степени коснулся автомобильного транспорта, осуществляющего грузовые перевозки.

Автопредприятия из-за отсутствия заказов на перевозки грузов в достаточно больших объёмах вынуждены были продавать предпринимателям, буквально поштучно, автомобили, а также производственные и складские помещения. Таким образом, произошло разукрупнение достаточно больших автопредприятий, насчитывающих в своём составе до ста и более единиц автотранспортной техники.

Количество автомобилей, находящихся в настоящее время в собственности предпринимателей, немногочисленно, и базируется оно в большинстве случаев под открытым небом, и в этих же условиях проводится их техническое обслуживание (ТО) и ремонт. Как правило, обслуживание автомобилей сводится к замене масел и фильтрующих элементов в их узлах и агрегатах. Сложности возникают с диагностированием, как составной частью ТО. Особенно это касается двигателя – основного агрегата автомобиля, определяющего его работоспособность. Владельцы транспортных средств в большинстве своём избегают возможности пользования услугами специализированных станций технического обслуживания (СТО) из-за низкого качества проводимых работ и высокой их стоимости. Так, стоимость часа работ в СТО достигает более одной тысячи рублей (без стоимости необходимых запасных частей).

В таких условиях владельцам грузовых автомобилей приходится субъективно проводить диагностирование причин неисправностей

по отдельным внешним признакам работы узлов и агрегатов автотракторной техники. К внешним признакам относятся: снижение тяговых качеств автомобиля; повышенные расходы масел, топлива и охлаждающей жидкости; повышенная дымность отработавших газов; повышенный тормозной путь автомобиля и многое другое [1]. Указанный способ прост, но не всегда достоверен.

В статье предлагаются надёжные методы оценки состояния деталей цилиндропоршневой группы двигателя (ЦПГ). Указанные детали определяют ресурс двигателя, а, следовательно, автомобиля в целом.

Рекомендуется, прежде всего, регулярно контролировать расход масла на долив (на угар). Для этого владельцы автомобилей должны вести регулярный учёт общих расходов масла на долив в двигатель и топлива за пробег между соседними ТО-2 (периодичность замены масла, рекомендуемая заводами-изготовителями АТС) [2]. По полученным данным определяется расход масла в процентах от расхода топлива как [3]:

$$G_M = \frac{\Delta G_M}{\Delta G_T} \cdot 100\%,$$

где $\Delta G_M$ и $\Delta G_T$ – соответственно общие расход масла на долив и топлива (л) за пробег автомобиля между соседними ТО-2 (км).

На двигателях ЯМЗ, выпускаемых Ярославским моторным заводом, расход масла на долив (перед запуском новых автомобилей в эксплуатацию) составляет 0,1…0,2% от расхода топлива. В эксплуатации в настоящее время принято считать, что если расход масла двигателя достигает значения $G_M \geq 1{,}5\%$, то на двигателе необходимо производить замену деталей ЦПГ на новые (при условии отсутствия течей масла наружу), исходя из экономической целесообразности.

При повышении указанного значения расхода масла на долив прежде, чем демонтировать головки цилиндров, необходимо определить неработоспособные цилиндры. Для этого в цилиндрах двигателя с помощью компрессометра производится замер компрессии (давление в цилиндре в конце такта сжатия). На двигателях ЯМЗ-236, 238 и их модификациях компрессия должна быть не менее 2,5 кПа (25 кг/см$^2$) при работе на минимальных оборотах коленчатого вала. Цилиндры, в которых компрессия меньше указанного значения, являются дефектными, и в них необходима замена деталей ЦПГ. Остальные цилиндры являются работоспособными, в них замена деталей данной группы нецелесообразна. Недостатками метода замера давления внутри цилиндров является то, что он констатирует следствие, но не объясняет причин возникновения дефекта.

Следующий метод определения дефектных цилиндров двигателя сводится к тому, что прогретый до температуры охлаждающей жидкости 60…70°С двигатель выводится на работу минимальных оборотов холостого хода и последовательно в цилиндрах отключается подача топлива. Цилиндры, при отключении которых частота вращения коленчатого вала не изменяется (определяется по частоте вращения крыльчатки вентилятора системы охлаждения или по прибору частоты вращения в кабине водителя), являются дефектными. Существенным недостатком этого метода является тот факт, что определить дефектные цилиндры практически невозможно на шести- и восьмицилиндровых двигателях (при отключении одного цилиндра частота вращения практически не изменяется).

Следующим методом оценки состояния деталей ЦПГ является определение расхода картерных газов. Однако до настоящего времени в эксплуатации этот параметр в большинстве случаев оценивается визуально по интенсивности выделения из сапуна указанных газов и содержания в них капель моторного масла.

Расход картерных газов $(Q_{кг})$ можно замерить точно с помощью расходомеров фирмы AVL (Австрия) или отечественного производства КИ-13761. Так, на безнаддувных двигателях ЯМЗ-236, 238 и их модификациях с помощью расходомеров достоверно предельное значение $Q_{кг} \geq 1{,}4\ {}^{м^3}/_{цил \cdot час}$, при достижении которого на двигателях отмечаются неисправности деталей ЦПГ. Предельное значение $Q_{кг}$ определено при испытании двигателей на стенде, на режиме минимальных оборотов холостого хода. Недостатком этого метода является невозможность определить отдельно дефектные цилиндры двигателя.

На заключительном этапе диагностирования возможна визуальная оценка состояния деталей ЦПГ в дефектных цилиндрах, используя при этом эндоскоп (страна происхождения – Китай, рис. 1), в том числе более совершенная модель с диагностическим тестером.

Через отверстие для форсунки можно просмотреть стенки цилиндра, днище поршня, клапана. Осмотром скрытых полостей можно определить износ ЦПГ, своевременно обнаружить нагар на стенках цилиндров и днище поршня, без раз-

Рисунок 1 – Эндоскоп с диагностическим тестером

борки двигателя установить наличие повреждений клапанов, убедиться в отсутствии трещин головки блока и герметичности её прокладки. Применение эндоскопа позволяет даже при незначительном износе маслосъёмных колпачков или поршневых колец, когда внешне ещё ни один признак неисправностей не проявляет себя, обнаружить следы масла на клапанах, в камере сгорания, на днище поршня.

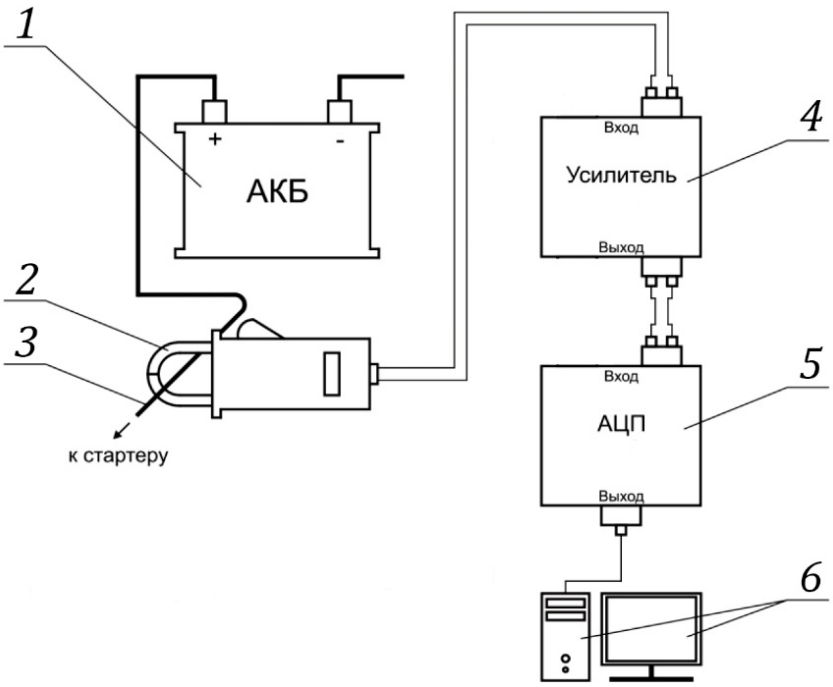
Относительно недавно западноевропейскими фирмами опробован и в настоящее время широко используется метод диагностики ЦПГ по току, потребляемому стартером при прокрутке двигателя. Во время прокрутки стартером, без запуска, специальным прибором снимаются показания колебаний электрического тока в проводе, подводящем его к стартеру, и фиксируются на компьютере в виде осциллограммы. Амплитуда колебаний на осциллограмме напрямую зависит от компрессии в данном цилиндре. Соответственно, амплитуда будет тем выше, чем больше компрессия, и по ней можно делать заключение об исправности деталей данного цилиндра.

Для измерений необходимо отключить подачу топлива к форсункам. Подключить прибор, включающий в себя комплекс устройств, представленных на рисунке 2 [4; 5].

На рисунке 3 представлена осциллограмма, полученная с использованием подобного комплекса в ходе диагностики четырёхцилиндрового дизельного двигателя ЯМЗ-534 в сервисном центре ЯМЗ-ФРЦ.

Оценивая полученные результаты осциллограммы и зная порядок работы цилиндров (1-3-4-2), можно определить, что амплитуда колебаний на уровне четвёртого цилиндра имеет наименьшее значение. Низкий порог значения одной из амплитуд свидетельствует о худшем состоянии деталей ЦПГ данного цилиндра.

Данный метод является достаточно информативным и чувствительным и позволяет быстро оценить техническое состояние всех цилиндров, что очень удобно при диагностике многоцилиндровых двигателей.




1 – аккумуляторная батарея; 2 – съёмник сигналов; 3 – провод питания стартера; 4 – аналоговый усилитель сигнала; 5 – аналого-цифровой преобразователь; 6 – ПЭВМ.
Рисунок 2 – Комплекс устройств для регистрации колебаний тока стартера

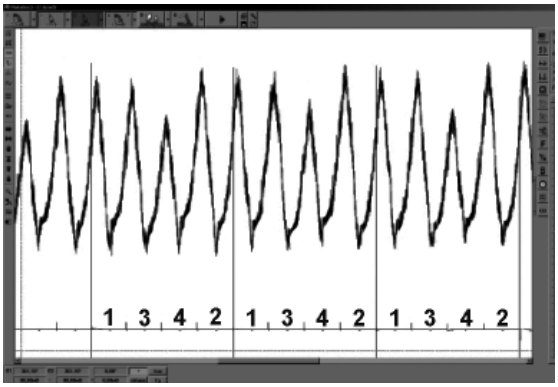



Рисунок 3 – Осциллограмма результатов диагностирования

***Выводы***

1. В статье проанализированы простые и доступные методы диагностирования состояния деталей ЦПГ двигателей автотракторной техники. Методы разработаны на основе учёта комплекса внешних проявлений неисправностей ЦПГ с использованием минимального количества диагностических приборов. Это актуально для огромного количества владельцев транспортных средств, не имеющих базы для технического обслуживания.

2. По мнению авторов, использование в эксплуатационных условиях приведённых методов диагностирования позволит сократить материальные и трудовые затраты при устранении неисправностей деталей ЦПГ двигателей.

***Литература***

1. Антропов, Б.С. Диагностирование автотранспортных средств [Текст]: учеб. пособие / Б.С. Антропов, И.С. Басалов. – Ярославль: ЯГТУ, 2016 – 144 с.

2. Антропов, Б.С. Выбор параметров диагностирования деталей цилиндропоршневой группы автомобильных дизельных двигателей [Текст] / Б.С. Антропов, В.В. Капралов, В.В. Гумённый, В.А. Генералов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2020. – № 2 (50). – С. 82–84. DOI 10.35694/YARCX.2020.50.2.0015.

3. Антропов, Б.С. Методы снижения трудоемкости технического обслуживания современных автомобилей [Текст]: учеб. пособие / Б.С. Антропов, Е.И. Кубеев, В.В. Иродов. – Ярославль: Издательский дом ЯГТУ, 2018. – 76 с.

4. Quantex Laboratory. Мотор-тестер MotoDocIII [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.quantexlab.ru.

5. Гюнтер, Г. Диагностика дизельных двигателей [Текст] / Г. Гюнтер. – М.: ООО Книжное издательство «За рулем», 2004. – 176 с.

***References***

1. Antropov, B.S. Diagnostirovanie avtotransportnyh sredstv [Tekst]: ucheb. posobie / B.S. Antropov, I.S. Basalov. – Yaroslavl': YAGTU, 2016 – 144 s.

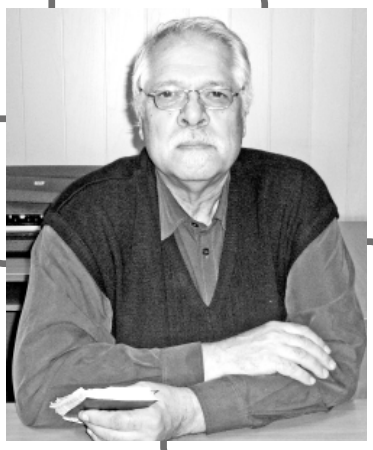
2. Antropov, B.S. Vybor parametrov diagnostirovaniya detalej cilindroporshnevoj gruppy avtomobil'nyh dizel'nyh dvigatelej [Tekst] / B.S. Antropov, V.V. Kapralov, V.V. Gumyonnyj, V.A. Generalov // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. – 2020. – № 2 (50). – S. 82–84. DOI 10.35694/YARCX.2020.50.2.0015.

3. Antropov, B.S. Metody snizheniya trudoemkosti tekhnicheskogo obsluzhivaniya sovremennyh avtomobilej [Tekst]: ucheb. posobie / B.S. Antropov, E.I. Kubeev, V.V. Irodov. – Yaroslavl': Izdatel'skij dom YAGTU, 2018. – 76 s.

4. Quantex Laboratory. Motor-tester MotoDocIII [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.quantexlab.ru.

5. Gyunter, G. Diagnostika dizel'nyh dvigatelej [Tekst] / G. Gyunter. – M.: OOO Knizhnoe izdatel'stvo «Za rulem», 2004. – 176 s.

DOI 10.35694/YARCX.2020.52.4.015



# РЕАЛИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ТЕПЛИЦАМИ

О.Г. Несиоловский (фото)
к.т.н., доцент, профессор кафедры технического сервиса
Р.Д. Адакин
старший преподаватель кафедры технического сервиса
И.М. Соцкая
к.т.н., доцент, заведующий кафедрой технического сервиса
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, г. Ярославль

***Автоматизация, промышленная теплица, датчики, SCADA-программа, контроллеры, OPC DA сервер, протокол Modbus RTU***

*Automation, industrial greenhouse, sensors, SCADA program, controllers, OPC DA server, Modbus RTU protocol*

В настоящее время автоматизация широко применяется в управлении различными процессами в промышленных теплицах: поливом, обогревом, открытием/закрытием окон, множеством сопутствующих автоматических процессов по хранению, передаче и перераспределению значений с датчиков и управляющих сигналов [1]. Обилие различных вариантов автоматизации связано с ростом использования промышленных теплиц, в которых технологические процессы возделывания и выращивания культур, а также размещение растений на поле или ярусно на стеллажах настолько разнообразны, что, наверное, не будет ни одной повторяющейся программы по автоматизации управления климатом и поливом в теплице. Каждая теплица является в целом чем-то схожей по возделыванию культур с другими теплицами, но в каких-то процессах кардинально отличается. Это зависит от постановки целей и задач технологами и руководством для выращивания различных растений, овощей, цветов, рассады [2]. Размеры и формы теплиц сильно различаются, и наполнение технологическим оборудованием также различное.

Нами были поставлены следующие задачи по автоматизации управления промышленными теплицами:

1. Управление освещением в зависимости от величины сигнала с датчиков света. Задача состоит в обеспечении продолжительности светового дня для растений в течение 12…14 часов в день.

2. Управление поливом в зависимости от влажности почвы на каждом секторе теплицы. Вся теплица разбивается на зоны – сектора, в которых контроль влагосодержания обеспечивается отдельно.

3. Управление температурой и соответственно влажностью в теплице путём открытия или закрытия окон, вентилирования теплицы, а при снижении температуры ниже +15°С – поддержание заданной температуры с помощью включения обогревателей.

4. Обеспечить защиту работы программы, разработав несколько уровней безопасности, для выявления оборванных датчиков, некорректных значений сигналов, превышения разрешённых значений границ величинами датчиков, оповещения персонала сообщениями и сигналами о неисправностях в системе.

### *Методика*

Для решения поставленных задач исследовались программы, используемые для автоматизации в промышленности, способы общения между собой контроллеров, способы опроса контроллеров, варианты подключения датчиков и исполнительных механизмов к контроллерам и через реле. Были рассмотрены предлагаемые на рынке SCADA программы с их возможностями по автоматизации и использованию OPC-серверов.

В результате чего были оптимально скомпонованы друг с другом механическая часть (всё вышеперечисленное оборудование) и программная часть, поскольку, например, не все датчики подходят по сопротивлению к контроллерам.

Начнём с контроллеров. Для того чтобы контроллеры понимали, как им общаться в общей сети, не перебивая друг друга, и как слушаться команд от компьютера, их необходимо обучить, написав определённые команды. Изначально новый контроллер представляет собой просто микросхему с входами и выходами. Программа в нём не записана. Все контроллеры в общей сети будут иметь статус Slave, то есть подчиненные. Опрашиваться они будут по протоколу Modbus RTU. Это распространённый протокол, используемый в промышленности во всём мире, разработанный в 1979 году компанией Modicon (ныне Schneider Electric). Контроллеры сразу понимают, как им необходимо действовать, то есть один «говорит», а другие «слушают». Связь происходит по витой паре в цифровом формате, с помощью нулей и единиц с разными длительностями импульсов (с помощью витой пары обычно соединяют компьютеры в сеть). По одному проводу сигнал идёт оригинальный, а по второму проводу идёт его зеркальная копия, контроллер и компьютер затем оценивают два сигнала для большей точности. Протокол достаточно устойчив к помехам и может, согласно паспортным данным, передавать сигнал на расстояние до 1200 метров. Некоторые датчики, правда, по паспортным данным, не могут передать сигнал свыше 800 метров. В любом случае этого достаточно, чтобы разместить контроллеры с датчиками и питающими реле на территории промышленной теплицы там, где это требуется. Протокол позволяет в сети использовать до 32 контроллеров, каждый из которых может иметь до 64 входов и выходов, из которых часть аналоговые, ШИМ (широтно-импульсная модуляция для плавного изменения через полевые транзисторы подачи напряжения) и цифровые, в арсенале которых передача информации осуществляется только нулями и единицами. Данный протокол позволяет использовать несколько типов данных: а) только читать переменные; б) только писать в переменную значения; в) читать и писать в переменную.

Рассмотрим пример программы, написанной для контроллера (рис. 1). Здесь объявляются

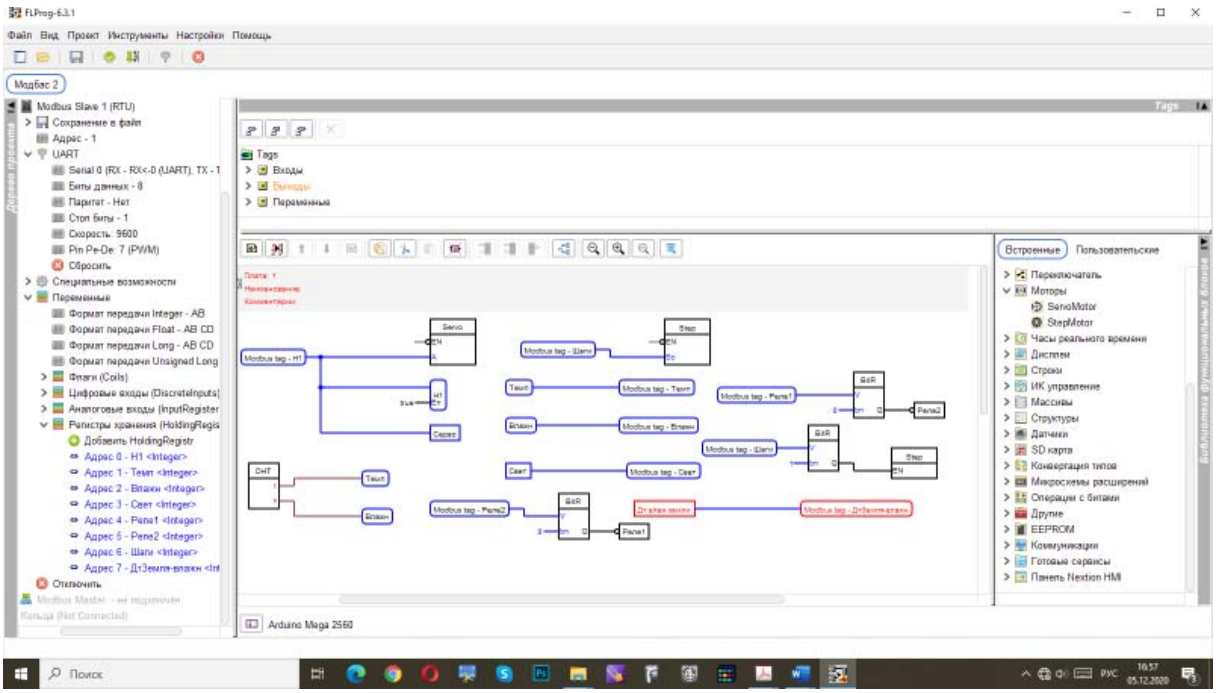



Рисунок 1 – Алгоритмы работы контроллера

переменные, присваивается им тип данных (аналоговый, ШИМ или цифровой) и номер вывода на контроллере [3]. Затем через стандартные логические блоки конвертации значений, чтение, передачи по протоколу Modbus контроллеру показывают схему движения информации. Также прописываются условия работы различных электродвигателей, скорость вращения, какими выводами с контроллера они будут управляться, на какой угол поворачиваться и в какую сторону. Дополняют картину блоки «и», «или», «не», триггеры, счётчики, генераторы.

Рассмотрим SCADA-программу [4], установленную на компьютере. В её задачи входит: опрашивать контроллеры, анализировать полученные значения, выдавать управляющие сигналы на контроллеры, а с них сигналы идут на управляющие входы электродвигателей или на реле для обеспечения управления питанием тех же электродвигателей, установленных на различном оборудовании – вентиляторы, насосы, клапана или редукторы шаровых кранов, а также обогреватели.

Контролеры и SCADA-программа общаются друг с другом не напрямую, а через посредника – OPC DA сервер, который был настроен на приём и передачу данных с датчиков, а также управляющих команд. Особенность его настройки заключается в том, что имена переменных и их адрес в сети должен везде совпадать: в контроллерах, на сервере и в SCADA-программе. В SCADA-программе созданы окна для обеспечения возможности оператору следить и управлять работой теплицы (рис. 2 а, б).

