

ISSN 2587-8824

АПК России

Научный журнал

Основан в 1993 году

Том 29
№ 2



Челябинск
2022

16+

ISSN 2587-8824

Agro-Industrial Complex of Russia

Scientific Journal

Published since 1993

Volume 29
Issue 2



Chelyabinsk
2022



АПК России**Agro-Industrial Complex of Russia**

Журнал включен в международную БД AGRIS

Журнал включен в перечень ВАК
рецензируемых научных изданий
(распоряжение Министерства науки
и высшего образования Российской Федерации
от 12 февраля 2019 г. № 21-р)

Журнал включен в систему Российского индекса
научного цитирования (РИНЦ): <http://www.elibrary.ru>

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ
№ ФС 77-65320 от 12.04.2016
(РОСКОННАДЗОР, г. Москва)

The log is included in the international AGRIS database

The log is included in the list of the Highest certifying
commission of the reviewed scientific publications
(order of the Ministry of science and the higher education
of the Russian Federation
of February 12, 2019 No. 21-r)

The journal is included in the Russian Science
Citation Index: <http://www.elibrary.ru>

Certificate of registration SMI PI
№ FS 77-65320 of 12.04.2016
(ROSKOMNADZOR, city of Moscow)

Главный редактор – доктор биологических наук, профессор **Мифтахутдинов Алевтин Викторович**

Редакционная коллегия**Сельскохозяйственные науки**

Фисинин В. И., д-р с.-х. наук, проф., академик РАН
Сотченко В. С., д-р с.-х. наук, проф., академик РАН
Вражнов А. В., д-р с.-х. наук, член-корреспондент РАН
Бахарев А. А., д-р с.-х. наук
Белооков А. А., д-р с.-х. наук
Васильев А. А., д-р с.-х. наук, проф.
Горбачева А. Г., д-р с.-х. наук
Гриценко С. А., д-р биол. наук
Грязнов А. А., д-р с.-х. наук
Зезин Н. Н., д-р с.-х. наук, проф.
Косилов В. И., д-р с.-х. наук, проф.
Овчинников А. А., д-р с.-х. наук, проф.
Орлянский Н. А., д-р с.-х. наук
Панфилов А. Э., д-р с.-х. наук, проф.
Порсев И. Н., д-р с.-х. наук
Ребезов М. Б., д-р с.-х. наук, проф.
Семенов В. Г., д-р биол. наук, проф.
Синявский И. В., д-р биол. наук
Супрунов А. И., д-р с.-х. наук

Биологические науки

Сидорова К. А., д-р биол. наук, проф.
Семенов В. Г., д-р биол. наук, проф.
Бачинская В. М., д-р биол. наук
Дерхо М. А., д-р биол. наук, проф.
Кузнецов А. И., д-р биол. наук, проф.
Шевченко А. И., д-р биол. наук, проф.

Ветеринарные науки

Василевич Ф. И., д-р ветеринар. наук, проф.,
академик РАН
Стекольников А. А., д-р ветеринар. наук, проф.,
академик РАН
Джуланов М. Н., д-р ветеринар. наук, проф.
Бачинская В. М., д-р биол. наук
Безин А. Н., д-р ветеринар. наук, проф.
Герунова Л. К., д-р ветеринар. наук, проф.
Дельцов А. А., д-р ветеринар. наук, проф.

Дерхо М. А., д-р биол. наук, проф.
Козак С. С., д-р биол. наук, проф.
Кушеев Ч. Б., д-р ветеринар. наук, проф.
Лыкасова И. А., д-р ветеринар. наук, проф.
Семенов В. Г., доктор биол. наук, проф.
Сидорова К. А., д-р биол. наук, проф.
Шевченко А. И., д-р биол. наук, проф.

Технические науки

Просеков А. Ю., д-р техн. наук, проф.,
член-корреспондент РАН
Серба Е. М., д-р биол. наук, проф.,
член-корреспондент РАН
Сложенкина М. И., д-р биол. наук, проф.,
член-корреспондент РАН
Астафьев В. Л., д-р техн. наук, проф.,
академик Академии с.-х. наук Республики Казахстан
Сагалбеков У. М., д-р с.-х. наук, проф.,
академик Академии с.-х. наук Республики Казахстан,
академик международной Академии науки и практики
организации производства
Курмангалиева Д. Б., д-р техн. наук
Мазитов Н. К., д-р с.-х. наук, проф.,
почетный член Академии наук Республики Татарстан
Муратов А. А., канд. с.-х. наук
Романюк Н. Н., канд. техн. наук
Басарыгина Е. М., д-р техн. наук, проф.
Буторин В. А., д-р техн. наук, проф.
Гриценко А. В., д-р техн. наук
Немировский А. Е., д-р техн. наук, проф.
Оськин С. В., д-р техн. наук, проф.
Резниченко И. Ю., д-р техн. наук, проф.
Саплин Л. А., д-р техн. наук, проф.
Сергеева И. Ю., д-р техн. наук
Тихонов С. Л., д-р техн. наук, проф.
Трояновская И. П., д-р техн. наук, проф.
Фоминых А. В., д-р техн. наук, проф.
Чарыков В. И., д-р техн. наук, проф.
Шепелёв С. Д., д-р техн. наук

Учредитель:

ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».
South-Ural State Agrarian University.

СОДЕРЖАНИЕ

Мифтахутдинов А. В. Профессор Рабинович Моисей Исаакович – памяти учителя, к 100-летию со дня рождения	137
--	-----

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Васильев А. А., Нохрин Д. Ю., Гасымов Ф. М., Глаз Н. В. Анализ агроклиматических условий Уральского региона за период с 1966-го по 2020 годы и перспективный прогноз изменения среднегодовой температуры до 2050 года	139
Лихачева Л. И., Сергеева Л. Б., Москалев А. В. Сравнительное изучение взаимосвязей урожайности с морфологическими признаками коллекционных образцов гороха посевного	148

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Алдибеков И. Т., Тойшиев Н. С., Болат А. Б., Беймуратова А. Е. Анализ конструктивных особенностей и режимов работы двухконтурного электродного водонагревателя	155
Барышников С. А., Плаксин А. М., Гриценко А. В., Галиев И. Г., Гималтдинов И. Х., Бурцев А. Ю., Рахимов Ж. С. Способ повышения качества ремонта валов турбокомпрессоров электроконтактным напеканием	163
Плаксин А. М., Гриценко А. В., Власов Д. Б. Взаимосвязь производительности комбинированных посевных агрегатов с показателями их безотказности и ремонтпригодности	171
Рахимов Р. С., Ялалетдинов А. Р., Рахимов И. Р., Ялалетдинов Д. А., Пацкань А. Р. Обоснование параметров универсального полуприцепа для разбрасывания органических удобрений	180

CONTENT

Miftakhutdinov A. V. Professor Rabinovich Moisei Isaakovich – in memory of the teacher, on the 100th anniversary of his birth	137
---	-----

AGRICULTURAL SCIENCES

Vasiliev A. A., Nokhrin D. Yu., Gasimov F. M., Glaz N. V. Analysis of the agro-climatic conditions of the Ural region for the 1966-2020 period and a long-term forecast of the average annual temperature changes until 2050.....	139
Likhacheva L. I., Sergeeva L. B., Moskalev A. V. Comparative study of the relationship between yield and morphological traits of collection of peas samples	148

TECHNICAL SCIENCES

Aldibekov I. T., Toyshiev N. S., Bolat A. B., Beimuratova A. E. Analysis of design features and operating modes of a double-circuit electrode water heater	155
Baryshnikov S. A., Plaksin A. M., Gritsenko A. V., Galiev I. G., Gimaltdinov I. Kh., Burtsev A. Yu., Rakhimov Zh. S. A method for improving the quality of repair of turbocharger shafts by electro contact sintering.....	163
Plaksin A. M., Gritsenko A. V., Vlasov D. B. Interaction between productivity of combined seeding units with reliability indicators and maintainability.....	171
Rakhimov R. S., Yalaletdinov A. R., Rakhimov I. R., Yalaletdinov D. A., Patskan A. R. Justification of the parameters of the universal semi-trailer for spreading organic fertilizers....	180