В окне управления освещением реализованы следующие функции:

1) возможность работы в автоматическом режиме, когда считываются значения датчиков света, и при снижении величины сигнала определённого значения выдаётся команда на включение света (графически при этом появляются светильники, рис. 1 – сверху);

2) возможность ручного управления – нужно нажать на кнопку «перейти на ручное управление», эта команда полностью отключает автоматический режим. Затем необходимо нажать на кнопку «ручное включение» (включает и выключает светильники). Для того чтобы оператор не забыл, что программа работает в ручном режиме, левый верхний светильник мигает. Это должно напомнить оператору, что с утра после смены свет сам не выключится.

На рисунке 2а сделан снимок экрана, и одновременно веб-камера показывает работу SCADA, управляя включением и выключением света.

Рассмотрим следующее окно SCADA-программы – управление поливом. В данной схеме полив осуществляется по величине влажности почвы, измеряемой датчиком влажности. Дело в том, что на больших территориях, а теплицы

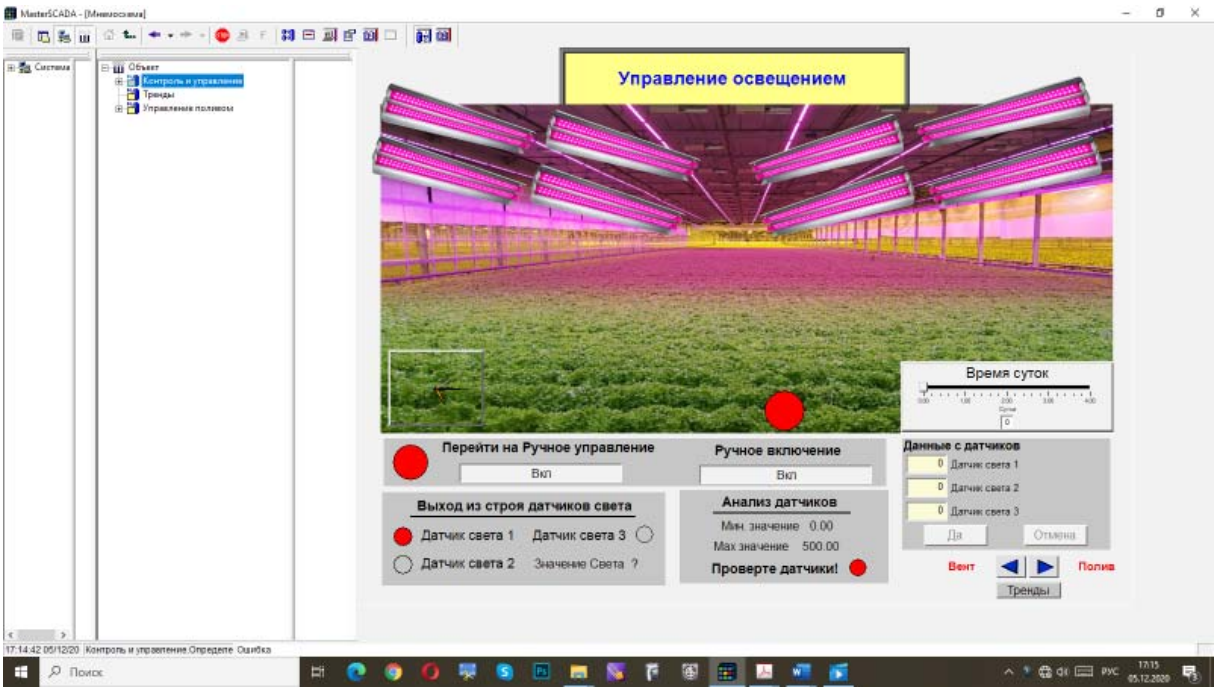
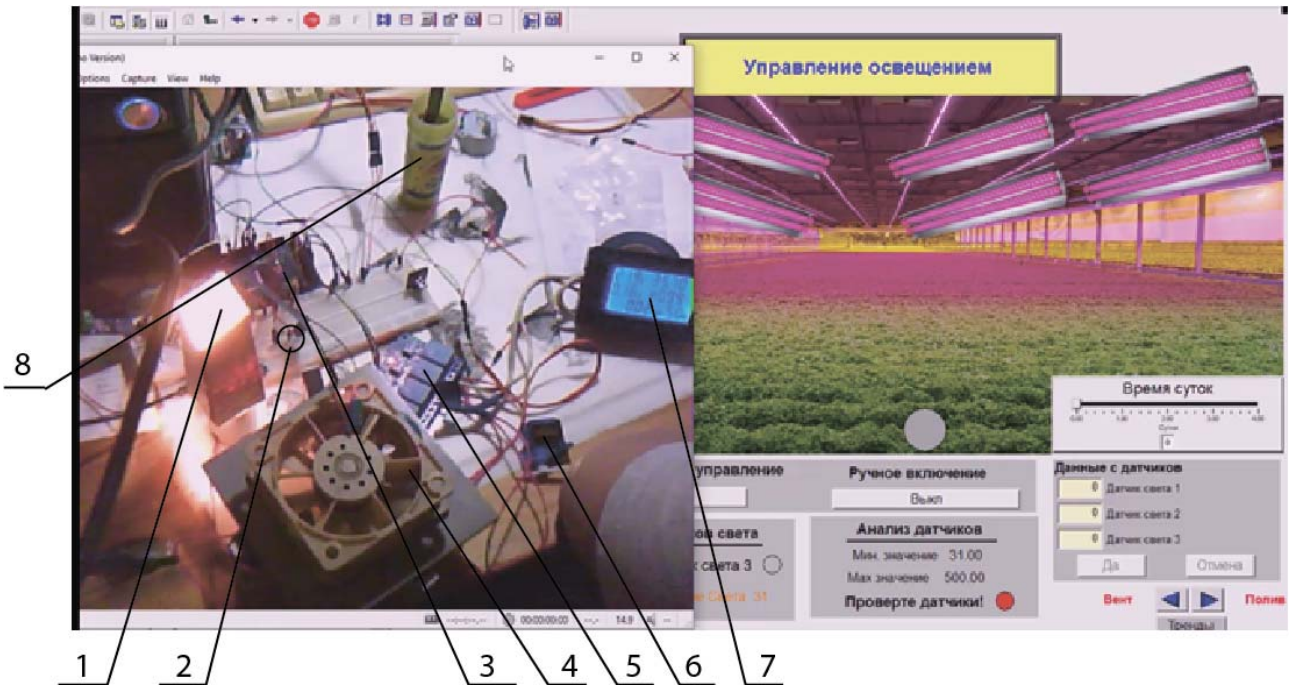



Рисунок 2а – Окно SCADA-программы управления освещением




1 – лампа накаливания, питание от 220 В; 2 – датчик значений освещения; 3 – контроллер; 4 – вентилятор, питание от 220 В; 5 – управляемое реле; 6 – шаговый двигатель (сервомотор); 7 – мультиметр питающей сети 220 В; 8 – банка с водой и датчиком уровня влажности.

Рисунок 2б – Включение света в ручном режиме на примере одной лампы

именно обладают такими характеристиками, скорость испарения влаги на разных участках теплицы различна. Она зависит от разных потоков воздуха, расположения дверей и окон. С другой стороны, время полива и скорость испарения влаги со всей теплицы имеют также неодинаковые параметры, они зависят от температуры окружающего воздуха и влажности снаружи теплицы. Поэтому осуществлять полив растений в теплице, на наш взгляд, более целесообразно с учётом потребности растений в нём, чем устанавливать конкретное время полива в течение суток. Предлагаем разбивать всю площадь теплицы на равные участки – сектора, устанавливать на каждом участке датчик влажности, назначая контроллерам снимать значения с датчиков и направлять их через OPC-сервер в SCADA-программу. При достижении минимального значения влажности почвы SCADA направляет сигнал через контроллер на реле для включения насоса и соответствующего клапана, открывающего проход для подвода воды на форсунки конкретного сектора участка. При достижении требуемого уровня влажности клапан закрывается, и полив данного сектора прекращается, но насос может продолжать работать, если на другом секторе есть потребность в поливе (для этого откроется соответствующий клапан).

На рисунке 3 через веб-камеру видно, как при опускании в банку с водой датчика уровня, подключённого на третий сектор, изменяется индикатор шкалы данного сектора в большую сторону, то есть насыщения. Соответственно шкала показывает оператору, что участок увлажнён и полив там не требуется. Поэтому третий клапан выключен, и анимационная картинка полива отсутствует. На рисунке 3 видно, что идёт полив на первом и седьмом секторах.

Окно управления обогревом и охлаждением теплицы (рис. 4) работает следующим образом. Слева вверху – текущие значения температуры и влажности, получаемые при опросе датчика. Уставка – это значение температуры, которое устанавливает оператор, и SCADA должна придерживаться этого значения, поддерживать её путём открытия окон и включения вентиляторов, если очень жарко, или включением обогревателя, если слишком холодно. Чтобы обогрев не включался в теплое время, когда значение уставки больше текущего значения температуры воздуха, разработан дополнительный алгоритм, при котором обогрев включится только при условии,

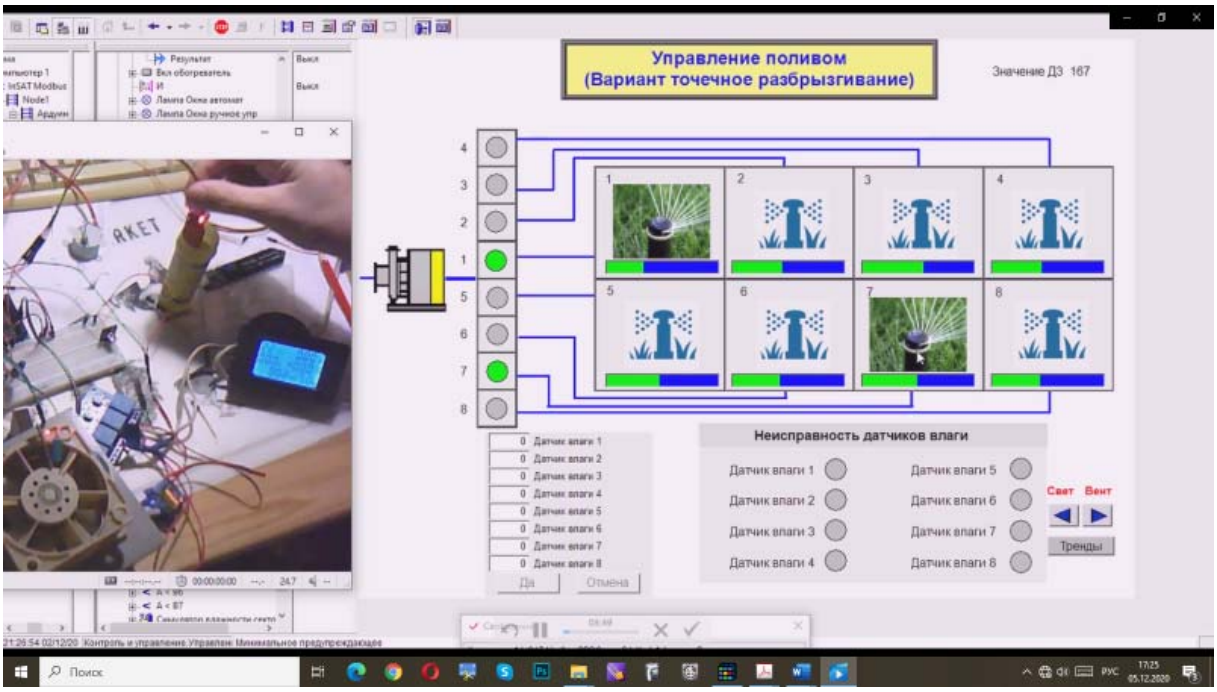



Рисунок 3 – Окно управления поливом

что текущее значение температуры будет ниже +15°С.

Чтобы перейти в режим ручного управления, следует нажать соответствующую кнопку, а затем запустить процесс вентилирования или обогрева теплицы. При этом, какие бы значения температуры ни были, автоматический режим сам не включится до тех пор, пока нажата кнопка ручного управления.

При включении режима обогрева теплицы загорается зелёная лампочка у надписи «Обогреватель включить автоматически» (для большей наглядности на изображении тепловой пушки снизу будет вращаться вентилятор). Соответст-

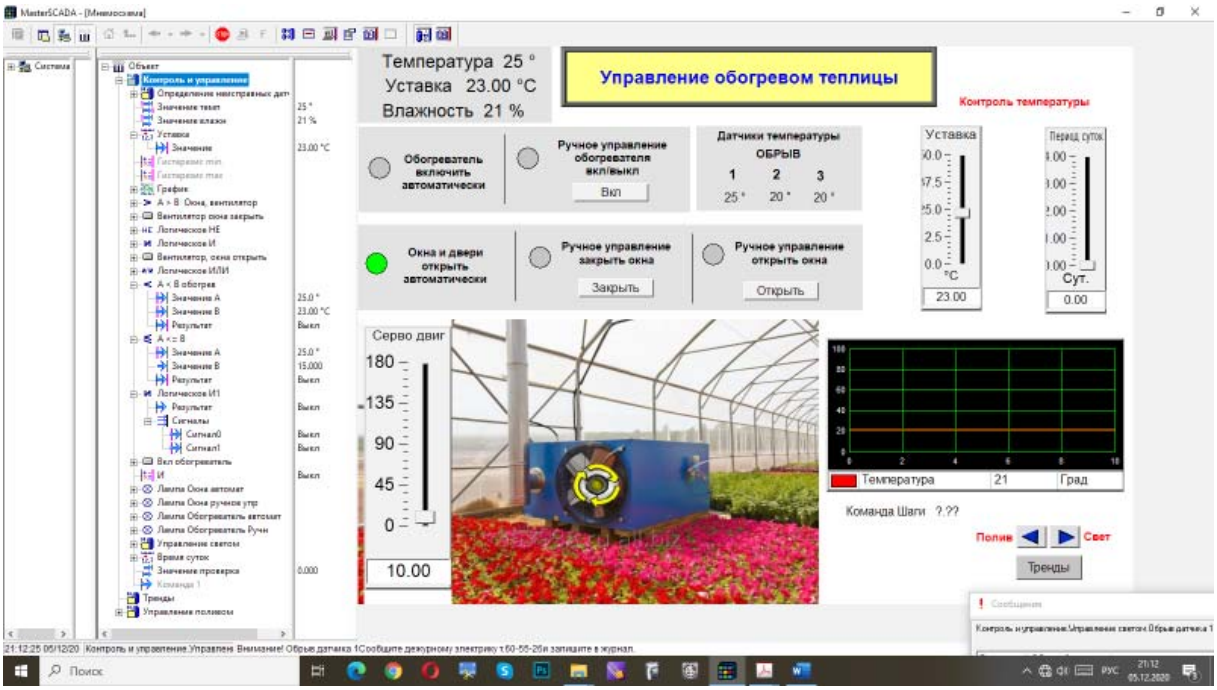



Рисунок 4 – Окно управления обогревом и охлаждением теплицы

венно при включении автоматического режима вентилирования также загорится мнемолампа у соответствующей надписи, и включится вентилятор.

Выполнение работы SCADA по управлению светом, вентилятором, электродвигателями представлено в видео [5]. SCADA может реализовываться как на компьютере/ноутбуке, так и на сенсорном промышленном экране.

Разработанная нами программа имеет несколько уровней безопасности и отслеживает:

1. Оборванные датчики – выдаёт сообщение, где указано имя, номер и название датчика.

2. Некорректные значения датчиков. Все значения одной группы датчиков сравниваются, находятся максимальные и минимальные значения, и высчитывается разброс показаний. Если разброс показаний датчиков велик, то выводится сообщение о некорректной работе датчиков.

3. Выпадение из опроса контроллера – выдаёт сообщение о нечётком или плохом сигнале и выводит имя контроллера, передающего плохой сигнал (такое может произойти при потере питания на контроллере).

4. Показания датчиков, приближающихся к критическим максимальным и минимальным значениям. Программа выводит сообщение о предстоящей угрозе.

Все сообщения имеют кнопки «квитировать» и «закрыть». Оператор должен при появлении предупреждающего сообщения нажать квитирование, этим он как бы расписывается, что ознакомлен с проблемой, при этом текст сообщения меняется с курсива на обычный.

Программа имеет окно «тренды», что означает «графики». В ней возможно подключение любого количества переменных для отображения значений во времени. Информация архивируется в базу данных, что позволяет провести анализ величин значений датчиков за необходимый период времени и установить их влияние на рост и развитие растений.

### *Выводы*

Разработаны алгоритмы по синхронизации работы контроллеров для опроса датчиков и передачи информации на исполнительные механизмы. Разработаны алгоритмы работы SCADA-программы на компьютере с несколькими уровнями безопасности; настроен OPC DA сервер на совместную с ними работу. Подключено и проверено в действии оборудование, нагрузка в условиях промышленной теплицы. Данный комплекс позволяет как в автоматическом, так и в ручном режиме управлять температурой и поливом в промышленной теплице.

### *Литература*

1. Дмитренко, В.П. Автоматизация процессов выращивания культур в промышленных теплицах [Текст] / В.П. Дмитренко, И.М. Соцкая, Р.Д. Адакин // Инновационные направления электрификации сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. по материалам Международ. науч.-практ. конф. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2020. – С. 10–15.

2. Адакин, Р.Д. Умная теплица. Автоматизация процессов выращивания культур в малогабаритных теплицах [Текст] / Р.Д. Адакин, М.Л. Борисова, В.П. Дмитренко, О.Г. Несиоловский, И.М. Соцкая // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: сб. науч. тр. XII Международ. науч.-практ. конф. в рамках XXII Агропромышленного форума юга России и выставки «Интерагромаш». – Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, Аграрный научный центр «Донской», 2019. – С. 329–332.

3. Визуальное программирование FLProg [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://flprog.ru/ (дата обращения: 03.12.2020).

4. ИнСАТ. Интеллектуальные системы автоматизации технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://insat.ru/ (дата обращения: 10.11.2020).

5. Адакин, Р.Д. Автоматизация промышленных теплиц [Электронный ресурс] / Р.Д. Адакин. – Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=kGJd-4jxW0k (дата обращения: 03.12.2020).

### *References*

1. Dmitrenko, V.P. Avtomatizacija processov vyrashhivanija kul'tur v promyshlennyh teplicah [Tekst] / V.P. Dmitrenko, I.M. Sotskaya, R.D. Adakin // Innovacionnye napravlenija jelektrifikacii sel'skohozjajstvennogo proizvodstva: sb. nauch. tr. po materialam Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. – Jaroslavl': Izd-vo FGBOU VO Jaroslavskaja GSHA, 2020. – S. 10–15.

2. Adakin, R.D. Umnaja teplica. Avtomatizacija processov vyrashhivanija kul'tur v malogabaritnyh teplicah [Tekst] / R.D. Adakin, M.L. Borisova, V.P. Dmitrenko, O.G. Nesiolovskij, I.M. Sotskaya // Sostojanie i perspektivy razvitija agropromyshlennogo kompleksa: sb. nauch. tr. XII Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. v ramkah

XXII Agropromyshlennogo foruma juga Rossii i vystavki «Interagromash». – Rostov-na-Donu: Donskoj gosudarstvennyj tehnicheskij universitet, Agrarnyj nauchnyj centr «Donskoj», 2019. – S. 329–332.

3. Vizual'noe programmirovanie FLProg [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: https://flprog.ru/ (data obrashhenija: 03.12.2020).

4. InSAT. Intellektual'nye sistemy avtomatizacii tehnologii [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: https://insat.ru/ (data obrashhenija: 10.11.2020).

5. Adakin, R.D. Avtomatizacija promyshlennyh teplic [Jelektronnyj resurs] / R.D. Adakin. – Rezhim dostupa: https://www.youtube.com/watch?v=kGJd-4jxW0k (data obrashhenija: 03.12.2020).

**В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ ФГБОУ ВО ЯРОСЛАВСКАЯ ГСХА В 2020 ГОДУ ВЫШЛА МОНОГРАФИЯ**

***В.В. ШМИГЕЛЯ, Н.А. СУХОВСКОГО***

**ВЫРАЩИВАНИЕ МИКРОВОДОРОСЛИ CHLORELLA VULGARIS ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ**

В монографии рассматриваются проблемы выращивания микроводоросли Chlorella Vulgaris в условиях Ярославского региона. Даётся анализ существующих биореакторов по выращиванию хлореллы. Рассматриваются вопросы теории, методики исследований, результаты исследований, экономическое обоснование выращивания суспензии хлореллы в электростатическом поле. Приводятся разработанный биореактор для выращивания хлореллы и способ её выращивания под воздействием электростатического поля. Даётся экономическая оценка использования биореактора в хозяйственных условиях.

Монография предназначена для старших курсов бакалавров, магистров, аспирантов, а также инженеров, биологов и научных работников, занимающихся разработкой биореакторов для хлореллы.

**УДК 631.362:633.1; ББК 40.728; ISBN 978-5-98914-224-8; 104 стр.**

**ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:**
**150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58, ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА**

**e-mail: e.bogoslovskaya@yarcx.ru**

DOI 10.35694/YARCX.2020.52.4.016

# ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ОХРАНА ТРУДА И ТРАНСПОРТ

П.С. Орлов (фото)
д.т.н., доцент, заведующий кафедрой электрификации
И.М. Соцкая
к.т.н., доцент, заведующий кафедрой технического сервиса

***Экология, парниковый эффект, вредные загрязняющие выбросы, экологичный электротранспорт, системы впрыска топлива, электрогидравлический эффект***

*Ecology, greenhouse effect, harmful polluting emissions, environment-oriented electric transport, fuel injection systems, electrohydraulic effect*

Современная наука причиной потепления климата и грядущей экологической катастрофы считает усиление парникового эффекта, зависящего от увеличения содержания двуокиси углерода $CO_2$ и метана $CH_4$, обусловленное интенсивным сжиганием ископаемых органических топлив и разложения (гниения) органических отходов. Проблема усугубляется тем, что парниковые газы накапливаются и попадают в атмосферу Земли даже без влияния человеческой деятельности: хозяйственное воздействие человека на окружающую среду увеличивает производимый парниковый эффект и загрязняет окружающую среду. Загрязняющим считается любое вещество, попадающее в ареал человеческой жизнедеятельности в количествах, превышающих фоновые значения и оказывающих вредное воздействие на здоровье населения и окружающую среду. Большая часть вредных выбросов находится в газообразном и жидком состояниях, а около половины их объёма составляет угарный газ – CO (более 50% загрязняющих веществ) [1].

Не следует забывать «дремлющие» загрязнители и отравители атмосферы Земли: гидрид метана в приполярных акваториях Северного ледовитого океана и сероводород черноморского бассейна, являющиеся естественными северными и южными границами Российской Федерации.