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ**VETERINARY SCIENCES**

Безин А. Н., Циулина Е. П., Идрисова Р. Р., Кушеев Ч. Б. Сравнительная оценка методов лечения при бурситах у высокопродуктивных коров.....	187
Дерхо М. А., Чернышова Л. В., Макарова Т. Н., Улитина О. С., Бурылов С. Н. Особенности эколого-санитарного состояния рыбохозяйственных водоемов в условиях лесостепной зоны Челябинской области	192
Козак С. С. Оценка эффективности дезинфицирующего средства «Хлорапин» для обеззараживания поверхностей на птицеперерабатывающих предприятиях.....	200
Лузова А. В., Семенов В. Г. Перспективные методы профилактики и терапии мастита коров.....	204
Мифтахутдинов А. В., Сайфульмулюков Э. Р., Ноговицина Е. А., Баннов Д. В., Филиппов П. Г., Кулемзин В. С., Завгородний В. А., Лазарева М. А. Оценка параметров тепловой нагрузки для цыплят-бройлеров в летний период и изучение влияния отдельных фармакологических средств на терморегуляцию организма.....	211

Bezin A. N., Tsiulina E. P., Idrisova R. R., Kusheev C. B. Comparative evaluation of bursitis treatment methods in highly productive cows	187
Derkho M. A., Chernyshova L. V., Makarova T. N., Ulitina O. S., Burylov S. N. Features of the ecological and sanitary state of fishery reservoirs in the conditions of the forest-steppe zone of Chelyabinsk region.....	192
Kozak S. S. Evaluation of the effectiveness of Chlorapine disinfectant for surface disinfection in poultry processing enterprises	200
Luzova A. V., Semenov V. G. Promising methods of prevention and therapy of cow mastitis	204
Miftakhutdinov A. V., Sayfulmulyukov E. R., Nogovitsina E. A., Bannov D. V., Filippov P. G., Kulemzin V. S., Zavgorodny V. A., Lazareva M. A. Evaluation of thermal load parameters for broiler chickens in summer period and study of the effect of individual pharmacological agents on body thermoregulation.....	211

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА
ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА,
ЗООТЕХНИЯ****PRODUCTION TECHNOLOGY
OF LIVESTOCK PRODUCTS,
ZOOTEC HNY**

Горелик О. В., Ребезов М. Б., Горелик А. С., Дьяков М. В. Оценка качественных показателей мяса, полученного от сверхремонтных телок разного возраста	218
Ребезов Я. М., Горелик О. В., Ребезов М. Б., Харлап С. Ю. Сравнительный анализ химического состава мяса индеек кроссов Белая широкогрудая и Хайбрид.....	226

Gorelik O. V., Rebezov M. B., Gorelik A. S., Dyakov M. V. Evaluation of quality indicators of meat obtained from over-repair heifers of different ages	218
Rebezov Ya. M., Gorelik O. V., Rebezov M. B., Kharlap S. Yu. Comparative analysis of the chemical composition of meat of cross-country turkeys Broad Breasted White and Hybrid	226

**БИОТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ
ПИТАНИЯ, ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

Гафурова И. Р., Абушаева А. Р., Садыгова М. К. Влияние технологических добавок на термостабильные свойства фруктово-овощных начинок	235
Сергеева И. Ю., Пермякова Л. В., Райник В. С., Рыбинцева О. А. Исследование кинетики ферментативного гидролиза растительных полимеров для повышения биодоступности напитков из злаковых культур	247
Тихонов С. Л., Тихонова Н. В., Кольберг Н. А., Кудряшов Л. С. Систематизация научных знаний о технологии получения и механизме действия некоторых биологически активных пептидов	254
Третьяк Л. Н., Ребезов М. Б., Гебель В. Л., Мифтахутдинов А. В. Анализ потребительских предпочтений и оценка свойств органической пищевой продукции	262

**FOOD BIOTECHNOLOGY,
STORAGE AND PROCESSING
OF AGRICULTURAL PRODUCTS**

Gafurova I. R., Abushaeva A. R., Sadygova M. K. Influence of technological additives on thermal stability properties of fruit and vegetable fillings	235
Sergeeva I. Yu., Permyakova L. V., Rainik V. S., Rybintseva O. A. Study of the kinetics of enzymatic hydrolysis of plant polymers to increase the bioavailability of cereal-based beverage....	247
Tikhonov S. L., Tikhonova N. V., Kolberg N. A., Kudryashov L. S. Systematization of scientific knowledge about the production technology and mechanism of action of certain biologically active peptides.....	254
Tretyak L. N., Rebezov M. B., Gebel V. L., Miftakhutdinov A. V. Analysis of consumer preferences and evaluation of the properties of organic food products	262

ПРОФЕССОР РАБИНОВИЧ МОИСЕЙ ИСААКОВИЧ – ПАМЯТИ УЧИТЕЛЯ, К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ

А. В. Мифтахутдинов

Моисей Исаакович Рабинович – доктор ветеринарных наук, профессор, член РАЕ и МААО, родился 12 июля 1922 года в г. Чернобыль Киевской области, в семье служащих.

Поступив в Троицкий ветеринарный институт (в настоящее время Институт ветеринарной медицины Южно-Уральского государственного аграрного университета), учебу и занятия в научном кружке кафедры фармакологии и токсикологии успешно сочетал с активной общественной работой, избирался секретарем комсомольской организации института.

В 1946 г. с отличием окончив институт, начал работать на уже ставшей ему родной кафедре фармакологии сначала лаборантом, а с 1949 г. – ассистентом. В 1952 г. защитил в Московской ветеринарной академии кандидатскую диссертацию «Действие советской камфоры на ганглиозные элементы вегетативной иннервации», вскоре стал доцентом. В 1957 г. был избран на должность заведующего кафедрой фармакологии и токсикологии, которую возглавлял до 2004 г. В 1967 г. в Омском ветеринарном институте защитил докторскую диссертацию «Экспериментальная и клиническая фармакология препаратов из растений рода *Linaria Mill*» и в 1968 г. был утвержден в ученом звании профессора.

Судьба Моисея Исааковича тесно связана с Институтом ветеринарной медицины Южно-Уральского государственного аграрного университета. Проработав на кафедре всю жизнь, Моисей Исаакович увлекал за собой коллектив кафедры, студентов, аспирантов, соискателей и докторантов, учеников и последователей. Под его руководством 42 ученых выполнили и защитили кандидатские и 8 сотрудников докторские диссертации.

Под руководством Моисея Исааковича сформировалась научная школа под общим названием «Применение фармакологических препаратов с целью повышения продуктивности животных и птицы и улучшения качества животноводческой продукции».

Первые исследования в этом направлении касались изыскания, фармакологического исследования и внедрения в практику новых лекарственных средств и растений, обладающих сердечно-сосудистым, желудочно-кишечным, мочегонным и руминаторным действием. По этой тематике защищено 9 кандидатских и 3 докторских диссертации. Вторым направлением явилось изучение экологической обстановки на Южном Урале. Проведены исследования по определению токсикантов, тяжелых металлов и микроэлементов в почве, воде, крови, моче, молоке и мясе животных. Для их уменьшения в крови, продуктах питания, повышения продуктивности животным и птице назначали внутрь энтеросорбенты. По этой тематике защищено 22 кандидатских и 2 докторских диссертации. Третьим направлением явилась разработка мероприятий по профилактике и лечению отравлений животных пестицидами. По этой тематике защищено 5 кандидатских и 3 докторских диссертации.

Моисей Исаакович – известный автор монографий, учебников, учебных пособий, справочников, конспектов лекций, различных научно-методических рекомендаций – всего им издано 230 научных работ. Широко известны его монографии: «Химиотерапевтические средства», «Новые энтеросорбенты»; «Новые энтеросорбенты и их применение в ветеринарной практике и животноводстве»; «Несовместимость и побочное действие лекарств, применяемых в ветеринарии», за что он получил диплом первой степени от МСХ РФ, а также учебники и учебные пособия (в том числе в соавторстве): «Фармакология», «Клиническая фармакология», «Общая фармакология», «Ветеринарная токсикология».

Многие исследования автора по изучению лекарственной флоры страны обобщены в монографиях «Лекарственные растения в ветеринарии», 1982; «Лекарственные растения в ветеринарной практике», 1987; «Ветеринарная фитотерапия» 1988; «Лекарственные растения

Южного Урала». Наиболее широко известный труд Моисея Исааковича «Практикум по ветеринарной фармакологии и рецептуре», он выдержал шесть изданий, по нему прошли обучение тысячи студентов по всему Советскому Союзу и России.

По инициативе и в результате и его личных усилий в Троицком ветеринарном институте была открыта аспирантура, дающая научные кадры и другим вузам, был создан и успешно работает до сих пор специализированный Совет по защите диссертаций по ветеринарным наукам, который изначально в течение многих лет возглавлял он сам.

Моисей Исаакович был убежден, что научная мысль развивается и крепнет при условии обязательного живого общения, обмена информацией, мнениями, поэтому много внимания уделял организации таких встреч ученых разного уровня, представляющих различные научные направления и школы. На базе кафедры фармакологии проведено пять Всероссийских и две Международных конференции фармакологов, в работе которых участвовали ученые из Москвы, Санкт-Петербурга, Омска, Новосибирска, Самары, Уфы, Карелии, Белоруссии.

Моисей Исаакович был человеком широкой эрудиции, удивительно компетентным во многих сторонах учебной и научной деятельности, был членом специализированного Совета по защите докторских и кандидатских диссертаций при Московской ветеринарной академии, членом конкурсной комиссии по учебной литературе раздела «Ветеринария», членом фармакологического комитета при Министерстве сельского хозяйства РФ, членом бюро Уральского отделения фармакологов, членом правления Всесоюзного общества фармакологов.

Очень строгий наставник, щедро делаясь своим опытом, знаниями, он требовал от своих подопечных полной отдачи в работе, активизации всех сил и способностей, постоянного движения вперед. Его учебники, практикумы и ста-

ти – образцы логичности и доступности читателю. Его имя хорошо известно всей России и за рубежом. Его лекции студентами и аспирантами всегда воспринимались с большим интересом и вниманием. Он много времени уделял постановке педагогического процесса и совершенствованию методической работы.

За активную, многостороннюю и плодотворную деятельность в науке, педагогическом процессе, общественной жизни Моисей Исаакович награжден различными знаками служения Отечеству, среди которых: медаль «За трудовое отличие в годы Великой Отечественной войны 1941–1945 гг.», Бронзовая медаль ВДНХ – 1967 год, медали «За доблестный труд» – 1970, 1980 годы, «Ветеран труда» – 1983 год; нагрудные знаки «Ударник 9-й пятилетки» – 1981 год, «Отличник высшей школы» – 1982 год; «За активную работу» по линии общества «Знание»; почетные грамоты Челябинского облисполкома и Всесоюзной организации общества «Знание»; десятки «Благодарственных писем» от различных организаций, учреждений и предприятий сельского хозяйства, многочисленные благодарности, объявленные приказами ректора. За рекомендации по производству новых препаратов, полученных из лекарственных растений, постановлением Главного комитета ВДНХ профессор Рабинович М.И. в 1963-м и 1967 гг. был награжден бронзовой медалью. В июле 2007 года к своему 85-летию Моисей Исаакович был удостоен самой высокой награды АПК РФ – ему вручена золотая медаль «За вклад в развитие агропромышленного комплекса России».

Целую жизнь – 66 лет – Моисей Исаакович проработал на кафедре фармакологии Института ветеринарной медицины Южно-Уральского государственного аграрного университета. На протяжении 47 лет он заведовал кафедрой. Скончался Моисей Исаакович 30 апреля 2012 года, оставив после себя большую научную школу, книги и существенный вклад в развитие ветеринарии в нашей стране.

Мифтахутдинов Алевтин Викторович, д-р биол. наук, профессор, заведующий кафедрой морфологии, физиологии и фармакологии, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: nirugavm@mail.ru.

* * *

УДК 63:551.5(470.5)

DOI: 10.55934/2587-8824-2022-29-2-139-147

**АНАЛИЗ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА
ЗА ПЕРИОД С 1966-ГО ПО 2020 ГОДЫ И ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ПРОГНОЗ
ИЗМЕНЕНИЯ СРЕДНЕГОДОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ДО 2050 ГОДА****А. А. Васильев, Д. Ю. Нохрин, Ф. М. Гасымов, Н. В. Глаз**

Использование метода математического моделирования для обработки метеорологических данных 13 метеостанций Урала показало, что глобальное потепление оказывает существенное влияние на климат этого региона. За период 1966–2020 гг. среднегодовая температура воздуха в Курганской области увеличилась в среднем на 1,97 °С, а температура вегетационного периода – на 1,39 °С, в Свердловской – на 1,95 и 1,59 °С, в Челябинской области – 1,98 и 1,62 °С соответственно. Изменение суммы осадков на Урале имеет разную направленность и интенсивность. В Златоусте и Бредах сумма осадков за год снижается (на 41,6 и 37,3 мм соответственно), в Троицке, Кургане и Макушино изменяется, тогда как на большей части Урала этот показатель возрастает, наиболее интенсивно в Ивделе и Туринске – на 72,8 и 71,8 мм, в Верхотурье и Екатеринбурге – на 55,4 и 51,6 мм соответственно (в Красноуфимске, Шадринске, Челябинске и в Верхнем Дуброво – на 27,3–43,8 мм). Количество осадков за вегетационный период увеличилось в Ивделе (на 47,5 мм), Красноуфимске (на 37,0 мм), Шадринске (на 29,5 мм) и Верхотурье (на 25,0 мм). В Челябинске, Туринске, Екатеринбурге и в Верхнем Дуброво этот показатель изменился незначительно, в то время как в остальных пунктах наблюдения он снизился. Наиболее существенное снижение суммы осадков за вегетацию наблюдалось в Бредах (на 50,2 мм), в Макушино (на 39,5 мм), Троицке (на 25,0 мм), Златоусте (на 23,4 мм) и Кургане (на 23,3 мм). Отмечена тенденция к увеличению аридности Уральского климата. Гидротермический коэффициент вегетационного периода в Златоусте уменьшился с 2,25 до 1,87 (на 0,38), в Бредах – с 0,87 до 0,60 (на 0,27), в Макушино – с 1,08 до 0,83 (на 0,25), в Верхнем Дуброво – с 1,69 до 1,47 (на 0,22), в Кургане – с 1,08 до 0,89 (на 0,19), в Екатеринбурге – с 1,58 до 1,39 (на 0,19), в Троицке – с 1,00 до 0,82 (на 0,18), в Челябинске – с 1,27 до 1,15 (на 0,12), в Туринске – с 1,53 до 1,42 (на 0,11), в Верхотурье – с 1,81 до 1,72 (на 0,09 ед.). И только в 3 зонах (в Ивделе, Красноуфимске и Шадринске) данное изменение незначительно.

Ключевые слова: изменение климата, температура, осадки, тренд, гидротермический коэффициент.