Максимум выбросов из стационарных источников пришёлся на 2007 г. (20,6 млн т), а транспорта – на 2005 г. (15,4 млн т) (рис. 1).

Объём выбросов загрязняющих веществ в атмосферу России в 2016 г. составил 31,6 млн т, в том числе 14,3 млн т выброшено автомобильным и железнодорожным транспортом. Рост совокупного объёма выбросов в 2015–2016 гг. связан с ростом (на 8,2%) транспортных средств (с учётом железнодорожного транспорта). В 2010–2016 гг. число легковых автомобилей в России выросло на 31,5%, превысив 45,2 млн единиц, увеличив долю загрязнения атмосферы транспортом до 45,1%. Лидируют по транспортным выбросам Москва и Московская область (табл. 1).

Вместе с тем удельные выбросы Москвы (79 кг/чел.) и Санкт-Петербурга (85 кг/чел.) ниже среднероссийского уровня (96 кг/чел.). Тенденция роста транспортных загрязнений по 0,57 млн т/год вероятна в связи с ростом дорожной инфраструктуры [2].

Критическое состояние экологии крупных городов и исчерпаемость природных ресурсов приводят к развитию альтернативных

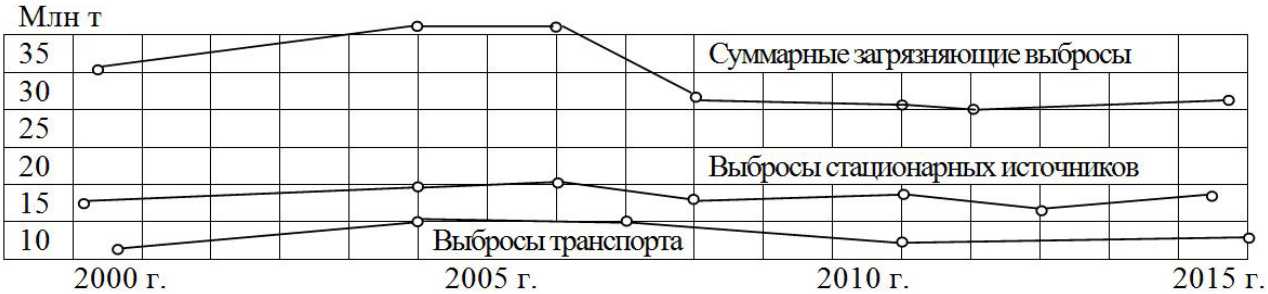



Рисунок 1 – Динамика выброса загрязняющих веществ в атмосферу, млн т

видов транспорта. Электротранспорт – эффективное решение экологической проблемы городов и один из самых перспективных видов транспорта на ближайшее время. Грузоперевозки железнодорожным транспортом последнее десятилетие растут и приносят прибыль государству, как и в начале прошлого века, когда в больших городах Российской Империи появились трамваи. Современный железнодорожный и городской электротранспорт имеет экономические преимущества. Электробус, несмотря на более высокую первоначальную стоимость по сравнению с автобусом с ДВС за счёт более низких эксплуатационных расходов, имеет сопоставимые сроки окупаемости [3].

### *Методики исследования*

Для городов и крупных посёлков проблема выбросов может быть решена городским электротранспортом и заменой бензина и дизельного топлива на пропан-бутан, но междугородный транспорт в Восточной части России ещё достаточно долго останется работать на традиционных топливах. Именно поэтому экологическая проблема остаётся актуальной и вызывает настоятельную необходимость совершенствования топливных систем ДВС.

17 лет назад в России было до 110 тыс. общественных автобусов, троллейбусов и трамваев, курсирующих по 114 городам (примерно по 12 тыс. единиц на город). В настоящее время автобусов осталось лишь 70 тыс. (63% от их количества), трамваев – 8,3 тыс. (убыль – 30%), троллейбусов – 10,7 тыс. (–11%). Трамвайных путей в России – 2,5 тыс. км, троллейбусных линий – 4,8 тыс. км. Часть спада численности автобусного транспорта объясняется ростом легковых автомобилей с 20,3 до 43 млн единиц, что привело к «пробкообразованиям» практически во всех областных городах России. Тем не менее, общественный транспорт России только в 2017 г. перевёз 12 млрд пассажиров. Автобусный транспорт связывает 78 тыс. сёл; в стране 5,3 тыс. межрегиональных автобусных маршрутов, но только 20 регионов с 2010 г. по 2017 г. заменили 10% автобусного парка. В среднем по России 49 общественных автобусов на 100 тыс. пассажиров, а в 1990 г. было 103. В то же время в Ивановской области, в Бурятии и ещё в

Таблица 1 – Регионы с максимальными выбросами, тыс. т

| Регион | Год | | | | | Удельный вес к итогу, % | Количество выбросов в среднем на 1 чел., кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2016 г. | 2016 г. |
| Всего | 12687 | 13347 | 13622 | 13819 | 14105 | 100,0 | 96 |
| Москва | 924 | 930 | 929 | 919 | 975 | 6,9 | 79 |
| Московская область | 705 | 741 | 770 | 772 | 774 | 5,5 | 105 |
| Краснодарский край | 455 | 524 | 538 | 550 | 562 | 4,0 | 101 |
| Ростовская область | 296 | 354 | 454 | 452 | 458 | 3,2 | 108 |
| Башкортостан | 305 | 335 | 444 | 450 | 458 | 3,2 | 112 |
| Санкт-Петербург | 419 | 464 | 442 | 447 | 448 | 3,2 | 85 |
| Свердловская область | 420 | 458 | 432 | 418 | 428 | 3,0 | 99 |

десятке регионов приходится по 7–30 автобусов на 100 тыс. пассажиров, а в Санкт-Петербурге и в Ханты-Мансийске их 166 и 134 соответственно. Много автобусов, работающих на сжиженном газе, выпущенных к олимпийским играм, разъехалось по России и работает в Санкт-Петербурге, Казани и в других городах. Несколько помог автобусному парку, работающему на сжиженном газе, Газпром. Мы согласны с мнением А. Павлова, что решением Правительства на сжиженный газ необходимо перевести половину общественного транспорта в городах-миллионниках, до трети – в остальных городах и 10% – в селах. Только в ближайшие годы потребуется 4,4 тыс. «газовых» автобусов (по 1,3–1,7 тыс. в год), а к 2024 г. – до 19,49 тыс.

Нижегородская область предполагает купить по этой программе 144 машины – по 10,4–11,8 млн за один автобус при стоимости обычного автобуса от 5 до 8 млн руб. за единицу [4].

Следует отметить, что с самого своего появления электротранспорт — трамваи (а затем и троллейбусы) в городах, электровозы на железной дороге и электрокары на производстве, по сравнению с другими видами транспортной тяги, оказались вне конкуренции.

Как известно, первый электрический трамвай в России появился в Киеве, а затем в Нижнем Новгороде (1896 г.). Познакомившись с новым видом транспорта на Нижегородской ярмарке, ярославский городской голова И.А. Вахрамеев вернулся в Ярославль с твёрдым убеждением в пользу электрического трамвая.

Современные трамваи и троллейбусы способны к рекуперации энергии на спусках и при торможении, возвращая электрическую энергию в сеть. Вместе с тем, применение тиристорных систем управления снижает потребление электрической энергии почти на треть. Современный троллейбус потребляет 170 кВт*час электрической энергии на 100 км пути и возвращает в сеть 58 кВт*час; итого – 1,2 кВт*час на 1 км пробега, затраты — не более 3 рублей на 1 км против 14 рублей на километр пробега на дизельное топливо для автобуса. Но даже эти высокие цены на дизельное топливо при цене поездки для одного пассажира порядка 26–30 рублей у специалистов не являются основанием говорить об убыточности автобусного сообщения, не говоря уже о маршрутках, а вот «пробок», конечно, они прибавляют. В 2017 г. в России было выпущено 34 тыс. автобусов против полутора сотен троллейбусов, которых в 1990 г. выпускалось до 2,3 тыс. в год. С 2000 г. по 2014 г. выпускали до 800 троллейбусов в год [4].

С середины 60-х и до середины 80-х годов прошлого столетия по центру Москвы курсировали грузовые троллейбусы с ДВС, заезжавшие даже во дворы магазинов. На многих предприятиях СССР существовал и сохранился в России межцеховой электрокарный транспорт, питающийся от железо-никелевых аккумуляторов. Так, в начале 60-х годов прошлого века кордный цех Ярославского Шинного завода был связан с основным производством заводской грузовой троллейбусной линией, проходящей прямо по транспортным артериям цехов.

В Соединенных Штатах Америки в середине 60-х годов XX века всерьёз прорабатывался вопрос применения в качестве альтернативного топлива для ДВС жидкого аммиака.

Во время Великой Отечественной войны в Ленинграде велась настоящая борьба за экономию энергоресурсов, и на одной из выставок прямо в выставочном зале работал автомобиль на «загрязнённом» воздухом водороде из аэростатов, а из выхлопной трубы автомобиля шёл водяной пар.

Перед Московской олимпиадой 1980 года рассматривалась проблема экологичного водородного топлива для авиации и автотранспорта. Не менее экономичны топливные элементы, как источники электроэнергии на транспорте. Во время последней олимпиады по Москве курсировало более тысячи электробусов с литиевыми аккумуляторами, разъехавшиеся работать по всей стране. Электробусы оказались экономичнее обычных автобусов даже с учётом того, что они потребляют в два раза больше электроэнергии, чем обычные троллейбусы [3].

### *Результаты исследования*

Продолжается совершенствование и ДВС в целях повышения его экономичности и экологичности.

В цилиндре двигателя при сжатии воздух нагревается до температуры воспламенения дизельного топлива, впрыснутого в камеру сгорания насосом высокого давления. Количество топлива, поступившего за один ход плунжера насоса высокого давления (НВД), в первом приближении пропорционально крутящему моменту двигателя. Но у дизельного двигателя нет положения управляющей рейки, позволяющего точно поддерживать число оборотов без регулятора, и на холостом ходу обороты двигателя будут либо падать, пока

двигатель не остановится, либо будут расти, и двигатель пойдёт «в разнос» и разрушится, так как дизель работает с избытком воздуха при отсутствии эффективного «дросселирования» поступающего в двигатель воздушного заряда при возрастании числа оборотов коленвала [5].

Отсюда появляется необходимость оснащения двигателя регулятором числа оборотов, и рядные насосы высокого давления (НВД) используют центробежные регуляторы или системы электронного управления двигателем (EDC) [4].

Система впрыска Common Rail (общая рампа) – самая совершенная топливная система современных дизельных двигателей, основанная на подаче топлива к форсункам от общего аккумулятора высокого давления – топливной рампы, разработанная фирмой Bosch. Наибольшее распространение получили ещё три аналогичных типа систем: DELPHI, DENSO и SIEMENS, снижающие расход топлива, токсичность выхлопа, уровень шума дизеля. Главное преимущество системы Common Rail — широкий диапазон регулирования давления топлива и момента начала его впрыска, достигнутые разделением процессов создания давления и впрыска. Конструктивно система впрыска Common Rail составляет контур высокого давления топливной системы, включающий топливный насос высокого давления, клапан дозирования топлива, регулятор давления топлива (контрольный клапан), топливную рампу и форсунки, объединённые топливопроводами [5].

Совершенствование системы Common Rail осуществляется путём увеличения давления впрыска (табл. 2).

Рост давления в системе впрыска позволяет впрыснуть в цилиндр за единицу времени больше топлива и развить большую мощность.

Насос высокого давления создаёт необходимое давление топлива и накапливает его в топливной рампе. Клапан дозирования топлива регулирует количество топлива, подаваемого к топливному насосу высокого давления в зависимости от потребности двигателя, конструктивно объединён с НВД.

Таблица 2 – Этапы развития системы впрыска топлива Common Rail

| Поколение системы | Давление впрыска МПа | Год разработки |
|---|---|---|
| 1 | 140 | 1999 |
| 2 | 160 | 2001 |
| 3 | 180 | 2005 |
| 4 | 220 | 2009 |

Регулятор давления топлива управляет давлением топлива в системе, в зависимости от нагрузки на двигатель, накапливает и содержит его под высоким давлением, смягчает колебания давления, возникающие вследствие пульсации подачи от ТНВД, распределяет топливо по форсункам. В системе используются электрогидравлические форсунки или пьезофорсунки. Впрыск топлива электрогидравлической форсункой осуществляется за счёт управления электромагнитным клапаном. Активным элементом пьезофорсунки являются пьезокристаллы из титаната бария, значительно повышающие скорость работы форсунки [5].

Представляет огромный интерес электрогидравлический эффект Юткина — высоковольтный электрический разряд в жидкой среде, вызывающий появление сверхвысоких импульсных давлений выше ста тысяч атмофер, электромагнитное излучение в широком спектре частот, вплоть до рентгеновского, и кавитационные явления. Открыт в 1933 г. советским учёным Львом Александровичем Юткиным – способ преобразования электрической энергии в механическую, совершаемый без промежуточных механических звеньев, с высоким КПД, вызывающий локальное повышение температуры. Одно из серьёзнейших преимуществ эффекта и его практическая ценность – стопроцентная повторяемость и простота реализации даже в домашних условиях, без применения дорогостоящего лабораторного оборудования и материалов [6].

Следует отметить, что под воздействием электрогидравлического удара вода может диссоциировать до атомарного состояния, поэтому следует полагать, что подобное воздействие на дизельное топливо приведёт к его разложению, а образовавшийся газ растворится в топливе и будет способствовать более эффективному под-

жигу и более полному сгоранию последнего в камере сгорания, сокращая вредные выбросы.

Как свидетельствуют данные таблицы 3, в 2015 г. выбросы парниковых газов в России сократились на 45% по сравнению с 1990 г., что обусловлено в основном сокращением объёмов производства в отраслях экономики страны.

Загрязнение окружающей среды токсичными компонентами отработавших газов (ОГ) двигателей (выхлопа) приводит к снижению

Таблица 3 – Выбросы парниковых газов в России

| Источник парниковых газов | Объём выбросов, млрд т | | | | | Доля, % | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1990 г. | 2000 г. | 2005 г. | 2008 г. | 2015 г. | 1990 г. | 2015 г. |
| Энергетика | 3,08 | 1,84 | 2,07 | 2,18 | 2,19 | 81,7 | 82,8 |
| Промышленность | 0,3 | 0,2 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 7,9 | 7,9 |
| Сельское хозяйство | 0,32 | 0,15 | 0,14 | 0,13 | 0,13 | 8,4 | 5,0 |
| Отходы | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,11 | 2,0 | 4,3 |

урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивности животноводства и рыболовства, а их повышенные концентрации на рабочих местах и в кабинах автомобилей, тракторов и самоходных машин пагубно воздействует на здоровье работающих и приводит к снижению производительности труда и угрожает их здоровью.

При этом более половины указанных выбросов обусловлены неудовлетворительным техническим состоянием машин.

### *Выводы*

Концентрация токсичных компонентов в отработавших газах дизелей в условиях реальной эксплуатации во многом определяется техническим состоянием и качеством работы топливных систем (ТС). Одними из основных элементов ТС высокого давления дизелей, от которых зависит её работоспособность, являются прецизионные детали: плунжерные пары, распылители форсунок и нагнетательные клапаны. В результате эксплуатации дизельных двигателей происходит повышенный износ прецизионных деталей топливной аппаратуры, и, как следствие, нарушаются такие регулировочные параметры топливной аппаратуры (ТА), как цикловая подача ($q_ц$), угол начала ($\varphi_{впр}$) и продолжительность впрыска топлива и давление начала нагнетания топлива форсункой ($P_ф$), приводящие к изменению параметров топливоподачи, ухудшая экологические показатели. При создании новых двигателей влияние износов деталей ТА на экологические показатели не учитывается, поэтому одним из направлений к решению проблемы снижения вредных выбросов дизелей является оптимизация регулировочных параметров при проведении ремонтно-обслуживающих работ. В результате исследований разработана методика расчёта гидравлических потерь в топливных системах. На основе проведённого анализа гидравлических потерь установлено, что данные потери минимальны в аккумуляторной топливной системе (АТС), наиболее близки к ней по величине потерь насос-форсунки. Сравнительный анализ рабочего процесса АТС и насос-форсунок показал, что обе ТС при полной нагрузке имеют практически одинаковые показатели по выбросам ВВ, а при работе без нагрузки наилучшие имеет АТС, что свидетельствует о высокой эффективности АТС в более широком диапазоне рабочих режимов. Кроме того, конструкция отечественных автотракторных дизелей не позволяет устанавливать насос-форсунки, что также говорит о большей целесообразности применения АТС, повышающей эксплуатационную экономичность дизельных двигателей и снижающей интоксикацию водителей транспортных средств [7; 8].

Исключения «схватывания» между поверхностями толкателя и ролика, имевшего место при испытаниях разработанного отечественного аналога ТНВД фирмы Bosch с безосевым толкателем, можно достичь, поместив графитовую кассету – обойму – у места контакта. Вместе с тем, исследования и анализ работы ультразвуковых насос-форсунок и особенно создание и апробация работы насос-форсунок, использующих электрогидравлический эффект, осуществляющий прямое преобразование электрической энергии в механическую работу с высоким КПД, представляет очень большой интерес.

***Литература***

1. Шкрабак, В.В. Технические мероприятия повышения экологической эффективности топливных систем дизелей [Текст] / В.В. Шкрабак, П.С. Орлов, А.С. Ладыгин, А.П. Перепелин, Р.В. Шкрабак // Информационно-аналитическое, правовое и маркетинговое обеспечение инновационно-технологического развития социально-экономических систем в условиях глобализации: сб. статей Международ. науч.-практ. конф. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского аграрного университета, 2018. – С. 90–104.

2. Григорьев, Л. Экология и экономика: сокращение загрязнения атмосферы [Текст] / Л. Григорьев, А. Голишев, А. Лобанова, В. Павлюшина // Автомобильный транспорт. – 2017. – № 12. – С. 42–48.

3. Соцкая, И.М. Электрический транспорт на современном этапе развития [Текст] / И.М. Соцкая, Е.В. Соцкая // Инновационный путь развития АПК: сб. науч. тр. по материалам XL Международ. науч.-практ. конф. профессорско-преподавательского состава. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2017. – С. 351–355.

4. Павлов, А. Транспортное неравенство [Текст] / А. Павлов // Аргументы недели. – 2018. – № 7 (600), 22 февраля.

5. Система впрыска топлива Common Rail дизельных ДВС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.drive2.ru/b/521979127587144415/ (дата обращения: 01.12.2019).

6. Эффект Юткина – электрогидравлический эффект [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://xn--80aaafltebbc3auk2aepkhr3ewjpa.xn--p1ai/effekt-yutkina-elektrogidravlicheskij-effekt/ (дата обращения: 12.12.2019).

7. Ладыгин, А.С. Анализ путей повышения эффективности топливных систем дизелей [Текст] / А.С. Ладыгин, П.С. Орлов, А.П. Перепелин // Инновационные направления механизации сельскохозяйственного производства и обслуживания сельскохозяйственной техники: сб науч. тр. по материалам Национальной науч.-практ. конф. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2018. – С. 3–8.

8. Mollenhauer, K. Handbook of Diesel Engines [Text] / K. Mollenhauer, H. Tschoeke. – Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. – 636 p.

***References***

1. Shkrabak, V.V. Tekhnicheskie meropriyatiya povysheniya ekologicheskoj effektivnosti toplivnyh sistem dizelej [Tekst] / V.V. Shkrabak, P.S. Orlov, A.S. Ladygin, A.P. Perepelin, R.V. Shkrabak // Informacionno-analiticheskoe, pravovoe i marketingovoe obespechenie innovacionno-tekhnologicheskogo razvitiya social'no-ekonomicheskih sistem v usloviyah globalizacii: sb. statej Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. – Stavropol': AGRUS Stavropol'skogo agrarnogo universiteta, 2018. – S. 90–104.

2. Grigor'ev, L. Ekologiya i ekonomika: sokrashchenie zagryazneniya atmosfery [Tekst] / L. Grigor'ev, A. Golishev, A. Lobanova, V. Pavlyushina // Avtomobil'nyj transport. – 2017. – № 12. – S. 42–48.

3. Sotskaya, I.M. Elektricheskij transport na sovremennom etape razvitiya [Tekst] / I.M. Sotskaya, E.V. Sotskaya // Innovacionnyj put' razvitiya APK: sb. nauch. tr. po materialam XL Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. professorsko-prepodavatel'skogo sostava. – Yaroslavl': Izd-vo FGBOU VO Yaroslavskaya GSKHA, 2017. – S. 351–355.

4. Pavlov, A. Transportnoe neravenstvo [Tekst] / A. Pavlov // Argumenty nedeli. – 2018. – № 7 (600), 22 fevralya.

5. Sistema vpryska topliva Common Rail dizel'nyh DVS [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: https://www.drive2.ru/b/521979127587144415/ (data obrashcheniya: 01.12.2019).

6. Effekt Yutkina – elektrogidravlicheskij effekt [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: https://xn--80aaafltebbc3auk2aepkhr3ewjpa.xn--p1ai/effekt-yutkina-elektrogidravlicheskij-effekt/ (data obrashcheniya: 12.12.2019).

7. Ladygin, A.S. Analiz putej povysheniya effektivnosti toplivnyh sistem dizelej [Tekst] / A.S. Ladygin, P.S. Orlov, A.P. Perepelin // Innovacionnye napravleniya mekhanizacii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva i obsluzhivaniya sel'skohozyajstvennoj tekhniki: sb nauch. tr. po materialam Nacional'noj nauch.-prakt. konf. – Yaroslavl': Izd-vo FGBOU VO Yaroslavskaya GSKHA, 2018. – S. 3–8.

8. Mollenhauer, K. Handbook of Diesel Engines [Text] / K. Mollenhauer, H. Tschoeke. – Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. – 636 p.

DOI 10.35694/YARCX.2020.52.4.017

# МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Б.С. Антропов (фото)
д.т.н., профессор, профессор кафедры автомобильного транспорта
ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», г. Ярославль
В.В. Капралов
к.п.н., старший преподаватель кафедры тактики и общевоенных дисциплин
В.В. Гумённый
доцент кафедры тактики и общевоенных дисциплин
В.А. Генералов
преподаватель кафедры тактики и общевоенных дисциплин
ФГБУ МО «Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны», г. Ярославль

***Условия эксплуатации, автотракторный дизельный двигатель, периодичность ТО, маршрут движения, фаза движения, режим работы двигателя***

*Operating conditions, motor-and-tractor diesel engine, maintenance periodicity, traffic route, phase of movement, engine operating condition*

Периодичность технического обслуживания (ТО) двигателей определяется с учётом не только степени их форсировки по наддуву, но и специфики работы, а именно условий эксплуатации. Под условиями эксплуатации понимается нагрузка автомобилей, дорожные условия (покрытие и холмистость местности), организация движения автомобилей и др. Условия эксплуатации формируют режимы работы двигателей, которые характеризуются в конкретных условиях эксплуатации средними значениями коэффициентов использования мощности ($K_N$) и оборотности ($K_n$) двигателя. Естественно, по значениям указанных коэффициентов можно судить о «тяжести» условий эксплуатации [1].