Проблема изменения климата стала все-речь восприниматься в научной среде, начиная с 1963 года, когда Национальный фонд науки США, а затем и Национальной академией наук США (в 1966 г.) признали не только наличие данной проблемы, но и вероятность влияния ее на человека [1]. И хотя в научной литературе продолжается дискуссия о причинах, вызывающих этот процесс, и о его последствиях для человечества, феномен «глобального потепления климата» признается большинством ученых [2–3]. Эта проблема – одна из наиболее важных проблем аграрной науки, поскольку происходящие

климатические изменения оказывают непосредственное влияние на сельское хозяйство. Установлено, что потепление климата существенно влияет на агроклиматический потенциал агроэкосистем [4], фитосанитарное состояние агрофитоценозов [5–7], показатели почвенного плодородия [8–9], эффективность удобрений [10], стабильность аграрного производства [11–14]. Для эффективного использования позитивных сторон потепления и разработки упреждающих мер в случаях негативного влияния необходимы исследования по выявлению закономерностей изменения регионального климата [15–17].

Цель исследований – оценить влияние глобального потепления на климат Уральского региона.

Материалы и методы исследований

Исследования проведены в 2021 г. в ЮУНИ-ИСК – филиале ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в рамках выполнения Государственного задания по теме «Создание и усовершенствование адаптивных технологий возделывания экономически значимых сельскохозяйственных культур на основе оптимизации биотических и абиотических факторов». Объектом исследований являлись метеорологические данные Челябинской метеостанции и временные ряды Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – мирового центра данных [18–19]. При проведении исследований особое внимание уделялось периоду с 1966-го по 2020 гг. Обработку метеорологических данных проводили с использованием метода прямой магистральной функции следующего типа:

$$Y(t) = Y_0 + Gt,$$

где $Y(t)$ – теоретическое значение показателя на конкретное время, определяющее в динамике тенденцию изменения признака;

Y_0 – начальное значение изучаемого признака;

G – ускорение (изменение) изучаемого признака за единицу времени;

t – текущее время [20].

Для оценки статистической значимости тренда использовался критерий Фишера (F). Значимость коэффициентов регрессии оценивали по величине ошибки (S_b) и критерию Стьюдента (t). Уровень значимости $p = 0,05$.

Результаты и их обсуждение

На Урале имеется 5 метеостанций, где инструментальные исследования осуществляются с XIX века: Екатеринбург – с 1832 г., Златоуст – с 1881 г., Верхотурье – с 1890 г., Курган и Шадринск – с 1894 года (табл. 1).

По сравнению с XIX веком среднегодовая температура в Екатеринбурге к 2020 году увеличилась на 3,01 °С, в Кургане – на 2,83 °С, в Верхотурье – на 2,48 °С, в Шадринске – на 2,30 °С, в Златоусте – на 2,22 °С. Коэффициент линейного тренда (средняя скорость изменения) температуры воздуха при этом составил: в Кургане – 0,0189 °С, в Шадринске – 0,0177 °С, в Екатеринбурге – 0,0172 °С, в Верхотурье и Златоусте – 0,0168 °С в год.

Представленные выше данные свидетельствуют о том, что глобальное потепление существенно влияет на климат Уральского региона. Использование метода прямой магистральной функции позволило дать количественную оценку происходящим изменениям среднегодовой температуры воздуха и количества осадков. Установлено, что изменение среднегодовой температуры воздуха за 1966–2020 гг. – процесс практически однородный. В Курганской области тренд годовой температуры в среднем со-

Таблица 1 – Изменение температуры воздуха на Урале за период инструментальных исследований, °С

Период	Екатеринбург	Златоуст	Верхотурье	Курган	Шадринск
в XIX веке	0,60	-0,02	-0,54	0,28	1,00
1901–1910	1,05	0,43	-0,14	0,97	1,18
1911–1920	0,97	0,49	0,11	1,21	1,56
1921–1930	1,44	0,48	0,75	2,25	1,97
1931–1940	1,75	1,01	0,72	1,63	2,00
1941–1950	1,33	0,72	0,60	1,06	1,64
1951–1960	1,68	0,94	0,42	1,27	1,67
1961–1970	1,81	0,99	0,39	1,79	1,96
1971–1980	2,16	1,03	0,76	1,70	2,13
1981–1990	2,85	1,56	1,29	2,40	2,72
1991–2000	2,91	1,70	1,35	2,51	2,89
2001–2010	3,39	2,27	1,77	3,17	3,37
2011–2020	3,61	2,20	1,94	3,11	3,30



ставил 1,97 °С (в пределах от 1,96 до 1,98 °С), в Свердловской – 1,95 °С (от 1,82 до 2,12 °С), в Челябинской области – 1,98 °С (от 1,86 до 2,14 °С) (табл. 2). Изменения годовой температуры воздуха на примере метеостанции г. Златоуст наглядно представлены на рисунке 1.

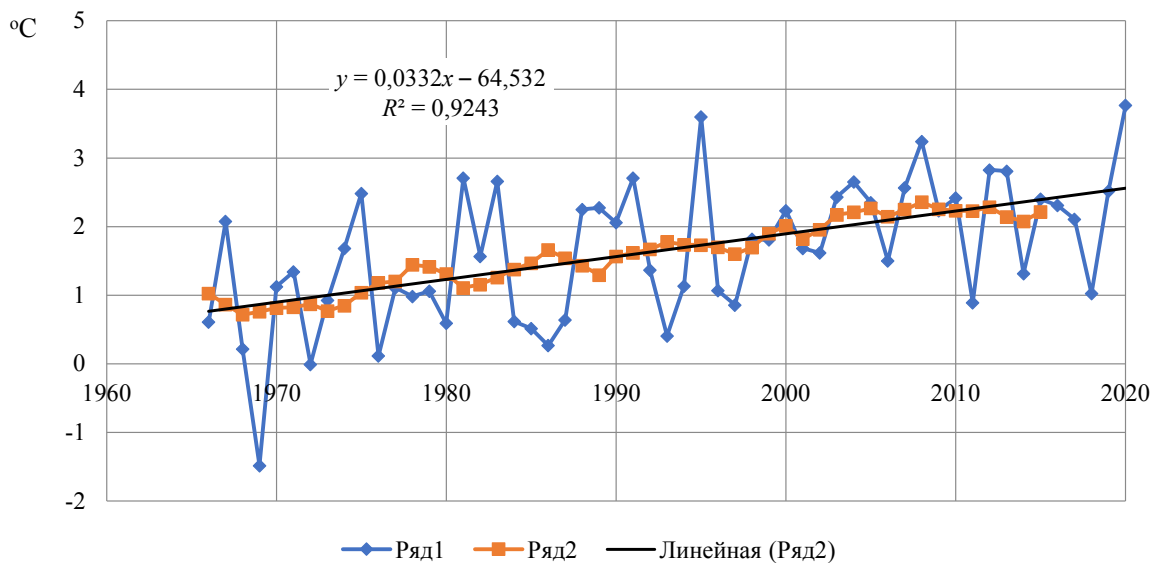
Если темпы потепления климата сохранятся, то через 30 лет среднегодовая темпе-

ратура воздуха на Урале увеличится еще на 1,02–1,23 °С, достигнув в Бредах 5,19 °С, в Челябинске – 5,17 °С, в Троицке – 5,04 °С, в Екатеринбурге – 4,95 °С, Шадринске – 4,83 °С, в Кургане – 4,51 °С, в Верхнем Дуброво – 4,17 °С, в Макушино – 4,12 °С, в Красноуфимске – 3,73 °С, в Златоусте – 3,57 °С, в Туринске – 3,51 °С, в Верхотурье – 3,38 °С, в Ивделе – 2,04 °С.

Таблица 2 – Изменение годовой температуры воздуха на Урале за 1966–2020 гг.

Метеостанция	Температура воздуха, °С			Ускорение (G), °С/год	Коэффициент детерминации (R ²)*
	Y ₀	Y _t	тренд		
Шадринск	1,75	3,73	1,98	0,0366	0,8835
Макушино	1,04	3,02	1,98	0,0367	0,8238
Курган	1,33	3,29	1,96	0,0407	0,9013
Ивдель	-1,26	0,86	2,12	0,0392	0,8891
Верхотурье	0,36	2,30	1,94	0,0360	0,8507
Красноуфимск	0,87	2,71	1,84	0,0341	0,8548
Туринск	0,56	2,38	1,82	0,0375	0,8601
Верхнее Дуброво	1,12	3,07	1,95	0,0366	0,9190
Екатеринбург	1,70	3,72	2,02	0,0411	0,9150
Златоуст	0,71	2,55	1,84	0,0340	0,9243
Челябинск	1,84	3,98	2,14	0,0397	0,9210
Троицк	2,15	4,01	1,86	0,0344	0,8919
Бреды	1,98	4,04	2,06	0,0382	0,9057

* R² для тренда температуры, усредненной по скользящим 11-летним периодам.



Ряд 1 – среднегодовая температура воздуха; Ряд 2 – 11-летняя скользящая средняя;
Линейная (Ряд1) – линия тренда

Рис. 1. Динамика среднегодовой температуры воздуха по данным метеостанции г. Златоуст (1966–2020 гг.)

Фактическая скорость изменения температуры воздуха на Урале варьировала от 0,0340 °С (в Златоусте) до 0,0411 °С (в Екатеринбурге). Расчет коэффициента детерминации (R^2) показал, что от 82,4 до 92,4% дисперсии среднегодовой температуры объясняется построенными моделями зависимостей.

Повышение температуры периода вегетации в Челябинской области в среднем составило 1,62 °С (от 1,46 до 1,75 °С), в Свердловской области – 1,59 °С (от 1,11 до 2,05 °С), в Курганской области – 1,39 °С (от 1,31 до 1,50 °С) (табл. 3).

Коэффициент линейного тренда температуры вегетационного периода изменялся от 0,0205 °С (в Красноуфимске) до 0,0380 °С (в Екатеринбурге). В среднем по Курганской области он составил 0,0258 °С, в Свердловской – 0,0295 °С, а в Челябинской области – 0,0300 °С. Скорость повышения средней за вегетацию температуры воздуха в Курганской области оказалась в 1,47 раза, в Свердловской – в 1,26 раза и в Челябинской области – в 1,22 раза меньше, чем среднегодовой температуры воздуха.

Сохранятся ли выявленные темпы потепления климата на Урале? Анализ изменения среднегодовой температуры воздуха по 11-летним скользящим средним показал, что мак-

симальное ее значение отмечалось в период 2003–2013 годов. Тогда в период 2010–2020 гг. этот показатель в Шадринске снизился на 0,18 °С, в Туринске – на 0,15 °С, в Златоусте – на 0,14 °С, в Верхотурье – на 0,13 °С, в Челябинске и Кургане – на 0,12 °С, в Троицке – на 0,10 °С, в Бредах – на 0,09 °С, в Верхнем Дуброво – на 0,06 °С, в Екатеринбурге – на 0,05 °С, в Красноуфимске – на 0,02 °С. Потепление продолжилось только на самом севере Свердловской области (метеостанция г. Ивдель), где температура последнего 11-летнего периода оказалась на 0,12 °С выше, чем в 2010–2020 гг. Означает ли это, что процесс потепления климата на Урале замедлился? Покажет время.

Изменение суммы осадков имеет разную направленность и интенсивность. Так, годовое количество осадков в Златоусте и Бредах снижается (на 41,6 и 37,3 мм соответственно), практически не изменяется в Троицке, Кургане и Макушино, тогда как в большинстве районов Урала этот показатель возрастает, наиболее интенсивно в Ивделе и Туринске (на 72,8 и 71,8 мм), затем в Верхотурье и Екатеринбурге (на 55,4 и 51,6 мм), в Красноуфимске, Шадринске, Челябинске и Верхнем Дуброво – на 27,3–43,8 мм (рис. 2).

Количество осадков за период вегетации увеличилось в Ивделе (на 47,5 мм), Красно-

Таблица 3 – Изменение температуры воздуха за период вегетации (май-сентябрь) на Урале за 1966–2020 гг.

Метеостанция	Температура воздуха, °С			Ускорение (G), °С/год	Коэффициент детерминации (R^2)*
	Y_0	Y_1	тренд		
Шадринск	14,62	15,98	1,36	0,0252	0,8672
Макушино	14,78	16,09	1,31	0,0243	0,8337
Курган	14,91	16,41	1,50	0,0278	0,8703
Ивдель	11,42	13,16	1,74	0,0322	0,8962
Верхотурье	12,50	14,11	1,61	0,0298	0,8936
Красноуфимск	13,56	14,67	1,11	0,0205	0,8452
Туринск	13,28	14,69	1,41	0,0265	0,8324
Верхнее Дуброво	13,03	14,66	1,63	0,0302	0,7954
Екатеринбург	13,46	15,51	2,05	0,0380	0,8862
Златоуст	12,16	13,79	1,63	0,0302	0,7969
Челябинск	14,50	16,25	1,75	0,0324	0,9017
Троицк	15,63	17,09	1,46	0,0271	0,8249
Бреды	15,79	17,42	1,63	0,0301	0,7284

* R^2 для тренда температуры, усредненной по скользящим 11-летним периодам.



уфимске (на 37,0 мм), Шадринске (на 29,5 мм) и Верхотурье (на 25,0 мм). В Челябинске, Туринске, Екатеринбурге и в Верхнем Дуброво этот показатель изменился незначительно, в то время как в остальных пунктах наблюде-

ния он снизился. Наиболее существенное снижение суммы осадков за вегетацию наблюдалось в Бредах (на 50,2 мм), затем в Макушино (на 39,5 мм), Троицке (на 25,0 мм), Златоусте (на 23,4 мм) и Кургане (на 23,3 мм) (рис. 3).

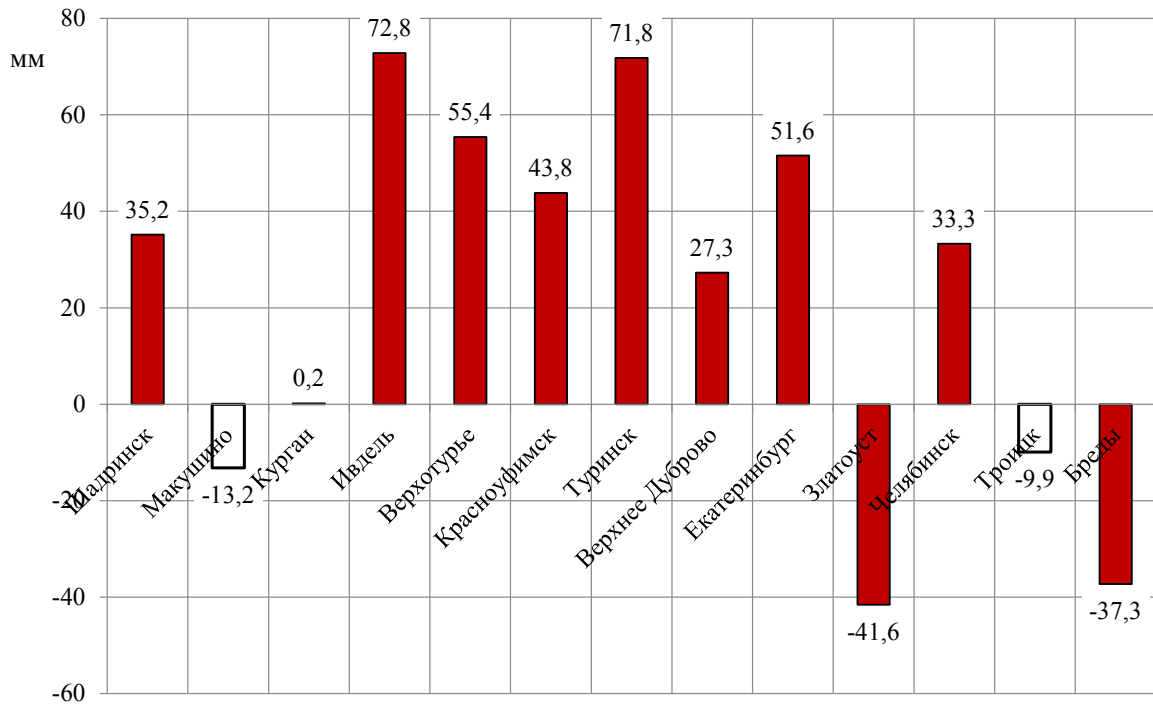


Рис. 2. Изменение годовой суммы осадков на Урале за 1966–2020 гг. (окрашены тренды, значимые на уровне 95%)