Коэффициент использования мощности определяется уравнением:

$$K_N = \frac{N_{es}}{N_{eн}}, \quad (1)$$

где $N_{es}$ – среднее значение мощности двигателя при работе в конкретных условиях эксплуатации;

$N_{eн}$ – номинальное значение мощности двигателя (при его работе на стенде в заводских условиях по внешней скоростной характеристике).

Коэффициент использования оборотности определяется как:

$$K_n = \frac{n_s}{n_н}, \quad (2)$$

где $n_s$ – среднее значение числа оборотов коленчатого вала двигателя при его работе в конкретных условиях эксплуатации;

$n_н$ – номинальное значение числа оборотов коленчатого вала двигателя.

Средние значения $K_N$ и $K_n$ были определены для двигателей ЯМЗ-8421, ЯМЗ-8401 и их модификаций по результатам режимометрирования их работы на автомобилях и тракторах в конкретных условиях эксплуатации.

Указанная работа была выполнена инженерами-исследователями ИКЦ Ярославского моторного завода (табл. 1).

Как следует из таблицы 1, наиболее нагруженными являются двигатели тракторов и карьерных самосвалов (технологические самосвалы, работающие на вывозке железной руды из карьера до обогатительной фабрики). Принимая во внимание это обстоятельство, периодичность ТО указанных двигателей была несколько сокращена по сравнению с двигателями бортовых автомобилей и седельных тягачей.

Учитывая, что режимомеры – очень сложные и дорогие приборы, требующие для обслуживания высококвалифицированных специалистов, фирмы-изготовители стремятся найти наиболее простые методы количественной оценки условий эксплуатации, которые отсутствуют в действующем Положении [2]. Для указанной цели используются эксплуатационные показатели (средние расходы топлива и скорости движения), а также дорожные условия (интенсивность движения в городских и загородных условиях, оцениваемая количеством движущихся автомобилей в одном направлении в единицу времени; количеством переключений передач на одном километре пройденного пути). Здесь необходимо отметить рекомендации Ярославского ПАО «Автодизель» по периодичности ТО-2 (с заменой масла) на новых двигателях ЯМЗ-534 и ЯМЗ-536 с учётом дорожных условий: на автомобилях, работающих на городских маршрутах, при пробеге 30000 км и на автомобилях, работающих на междугородних и международных маршрутах, при пробеге 50000 км [3–5].

Следует отметить также рекомендации немецкой фирмы MAN по периодичности замены масла на двигателях седельных тягачей серии TGL-D083.6, поставляемых в Российскую Федерацию [6]. Грузоподъёмность указанных автомобилей 20 т.

Фирма MAN использует систему периодического обслуживания автомобилей, распространённую в настоящее время на автомобилях, выпускаемых западноевропейскими производителями.

Система периодического ТО построена на том, что обслуживания имеют номера ТО-1, ТО-2, ТО-n (где n – номер последнего ТО перед капитальным ремонтом или отправкой его в металлолом). Указанные ТО приурочены к замене масла в двигателе. Так, фирма MAN периодичность проведения очередного ТО (периодичность замены масла) определяет в зависимости от «тяжести» условий эксплуатации автомобиля (а следовательно, и самого двигателя), которые оцениваются значениями среднего эксплуатационного расхода топлива, как это показано в таблице 2.

Корректировка периодичности ТО, указанной в таблице 2, с учётом климатических условий и качества применяемого топлива (по содержанию серы) подробно приведена в работе [6].

Используя значения среднего эксплуатационного расхода топлива (Q) автобусов ЛиАЗ-525634 с двигателями ЯМЗ-6563.10 ($N_e$ = 169 кВт и $G_T$ = 34 кг/ч), работающих в условиях Ярославского ОАО «ПАТП-3» на перевозке пассажиров по маршрутам «Ярославль – центры муниципальных образований», проведём оценку «тяжести» условий эксплуатации на указанных маршрутах (табл. 3). Значения Q определены по данным техотдела ОАО «ПАТП-3» за длительный период эксплуатации (не менее года).

Таблица 1 – Результаты исследования

| № п/п | Наименование двигателя | Дорожные условия | Среднее значение | |
|---|---|---|---|---|
| | | | $K_N$ | $K_n$ |
| 1 | Двигатель:<br>- магистрального автомобиля (бортовой автомобиль и седельный тягач) | с твёрдым покрытием | 0,5–0,75 | 0,75–0,8 |
| 2 | - трактора К-700 | пахота | 0,8–1,0 | 0,8–1,0 |
| 3 | - большегрузного самосвала (типа БелАЗ) | работа в карьере | 0,7–0,9 | 0,7–1,0 |

Таблица 2 – Зависимость периодичности ТО автомобилей MAN от эксплуатационных условий

| Показатель | Условия эксплуатации | | |
|---|---|---|---|
| | щадящие | средние | тяжёлые |
| Расход топлива, л/100 км | менее 23 | 23–33 | более 33 |
| Периодичность ТО, км | 60000 | 42000 | 24000 |

На рисунке 1 приведён график значений Q по маршрутам движения автобусов.

Из графика на рисунке 1 следует, что значения Q изменяются в довольно узком диапазоне 31,9…32,2 л/100 км, что свидетельствует о невозможности оценить «тяжесть» условий эксплуатации по отдельным маршрутам. Здесь, по мнению авторов, необходимо учитывать достаточно большое количество фиксированных остановок автобусов на отдельных маршрутах при незначительной их протяжённости – 42,9…93,8 км.

Автомобили и автобусы для междугородных перевозок соответственно грузов и пассажиров работают на достаточно протяжённых маршрутах, не имеют частых фиксированных остановок по сравнению с автобусами рассматриваемого предприятия. У магистральных автомобилей наибольшее время занимает фаза установившегося движения (движение примерно с постоянной скоростью). У автобусов ОАО «ПАТП-3» по причине частых фиксированных остановок значительное время занимает фаза движения – «торможение – стоянка автобуса при работе двигателя при минимальных оборотах холостого хода – разгон с места», неблагоприятно сказывающаяся на топливной экономичности, экологических показателях и на износе деталей узлов и агрегатов автобусов. Поэтому для учёта рассматриваемых факторов при оценке «тяжести» условий эксплуатации на маршрутах предлагается введение коэффициента $K_S$, представляющего отношение количества фиксированных остановок автобуса к протяжённости маршрута в километрах, т.е. количество остановок автобуса, приходящееся на один километр маршрута. Значения коэффициента $K_S$ приведены в таблице 3, а на рисунке 1 приведено распределение его значений по маршрутам.

Таблица 3 – Эксплуатационные показатели автобусов ЛиАЗ-525634

| Маршрут автобуса | Протяжённость маршрута, км | Количество остановок на маршруте* | Q, л/100 км | $K_S$ |
|---|---|---|---|---|
| Ярославль – Рыбинск | 93,8 | 20 | 31,9 | 0,21 |
| Ярославль – Тутаев | 37,2 | 16 | 32,2 | 0,43 |
| Ярославль – Некрасовское | 45,6 | 22 | 32,3 | 0,49 |
| Ярославль – Ростов | 54,0 | 18 | 31,8 | 0,33 |
| Ярославль – Гаврилов Ям | 42,9 | 13 | 32,1 | 0,33 |

* – фиксированные остановки (остановки, оборудованные павильонами – тарифные остановки).

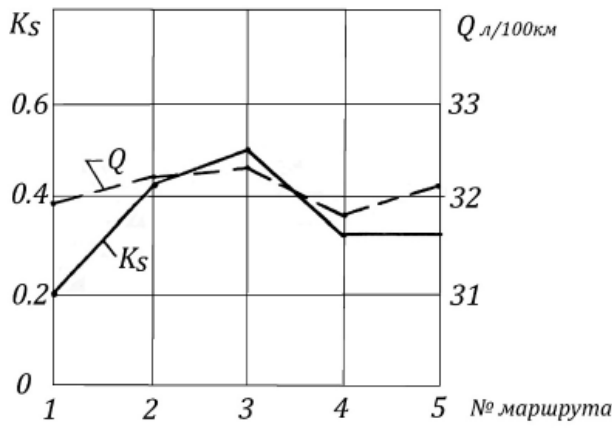



Рисунок 1 – График значений Q и $K_S$ по маршрутам автобусов ЛиАЗ-525634

Анализ распределения значений на графике рисунка показывает, что его наибольшие значе-

ния приходятся на маршруты 2 и 3. На этих же маршрутах имеются несколько повышенные значения расхода топлива (Q). Это позволяет сделать вывод о том, что маршруты 2 и 3 являются наиболее «тяжёлыми» для автобусов ЛиАЗ-525634 данного предприятия.

### *Выводы*

При выборе метода оценки условий эксплуатации автотракторных дизельных двигателей необходимо учитывать, среди прочих факторов, наиболее часто используемые фазы движения конкретного автомобиля, от которых зависит режим работы двигателя.

Авторами статьи предложены критерии качественной оценки условий эксплуатации для различных транспортных средств. Так, для оценки «тяжести» условий эксплуатации тракторов при выполнении различных сельскохозяйственных работ (пахота, боронование, посев и др.) целесообразно учитывать средний эксплуатационный расход топлива. В этом случае указанный параметр определяется отношением общего расхода топлива в литрах к общему времени выполнения трактором конкретной работы в часах.

Для автобусов, работающих на маршрутах «Ярославль – центры муниципальных образований», как и для аналогичных перевозок в других регионах нашей страны, рассматриваемый параметр малоинформативен. Здесь для оценки их условий эксплуатации имеет смысл использовать коэффициент $K_s$ – количество остановок, приходящееся на один километр маршрута. Для автопредприятий, осуществляющих перевозки пассажиров по указанным маршрутам, рекомендуется проводить плановую ротацию автобусов по маршрутам согласно составленному графику, что позволит усреднить показатели надёжности узлов и агрегатов автобусов (неисправности и отказы) до их капитального ремонта.

### *Литература*

1. Антропов, Б.С. Новые автотракторные дизели ЯМЗ [Текст]: учеб. пособие / Б.С. Антропов, Г.М. Савельев. – Ярославль: ЯИПКПК, 1992 – 112 с.

2. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта [Текст]. – М.: Транспорт, 1986. – 72 с.

3. Двигатели ЯМЗ-534 и их модификации. Руководство по эксплуатации 534.3902150РЭ [Текст]. – Ярославль: ПАО «Автодизель», 2011. – 240 с.

4. Двигатели ЯМЗ-536 и их модификации. Руководство по эксплуатации 536.3902150РЭ [Текст]. – Ярославль: ПАО «Автодизель», 2013. – 240 с.

5. Антропов, Б.С. Выбор параметров диагностирования деталей цилиндропоршневой группы автомобильных дизельных двигателей [Текст] / Б.С. Антропов, В.В. Капралов, В.В. Гумённый, В.А. Генералов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2020. – № 2(50). – С. 82-84.

6. Антропов, Б.С. Методы снижения трудоёмкости технического обслуживания современных автомобилей [Текст]: учеб. пособие / Б.С. Антропов, Е.И. Кубеев, В.В. Иродов. – Ярославль: Издательство ЯГТУ, 2017. – 76 с.

### *References*

1. Antropov, B.S. Novye avtotraktornye dizeli YAMZ [Tekst]: ucheb. posobie / B.S. Antropov, G.M. Savel'ev. – Yaroslavl': YAIPKPK, 1992 – 112 s.

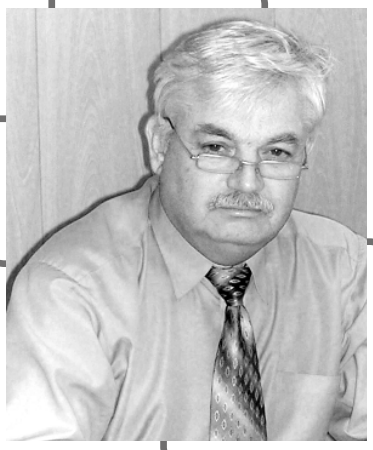
2. Polozhenie o tekhnicheskom obsluzhivanii i remonte podvizhnogo sostava avtomobil'nogo transporta [Tekst]. – M.: Transport, 1986. – 72 s.

3. Dvigateli YAMZ-534 i ih modifikacii. Rukovodstvo po ekspluatacii 534.3902150RE [Tekst]. – Yaroslavl': PAO «Avtodizel'», 2011. – 240 s.

4. Dvigateli YAMZ-536 i ih modifikacii. Rukovodstvo po ekspluatacii 536.3902150RE [Tekst]. – Yaroslavl': PAO «Avtodizel'», 2013. – 240 s.

5. Antropov, B.S. Vybor parametrov diagnostirovaniya detalej cilindroporshnevoj gruppy avtomobil'nyh dizel'nyh dvigatelej [Tekst] / B.S. Antropov, V.V. Kapralov, V.V. Gumennyj, V.A. Generalov // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. – 2020. – № 2(50). – S. 82-84.

6. Antropov, B.S. Metody snizheniya trudoyomkosti tekhnicheskogo obsluzhivaniya sovremennyh avtomobilej [Tekst]: ucheb. posobie / B.S. Antropov, E.I. Kubeev, V.V. Irodov. – Yaroslavl': Izdatel'stvo YAGTU, 2017. – 76 s.



DOI 10.35694/YARCX.2020.52.4.018

# ТЕХНИЧЕСКАЯ ГОТОВНОСТЬ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА: СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

М.М. Юрков (фото)
д.т.н., профессор, профессор кафедры механизации сельскохозяйственного производства
В.В. Жолудева
к.п.н., доцент, доцент кафедры электрификации
Е.В. Уткин
обучающийся инженерного факультета
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, г. Ярославль.

***Трактор, техническая готовность, факторы, регрессионный анализ, коэффициент эластичности***

*Tractor, technical readiness, factors, regression analysis, elasticity factor*

В настоящее время одной из наиболее важных задач в отрасли АПК является подготовка техники к сезонным работам. Актуальность данной задачи состоит в обеспечении работоспособности МТП (машинно-тракторного парка) в течение всего периода работ.

В данном исследовании была поставлена цель проведения статистического анализа для выявления факторов, влияющих на готовность техники к работе в любой период времени. Кроме того, одна из задач для достижения поставленной цели состояла в проведении корреляционно-регрессионного анализа для изучения степени влияния каждого отдельного факторного признака на коэффициент технической готовности техники.

Коэффициент технической готовности тракторов – это один из обобщающих показателей, характеризующих техническую готовность техники за год.

Коэффициент готовности – возможность того, что рабочая техника находится в работоспособном состоянии в любой промежуток времени (не предусматривая планируемые периоды, то есть использование объекта по назначению). Коэффициент готовности для объектов, находящихся в МТП, определяется с помощью прогнозирования последствий разборки календарного плана ремонтно-обслуживающих функций, проведённых на предприятии. Техническая готовность техники зависит от множества субъективных и объективных факторов различных направлений, к данным факторам относятся: специализация предприятия; наличие кадров (механизаторов) и их квалификация и рабочая компетентность; структура управления; хранение и обслуживание техники; материально-техническая база по ремонту.

Таким образом, по степени влияния на готовность техники можно вычленить 4 группы факторов:

1. Наличие в организации материально-технической базы по ремонту, хранению техники и техническому обслуживанию.

2. Обеспеченность кадрами механизаторов и ИТР, их профессиональное мастерство (классность, стаж работы и др.), структура управления.

3. Централизация тракторов и в целом МТП.

4. Техническое обслуживание тракторов и расход средств на ремонт.

### *Результаты исследования*

**Корреляционный анализ**

Выявить, оценить и исследовать наиболее существенные факторы, влияющие на коэффициент технической готовности тракторов, позволяет статистическое (вероятностное) моделирование, которое успешно применяется при идентификации объектов с неполной информацией. Для описания реального процесса с определённой степенью адекватности мы использовали методы многофакторного регрессионного анализа.

В качестве исходных материалов взяли данные годовых отчётов за 10 лет одного из сельскохозяйственных предприятий Ярославской области. Предприятие специализируется на производстве молока, выращивании крупного рогатого скота на мясо, а также занимается выращиваем картофеля, капусты, моркови и свёклы. Были выделены 8 факторов, влияющих на коэффициент готовности техники. Задача сводилась к определению степени влияния факторов каждой группы на коэффициент готовности техники. Зависимость результирующего показателя от выбранных факторов аппроксимировали линейно.

В качестве результативного фактора был взят коэффициент технической готовности тракторов, средний за год (У). Факторные признаки:

$x_1$ – затраты на ремонт и ТО одного физического трактора за год, руб.;

$x_2$ – затраты на ТО на один эт. га в год, руб.;

$x_3$ – стоимость МТБ по ремонту и ТО, приходящаяся на один эт. трактор, тыс. руб.;

$x_4$ – обеспеченность работающими механизаторами на 100 физических тракторов, чел.;

$x_5$ – наличие механизаторов (имеющих 1, 2 или 3 классы квалификации), % к общему количеству;

$x_6$ – доля услуг предприятий сельхозтехники в затратах на ремонт и ТО, %;

$x_7$ – затраты на запасные части за один год на один эт. трактор, руб.;

$x_8$ – доля стоимости узлов и агрегатов при ремонте тракторов, %.

Прежде всего, был проведён корреляционный анализ для определения степени влияния каждого факторного признака на результативный признак. Расчёты выполнены средствами MS Excel.

Анализ корреляционной матрицы позволяет сделать вывод, что установлена умеренная связь между результативным признаком У (коэффициент технической готовности тракторов) и следующими факторными признаками: $x_2$ (затраты на ТО на один эт. га в год), $x_5$ (наличие механизаторов, имеющих 1, 2 или 3 классы квалификации) и $x_6$ (доля услуг предприятий сельхозтехники в затратах на ремонт и ТО). Все остальные факторы ($x_1$, $x_3$, $x_4$, $x_7$ и $x_8$) существенного влияния на коэффициент технической готовности тракторов по данному исследованию не оказывают. Кроме того, ряд факторных признаков ($x_2$, $x_3$, $x_4$) имеют обратную связь с У, остальные – прямую связь. Обратная связь установлена с финансовыми показателями. Это объясняется тем, что в последние годы, особенно в 2019 году, бизнес находится в сложной экономической ситуации.

Таблица 1 – Корреляционная матрица

| | У | $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | $x_4$ | $x_5$ | $x_6$ | $x_7$ | $x_8$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| У | 1 | | | | | | | | |
| $x_1$ | 0,06902 | 1 | | | | | | | |
| $x_2$ | –0,3640 | 0,37781 | 1 | | | | | | |
| $x_3$ | –0,0866 | 0,07443 | –0,3527 | 1 | | | | | |
| $x_4$ | –0,0738 | 0,51323 | 0,36969 | –0,4798 | 1 | | | | |
| $x_5$ | 0,32593 | 0,78324 | 0,35321 | –0,1017 | 0,16528 | 1 | | | |
| $x_6$ | 0,32423 | 0,59604 | –0,0148 | 0,31795 | 0,45187 | 0,18132 | 1 | | |
| $x_7$ | 0,17099 | –0,0179 | –0,3582 | 0,91258 | –0,558 | –0,1358 | 0,41627 | 1 | |
| $x_8$ | 0,03061 | 0,31338 | 0,31338 | 0,66806 | 0,07254 | –0,1564 | 0,7948 | 0,74538 | 1 |

Множественный коэффициент корреляции равен 0,97886, что свидетельствует о сильной связи между результативным фактором и признаками, влияющими на него.

Коэффициент детерминации – 0,958, то есть практически на 96% выделены факторные признаки.

**Регрессионный анализ**

В ходе исследования нами был проведён регрессионный анализ, а также для каждого из факторных признаков был рассчитан коэффициент эластичности. Результаты расчётов представлены в таблице 2.

Поскольку результативный и факторный признаки имеют различный смысл и единицы измерения, для сопоставления отобранных факторов по их влиянию на результативный показатель вычислили коэффициенты эластичности.

Для расчёта коэффициента эластичности применяли формулу:

$$Э = a_i \frac{\bar{x}_i}{\bar{y}}.$$

Коэффициент эластичности показывает, на сколько процентов в среднем изменится значение результативного признака У при изменении факторного признака на 1%.

Дадим интерпретацию полученным данным.

Согласно проведённому корреляционному анализу наиболее существенное влияние оказывает величина затрат на ТО в расчёте на один эт. га в год и наличие механизаторов, имеющих соответствующие классы квалификации. Среднее значение количества механизаторов, имеющих 1–3 классы квалификации, составляет 61,68% от их общей численности. Коэффициент эластичности равен 0,405, то есть с увеличением значения данного показателя на 10% коэффициент технической готовности тракторов возрастёт на 4,05%. Наличие механизаторов и их классный состав в основном определяют готовность к работе тракторного парка в хозяйстве и коэффициент технической готовности тракторов. Высококлассные специалисты наиболее качественно производят работы по ремонту и эксплуатации техники, чем трактористы без опыта и соответствующей квалификации.

Как уже было отмечено, на коэффициент технической готовности тракторов существенно влияет величина затрат на ТО на один эт. га в год. Коэффициент эластичности равен 0,768, что позволяет сделать вывод о том, что увеличение

Таблица 2 – Результаты регрессионного анализа

| Фактор | Коэффициент регрессии, $a_i$ | Существенность коэффициента регрессии | Среднее значение факторов | Коэффициент эластичности, $Э_i$ |
|---|---|---|---|---|
| У – коэффициент технической готовности тракторов, средний за год | - | - | 0,892 | - |
| $x_1$ – затраты на ремонт и ТО одного физического трактора за год, руб. | 0,000638 | 1,1 | 11622 | 8,323 |
| $x_2$ – затраты на ТО на один эт. га в год, руб. | 0,334344 | 1,45 | 2,05 | 0,768 |
| $x_3$ – стоимость МТБ по ремонту и ТО, приходящаяся на один эт. трактор, тыс. руб. | 0,01818 | 0,78 | 58,79 | 1,239 |
| $x_4$ – обеспеченность работающими механизаторами на 100 физических тракторов, чел. | –0,074 | –1,48 | 112,79 | –9,357 |
| $x_5$ – наличие механизаторов, имеющих 1, 2 или 3 классы квалификации, % к общему количеству | 0,00585 | –0,58 | 61,68 | 0,405 |
| $x_6$ – доля услуг предприятий сельхозтехники в затратах на ремонт и ТО, % | 0,41574 | 1,89 | 11,34 | 5,285 |
| $x_7$ – затраты на запасные части за один год на один эт. трактор, руб. | 0,000094 | –1,31 | 6511,94 | 0,686 |
| $x_8$ – доля стоимости узлов и агрегатов при ремонте тракторов, % | 0,54274 | 0,35 | 5,03 | 3,061 |

затрат на 10% приводит к росту результативного показателя на 7,68%.