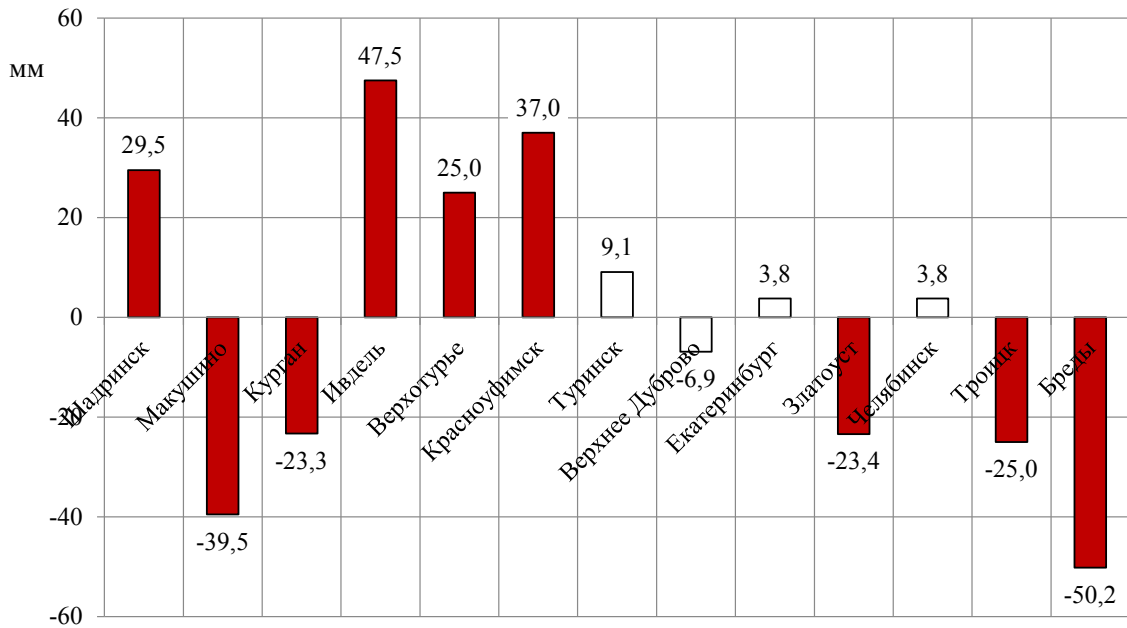


Рис. 3. Изменение количества осадков за период вегетации на Урале за 1966–2020 гг. (окрашены тренды, значимые на уровне 95%)

В целом по Уральскому региону наиболее существенное повышение среднемесячной температуры воздуха отмечается в феврале (на 3,8 °С) и в январе (на 3,5 °С), затем в октябре (на 2,9 °С), марте (на 2,7 °С) и декабре (на 2,4 °С). На уровне среднегодового тренда оказались изменения температуры воздуха в мае (+2,1 °С), августе (+2,0 °С) и июне (+1,6 °С). Наименьшие тренды температуры отмечались в апреле (+0,5 °С), ноябре (+0,6 °С), июле (+1,0 °С) и сентябре (1,1 °С).

Наиболее сильное потепление климата отмечается в зимний период (на 2,82–3,53 °С в зависимости от пункта наблюдений). Весна в Курганской области стала теплее в среднем на 2,22 °С, осень – на 1,45 °С, лето – на

1,38 °С. Сравнительно равномерное потепление отмечено в Свердловской области: весенний период стал теплее на 1,68 °С, летний – на 1,46 °С, осенний – на 1,51 °С. Аналогичная закономерность отмечена и по Челябинской области: лето здесь стало теплее в среднем на 1,79 °С, весна – на 1,60 °С, осень – на 1,57 °С. В Свердловской области исключением из общей закономерности был Екатеринбург, где в большей степени повышалась температура летнего периода (на 2,03 °С), в меньшей мере температура весенней (на 1,65 °С) и осенней части сезона (на 1,66 °С) (табл. 4).

Для территории Уральского региона характерно увеличение количества осадков весной (в среднем на 14,5 мм) и снижение летом

Таблица 4 – Сезонные изменения температуры воздуха (°С) и количества осадков (мм) на Урале за период 1966–2020 гг.

Метеостанция	Период			
	Зима	Весна	Лето	Осень
Тренды температуры воздуха, °С				
Шадринск	3,27	1,93	1,35	1,35
Макушино	2,82	2,36	1,28	1,46
Курган	3,39	2,37	1,50	1,53
Ивдель	3,36	1,79	1,49	1,83
Верхотурье	3,35	1,59	1,43	1,41
Красноуфимск	3,52	1,47	1,03	1,35
Туринск	3,42	2,07	1,21	1,40
Верхнее Дуброво	3,32	1,53	1,57	1,40
Екатеринбург	3,53	1,65	2,03	1,66
Златоуст	3,04	1,13	1,76	1,41
Челябинск	3,45	2,00	1,87	1,71
Троицк	2,82	1,50	1,63	1,49
Бреды	2,93	1,77	1,90	1,66
Тренды количества осадков, мм				
Шадринск	5,7	-10,7	-4,2	2,1
Макушино	4,9	19,2	-38,9	1,6
Курган	3,7	-14,7	-16,2	-5,5
Ивдель	0,2	-5,2	-4,4	0,0
Верхотурье	11,6	34,2	3,4	6,2
Красноуфимск	-3,7	32,8	28,0	-13,4
Туринск	5,8	15,5	-5,7	8,3
Верхнее Дуброво	1,1	12,5	-6,9	2,4
Екатеринбург	-1,7	-4,9	-12,9	-2,8
Златоуст	-22,6	5,8	-25,8	1,0
Челябинск	-1,7	21,9	-0,7	17,7
Троицк	6,8	6,4	-22,1	-2,7
Бреды	3,8	19,3	-51,1	-9,3



(на 14,1 мм). В наибольшей мере сумма весенних осадков возрастала в Верхотурье (на 34,2 мм), Красноуфимске (на 32,8 мм), Челябинске (на 21,9 мм), Бредах (на 19,3 мм) и Макушино (на 19,2 мм), в меньшей степени – в Туринске (на 15,5 мм) и в Верхнем Дуброво (на 12,5 мм). В летний период наибольшее уменьшение суммы осадков отмечалось в Бредах – на 51,1 мм, в Макушино – на 38,9 мм, в Златоусте – на 25,8 мм, Троицке – на 22,1 мм, Кургане – на 16,3 мм и Екатеринбурге – на 12,9 мм. Увеличение количества летних осадков отмечено только в Красноуфимске (на 28,0 мм), тогда как в остальных зонах изменения незначительны.

Комплексным показателем для оценки агроклиматических условий зоны служит гидротермический коэффициент Селянинова, представляющий собой отношение суммы осадков, увеличенной в 10 раз, к сумме эффективных температур воздуха за анализируемый период времени.