Основным аспектом материально-технической базы является своевременность обеспечения предприятий и организаций необходимыми материалами и ресурсами, что напрямую связано со стоимостью МТБ по ремонту и ТО, приходящихся на 1 эт. трактор. Среднее значение этого показателя – 58,79 тыс. руб., коэффициент вариации составляет 78%, что свидетельствует о неравномерном распределении ресурсов, то есть той или иной детали может не оказаться на складе, и это повлечёт за собой простои техники. Об этом же свидетельствует и следующий фактор – доля стоимости узлов и агрегатов при ремонте тракторов. Необходим сменный фонд ресурсных деталей машин (масла, аккумуляторы, манжеты и другие). Наличие этих элементов повышает готовность техники к работе и способствует снижению количества парка машин при эффективном использовании, что в целом снижает себестоимость механизированных работ.

Важный фактор, свидетельствующий об эффективном влиянии на коэффициент технической готовности техники, – это затраты на ремонт и ТО одного физического трактора за год ($x_1$). Среднее значение данного фактора составляет 11622 руб. Капитальный, текущий ремонт и ТО техники должны проходить строго по техническому регламенту с учётом состояния и условий эксплуатации. В противном случае ремонт может потребовать больших дополнительных затрат.

### *Выводы*

Для обеспечения эффективной деятельности каждого сельскохозяйственного предприятия необходимо наличие машинно-тракторного парка, в состав которого входят тракторы, а также агрегатируемые с ними сельскохозяйственные машины (плуги, сеялки, бороны, культиваторы, косилки, различные уборочные несамоходные машины и другие). Для того чтобы обеспечить высокую техническую готовность МТП, необходимо знать перечень основных факторов, влияющих на коэффициент технической готовности.

В предложенном математико-статистическом исследовании выявлены показатели, способные поддерживать сельскохозяйственную технику в рабочем состоянии. Проведённая интерпретация полученных результатов исследования позволила определить, как будет меняться коэффициент технической готовности машинно-тракторного агрегата при изменении ряда факторных признаков.

На наш взгляд, применение предложенной методики обеспечит не только определение технического состояния агрегатов и механизмов, но и сократит время простоя техники, снизит затраты на ТО и технический ремонт, а также на расход запасных деталей и материалов и повысит производительность труда.

### *Литература*

1. Аллилуев, В.А. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка [Текст]: учеб. пособие / В.А. Аллилуев, А.Д. Ананьин, В.М. Михлин. – М.: Агропромиздат, 2016. – 367 с.

2. Карташов, В.П. Организация технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники [Текст] / В.П. Карташов, В.М. Мальцев. – М.: Транспорт, 2018. – 215 с.

3. Ульман, И.Е. Техническое обслуживание и ремонт машин [Текст] / И.Е. Ульман, Г.С. Игнатьев, В.А. Борисенко и др. – М.: Агропромиздат, 1990. – 399 с.

4. Anasenko, E.V. Improvement of managerial decisions' quality in the context of strategic development of the enterprise [Text] / E.V. Anasenko, V.V. Zholudeva, N.F. Melnichenko, L.V. Novak, K.A. Lebedev // International Journal of Pure and Applied Mathematics. – 2018. – Т. 119. – № 16. – С. 3851–3855.

### *References*

1. Alliluev, V.A. Tehnicheskaja jekspluatacija mashinno-traktornogo parka [Tekst]: ucheb. posobie / V.A. Alliluev, A.D. Anan'in, V.M. Mikhlin. – M.: Agropromizdat, 2016. – 367 s.

2. Kartashov, V.P. Organizacija tehnicheskogo obsluzhivanija i remonta sel'skohozjajstvennoj tehniki [Tekst] / V.P. Kartashov, V.M. Mal'tsev. – M.: Transport, 2018. – 215 s.

3. Ul'man, I.E. Tehnicheskoe obsluzhivanie i remont mashin [Tekst] / I.E. Ul'man, G.S. Ignat'ev, V.A. Borisenko i dr. – M.: Agropromizdat, 1990. – 399 s.

4. Anasenko, E.V. Improvement of managerial decisions' quality in the context of strategic development of the enterprise [Text] / E.V. Anasenko, V.V. Zholudeva, N.F. Melnichenko, L.V. Novak, K.A. Lebedev // International Journal of Pure and Applied Mathematics. – 2018. – Т. 119. – № 16. – С. 3851–3855.

УДК 376 (470.316)

**Формирование кросс-культурной компетентности у иностранных слушателей подготовительного отделения ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА**

***Т.В. Юрьева, В.А. Михайлова***

В статье раскрывается проблема формирования кросс-культурной компетентности иностранных учащихся на занятиях по русскому языку как иностранному. Авторы расшифровывают понятие кросс-культурной компетентности, эффективности коммуникации и выделяют факторы и условия их формирования. Отмечается, что каждая культура обладает своей собственной поликодовой системой, расшифровка которой зависит от кросс-культурной компетенции коммуникантов. Выделяются основные признаки кросс-культурной компетенции, которыми являются эмпатия и толерантность, лежащие в основе любого эффективного межкультурного общения, наличие знаний об иной культуре, помогающих правильно интерпретировать коммуникативное поведение представителей другой культуры и готовность к процессу кросс-культурной коммуникации с опорой на накопленный коммуникативный опыт в сфере кросс-культурных контактов. Демонстрируются практические приёмы и методы достижения позитивных результатов. Помимо информации о фонетической, грамматической, лексической системах русского языка, иностранные слушатели должны получить знания об иной, в данном случае русской культуре, помогающие правильно интерпретировать коммуникативное поведение её представителей. Работа в этом направлении проводится уже с первых уроков русского языка, даже на этапе вводно-фонетического курса, и систематически продолжается на всём этапе довузовской подготовки. Авторы приходят к выводу, что в процессе работы с иностранными слушателями Ярославской ГСХА на подготовительном отделении используются различные формы работы в кросс-культурном поле, дающие положительный результат. Завершающий проект (встреча со студентами направления «Журналистика» ЯГПУ им. К.Д. Ушинского) воочию продемонстрировал эффективность используемых методов. Активное использование кросс-культурных коммуникаций ведёт к ускорению и облегчению процесса социокультурной адаптации обучающихся, что в итоге приводит к более высокой эффективности обучения иностранных студентов в условиях русской языковой среды.

UDC 376 (470.316)

**Formation of Cross-cultural Competence among Foreign Students of the Preparatory Department of FSBEI HE Yaroslavl State Agricultural Academy**

***T.V. Yurieva, V.A. Mikhailova***

The article reveals the formation problem of foreign students' cross-cultural competence in classes in the Russian language as a foreign language. The authors decipher the concept of cross-cultural competence, communication efficiency and distinguish factors and conditions for their formation. It is noted that each culture has its own multicode system, the decoding of which depends on the cross-cultural competence of communicants. The main features of cross-cultural competence are empathy and tolerance which are the basis of any effective cross-cultural communication, the presence of knowledge about a different culture that helps to correctly interpret the communicative behavior of another culture representatives and the readiness for the process of cross-cultural communication based on the accumulated communicative experience in the field of cross-cultural contacts. Practical techniques and methods of achieving positive results are demonstrated. Besides information about the phonetic, grammatical, lexical systems of the Russian language, foreign listeners should gain knowledge of a different in this case Russian culture helping to correctly interpret the communications behavior of its representatives. Work in this direction is carried out already from the first lessons of the Russian language, even at the stage of the introductory phonetic course and systematically continues at the entire stage of pre-university tutorial. The authors conclude that in the process of working with foreign students of the Yaroslavl SAA various forms of work in the cross-cultural field are used at the preparatory department giving a positive result. The final project (a meeting with students of the Journalism direction of YSPU named after K.D. Ushinsky) personally demonstrated the effectiveness of the methods used. The active use of cross-cultural communications leads to the acceleration and facilitation of the process of students' socio-cultural adaptation which ultimately leads to a higher efficiency of teaching foreign students in the Russian language environment.

УДК 663.75:4

**Опыт возделывания ячменя в РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева**

***А.И. Беленков***

Исследование проводилось с целью выявления влияния севооборота, системы удобрения, известкования на рост, развитие и урожайность ячменя. В статье приводятся данные по двум основным поле-

UDC 663.75:4

**The Experience of Barley Cultivation in the Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev**

***A.I. Belenkov***

The research was conducted to identify the effect of crop rotation, fertilizer system, liming on barley growth, development and yield. The article provides data on two

вым опытам, составляющим основу научно-исследовательской работы кафедры земледелия и методики опытного дела РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева в современных условиях. Первый – Длительный полевой опыт, насчитывающий более чем столетнюю историю, в котором продолжаются научные исследования по бессменным посевам и в севообороте на различных фонах органических и минеральных удобрений. Необходимо отметить положительную роль известкования почвы на бессменных культурах и в севообороте. Здесь урожаи по всем вариантам, за исключением NPK по фону извести выше, чем по фону без извести. При этом эффект известкования по различным вариантам опыта неодинаков. Применение удобрений, особенно NPK + навоз, NK обеспечило рост урожайности ячменя в севообороте и при бессменном его возделывании. По всем вариантам урожайность ячменя в севообороте выше, чем на бессменных делянках, как по фону извести, так и без извести. Результатами полевых опытов, проведённых в 2020 году, подтверждается преимущество выращивания ячменя в севообороте и по известковому фону. Различия по урожайности в зависимости от вариантов опыта составляли от 10–15 до 40–50%. Второй – полевой опыт Центра точного земледелия, включает исследования по сравнительной эффективности приёмов основной обработки почвы под отдельные культуры зернопропашного севооборота, включая ячмень. На основании проведённых исследований можно сделать вывод о взаимосвязи отдельных агрохимических показателей плодородия почвы и урожайности ячменя. Вследствие чего подтверждаем возможность вероятностного прогноза урожайности сельскохозяйственных культур, имея предварительные данные о среднем за вегетацию содержании гумуса и элементов минерального питания с достаточной степенью обоснованности.

main field tests which form the basis of the research work of the Department of Soil management and field research methods of the RSAU – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev in modern conditions. The first is a long-term field test with more than a century of history, in which scientific research on monocrops and crop rotation continues on various backgrounds of organic and mineral fertilizers. It is necessary to note the positive role of soil liming on monocrops and in crop rotation. Here, the yields for all variants, with the exception of NPK, are higher for the lime background than for the background without lime. In this case, the effect of liming is not the same for different variants of the field test. The use of fertilizers, especially NPK + manure, NK, ensured an increase in barley yield in crop rotation and with its permanent cultivation. For all variants, the yield of barley in the crop rotation is higher than on permanent plots, both in the background of the lime and without lime. The results of field tests conducted out in 2020 confirm the advantage of growing barley in crop rotation and on the lime background. Differences in yield depending on the variants of the test ranged from 10–15 to 40–50%. The second one is the field test of the Precision Farming Center, which includes researches on the comparative effectiveness of methods for the primary tillage for individual crops of grain-row crop rotation, including barley. Based on the conducted researches it can be concluded that there is a relationship between individual agrochemical indicators of soil fertility and the yield of barley. This confirms the possibility of crop yields probabilistic forecast with a sufficient degree of validity, if there are preliminary data on the average content of humus and mineral nutritional elements per vegetation.

УДК [631.51+631.82./87]:631.452:631.559:
633.11”321”

## Действие систем обработки почвы и удобрений на агрохимические показатели плодородия и урожайность яровой пшеницы

*Е.В. Носкова*

Многолетний стационарный полевой опыт проводился на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в Ярославской области. В статье представлены результаты исследований по изучению действия разных по интенсивности систем обработки почвы и удобрений на изменение агрохимических показателей плодородия почвы и урожайности яровой пшеницы. Отмечена динамика накопления гумуса в пахотном слое почвы при системе поверхностно-отвальной обработки на 0,17%, совместном внесении соломы и полного минерального удобрения – на 0,15%. Выявлен рост pH при системе ежегодной отвальной обработки, системах без удобрений и одной соломы. Динамике повышения содержания фосфора на 57,00 мг/кг способствовало совместное применение

UDC [631.51+631.82./87]:631.452:631.559:
633.11”321”

## Effect of Soil and Fertilizer Treatment Systems on Agrochemical Properties of Fertility and Spring Wheat Yields

*E.V. Noskova*

Long-term stationary field experiment was carried out on soddy podzolic middle loamy soil in the Yaroslavl region. The article presents the results of research on the effect of soil and fertilizer treatment systems different in intensity on changing agrochemical indicators of soil fertility and spring wheat yield. Dynamics of humus accumulation in arable layer of soil at system of surface and moldboard tillage by 0.17%, combined application of straw and complete minerals – by 0.15% was noted. An increase in pH was revealed with an annual moldboard tillage system, systems without fertilizers and straw. The dynamics of the increase in phosphorus content by 57.00 mg/kg were facilitated by the joint use of straw with complete minerals. The increase in the content of exchangeable potassium was facilitated by: an energy-

соломы с полным минеральным удобрением. Увеличению содержания обменного калия содействовали: система энергосберегающей поверхностно-отвальной обработки (на 0,92 мг/кг) и система «солома + NPK» (на 44,09 мг/кг). Отмечено увеличение урожайности зерна яровой пшеницы (на 2,04 ц/га) при применении системы энергосберегающей поверхностно-отвальной обработки почвы. Совместное использование соломы с полным минеральным удобрением достоверно повысило урожайность на 8,18 ц/га. Для дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы с временным избыточным увлажнением рекомендуется применение системы энергосберегающей поверхностно-отвальной обработки почвы и совместное внесение соломы с полным минеральным удобрением.

saving surface and moldboard tillage (by 0.92 mg/kg) and a "straw + NPK" system (by 44.09 mg/kg). There was an increase in the yield of spring wheat grains (by 2.04 c/ha) when using an energy-saving surface and moldboard tillage system. The combined use of straw with complete minerals significantly increased yield by 8.18 c/ha. For soddy podzolic middle loamy soil with temporary excessive moistening it is recommended to use a system of energy-saving surface and moldboard tillage and joint application of straw with complete minerals.

УДК 633.37:631

**Кормовые достоинства зелёной массы галеги восточной в зависимости от укосов**

***А.В. Степаненко, Н.Н. Зенькова***

Представлены данные по урожайности и качественному составу зелёной массы галеги восточной. Установлено, что культура является высокоурожайной и в почвенно-климатических условиях северного региона Республики Беларусь обеспечивает три полноценных укоса, сформировав урожайность 484 ц/га зелёной массы. Максимальная урожайность зелёной массы (230 ц/га) была получена в первом укосе, что составило 47,5% от общей урожайности. Во втором укосе галега восточная по урожайности уступила первому укосу на 34,8% и сформировала 150 ц/га (31% от общей урожайности). Третий укос обеспечил 104 ц/га зелёной массы, или 21,5% от общей урожайности. Всего за три укоса галега восточная обеспечила общий сбор кормовых единиц с 1 га посева 98,1 ц/га: в первом укосе – 50,6 ц/га, во втором – 28,8 ц/га и в третьем укосе – 18,7 ц/га. Третий укос уступил второму на 54,0%, первому – в 2,7 раза. Общий сбор переваримого протеина с 1 га зелёной массы галеги восточной составил 15,6 ц /га: в первом укосе – 8,6 ц/га, во втором – 4,2 ц/га и в третьем – 2,8 ц/га. Сбор переваримого протеина в первом укосе составил 74% от общего сбора. Обеспеченность 1 корм. ед. зелёной массы галеги восточной переваримым протеином в среднем за вегетационный период составила 159 г, что превысило зоотехническую норму на 39–54 г. В первом укосе она составила 169 г, что выше, чем во втором укосе (146 г) на 16% и в третьем укосе (149) – на 13%.

UDC 633.37:631

**Forage Advantages of the Eastern Galega Green Mass Depending on the Cuttings**

***A.V. Stepanenko, N.N. Zenkova***

Data on yield and quality composition of the Eastern galega green mass are presented. It has been established that the crop is high-yielding and in the soil-climatic conditions of the northern region of the Republic of Belarus provides three complete cuttings having formed a yield of 484 c/ha of green mass. The maximum yield of green mass (230 c/ha) was obtained in the first growth which amounted to 47.5% of the total yield. In the aftergrass the Eastern galega in terms of yield gave way to the first growth by 34.8% and formed 150 c/ha (31% of the total yield). The third hay crop provided 104 c/ha of green mass or 21.5% of the total yield. Just in three cuttings the Eastern galega provided the total harvest of fodder units from 1 hectare of sowing 98.1 c/ha: in the first growth – 50.6 c/ha, in the second – 28.8 c/ha and in the third cutting – 18.7 c/ha. The third cutting yielded to the second by 54.0%, to the first – 2.7 times. The total harvest of digestible protein from 1 hectare of the green mass of the Eastern galega was 15.6 c/ha: in the first growth – 8.6 c/ha, in the second – 4.2 c/ha and in the third – 2.8 c/ha. The digestible protein harvest in the first growth was 74% of the total harvest. Availability of 1 fodder unit of green mass of the Eastern galega by digestible protein averaged 159 g over the growing season which exceeded the zootechnic norm by 39–54 g. In the first growth it amounted to 169 g which is 16% higher than in the second aftergrass (146 g) and in the third cutting (149) – by 13%.

УДК 639.4

**Генетическое разнообразие аборигенных и интродуцированных видов моллюсков, культивируемых в Чёрном море**

***Е.Е. Слынько, Ю.В. Слынько***

В настоящее время в мирихозяйствах Чёрного моря интенсивно выращиваются три вида двуствор-

UDC 639.4

**Genetic Diversity of Autochthonous and Introduced Mollusk Species Cultivated in the Black Sea**

***E.E. Slynko, Yu.V. Slynko***

Currently, three species of bivalved mollusks are intensively grown in the Black Sea world farms:

чатых моллюсков: тихоокеанская, или гигантская, устрица (*Crassostrea gigas*, (Thunberg, 1793)), интродуцированная из Дальневосточных морей, и два вида аборигенов – мидия (*Mytillus galloprovincialis* Lamarck, 1819) и средиземноморский гребешок (*Flexopecten glaber* (Linnaeus, 1758)). В отношении всех трёх видов выявляются две основные проблемы – точное установление таксономического разнообразия и тенденции в изменениях генетического разнообразия. Все проанализированные устрицы из черноморского питомника могут быть отнесены к виду *Crassostrea gigas*. В исследованных гаплотипах *C. gigas* по генам COI и 16S mtDNA обнаруживаются особи, специфические как для Атлантики, так и для Тихого океана. Среди гаплотипов COI mtDNA из питомника Института биологии южных морей (ИнБЮМ) выявлен ранее не известный гаплотип (MF663324), который является специфическим для Крымской популяции культивируемых *C. gigas*. Нуклеотидные последовательности фрагмента гена COI у исследуемых особей мидий Чёрного моря при соотношении с последовательностями *M. edulis* и *M. trossulus* формировали общую филогенетическую группу, отличающуюся от *M. californuanus*. Это позволяет уверенно отнести исследованных нами особей к комплексу «голубой мидии». Все изученные экземпляры гребешка из заливов озера Донузлав были идентифицированы по гену 16S как вид *Flexopecten glaber* и одновременно как вид *F. proteus*. Если экземпляры из Донузлава имели *p*-расстояние от *F. glaber* 0.2%, то от *F. proteus* – 0.1%. Это свидетельствует о том, что виды *F. glaber и F. proteus* входят в один таксономический комплекс и являются таксономическими синонимами. Таким образом, в Чёрном море обитают следующие виды двустворчатых моллюсков: *Crassostrea gigas, Mytillus galloprovincialis и Flexopecten glaber*. Все они характеризуются существенным падением гаплотипического разнообразия, а чужеродный вид – тихоокеанская устрица – ещё и снижением нуклеотидного разнообразия.

Pacific or giant, oyster (*Crassostrea gigas*, (Thunberg, 1793)) introduced from the Far Eastern Seas and two autochthonous species – mussel (*Mytillus galloprovincialis* Lamarck, 1819) and Mediterranean fan shell (*Flexopecten glaber* (Linnaeus, 1758)). In relation to all three species two main problems are identified – the exact establishment of taxonomic diversity and the trends in changes in genetic diversity. All analyzed oysters from the Black Sea fish hatchery can be assigned to the species *Crassostrea gigas*. In the studied *C. gigas* haplotypes individuals specific to both the Atlantic and the Pacific Ocean are found by COI and 16S mtDNA genes. Among the haplotypes of COI mtDNA from the fish hatchery of the Institute of Biology of the Southern Seas (IBSS) a previously unknown haplotype (MF663324) was identified which is specific to the Crimean population of cultured *C. gigas.* Nucleotide sequences of a fragment of the COI gene in the individuals of Black Sea mussels under investigation at a ratio with the sequences *M. edulis* and *M. trossulus* formed a common phylogenetic group different from *M. californuanus*. This allows us to confidently attribute the studied individuals to the blue mussel complex. All studied scallop specimens from Lake Donuzlav bays were identified by the gene 16S as a species of *Flexopecten glaber* and simultaneously as a species of *F. proteus*. If the Donuzlav specimens had a p-distance from *F. glaber* of 0.2%, then from *F. proteus* – 0.1%. This indicates that the species *F. glaber* and *F. proteus* are part of the same taxonomic complex and are taxonomic synonyms. Thus, the following species of bivalve mollusks live in the Black Sea*: Crassostrea gigas, Mytillus galloprovincialis and Flexopecten glaber.* All of them are characterized by a significant drop in haplotypic diversity and an alien species – the Pacific oyster – also a decrease in nucleotide diversity.

УДК 636.082

## Селекционно-генетические параметры хозяйственно полезных признаков коров стада абердин-ангусской породы

***В.М. Габидулин, С.А. Алимова, Х.Х. Тагиров***

Представлены результаты исследования по выявлению хозяйственно-биологических особенностей и селекционно-генетических параметров селекционируемых признаков коров стада абердин-ангусской породы австралийской репродукции. По результатам исследования выявлено, что генетический потенциал продуктивности максимально выражен в возрасте пяти лет (у полновозрастных коров) и перманентно сохраняется до девятилетнего возраста. Рост основных селекционируемых признаков с двух до пяти лет составил по живой массе 15,1%, по молочности – 5,1%. С увеличением возраста маток отмечен стабильный

UDC 636.082

## Economic Traits Selection and Genetic Parameters of Herd Cows of the Aberdeen-Angus Breed

***V.M. Gabidulin, S.A. Alimova, Kh.Kh. Tagirov***

The results of research on detecting of commercial-biological features and selection-genetic parameters of cows' features under selection of the Australian reproduction Aberdeen-Angus breed herd of are presented. According to the results of the research it was revealed that the genetic potential of productivity is maximally expressed at the age of 5 years (in mature cowbanes) and persists permanently until the age of nine. The growth of the main features under selection from two to five years amounted to 15.1% by live weight, 5.1% by milking capacity. With an increase in the age of the dams a stable increase in the "calf crop percent"

рост показателя «выход деловых телят» на 2,3%. Селекционный дифференциал за три поколения у коров в трёхлетнем возрасте по живой массе составил 23 кг и по молочности – 7,4 кг, коэффициент наследуемости составил 0,42 по живой массе и 0,36 – по молочности коров, эффект селекции по живой массе за поколение составил 9,7 кг, за год – 1,9 кг, по молочности – 2,7 кг и 0,5 кг соответственно. У генотипированных коров по схеме мать-дочь эффект селекции за поколение был выше у гетерозиготных генотипов дочерей, рождённых в Курганской области. Знание и рациональное использование традиционных и новых по ДНК маркерных методов селекции на производстве позволит выявить, а также реализовать генетический резерв животных и управлять селекционным процессом при совершенствовании племенного стада абердин-ангусской породы.

by 2.3% was noted. The selection differential for three generations in cows at the age of three years in living weight was 23 kg and in milking capacity – 7.4 kg, the inheritance coefficient was 0.42 in living weight and 0.36 – in milking capacity of cows, the effect of selection by live weight per generation was 9.7 kg, for the year – 1.9 kg, in milking capacity – 2.7 kg and 0.5 kg, respectively. In genotyped cows according to the dam-daughter scheme genetic progress through selection per generation was higher in heterozygous genotypes of daughters born in the Kurgan region. Knowledge and rational use of traditional and new DNA marker methods of selection at the place of production will allow identifying, as well as unlocking the genetic reserve of animals and managing the selection process while improving the breeding herd of the Aberdeen-Angus breed.

УДК 636.2.03:636.082.262

**Анализ показателей продуктивности и воспроизводительных качеств коров с учётом кровности и происхождения**

*М.С. Стефаниди*

Представлен анализ показателей молочной продуктивности и воспроизводительных качеств чистопородных и высококровных голштинизированных коров ярославской породы в условиях одного из племенных заводов Ярославской области. В качестве объекта исследований были отобраны чистопородные и помесные полновозрастные коровы, имеющие три законченные лактации. Животные были разделены на три группы: 1 группа – чистопородные ярославские коровы; 2 группа – с кровностью 75% (3/4 по голштину) и 3 группа – 76% и более (средняя 83,0%). Наибольший надой по третьей лактации наблюдался у группы коров с кровностью 76% и более, различие с чистопородными коровами составило 1081,95 кг (P ≥ 0,999). Самое высокое содержание жира имеют чистопородные ярославские коровы – 4,78%. Большая продолжительность сервис-периода отмечается у коров с кровностью 75% по голштинской породе и составляет 117,2 дня. Эта группа несколько уступает по индексу плодовитости чистопородным коровам и коровам с кровностью 76% и более. Исследования показали, что ярославские чистопородные и высококровные голштинизированные коровы имеют хорошие воспроизводительные качества.

UDC 636.2.03:636.082.262

**Analysis of Productivity Indicators and Reproductive Qualities of Cows Taking into Account Blood Relationship and Origin**

*M.S. Stefanidi*

An analysis of milk producing ability indicators and reproductive qualities of purebred and high half-bred Holsteinized cows of the Yaroslavl breed in the conditions of one of the breeding plants of the Yaroslavl region is presented. Purebred and mixed bred mature cowbanes with three completed lactations were selected as the subject of research. Animals were divided into three groups: group 1 – the purebred Yaroslavl cows; group 2 – with a blood relationship of 75% (3/4 by Holstein) and group 3 – 76% or more (average 83.0%). The largest yield for the third lactation was observed in a group of cows with a blood relationship of 76% or more, the difference with purebred cows was 1081.95 kg (P ≥ 0.999). Purebred Yaroslavl cows have the highest fat content – 4.78%. The long service period is observed in cows with a blood relationship of 75% for the Holstein breed and is 117.2 days. This group is somewhat inferior in birth rate index to purebred cows and cows with a blood relationship of 76% or more. The researches have shown that the Yaroslavl purebred and high half-bred Holsteinized cows have good reproductive qualities.

УДК 637.12.055:579.+619:618.19-002

**Изучение микрофлоры молока коров при разных формах мастита**

*Д.Ю. Костерин, О.В. Иванов, М.Г. Алигаджиев, Л.Э. Мельникова*

Из стада одного из племзаводов Ивановской области были отобраны 30 коров, больных разными формами мастита. Животные были разных возрастов,

UDC 637.12.055:579.+619:618.19-002

**The Research of Cow Milk Microflora in Different Forms of Mastitis**

*D.Yu. Kosterin, O.V. Ivanov, M.G. Aligadzhiev, L.E. Melnikova*

From the herd of one of the stud farms of the Ivanovo region 30 cows with various forms of mastitis were selected. Animals were of different ages, lactation stages

стадий лактации, среднесуточных удоев. Из данного поголовья коров 7 голов было в возрасте 3 года, 9 голов – в возрасте 4 года, 8 голов – в возрасте 5 лет, 4 головы – в возрасте 6 лет и 2 головы – в возрасте 7 лет. Все подопытные животные находились в периоде от 16 до 115 дней лактации, из них двое животных – в периоде от 16–21 дней после отёла, остальные – в промежуточном периоде стадии лактации. Среднесуточный удой всех подопытных коров до болезни составлял 25 литров, из них минимальный – 16 литров, а максимальный – 56 литров. Проведённые микробиологические исследования молока больных маститом коров показали, что в 18 из 30 пробах молока были обнаружены микроорганизмы. В одной пробе из всех положительных были обнаружены стрептококки, в трёх – стафилококки, в двух – кишечная палочка, ещё в двух – псевдомонады, в одной – дрожжеподобные грибы и в девяти – ассоциации микроорганизмов. При серозных маститах микрофлора была представлена в большей мере ассоциациями (4 пробы) и только в одной пробе обнаружены стрептококки. При катаральных формах воспаления молочной железы из двух проб выделены кишечные палочки и в двух пробах обнаружены ассоциации. При гнойно-катаральном мастите в двух пробах находились псевдомонады и в одной – дрожжеподобные грибы, а при субклиническом – в трёх пробах стафилококки и в трёх пробах ассоциации. При серозном и катаральном маститах ассоциации были представлены стафилококками и кишечной палочкой, а при субклиническом – стрептококками и стафилококками.

and daily average yields. Of this cow number 7 were at the age of 3 years, 9 heads at the age of 4 years, 8 heads at the age of 5 years, 4 heads at the age of 6 years and 2 heads at the age of 7 years. All experimental animals were in the period from 16 to 115 days of lactation, of which two animals – in the period from 16–21 days after calving, the rest – in the intermediate period of the lactation stage. The daily average yield of all experimental cows before the disease was 25 liters, of which the minimum – 16 liters and the maximum – 56 liters. Conducted microbiological researches of milk from cows with mastitis showed that microorganisms were found in 18 of 30 milk samples. Streptococci were found in one sample of all positive ones, staphylococci in three, intestinal bacterium in two, pseudomonades in two, yeast–like fungi in one and microorganism associations in nine. In serous mastitis microflora was represented to a greater extent by associations (4 samples) and streptococci were found in only one sample. In catarrhal forms of mammitis intestinal bacteria were isolated from two samples and associations were found in two samples. With purulent-catarrhal mastitis there were pseudomonades in two samples and yeast-like fungi in one and with subclinical in three samples – staphylococci and in three samples – association. In serous and catarrhal mastitis associations were represented by staphylococci and intestinal bacterium and in subclinical – streptococci and staphylococci.

УДК 619:616:636.7/ 8(075.8)

## Продукты пчеловодства для лечения и профилактики болезней телят (аналитический обзор)

*П.А. Красочко, М.А. Понаськов, Д.Н. Мороз*

Проблема антибиотикорезистентности становится всё более актуальной во всём мире, в том числе и в Республике Беларусь. В связи с этим наблюдается тенденция замены использования антибиотиков и других синтетических антимикробных препаратов на комплексные соединения на основе продуктов животного и растительного происхождения, в том числе пчеловодства. Авторами проведён анализ литературных источников о биологических свойствах продуктов пчеловодства и препаратов на их основе, используемых для лечения и профилактики болезней желудочно-кишечного тракта телят. Установлено, что для профилактики болезней и терапии животных с различными патологиями в ветеринарной медицине наиболее часто применяются: прополис, мёд, цветочная пыльца и перга. Данные продукты пчеловодства имеют сложный химический состав и обладают высокой биологической активностью. Показана высокая терапевтическая и профилактическая эффективность использования на телятах продуктов пчеловодства и препаратов на их основе.

UDC 619:616:636.7/ 8(075.8)

## Beekeeping Products for the Treatment and Prevention of Calf Disease (Analytical Review)

*P.A. Krasochko, M.A. Ponaskov, D.N. Moroz*

The problem of antibiotic resistance is becoming more and more urgent throughout the world, including in the Republic of Belarus. In this regard, there is a tendency to replace the use of antibiotics and other synthetic antimicrobial agents with complex compounds based on products of animal and plant origin, including beekeeping. The authors analyzed literary sources on biological properties of beekeeping products and preparations based on them, used for treatment and prevention of calves' gastrointestinal tract diseases. It has been established that for the prevention of diseases and therapy of animals with various pathologies in veterinary medicine, propolis, honey, pollen and bee bread are the most often used. These beekeeping products have a complex chemical composition and have high biological activity. The high therapeutic and prophylactic efficiency of using beekeeping products and preparations based on them on calves is shown.

УДК 619:615.3: 28.053.2

**Использование иммуноферментного анализа для определения концентрации микотоксинов в органах, тканях и биологических жидкостях: обзор**

***Е.М. Панковец, А.Л. Лях***

Представлен обзор опубликованных исследований, касающихся определения различных микотоксинов в органах, тканях и биологических жидкостях сельскохозяйственных животных и человека. Основной упор сделан на подробном описании пробоподготовки гомогенатов органов к иммуноферментному анализу (ИФА), а также приведены данные по сравнению хроматографических методов исследования с иммуноферментным анализом. Учитывая более доступную стоимость ИФА диагностики, по сравнению с хроматографическими методами, а также легковыполнимую подготовку образцов, ИФА более предпочтителен для так называемого скрининга по определению уровня кумуляции микотоксинов на свиноводческих комплексах, птицефабриках и на других крупных сельскохозяйственных производствах.

UDC 619:615.3: 28.053.2

**The Use of Enzyme Immunoassay to Determine Mycotoxin Concentration in Organs, Tissues and Biological Fluids: Review**

***E.M. Pankovets, A.L. Lyakh***

A review of published studies regarding the definition of various mycotoxins in organs, tissues and biological fluids of farm animals and humans is presented. The main emphasis is placed on a detailed description of the sample processing of organ homogenates for enzyme immunoassay (EIA) as well as data compared to chromatographic methods of the research with enzyme immunoassay. Considering the more affordable cost of EIA diagnostics in comparison with chromatographic methods as well as the quite easy preparation of samples, EIA is more preferred for so-called screening to determine the level of mycotoxin cumulation in pig breeding complexes, poultry farms and other large agricultural industries.

УДК 664.143

**Разработка технологии желе мармеладного на основе творожной сыворотки без сахара**

***Е.А. Горнич, Д.С. Мещерякова***

Цель работы – получить кондитерский продукт, отвечающий требованиям современного потребителя. Взяв в качестве основного сырья творожную сыворотку, можно получить обладающий диетическими свойствами продукт: легкоусвояемый, питательный, обогащённый альбумином. На основе применяемых в настоящее время технологий производства мармеладов была разработана альтернативная, без использования сахара, патоки и прочих компонентов с высоким гликемическим индексом. А также был произведён опытный образец по собственной рецептуре с использованием сырья, отвечающего требованиям органической продукции. В состав готового продукта вошли сыворотка молочная, агар, подсластитель стевиозид. В варианте с добавкой был использован свежевыжатый морковный сок с целью нейтрализации специфического привкуса стевиозида. Исследования показали, что оба образца желе мармеладного по органолептическим показателям и значению титруемой кислотности отвечают требованиям ГОСТ. Предлагаемый продукт не имеет аналогов на отечественном рынке.

UDC 664.143

**Development of Marmalade Jelly Technology Based on Sugar-Free Curd Whey**

***E.A. Gornich, D.S. Meshcheryakova***

The purpose of the work is to obtain a confectionery product that meets the requirements of a modern consumer. Having taken curd whey as the main raw material one can get a product with dietary properties: easily digestible, nutritious, enriched with albumin. On the basis of the current technologies for the production of marmalades, an alternative, without the use of sugar, syrop and other components with a high glycemic index has been developed. And a prototype was produced according to its own formula using raw materials that meet the requirements of organic products. The complete product contains milk whey, agar, stevioside sweeting agent. In the version with flavour freshly squeezed carrot juice was used to neutralize the specific stevioside flavor. The researches have shown that both samples of marmalade jelly meet GOST requirements in terms of organoleptic indices and titrated acidity. The proposed product has no analogues in the domestic market.

УДК 631.362

**Анализ деформации и напряжения плоских решёт электростатического сепаратора в программе SolidWorks**

***В.В. Шмигель, А.С. Угловский, Н.Ю. Махаева***

Рассмотрена проблема напряжённо-деформированного состояния решета электростатического сепаратора при ударной нагрузке с различными уровнями

UDC 631.362

**Deformation and Stress Analysis of the Electrostatic Separator Flat Screen in the SolidWorks Program**

***V.V. Shmigel, A.S. Uglovskiy, N.Yu. Makhaeva***

The problem of stress-strain state of electrostatic separator screen at impact load with different levels of collision pulse intensity using finite element method is

интенсивности импульса столкновения с применением метода конечных элементов. Проводилось изучение поперечного воздействия тела в виде точки массы или конечного тела на листовые структуры следующего типа: решето; решето, усиленное рёбрами; решето с повреждениями. Для решения обозначенной задачи использовался метод конечных элементов (FEM) в форме смещения. Этот метод был реализован в программном комплексе SolidWorks с приложением Simulation. Исследования были проведены для динамических нагрузок с материалами решёт: нержавеющая сталь и стеклотекстолит. Оценка результатов проводилась путём анализа эпюр напряжений и деформации модели. Проведённые расчёты показали, что учёт размеров ударного тела приводит к уменьшению значений деформации и эквивалентных напряжений. Для повышения эффективности системы очистки плоских решёт в электростатическом сепараторе в качестве материала решета можно применять как нержавеющую сталь, так и стеклотекстолит.

considered. The transverse effect of the body in the form of a point of mass or a final body on sheet structures of the following type was studied: screen, screen reinforced by ribs, screen with faults. To solve the designated problem, the finite element method (FEM) in the form of displacement was used. This method was implemented in the software complex SolidWorks with the Simulation application. Researches were conducted for dynamic loads with screen materials: stainless steel and fiberglass plastic. Evaluation of the results was carried out by analyzing the stress and strain diagrams of the model. The conducted calculations have shown that taking into account the dimensions of the impact body leads to a decrease in deformation values and equivalent stresses. To increase the efficiency of the flat screen cleaning system in an electrostatic separator, both stainless steel and glass textile can be used as a screen material.

УДК 621.436.018

**Расчёт поверхности теплообмена теплоносителя и зернового вороха**

***В.А. Николаев, И.В. Кряклина***

Для энергосбережения при сушке зерна в контактно-конвективной сушилке предлагается использовать тепло охлаждающей жидкости двигателя внутреннего сгорания. Жидкость поступает в трубки контактно-конвективной сушилки. Трубки теплоносителя расположены наклонно под углом 40° параллельно друг другу по всей ширине сушилки. Над ними, в шахматном порядке – паросборники. Над паросборниками установлен плавающий разравнивающий транспортёр, который изменяет своё положение в зависимости от объёма зерна в контактно-конвективной сушилке. Рассмотрена отдельная зерновка, движущаяся по поверхности трубки теплоносителя. В результате нагрева зерновки происходит её отпотевание – появление влаги на поверхности зерновки. Произведён теплотехнический расчёт поверхности теплообмена теплоносителя и зернового вороха, определено количество тепла, передающегося зерновому вороху в результате контактного теплообмена. Установлено, что использование тепла охлаждающей жидкости двигателя внутреннего сгорания в контактно-конвективной сушилке приводит к энергосбережению при сушке зерна.

UDC 621.436.018

**Heat-Exchange Surface Calculation of Heat-Conducting Medium and Grain Trashed Heap**

***V.A. Nikolaev, I.V. Kryaklina***

For energy saving at grain drying in contact-convection drier it is proposed to use heat of cooling liquid of internal combustion engine. The liquid enters the tubes of the contact-convection drier. Heat carrier tubes are set at an angle of 40° parallel to each other along the full width of the drier. There are steam headers staggering above them. An amphibious leveling carrier is installed above the steam headers which changes its position depending on the volume of grain in the contact-convection drier. Separate caryopsis moving along surface of heat-conducting medium tube is considered. As a result of the heating of the caryopsis its sweating occurs – the appearance of moisture on the surface of the caryopsis. Thermotechnical calculation of heat-exchange surface of heat-conducting medium and grain trashed heap is performed, amount of heat transferred to grain trashed heap as a result of contact heat exchange is determined. It has been found that using the cooling liquid heat of the internal combustion engine in the contact-convection drier leads to energy saving when drying grain.

УДК 629.073

**Методы диагностирования состояния деталей цилиндропоршневой группы автотракторных двигателей в условиях эксплуатации**

***Б.С. Антропов, В.В. Гумённый, А.А. Рудаков, В.А. Генералов***

Приведены методы диагностирования состояния деталей цилиндропоршневой группы (ЦПГ) двигателей для использования их непосредственно в эксплуатационных условиях автотракторной техники.

UDC 629.073

**Methods of Diagnosing of the Parts Status of the Cylinder-Piston Group of Automotive-Tractor Engines under Operating Conditions**

***B.S. Antropov, V.V. Gumyonniy, A.A. Rudakov, V.A. Generalov***

Methods of diagnostics of parts status of cylinder-piston group (CPG) of engines for their use directly in operational conditions of motor-and-tractor equipment are presented. The methods are simple and reliable,

Методы просты и достоверны, разработаны на основе учёта комплекса внешних проявлений неисправностей указанных деталей, с минимальным использованием диагностических приборов. Разработанные методы могут быть использованы владельцами технических средств, не имеющими производственной базы для проведения технического обслуживания и ремонта автотракторной техники. Применение разработанных методов диагностирования позволит сократить материальные и трудовые затраты при устранении неисправностей деталей ЦПГ двигателей.

developed on the basis of a complex of outward appearances of these component malfunctions with minimal use of diagnostic devices. The developed methods can be used by owners of technical equipment that do not have a production base for maintenance and repair of motor-and-tractor equipment. The use of the developed diagnostic methods will reduce material and labor costs when troubleshooting the parts of the CPG engines.

УДК 631.234

**Реализация автоматизированного управления промышленными теплицами**

***О.Г. Несиоловский, Р.Д. Адакин, И.М. Соцкая***

Представлен материал о работе автоматизированной системы управления климатом и поливом в промышленной теплице. Были написаны две программы, одна – для обеспечения работы контроллеров, вторая – для SCADA-программы, установленной на компьютере. Алгоритмы программ позволяют контроллерам опрашивать датчики и отсылать в SCADA-программу информацию, приходящую с контроллеров, и отсылать им в ответ управляющие сигналы. Обратные команды контроллеры принимают и выдают управляющие сигналы на реле, к которым подключено питание 220 В и 380 В, тем самым происходит управление электродвигателями насосов полива, управляемых клапанов полива, вентиляторов, обогревателей, а также светом. С контроллеров идёт управляющий сигнал и на шаговые двигатели, которые могут поворачиваться на строго заданный угол, тем самым открывая или закрывая окна теплицы на нужную величину. Таким образом регулируется поддержание температуры в теплице до значения уставки – температуры, заданной оператором. Для наглядности в SCADA были прорисованы схемы, кнопки, поля со значениями датчиков, облегчающие просмотр оператору работу автоматизированного оборудования в теплице. В SCADA-программе предусмотрен как автоматический режим управления климатом, так и ручной. Контроллеры и SCADA-программа общаются друг с другом не напрямую, а через посредника – OPC DA сервер, который был настроен на приём и передачу данных с датчиков, а также управляющих команд. Особенность его настройки заключается в том, что имена переменных и их адрес в сети должен везде совпадать: в контроллерах, на сервере и в SCADA-программе. Программа имеет несколько степеней безопасности.

UDC 631.234

**Implementation of Industrial Greenhouses Computer-Aided Management**

***O.G. Nesiolovskiy, R.D. Adakin, I.M. Sotskaya***

The material on operation of automated system of climate control and irrigation in industrial greenhouse is presented. Two programs were written, one to ensure the operation of controllers, the second for a SCADA program installed on a computer. Program algorithms allow controllers to poll sensors and send information coming from controllers to the SCADA program and send control signals to them in response. The reverse commands of the controllers receive and output control signals to relays to which 220 V and 380 V power supplies are connected, thereby controlling the motors of the irrigation pumps, controlled irrigation valves, fan groups, heaters, as well as light. From the controllers there is a control signal to step motors, which can turn at a strictly angle indexing, thereby opening or closing the windows of the greenhouse to the suitable value. Thus, the maintenance of the temperature in the greenhouse is controlled to the setpoint value – the temperature set by the operator. For descriptive reasons in SCADA diagrams, buttons, fields with sensor values were drawn, making it easier for the operator to view the operation of automated equipment in the greenhouse. The SCADA program provides both automatic climate control and manual one. Controllers and SCADA-program communicate with each other not directly, but through an intermediary – OP CDA server, which was configured to receive and transmit data from sensors as well as control commands. The peculiarity of its configuration is that the names of variables and their address in the network should coincide everywhere: in controllers, on the server and in the SCADA program. The program has several degrees of security.