Следствием изменения водного и температурного режимов стало увеличение аридности климата. За период с 1966-го по 2020 гг. гидротермический коэффициент периода вегетации изменился в сторону уменьшения в большинстве районов Уральского региона: в Златоусте с 2,25 до 1,87 (на 0,38), в Бредах – с 0,87 до 0,60 (на 0,27), в Макушино – с 1,08 до 0,83 (на 0,25), в Верхнем Дуброво – с 1,69 до 1,47 (на 0,22), в Кургане – с 1,08 до 0,89 (на 0,19), в Екатеринбурге – с 1,58 до 1,39 (на 0,19), в Троицке – с 1,00 до 0,82 (на 0,18), в Челябинске – с 1,27 до 1,15 (на 0,12), в Туринске – с 1,53 до 1,42 (на 0,11), в Верхотурье – с 1,81 до 1,72 (на 0,09 ед.). В 3 пунктах изменение ГТК незначительное: в Красноуфимске (+0,06), в Шадринске (+0,02) и Ивделе ($\pm 0,00$).

Для Златоуста данное изменение можно считать положительным, так как период вегетации в горно-лесной зоне Челябинской области перестал быть избыточно влажным. Заметное ухудшение условий выращивания культурных растений следует констатировать в Бредах, Троицке, Кургане и Макушино. Здесь получение планируемых урожаев полевых культур на богаре становится практически невозможным.

Выводы

1. Глобальное потепление существенно влияет на климат Урала. Методом матема-

тического моделирования установлено, что за период 1966–2020 гг. среднегодовая температура воздуха в Челябинске увеличилась на 2,14 °С, в Бредах – на 2,06 °С, в Екатеринбурге – на 2,02 °С, в Шадринске и Макушино – на 1,98 °С, в Кургане – на 1,96 °С, в Верхнем Дуброво – на 1,95 °С, в Верхотурье – на 1,94 °С, в Ивделе и Троицке – на 1,86 °С, в Красноуфимске и Златоусте – на 1,84 °С, в Туринске – на 1,82 °С.

2. Существенное снижение количества осадков за период вегетации в Бредах (на 50,2 мм), Макушино (на 39,5 мм), Троицке (на 25,0 мм), Златоусте (на 23,4 мм) и Кургане (на 23,3 мм) привело к заметному ухудшению условий выращивания культурных растений. В 4 зонах Уральского региона получение планируемых урожаев культур растений без применения водосберегающих технологий возделывания становится практически невозможным: в Бредах (где ГТК за период 1966–2020 гг. уменьшился с 0,87 до 0,60), в Троицке (с 1,00 до 0,82), в Кургане (с 1,08 до 0,89) и в Макушино (с 1,08 до 0,83). Для Златоуста снижение ГТК с 2,25 до 1,87 окажет положительное влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур, так как период вегетации здесь перестал быть избыточно влажным.

3. Изменение климата на Урале требует от аграрной науки создания адаптивных сортов, разработки научно обоснованных агроэкосистем и агрофитоценозов с высокой устойчивостью растений к стрессам и совершенствованию технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Это обусловлено тем, что в случае, если наша гипотеза, основанная на анализе фактического материала, окажется верной, то к 2050 году климат на Урале потеплеет еще на 1,02–1,23 °С, а среднегодовая температура воздуха в Бредах достигнет 5,19 °С, в Челябинске – 5,17 °С, в Троицке – 5,04 °С, в Екатеринбурге – 4,95 °С, Шадринске – 4,83 °С, в Кургане – 4,51 °С, в Верхнем Дуброво – 4,17 °С, в Макушино – 4,12 °С, в Красноуфимске – 3,73 °С, в Златоусте – 3,57 °С, в Туринске – 3,51 °С, в Верхотурье – 3,38 °С, в Ивделе – 2,04 °С.

Список литературы

1. Изменение климата: факты, гипотезы, мнения. Досье. Режим доступа : <http://www.tass.ru/info/2445839> (дата обращения 16.03.2022).

2. Жигалин А. Д. Изменение климата: потепление или похолодание? // Анализ, прогноз и управление природными рисками с учетом глобального изменения климата «ГЕОРИСК-2018»: матер. X Междунар. науч.-практ. конф. по проблемам снижения природных опасностей и рисков : в 2 томах. М., 2018. С. 44–49.
3. Woolf D., Solomon D., Lehmann J. Land restoration in food security programmes: synergies with climate change mitigation // *Climate Policy*. 2018. Vol. 18 (10). P. 1260–1270. DOI: 10.1080/14693062.2018.1427537.
4. Шайхулмарданова Л. В., Гурьянов В. В., Переведенцев Ю. П. Изменение климатических условий на территории Приволжского федерального округа в XIX–XXI веках // *Ученые записки Казанского университета. Сер. : Естественные науки*. 2018. Т. 160. Кн. 3. С. 531–541.
5. Climate change and diseases of food crops / J. Luck [et al.] // *Plant Pathology*. 2011. Vol. 60. № 1. P. 113–121. DOI: 10.1111/j.1365-3059.2010.02414.x.
6. Ткаченко О. Б. Прогноз поражения снежной плесенью озимых зерновых в Сибири в связи с изменениями климата // *Микология и фитопатология*. 2018. Т. 52. № 6. С. 382–385. DOI: 10.1134/S0026364818060077.
7. Ludwig F., Milroy S. P., Asseng S. Impacts of recent climate change on wheat production systems in Western Australia // *Climatic Change*. 2009. Vol. 92. P. 495–517. DOI: 10.1007/s10584-008-9479-9.
8. Белолобцев А. И. Изменение агрофизических показателей плодородия эродированных почв под влиянием глобального потепления климата // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2009. Вып. 4. С. 31–42.
9. Сафина Г. Р., Голосов В. Н. Влияние изменений климата на внутригодичное распределение стока малых рек южной половины Европейской территории России // *Ученые записки Казанского университета. Сер. : Естественные науки*. 2018. Т. 160. Кн. 1. С. 111–125.
10. Оценка и прогноз эффективности минеральных удобрений в условиях изменяющегося климата / О. Д. Сиротенко, В. А. Романенков, В. Н. Павлова, М. П. Листова // *Агрохимия*. 2009. № 7. С. 26–33.
11. Федотова Л. С., Кравченко А. В. В изменяющихся климатических условиях нужны новые подходы к возделыванию картофеля // *Картофель и овощи*. 2011. № 2. С. 20–22.
12. Панфилов А. Э., Овчинников П. Ю. Региональные изменения климата и технология выращивания кукурузы на зерно на Южном Урале // *Земледелие*. 2022. № 1. С. 30–34. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-1-30-34.
13. Battisti D. S., Naylor R. L. Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat // *Science*. 2009. Vol. 323. № 5911. P. 240–244. DOI: 10.1126/science.1164363.
14. Иванов А. Л. Глобальное изменение климата и его влияние на сельское хозяйство // *Земледелие*. 2009. № 1. С. 3–5.
15. Глобальные и региональные изменения климата на рубеже XX и XXI столетий / Ю. П. Переведенцев, Ф. В. Гоголь, Э. П. Наумов, К. М. Шанталинский // *Вестник Воронежского государственного университета. Сер. : География. Геоэкология*. 2007. № 2. С. 5–12.
16. Nitrogen fertiliser rate and post-anthesis waterlogging effects on carbohydrate and nitrogen dynamics in wheat / D. Jiang, X. Fan, T. Dai, W. Cao // *Plant and Soil*. 2008. Vol. 304. P. 301–314. DOI: 10.1007/s11104-008-9556-x.
17. Long-term tendencies in climate change of the Urals due to global warming / A. A. Vasiliev, L. V. Ufimtseva, N. V. Glaz, D. Y. Nokhrin // *E3S Web of Conferences. Ser. “International Scientific and Practical Conference “Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad”, DAIC 2020” 2020*. DOI: 10.1051/e3sconf/202022205001. Access mode : https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/82/e3sconf_daic2020_05001.pdf (date of application 12.12.2021).
18. Описание массива данных среднемесячной температуры воздуха на станциях России / О. Н. Бульгина, В. Н. Разуваев, Л. Т. Трофименко, Н. В. Швец. Режим доступа : <http://meteo.ru/data/156-temperature#описание-массива-данных> (дата обращения 12.12.2021).
19. Описание массива данных месячных сумм осадков на станциях России / О. Н. Бульгина, В. Н. Разуваев, Н. Н. Коршунова, Н. В. Швец. Режим доступа : <http://meteo.ru/data/158-total-precipitation#описание-массива-данных> (дата обращения 12.12.2021).