УДК 631.152

**Электротехнологии, охрана труда и транспорт**

***П.С. Орлов, И.М. Соцкая***

Загрязнение окружающей среды токсичными компонентами отработавших газов двигателей

UDC 631.152

**Electrotechnics, Occupational Safety and Transport**

***P.S. Orlov, I.M. Sotskaya***

Pollution of the environment with toxic components of engine exhaust gases (exhaust) leads to a decrease in

(выхлопа) приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивности животноводства и рыболовства, а их повышенные концентрации на рабочих местах и в кабинах автомобилей, тракторов и самоходных машин пагубно воздействуют на здоровье работающих и приводят к снижению производительности труда и угрожают их здоровью. Электротранспорт – эффективное решение экологической проблемы городов и один из самых перспективных видов транспорта на ближайшее время. Современный железнодорожный и городской электротранспорт имеет экономические преимущества. Электробусы оказались экономичнее обычных автобусов даже с учётом того, что они потребляют в два раза больше электроэнергии, чем обычные троллейбусы. Продолжается совершенствование и двигателя внутреннего сгорания (ДВС) в целях повышения его экономичности и экологичности. При создании новых ДВС влияние износов деталей топливной аппаратуры на экологические показатели не учитываются, поэтому одним из направлений к решению проблемы снижения вредных выбросов дизелей является оптимизация её регулировочных параметров при проведении ремонтно-обслуживающих работ. В результате исследований разработана методика расчёта гидравлических потерь в топливных системах. На основе проведённого анализа гидравлических потерь установлено, что данные потери минимальны в аккумуляторной топливной системе (АТС), наиболее близки к ней по величине потерь насос-форсунки. Сравнительный анализ рабочего процесса АТС и насос-форсунок показал, что обе топливные системы при полной нагрузке имеют практически одинаковые показатели по выбросам вредных веществ. Создание и апробация работы насос-форсунок, использующих электрогидравлический эффект, преобразующий электрическую энергию в механическую работу, совершаемую без промежуточных механических звеньев с высоким КПД, представляет большой интерес.

crop yields, livestock farming and fishing productivity and their increased concentrations in the workplaces and cabins of vehicles, tractors and self-propelled machines are destructive of the workers' health and lead to a decrease in labour productivity and threaten their health. Electric transport is an effective solution to the environmental problem of cities and one of the most promising means of transportation in the nearest future. Modern railway and urban electric transport has economic advantages. Electric buses turned out to be more economical than ordinary buses, even considering that they consume twice as much electricity as ordinary trolleybuses. The improvement of internal combustion engine (ICE) continues in order to increase its efficiency and environmental friendliness. When creating new internal combustion engines, the impact of wear of fuel equipment parts on environmental indicators is not taken into account, therefore, one of the ways to solve the problem of reducing polluting emissions of diesel engines is the optimization of its adjustment parameters during repair and maintenance work. As a result of the research a method for calculating hydraulic losses in fuel systems was developed. Based on the conducted analysis of hydraulic losses it was found that these losses are minimal in the common-rail injection system, the closest to it in terms of pump and injector unit losses. A comparative analysis of the working process of the common-rail injection system and pump and injector unit showed that both fuel systems at full load have almost the same indicators for hazardous substances emissions. It is of great interest to create and test the operation of pump and injector units using an electrohydraulic effect that converts electrical energy into mechanical work performed without intermediate mechanical links with high performance index.

УДК 629.073

## Методы оценки условий эксплуатации автотракторных дизельных двигателей

*Б.С. Антропов, В.В. Капралов, В.В. Гумённый, В.А. Генералов*

При выборе метода оценки условий эксплуатации автотракторных дизельных двигателей необходимо учитывать, среди прочих факторов, наиболее часто используемые фазы движения конкретного автомобиля, от которых зависит режим работы двигателя. В статье предложены критерии качественной оценки условий эксплуатации для различных транспортных средств. Для оценки «тяжести» условий эксплуатации тракторов при выполнении различных сельскохозяйственных работ (пахота, боронование, посев и др.) целесообразно учитывать средний эксплуатационный расход топлива. В этом случае указанный параметр определяется отношением общего расхода топлива

UDC 629.073

## Evaluation Methods of Motor-and-Tractor Diesel Engines Operating Conditions

*B.S. Antropov, V.V. Kapralov, V.V. Gumyonniy, V.A. Generalov*

When choosing a method for assessing the operating conditions of diesel motor engines, it is necessary to take into account, among other factors, the most commonly used phases of movement of a particular vehicle on which engine operating condition depends. The article proposes criteria for the qualitative assessment of operating conditions for various vehicles. It is advisable to take into account the average operational fuel consumption in order to assess the "heaviness" of tractor operation conditions when doing various agricultural works (plowing, harrowing, sowing, etc.). In this case, specified parameter is determined by the ratio of the total fuel consumption in liters to the total tractor time

в литрах к общему времени выполнения трактором конкретной работы в часах. Для автобусов, работающих на маршрутах «Ярославль – центры муниципальных образований», как и для аналогичных перевозок в других регионах нашей страны, рассматриваемый параметр малоинформативен. Здесь для оценки их условий эксплуатации имеет смысл использовать коэффициент $K_S$ – количество остановок, приходящееся на один километр маршрута. Для автопредприятий, осуществляющих перевозки пассажиров по указанным маршрутам, рекомендуется проводить плановую ротацию автобусов по маршрутам согласно составленному графику, что позволит усреднить показатели надёжности узлов и агрегатов автобусов (неисправности и отказы) до их капитального ремонта.

of the particular operation in hours. For buses operating on the routes "Yaroslavl – centers of municipalities", as for similar transportation in other regions of our country, the parameter under consideration is not informative. Here, to evaluate their operating conditions, it makes sense to use the KS coefficient – the number of stops per kilometer of the route. For automobile companies carrying out passenger transportation along the indicated routes, it is recommended to carry out a planned rotation of buses along the routes according to the made up schedule, which will allow averaging the individual reliability of bus assemblies (faults and failures) before their general overhaul.

УДК 631.3

**Техническая готовность машинно-тракторного агрегата: статистический анализ**

***М.М. Юрков, В.В. Жолудева, Е.В. Уткин***

В статье проанализированы наиболее существенные факторы, влияющие на техническую готовность тракторов к работе, с помощью математико-статистического моделирования. Исследование проведено на одном из сельскохозяйственных предприятий Ярославской области. Техническая готовность техники зависит от множества субъективных и объективных факторов. В результате исследований авторами было выявлено восемь факторов, влияющих на техническую готовность тракторов (затраты на ремонт и техническое обслуживание (ТО) одного физического трактора за год, руб.; затраты на ТО на один эт. га в год, руб.; стоимость материально-технической базы (МТБ) по ремонту и ТО, приходящаяся на один эт. трактор, тыс. руб.; обеспеченность работающими механизаторами на 100 физических тракторов, чел.; наличие механизаторов, имеющих 1–3 классы квалификации, % к общему количеству; доля услуг предприятий сельхозтехники в затратах на ремонт и ТО, %; затраты на запасные части за один год на один эт. трактор, руб.; доля стоимости узлов и агрегатов при ремонте тракторов, %). Для описания процесса были использованы методы многофакторного корреляционного и регрессионного анализа. Выявлено, что наиболее существенное влияние на результативный признак (коэффициент технической готовности тракторов) оказывает величина затрат на ТО в расчёте на один эт. га в год и наличие механизаторов, имеющих 1–3 классы квалификации. Применение предложенной методики, по мнению авторов, обеспечит не только определение технического состояния агрегатов и механизмов, но и сократит время простоя техники, снизит затраты на ТО и технический ремонт, а также на расход запасных деталей и материалов и повысит производительность труда.

UDC 631.3

**Technical Readiness of the Machine-Tractor Aggregate: Statistical Analysis**

***M.M. Yurkov, V.V. Zholudeva, E.V. Utkin***

The article analyzes the most significant factors affecting the technical readiness of tractors for work using mathematical and statistical modeling. The research was carried out at one of the agricultural enterprises of the Yaroslavl region. Technical readiness of machinery depends on many subjective and objective factors. As a result of the research the authors identified eight factors affecting the technical readiness of tractors (repair and maintenance costs (maintenance) of one physical tractor per year, Rub.; maintenance costs per reference unit ha per year, Rub.; the cost of the material and technical base (MTB) for repair and maintenance which is accounted for by reference tractor, RUB, in thousands; provision of working machine operators for 100 physical tractors, people; the presence of machine operators with 1–3 qualification classes, % of the total number; share of agricultural equipment services in repair and maintenance costs, %; service parts costs per year per reference tractor, Rub.; share of components and assemblies cost during tractor repair, %). Multifactor correlation and regression analysis techniques were used to describe the process. It was revealed that the most significant impact on the effective feature (tractor technical readiness factor) is the amount of maintenance costs calculated per reference ha per year and the presence of machine operators with 1–3 qualification classes. The application of the proposed technique according to the authors, will ensure not only the determination of the technical condition of units and mechanisms, but also reduce the out-of-service time of equipment, reduce maintenance and technical repair costs, as well as the consumption of spare parts and materials and increase labor productivity.

***Агрообразование***

**В.В. Жолудева** Довузовская подготовка иностранных студентов (№ 1 (49), 2020 г.)
**С.Д. Глазуненко, Г.И. Плющев** Методика определения биологического возраста человека эквивалентом интегрального индекса работоспособности (№ 1 (49), 2020 г.)
**С.Д. Глазуненко, С.И. Мещеряков** Исследование физического развития обучающихся (на примере ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА) (№ 2 (50), 2020 г.)
**Т.В. Юрьева, В.А. Михайлова** Формирование кросс-культурной компетентности у иностранных слушателей подготовительного отделения ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА (№ 4 (52), 2020 г.)

***Агрономия***

**Т.И. Афанасьева, А.М. Труфанов, Т.П. Сабирова** Интенсификация технологий возделывания культур кормового севооборота и токсические свойства дерново-подзолистой почвы (№ 1 (49), 2020 г.)
**С.В. Щукин, А.М. Труфанов, М. Лацко-Бартошова, В.И. Дорохова** Состояние, перспективы и проблемы развития органического сельского хозяйства в Словакии и России (№ 1 (49), 2020 г.)
**Е.В. Чебыкина** Влияние систем обработки почвы, удобрений и защиты растений на биологические показатели плодородия дерново-подзолистой глееватой почвы (№ 2 (50), 2020 г.)
**И.Л. Безгодова, Н.Ю. Коновалова** Выращивание однолетних смесей на кормовые цели с использованием перспективных сортов зернобобовых культур (№ 3 (51), 2020 г.)
**А.И. Беленков** Опыт возделывания ячменя в РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева (№ 4 (52), 2020 г.)
**Е.В. Носкова** Действие систем обработки почвы и удобрений на агрохимические показатели плодородия и урожайность яровой пшеницы (№ 4 (52), 2020 г.)
**А.В. Степаненко, Н.Н. Зенькова** Кормовые достоинства зелёной массы галеги восточной в зависимости от укосов (№ 4 (52), 2020 г.)

***Биохимия и физиология***

**И.Ю. Постраш, Ю.Г. Соболева, В.С. Андрущенко** Экстракция биологически активных веществ из цветков ромашки аптечной (№ 1 (49), 2020 г.)
**И.Ю. Постраш, Ю.Г. Соболева, В.С. Андрущенко** Антиокислительная активность различных экстрактов цветков ромашки аптечной (№ 2 (50), 2020 г.)

***Биология и экология***

**Л.В. Воронин, И.Я. Колесникова** Оппортунистические почвообитающие микромицеты при мониторинговом анализе агроценозов (№ 1 (49), 2020 г.)
**П.А. Котяк** Влияние уровня антропогенной нагрузки на токсичность дерново-подзолистой почвы (№ 2 (50), 2020 г.)
**Е.Е. Слынько, Е.Г. Скворцова, А.И. Суконина, Ю.В. Слынько** Сравнительный анализ нуклеотидной изменчивости гена *cyt b* мтДНК линя (*Tinca tinca* L.) в популяциях западной и восточной частей Евразии (№ 3 (51), 2020 г.)

***Биотехнология, селекция, воспроизводство***

**Ю.А. Михайлова, Р.В. Тамарова** Применение генетического маркирования в селекционной работе с племенными стадами (№ 2 (50), 2020 г.)
**П.Е. Гарлов** Инновационная биотехнология искусственного воспроизводства популяций рыб (№ 3 (51), 2020 г.)
**Н.С. Фураева, Е.А. Зверева** Результаты селекционно-племенной работы в хозяйствах Ярославской области за 2019 год (№ 3 (51), 2020 г.)
**Е.Е. Слынько, Ю.В. Слынько** Генетическое разнообразие аборигенных и интродуцированных видов моллюсков, культивируемых в Чёрном море (№ 4 (52), 2020 г.)
**В.М. Габидулин, С.А. Алимова, Х.Х. Тагиров** Селекционно-генетические параметры хозяйственно-полезных признаков коров стада абердин-ангусской породы (№ 4 (52), 2020 г.)

***Зоотехния и ветеринария***

**М.С. Стефаниди, Л.В. Никитина, А.А. Вайсман** Продуктивность и воспроизводительные качества коров ярославской породы разных генотипов (№ 1 (49), 2020 г.)

**Л.И. Зубкова, А.В. Жерносенко** Продуктивные и воспроизводительные качества коров ярославской и их помесей с голштинской породой (№ 1 (49), 2020 г.)

**О.В. Иванов, Д.Ю. Костерин, Л.Э. Мельникова** Разработка комплекса профилактических мероприятий при ассоциативных инфекциях новорождённых телят (№ 1 (49), 2020 г.)

**О.Б. Филиппова, А.И. Фролов, Н.И. Маслова, А.Н. Бетин** Комплексная кормовая добавка для телят (№ 1 (49), 2020 г.)

**Н.И. Маслова, О.Б. Филиппова, А.И. Фролов, А.Н. Бетин** Пребиотическая добавка для телят (№ 1 (49), 2020 г.)

**А.М. Френк, Е.М. Гриневская, А.И. Фролов, А.Н. Бетин, Н.И. Маслова** Эффективность применения ферментативного гидролизата с аминокислотами, витаминами и микроэлементами высокопродуктивным коровам в транзитный период (№ 2 (50), 2020 г.)

**А.Н. Бетин, А.И. Фролов, В.И. Дорохова** Влияние подкислителя БиоАцидУльтра на поросят при выращивании (№ 2 (50), 2020 г.)

**О.В. Филинская, Д.Г. Керунова** Продуктивные качества коров айрширской породы разной поведенческой активности (№ 2 (50), 2020 г.)

**Е.А. Сырчина, Е.Г. Скворцова** Особенности гибрида цесарки обыкновенной и петуха породы орпингтон МАУ «Ярославский зоопарк» (№ 2 (50), 2020 г.)

**М.А. Левашова, Т.К. Тимакова** Ветеринарно-санитарная экспертиза яиц куриных ОАО «Волжанин» Ярославской области (№ 2 (50), 2020 г.)

**Н.А. Муравьева, А.С. Бушкарева, Е.А. Пивоварова** Показатели молочной продуктивности коров разных пород в зависимости от их живой массы (№ 2 (50), 2020 г.)

**В.Д-Х. Ли, А.И. Фролов, А.Н. Бетин, Н.И. Маслова, В.И. Дорохова** Защищённая азотосодержащая кормовая добавка в рационах коров (№ 3 (51), 2020 г.)

**О.В. Филинская, М.Ю. Лапина, С.В. Зырянова** Продуктивность коров голштинской породы в процессе адаптации к условиям промышленного комплекса Ярославской области (№ 3 (51), 2020 г.)

**М.С. Стефаниди** Анализ показателей продуктивности и воспроизводительных качеств коров с учётом кровности и происхождения (№ 4 (52), 2020 г.)

**Д.Ю. Костерин, О.В. Иванов, М.Г. Алигаджиев, Л.Э. Мельникова** Изучение микрофлоры молока коров при разных формах мастита (№ 4 (52), 2020 г.)

**П.А. Красочко, М.А. Понаськов, Д.Н. Мороз** Продукты пчеловодства для лечения и профилактики болезней телят (аналитический обзор) (№ 4 (52), 2020 г.)

**Е.М. Панковец, А.Л. Лях** Использование иммуноферментного анализа для определения концентрации микотоксинов в органах, тканях и биологических жидкостях: обзор (№ 4 (52), 2020 г.)

***Корма и кормопроизводство***

**А.И. Фролов, А.Н. Бетин** Эффективность применения биодобавки в рационах тёлок случного возраста (№ 1 (49), 2020 г.)

***Переработка сельскохозяйственной продукции***

**Е.А. Горнич, Д.С. Мещерякова** Разработка технологии желе мармеладного на основе творожной сыворотки без сахара (№ 4 (52), 2020 г.)

***Ресурсо- и энергосбережение***

**Б.С. Антропов, В.В. Капралов, В.В. Гуменный, В.А. Генералов** Методы замера надпоршневых зазоров автотранспортных дизельных двигателей в условиях эксплуатации (№ 1 (49), 2020 г.)

**Б.С. Антропов, В.В. Гумённый, А.А. Рудаков, В.А. Генералов** Диагностирование системы смазки автотракторных дизельных двигателей (№ 2 (50), 2020 г.)

**Б.С. Антропов, В.В. Гумённый, А.А. Рудаков, В.А. Генералов** Исследование работоспособности деталей механизма газораспределения автотракторных дизельных двигателей (№ 3 (51), 2020 г.)

**И.М. Соцкая, А.С. Угловский** Моделирование и оптимизация контактной сварки с использованием программы SORPAS® (№ 3 (51), 2020 г.)
**Б.С. Антропов, В.В. Капралов, В.В. Гумённый, В.А. Генералов** Методы оценки условий эксплуатации автотракторных дизельных двигателей (№ 4 (52), 2020 г.)

***Экономика***

**А.И. Голубева, В.И. Дорохова, А.В. Коновалов, Ю.В. Шуматбаева, К.В. Павлов** Экономический потенциал и эффективность его использования в сельскохозяйственных предприятиях региона (№ 1 (49), 2020 г.)
**И.В. Великанова, Р.А. Попов** Региональные особенности развития льняного подкомплекса в условиях нарастающих кризисных явлений (№ 2 (50), 2020 г.)
**В.В. Жолудева** Продовольственная безопасность региона: статистический анализ, моделирование и прогнозирование (№ 2 (50), 2020 г.)

***Техника и технологии***

**Б.С. Антропов, В.В. Капралов, В.В. Гуменный, В.А. Генералов** Основные направления повышения надёжности резьбовых соединений в узлах и агрегатах современных автомобилей (№ 1 (49), 2020 г.)
**М.М. Юрков, Н.С. Борисов** Методика определения коэффициента перевода в условные эталонные трактора (№ 1 (49), 2020 г.)
**В.А. Николаев, В.В. Гуменный, В.В. Капралов, В.А. Генералов** «Умные» двигатели (№ 1 (49), 2020 г.)
**В.А. Николаев, В.В. Гумённый, В.В. Капралов, В.А. Генералов** Моделирование процесса извлечения зёрен из колосьев зерновых культур вытиранием (№ 2 (50), 2020 г.)
**Б.С. Антропов, В.В. Капралов, В.В. Гумённый, В.А. Генералов** Выбор параметров диагностирования деталей цилиндропоршневой группы автомобильных дизельных двигателей (№ 2 (50), 2020 г.)
**Б.С. Антропов, В.В. Капралов, В.В. Гумённый, В.А. Генералов** Исследование работоспособности вкладышей коленчатого вала автотракторных двигателей (№ 3 (51), 2020 г.)
**О.Г. Несиоловский, Р.Д. Адакин** Вывод критериального уравнения теплоотдачи для теплогенератора хлебопекарной печи путём численного трёхмерного моделирования (№ 3 (51), 2020 г.)
**В.В. Шмигель, А.С. Угловский, Н.Ю. Махаева** Анализ деформации и напряжения плоских решёт электростатического сепаратора в программе SolidWorks (№ 4 (52), 2020 г.)
**В.А. Николаев, И.В. Кряклина** Расчёт поверхности теплообмена теплоносителя и зернового вороха (№ 4 (52), 2020 г.)
**Б.С. Антропов, В.В. Гумённый, А.А. Рудаков, В.А. Генералов** Методы диагностирования состояния деталей цилиндропоршневой группы автотракторных двигателей в условиях эксплуатации (№ 4 (52), 2020 г.)
**О.Г. Несиоловский, Р.Д. Адакин, И.М. Соцкая** Реализация автоматизированного управления промышленными теплицами (№ 4 (52), 2020 г.)
**П.С. Орлов, И.М. Соцкая** Электротехнологии, охрана труда и транспорт (№ 4 (52), 2020 г.)

***Наука производству***

**В.В. Жолудева, Е.В. Уткин** Моделирование и оптимизация деятельности автотранспортного предприятия (№ 3 (51), 2020 г.)
**М.М. Юрков, В.В. Жолудева, Е.В. Уткин** Техническая готовность машинно-тракторного агрегата: статистический анализ (№ 4 (52), 2020 г.)

***Трибуна молодых учёных***

**Е.Г. Пузина** Особенности роста и развития карликовых кроликов при использовании препарата «Эм-Курунга» (№ 2 (50), 2020 г.)
**А.В. Полторацкая** Эффективность прединкубационной обработки перепелиных яиц водным раствором яичного белка (№ 3 (51), 2020 г.)

16S рРНК мтДНК, 26
COI мтДНК, 26
OPC DA сервер, 73
SCADA-программа, 73
А
Абердин-ангусская порода, 31
Автоматизация, 73
Автотракторный дизельный двигатель, 86
Агар, 54
Агрохимические показатели, 17
Б
Бессменные посевы, 10
Биологические жидкости, 49
В
Взаимодействие культур, 5
Внешние признаки неисправности, 69
Возраст, 31
Воспаление молочной железы у коров, 40
Вредные загрязняющие выбросы, 80
Г
Галега восточная, 23
Голштинизированные коровы, 36
Гумус, 10
Д
Датчики, 73
Деформация, 60
Диагностические приборы, 69
Динамическая нагрузка, 60
Довузовская подготовка, 5
Дымность отработавших газов, 69
Ж
Желе, 54
Желудочно-кишечные и респираторные заболевания животных, 44
Живая масса, 31
З
Зелёная масса, 23
Зерновой ворох, 66
И
Иммуноферментный анализ, 49
Индекс плодовитости, 36
Иностранные студенты, 5
К
Компрессия, 69
Контроллеры, 73
Коровы, 31
Коэффициент эластичности, 90
Кросс-культурная компетенция, 5
Кросс-культурные коммуникации, 5
М
Мармеладное изделие, 54
Маршрут движения, 86
Мастит, 40
Мёд, 44
Метод конечных элементов, 60
Мидия *(Mytillus galloprovincialis)*, 26
Микробиологические исследования молока, 40
Микроорганизмы молока, 40
Минеральные удобрения, 17
Многофакторный опыт, 17
Молекулярно-генетическая идентификация, 26
Молочность, 31
Молочный белок, 36
Молочный жир, 36
Н
Надой за лактацию, 36
Неисправность, 69
О
Обработка почвы, 10
Органы, 49
П
Парниковый эффект, 80
Перга, 44
Периодичность ТО, 86
Питательные вещества, 10
Плоское решето, 60
Поверхность теплообмена, 66
Полевой опыт, 10
Полиэтническая среда, 5
Половозрастные группы, 31
Пробоподготовка, 49
Программа SOLIDWORKS, 60
Продуктивность, 23
Продуктивность, 31
Продукты пчеловодства, 44
Промышленная теплица, 73
Прополис, 44
Протокол Modbus RTU, 73
Р
Расход картерных газов, 69
Регрессионный анализ, 90
Режим работы двигателя, 86
Русский язык как иностранный, 5
С
Севооборот, 10
Сервис-период, 36
Система обработки почвы, 17
Системы впрыска топлива, 80
Солома, 17
Сорняки, 10
Средиземноморский гребешок *(Flexopecten glaber)*, 26
Стевиозид, 54
Сушка зерна, 66
Т
Творожная сыворотка, 54
Телята, 44
Теплоноситель, 66
Техническая готовность, 90
Технология, 54
Тихоокеанская устрица *(Crassostrea gigas)*, 26
Ткани, 49
Трактор, 90
У
Удобрения, 10
Урожайность, 17
Урожайность, 23
Условия эксплуатации, 86
Ф
Фаза вегетации, 23
Фаза движения, 86
Факторы, 90
Ц
Цветочная пыльца, 44
Э
Экологичный электротранспорт, 80
Экология, 80
Экстракция, 49
Электрогидравлический эффект, 80
Электростатический сепаратор, 60
Я
Ярославская порода, 36
Ячмень, 10

**Адакин** Роман Дмитриевич – старший преподаватель кафедры технического сервиса ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, д. 58, тел. 8 (4852) 50-53-88 (служебный), r.adakin@yarcx.ru

**Алигаджиев** Магомед Гусейнович – кандидат ветеринарных наук, генеральный директор АО «Племенной завод имени Дзержинского», 155015, Ивановская область, с. Осановец, д. 170

**Алимова** Светлана Анатольевна – кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник отдела разведения мясных пород скота ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 января, д. 29, тел. 8 (3532) 308-174 (служебный), svetlana-alimova@mail.ru

**Антропов** Борис Сергеевич **–** доктор технических наук, профессор, профессор кафедры автомобильного транспорта ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», 150052, г. Ярославль, ул. Александра Невского, д. 7, тел. 8-905-637-92-78 (мобильный), antropovbs@ystu.ru

**Беленков** Алексей Иванович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры земледелия и методики опытного дела ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49, тел. 8-926-921-91-96 (мобильный), belenokaleksis@mail.ru

**Габидулин** Вячеслав Михайлович – доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник отдела разведения мясных пород скота ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 января, д. 29, тел. 8 (3532) 308-174 (служебный), gabidulin.v.m@yandex.ru

**Генералов** Владимир Александрович **–** преподаватель кафедры тактики и общевоенных дисциплин Ярославского высшего военного училища противовоздушной обороны, 150035, г. Ярославль, ул. Доронина, д. 4, тел. 8-910-965-93-36 (мобильный), gen_y@mail.ru

**Горнич** Екатерина Андреевна – ассистент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, д. 58, тел. 8 (4852) 55-74-54 (служебный), gornich@yarcx.ru

**Гумённый** Виктор Владимирович – доцент кафедры тактики и общевоенных дисциплин Ярославского высшего военного училища противовоздушной обороны, 150064, г. Ярославль, Ленинградский проспект, д. 66, тел. 8-905-630-90-17 (мобильный)

**Жолудева** Вера Витальевна – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры электрификации ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, д. 58, тел. 8-915-967-10-45 (мобильный), jvv6434@gmail.com

**Зенькова** Надежда Николаевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры кормопроизводства УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 210026, Республика Беларусь, г. Витебск, ул. 1-я Доватора, 7/11, тел. +375-33-305-35-57 (служебный), kormoproizvodstv@mail.ru

**Иванов** Олег Викторович – кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры инфекционных и паразитарных болезней имени академика РАСХН Ю.Ф. Петрова ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА имени Д.К. Беляева, 153012, г. Иваново, ул. Советская, д. 45, тел. 8 (4932) 32-92-48 (служебный), olegivanov_1957@mail.ru

**Капралов** Виктор Владимирович – кандидат педагогических наук, старший преподаватель кафедры тактики и общевоенных дисциплин Ярославского высшего военного училища противовоздушной обороны, 150001, г. Ярославль, Московский проспект, д. 28, тел. 8-920-120-20-37 (мобильный), vict.kapraloff@yandex.ru

**Костерин** Дмитрий Юрьевич – кандидат биологических наук, доцент кафедры инфекционных и паразитарных болезней имени академика РАСХН Ю.Ф. Петрова ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА имени Д.К. Беляева, 153012, г. Иваново, ул. Советская, д. 45, тел. 8 (4932) 32-92-48 (служебный), d.costerin@yandex.ru

**Красочко** Петр Альбинович – доктор ветеринарных наук, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой эпизоотологии и инфекционных болезней УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 210026, Республика Беларусь, г. Витебск, ул. 1-я Доватора, 7/11, тел. +375-44-586-00-67 (мобильный), krasochko@mail.ru

**Кряклина** Ирина Витальевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры механизации сельскохозяйственного производства ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, д. 58, тел. 8 (4852) 55-19-99 (служебный), i.kryaklina@yarcx.ru

**Лях** Александр Леонтьевич – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры анатомии животных УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 210026, Республика Беларусь, г. Витебск, ул. Баумана, 20Е/213

**Махаева** Наталья Юрьевна – начальник учебно-методического управления ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, д. 58, тел. 8 (4852) 56-80-25 (служебный), n.mahaeva@yarcx.ru

**Мельникова** Людмила Эдуардовна – старший преподаватель кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, д. 58, тел. 8 (4852) 55-74-54 (служебный), l.melnikova@yarcx.ru

**Мещерякова** Дарья Сергеевна – обучающаяся технологического факультета ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, д. 58, тел. 8 (4852) 55-74-54 (служебный), 7272@student.yarcx.ru

**Михайлова** Вера Александровна – старший преподаватель кафедры гуманитарных дисциплин ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 150052, г. Ярославль, ул. Е. Колесовой, д. 70, тел. 8-906-633-80-06 (мобильный), verarki@yandex.ru

**Мороз** Диана Николаевна – магистр ветеринарных наук, аспирант кафедры эпизоотологии и инфекционных болезней УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 210026, Республика Беларусь, г. Витебск, ул. 1-я Доватора, 7/11, тел. +375-29-709-05-27 (мобильный), diana.moroz9797@yandex.by

**Несиоловский** Олег Георгиевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технического сервиса ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, д. 58, тел. 8 (4852) 50-53-88 (служебный), nesiolovsky@yandex.ru

**Николаев** Владимир Анатольевич – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры строительных и дорожных машин ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», 150099, г. Ярославль, Московский проспект, д. 88, тел. 8-910-961-51-87 (мобильный), Nikolaev53@inbox.ru

**Носкова** Екатерина Владимировна – кандидат сельскохозяйственных наук, агроном-исследователь кафедры экологии ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 150052, г. Ярославль, ул. Е. Колесовой, д. 70, тел. 8-920-145-51-74 (мобильный), noskova@yarcx.ru

**Орлов** Павел Сергеевич – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой электрификации ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, д. 58, тел. 8 (4852) 55-32-65 (служебный), p.orlov@yarcx.ru

**Панковец** Евгений Михайлович – магистр ветеринарных наук, аспирант кафедры анатомии животных УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 210026, Республика Беларусь, г. Витебск, ул. Баумана, 20Е/213, тел. +375-29-845-65-78 (мобильный), pankovec.evgeniii@gmail.com

**Понаськов** Михаил Александрович – магистр ветеринарных наук, ассистент кафедры эпизоотологии и инфекционных болезней УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 210026, Республика Беларусь, г. Витебск, ул. 1-я Доватора, 7/11, тел. +375-33-651-79-90 (мобильный), cool.m1hail@yandex.by

**Рудаков** Андрей Андреевич – преподаватель кафедры тактики и общевоенных дисциплин Ярославского высшего военного училища противовоздушной обороны, 150001, г. Ярославль, Московский проспект, д. 28, тел. 8-920-101-16-94 (мобильный), rudakov1210@yandex.ru

**Слынько** Елена Евгеньевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии водных беспозвоночных ФГБУН Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, 152742, пос. Борок Некоузского района Ярославской обл., корп. 128, тел. 8-915-969-98-09 (мобильный), elena.slynko.76@mail.ru

**Слынько** Юрий Владиславович – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела биофизической экологии ФГБУН ФИЦ Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН, 119991, г. Москва, Ленинский проспект, д. 38, корп. 3, тел. 8-915-969-98-09 (мобильный), yslynko@mail.ru

**Соцкая** Ирина Марковна – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технического сервиса ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, д. 58, тел. 8 (4852) 50-53-88 (служебный), i.sockaya@yarcx.ru

**Степаненко** Анна Васильевна – магистрант кафедры кормопроизводства УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 210026, Республика Беларусь, г. Витебск, ул. 1-я Доватора, 7/11, тел. 80-212-51-03-57 (office), kormoproizvodstv@mail.ru

**Стефаниди** Марина Сергеевна **–** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры зоотехнии ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, д. 58, тел. 8 (4852) 50-53-70 (служебный), m.stefanidi@yarcx.ru

**Тагиров** Хамит Харисович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий опорным пунктом ФНЦ БСТ РАН по Республике Башкортостан, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 января, д. 29, тел. 8 (3532) 308-174 (служебный), tagirov-57@mail.ru

**Угловский** Артём Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры электрификации ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, д. 58, тел. 8-999-233-78-85 (мобильный), a.uglovskii@yarcx.ru

**Уткин** Евгений Владимирович – обучающийся инженерного факультета ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, д. 58, тел. 8 (4852) 50-53-88 (служебный), utkin.e.v.97@mail.ru

**Шмигель** Владимир Викторович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры электрификации ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, д. 58, тел. 8-961-154-35-75 (мобильный), v.shmigel@yarcx.ru

**Юрков** Михаил Михайлович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры механизации сельскохозяйственного производства ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, д. 58, тел. 8 (4852) 55-19-99 (служебный), mmy@yarcx.ru

**Юрьева** Татьяна Владимировна – доктор культурологии, профессор, профессор кафедры гуманитарных дисциплин ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 150052, г. Ярославль, ул. Е. Колесовой, д. 70, тел. 8-905-130-96-81 (мобильный), tjurjeva@mail.ru

**Adakin** Roman Dmitrievich – Senior Lecturer of the Department of Technical Service FSBEI HE Yaroslavl SAA, 150042, Yaroslavl, Tutaevskoe Shosse, 58, phone +7 (4852) 50-53-88 (office), r.adakin@yarcx.ru

**Aligadzhiev** Magomed Guseynovich – Candidate of Veterinary Sciences, General Director AO «Breeding Plant Named after Dzerzhinsky», 155015, Ivanovo Region, v. Osanovets, 170

**Alimova** Svetlana Anatolyevna – Candidate of Agricultural Sciences, the Junior Research Officer of the Department of Cultivation of Meat Breeds of Cattle FSSI «Federal Research Center of Biological Systems and Agro-technologies of the Russian Academy of Sciences», 460000, Orenburg, January 9 str., 29, phone +7 (3532) 308-174 (office), svetlana-alimova@mail.ru

**Antropov** Boris Sergeevich – Doctor of Technical Science, Full Professor, Professor of the Department of Automobile Transport of Yaroslavl State Technical University, 150052, Yaroslavl, Aleksandr Nevskiy str., 7, phone +7-905-637-92-78 (mobile), antropovbs@ystu.ru

**Belenkov** Aleksey Ivanovich – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Agriculture and Methods of Experimental Business Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian Timiryazev State Agrarian University», 127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49, phone +7-926-921-91-96 (mobile), belenokaleksis@mail.ru

**Gabidulin** Vyacheslav Mikhailovich – Doctor of Agricultural Sciences, Senior Research Officer, Leading Research Officer of the Department of Cultivation of Meat Breeds of Cattle FSSI «Federal Research Center of Biological Systems and Agro-technologies of the Russian Academy of Sciences», 460000, Orenburg, January 9 str., 29, phone +7 (3532) 308-174 (office), gabidulin.v.m@yandex.ru

**Generalov** Vladimir Aleksandrovich – Lecturer, Department of Tactics and General Military Disciplines, Yaroslavl Higher Military School of Air Defense, 150035, Yaroslavl, Doronin str., 4, phone +7-910-965-93-36 (mobile), gen_y@mail.ru

**Gornich** Ekaterina Andreevna – Assistant of the Department of the Production and Processing Technology of Agricultural Products FSBEI HE Yaroslavl SAA, 150042, Yaroslavl, Tutaevskoe Shosse, 58, phone +7 (4852) 55-74-54 (office), gornich@yarcx.ru

**Gumyonniy** Viktor Vladimirovich – Associate Professor of the Department of Tactics and General Military Disciplines, Yaroslavl Higher Military School of Air Defense, 150064, Yaroslavl, Leningradsky prospect, 66, phone +7-905-630-90-17 (mobile)

**Zholudeva** Vera Vitalyevna – Candidate of Pedagogical Sciences, Docent, Associate Professor of the of the Department of Electrification FSBEI HE Yaroslavl SAA, 150042, Yaroslavl, Tutaevskoe Shosse, 58, phone +7-915-967-10-45 (mobile), jvv6434@gmail.com

**Zenkova** Nadezhda Nikolaevna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Feed Production of EE Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, 210026, Belarus Republic, Vitebsk, Dovator 1 str., 7/11, phone +375-33-305-35-57 (office), kormoproizvodstv@mail.ru

**Ivanov** Oleg Viktorovich – Candidate of Veterinary Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Infectious and Parasitic Diseases named after Academician of the Russian Academy of Agricultural Sciences Yu.F. Petrov FSBEI HE Ivanovo SAA by Academician D.K. Belyaev, 153012, Ivanovo, Sovetskaya str., 45, phone +7 (4932) 32-92-48 (office), olegivanov_1957@mail.ru

**Kapralov** Viktor Vladimirovich – Candidate of Pedagogical Science, Senior Lecturer of the Department of Tactics and General Military Disciplines, Yaroslavl Higher Military School of Air Defense, 150001, Yaroslavl, Moskovsky prospect, 28, phone +7-920-120-20-37 (mobile), vict.kapraloff@yandex.ru

**Kosterin** Dmitriy Yuryevich – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Infectious and Parasitic Diseases named after Academician of the Russian Academy of Agricultural Sciences Yu.F. Petrov FSBEI HE Ivanovo SAA by Academician D.K. Belyaev, 153012, Ivanovo, Sovetskaya str., 45, phone +7 (4932) 32-92-48 (office), d.costerin@yandex.ru

**Krasochko** Petr Albinovich – Doctor of Veterinary Sciences, Doctor of Biological Sciences, Full Professor, Head of the Department of Epizootology and Infectious Diseases, EE Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, 210026, Belarus Republic, Vitebsk, Dovator 1 str., 7/11, phone +375-44-586-00-67 (mobile), krasochko@mail.ru

**Kryaklina** Irina Vitalyevna – Candidate of Technical Science, Docent, Associate Professor of the Department of Mechanization of Agricultural Production FSBEI HE Yaroslavl SAA, 150042, Yaroslavl, Tutaevskoe Shosse, 58, phone +7 (4852) 55-19-99 (office), i.kryaklina@yarcx.ru

**Lyakh** Aleksandr Leontyevich – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of of Animal Anatomy, EE Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, 210026, Belarus Republic, Vitebsk, Bauman str., 20E/213

**Makhaeva** Natalya Yuryevna – Head of the Educational and Methodological Department FSBEI HE Yaroslavl SAA, 150042, Yaroslavl, Tutaevskoe Shosse, 58, phone +7 (4852) 56-80-25 (office), n.mahaeva@yarcx.ru

**Melnikova** Lyudmila Ehduardovna – Senior Lecturer of the Department of the Production and Processing Technology of Agricultural Products FSBEI HE Yaroslavl SAA, 150042, Yaroslavl, Tutaevskoe Shosse, 58, phone +7 (4852) 55-74-54 (office), l.melnikova@yarcx.ru

**Meshcheryakova** Darya Sergeevna – Student of Faculty of Technology FSBEI HE Yaroslavl SAA, 150042, Yaroslavl, Tutaevskoe Shosse, 58, phone +7 (4852) 55-74-54 (office), 7272@student.yarcx.ru

**Mikhailova** Vera Aleksandrovna – Senior Lecturer of the Department of Humanitary Disciplines FSBEI HE Yaroslavl SAA, 150052, Yaroslavl, E. Kolesova str., 70, phone +7-906-633-80-06 (mobile), verarki@yandex.ru

**Moroz** Diana Nikolaevna – Master of Veterinary Sciences, postgraduate student of the Department of Epizootology and Infectious Diseases, EE Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, 210026, Belarus Republic, Vitebsk, Dovator 1 str., 7/11, phone +375-29-709-05-27 (mobile), diana.moroz9797@yandex.by

**Nesiolovskiy** Oleg Georgievich – Candidate of Technical Science, Docent, Associate Professor of the Department of Technical Service FSBEI HE Yaroslavl SAA, 150042, Yaroslavl, Tutaevskoe Shosse, 58, phone +7 (4852) 50-53-88 (office), nesiolovsky@yandex.ru

**Nikolaev** Vladimir Anatolyevich – Doctor of Technical Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Construction and Road Machines of Yaroslavl State Technical University, 150099, Yaroslavl, Moskovsky prospect, 88, phone +7-910-961-51-87 (mobile), Nikolaev53@inbox.ru

**Noskova** Ekaterina Vladimirovna – Candidate of Agricultural Sciences, Agronomist-researcher of the Department of Ecology FSBEI HE Yaroslavl SAA, 150052, Yaroslavl, E. Kolesova str., 70, phone +7-920-145-51-74 (mobile), noskova@yarcx.ru

**Orlov** Pavel Sergeevich – Doctor of Technical Sciences, Docent, Head of the Department of Electrification FSBEI HE Yaroslavl SAA, 150042, Yaroslavl, Tutaevskoe Shosse, 58, phone +7 (4852) 55-32-65 (office), p.orlov@yarcx.ru

**Pankovets** Evgeniy Mikhailovich – Master of Veterinary Sciences, postgraduate student of the Department of Animal Anatomy, EE Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, 210026, Belarus Republic, Vitebsk, Bauman str., 20E/213, phone +375-29-845-65-78 (mobile), pankovec.evgeniii@gmail.com

**Ponaskov** Mikhail Aleksandrovich – Master of Veterinary Sciences, assistant of the Department of Epizootology and Infectious Diseases, EE Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, 210026, Belarus Republic, Vitebsk, Dovator 1 str., 7/11, phone +375-33-651-79-90 (mobile), cool.m1hail@yandex.by

**Rudakov** Andrey Andreevich – Lecturer of the Department of Tactics and General Military Disciplines, Yaroslavl Higher Military School of Air Defense, 150001, Yaroslavl, Moskovsky prospect, 28, phone +7-920-101-16-94 (mobile), rudakov1210@yandex.ru

**Slynko** Elena Evgenevna – Candidate of Biological Sciences, the Senior Research Officer of laboratory of ecology of aquatic invertebrates I.D. Papanin Institute for biology of inland waters Russian Academy of Sciences, 152742, Yaroslavl region, Nekouzsky district, pos. Borok, 128, phone +7-915-969-98-09 (mobile), elena.slynko.76@mail.ru

**Slynko** Yuriy Vladislavovich – Candidate of Biological Sciences, the Leading Research Officer of the Department of Biophysical Ecology, A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, 119991, Moskva, Leninskiy prospect, 38, building 3, phone +7-915-969-98-09 (mobile), yslynko@mail.ru

**Sotskaya** Irina Markovna – Candidate of Technical Sciences, Docent, Head of the Department of Technical Service FSBEI HE Yaroslavl SAA, 150042, Yaroslavl, Tutaevskoe Shosse, 58, phone +7 (4852) 50-53-88 (office), i.sockaya@yarcx.ru

**Stepanenko** Anna Vasilyena – undergraduate student of Department of Feed Production of EE Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, 210026, Belarus Republic, Vitebsk, Dovator 1 str., 7/11, phone 80-212-51-03-57 (office), kormoproizvodstv@mail.ru

**Stefanidi** Marina Sergeevna – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Zootechnics FSBEI HE Yaroslavl SAA, 150042, Yaroslavl, Tutaevskoe Shosse, 58, phone +7 (4852) 50-53-70 (office), m.stefanidi@yarcx.ru

**Tagirov** Khamit Kharisovich – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, head of the support point FRC BST RAS of the Republic of Bashkortostan, FSSI «Federal Research Center of Biological Systems and Agro-technologies of the Russian Academy of Sciences», 460000, Orenburg, January 9 str., 29, phone +7 (3532) 308-174 (office), tagirov-57@mail.ru

**Uglovskiy** Artem Sergeevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Electrification FSBEI HE Yaroslavl SAA, 150042, Yaroslavl, Tutaevskoe Shosse, 58, phone +7-999-233-78-85 (mobile), a.uglovskii@yarcx.ru

**Utkin** Evgeniy Vladimirovich – Student of Engineering Faculty FSBEI HE Yaroslavl SAA, 150042, Yaroslavl, Tutaevskoe Shosse, 58, phone +7 (4852) 50-53-88 (office), utkin.e.v.97@mail.ru

**Shmigel** Vladimir Viktorovich – Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Electrification FSBEI HE Yaroslavl SAA, 150042, Yaroslavl, Tutaevskoe Shosse, 58, phone +7-961-154-35-75 (mobile), v.shmigel@yarcx.ru

**Yurkov** Mikhail Mikhailovich – Doctor of Technical Science, Full Professor, Professor of the Department of Mechanization of Agricultural Production FSBEI HE Yaroslavl SAA, 150042, Yaroslavl, Tutaevskoe Shosse, 58, phone +7 (4852) 55-19-99 (office), mmy@yarcx.ru

**Yurieva** Tatyana Vladimirovna – Doctor of Cultural Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Humanitary Disciplines FSBEI HE Yaroslavl SAA, 150052, Yaroslavl, E. Kolesova str., 70, phone +7-905-130-96-81 (mobile), tjurjeva@mail.ru

С наступающим
Новым годом
и
Рождеством
Христовым!

Индекс журнала: 80759

***Журнал рассылается только по подписке, в розничную продажу не поступает***

*The journal is sent only on subscription, not on sale*