20. Динамическое моделирование при обработке экспериментальных данных / Н. А. Полев, В. В. Юрашев, И. С. Шатилов, А. Г. Замараев // Агрехимический вестник. 2001. № 1. С. 34–36.

Васильев Александр Анатольевич, д-р с.-х. наук, главный научный сотрудник, отдел картофеляводства, ФГБНУ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН.

E-mail: kartofel_chel@mail.ru.

Нохрин Денис Юрьевич, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник, отдел инструментальных методов исследования, ФГБНУ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН.

E-mail: nokhrin8@mail.ru.

Гасымов Фирудин Мамедага оглы, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, отдел садоводства, ФГБНУ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН.

E-mail: lstpk@mail.ru.

Глаз Николай Владимирович, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, отдел садоводства, ФГБНУ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН.

E-mail: uyniisk@mail.ru.

* * *

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ УРОЖАЙНОСТИ С МОРФОЛОГИЧЕСКИМИ ПРИЗНАКАМИ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ГОРОХА ПОСЕВНОГО

Л. И. Лихачева, Л. Б. Сергеева, А. В. Москалев

В Красноуфимском селекционном центре в период 2018–2020 гг. проводилось изучение новых источников селекционных признаков для увеличения генофонда исходного материала, необходимого для создания новых сортов гороха с ценными хозяйственными признаками: высокобелковость, устойчивость к полеганию, неосыпаемость семян, урожайность в условиях Среднего Урала. Изучаемая коллекция сортообразцов гороха состояла из образцов ВИГРР им. Н.И. Вавилова и перспективных сортов различных российских селекционных учреждений в количестве 127 номеров. По итогам трехлетнего изучения сортообразцов коллекции ВИР в различных погодных условиях выявлены номера гороха с высоким потенциалом урожайности, устойчивые к полеганию. Сортообразцы гороха усатого морфотипа: Премьер, Рокет, Астронавт, Альвеста, Мадонна, Оплот, Сотник показали высокую продуктивность по сравнению со стандартом от 5,7 до 12,7%. Превышение происходило за счет большей массы 1000 зерен и массы зерна с растения, а также большей озерненности бобов. Все изучаемые сортообразцы гороха усатого морфотипа имели гладкие семена, но благодаря устойчивости к полеганию это не повлияло на их урожайность. Среди сортообразцов гороха листочкового морфотипа наибольшую продуктивность показали более низкорослые сорта: Эдем, Таловец 65, Венец, Красноуфимский неосыпающийся и линия 13-24 (превышение от 5,1% до 16,9% к стандарту). Выделившиеся сортообразцы гороха листочкового морфотипа имели ген неосыпаемости семян (*def*), что говорит об их конкурентоспособности по сравнению с сортами с гладкими семенами. Данные сортообразцы могут быть использованы в качестве исходного материала при создании новых сортов гороха в условиях Среднего Урала.

Ключевые слова: селекция, продуктивность, сорт, сортоиспытание, горох посевной, коллекция, сорт, селекция, продуктивность.

Горох (*Pisum sativum* L.) – основная зернобобовая культура в нашей стране, широко возделываемая в различных почвенно-климатических условиях. Благодаря высокой пластичности, многообразию сортов, холодостойкости и скороспелости, горох имеет широкий ареал распространения [1, 2].

Посевные площади гороха посевного (по данным Росстата) в 2020 году были на уровне 1324,5 тыс. га (1,7%). За год они увеличились на 4,2% (на 66,1 тыс. га), за пять лет (2016–2020 гг.) – на 23,0% (на 246,8 тыс. га), за десять лет (2011–2020 гг.) – на 95,3% (на 643,1 тыс. га) [3].

Горох обладает целым рядом достоинств. Ценной биологической особенностью является сравнительно короткий вегетационный период и устойчивость к весенним заморозкам [4]. Вносит решающий вклад в азотный баланс наземных экосистем и агроценозов [5].

В последнее время селекционеров привлекает признак безлисточковости (*af*, *afila*), когда у растений гороха при отсутствии листочков наблюдается мощное развитие горизонтально расположенных усов при нормальном развитии прилистников. Интересны генотипы, имеющие неосыпающиеся семена (*def*, *development funiculus*) [6, 7]. Безлисточковые растения гороха с коротким стеблем сцепляются усом, обеспечивая высокую устойчивость к полеганию и возможность уборки прямым комбайнированием [8, 9, 10].

Для селекции необходимо иметь подробную характеристику исходного материала по длине вегетационного периода, продуктивности, элементам структуры урожая, особенностям развития вегетативных и генеративных органов. Важна информация по реакции сорта на температурный и водно-воздушный



режимы, требовательность к элементам почвенного питания, устойчивости к различным типам болезней и вредителей, устойчивости к полеганию, осыпанию и пригодности к механизированной уборке. Для селекции на урожайность представляют интерес образцы, имеющие высокую продуктивность семян с одного растения, озерненность и количество бобов на растении [11]. Поэтому главной задачей селекционера является поиск новых доноров и ценных источников для создания сортов, приспособленных к современным технологиям возделывания и условиям произрастания [12, 13, 10].

Условия и методика

Изучение коллекции гороха различного эколого-географического происхождения проводилось в Красноуфимском селекционном центре Уральского НИИСХ – филиале ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в 2018–2020 годах в рамках выполнения Государственного задания Минобрнауки: «Фундаментальные основы управления селекционным процессом создания новых генотипов растений с высокими хозяйственно-ценными признаками продуктивности, устойчивости к био- и абиострессорам (150) по теме: «Создание конкурентоспособных, высокоурожайных сортов зерновых, зернобобовых, кормовых, плодово-ягодных культур и картофеля мирового уровня на основе перспективных генетических ресурсов, устойчивых к био- и абиотическим факторам». Коллекция сортообразцов гороха представлена образцами ВИГРР им. Н.И. Вавилова и перспективными сортами различных российских селекционных учреждений в количестве 127 номеров. Опыты были заложены на серой лесной почве стационарного севооборота с почвенной характеристикой: $pH_{\text{сол}}$ – 6,5; гидролитическая кислотность – 1,6 мг/100 г почвы; содержание гумуса 7,0%; легкогидролизующий азот – 113 мг/кг; обменный калий – 145 мг/кг; содержание фосфора – 251 мг/кг. Предшественник – занятый пар (рапс на сидерат). Применялась агротехника, общепринятая для зоны Среднего Урала. Семена высевались сеялкой ССФК-7 на делянках с учетной площадью 3 м², с нормой высева 120–150 зерен на 1 м². В качестве стандартов использовали сорт Марафон для листочковых форм и Красноуфимский 11 для усатых форм.

Фенологические наблюдения сделаны по фазам развития: всходы, цветение, восковая спелость. Глазомерную оценку общего состояния сортов провели в период цветения и перед уборкой. Проанализировано 15 элементов структуры урожая на 25 растениях, взятых со средних рядков каждой делянки. Уборка проводилась прямым комбайнированием комбайном «Nege-125». Урожай учитывался путем взвешивания зерна со всей делянки [2]. Содержание белка в зерне определяли в аналитической лаборатории Уральского НИИСХ по Кьельдалю. Учет поражения аскохитозом проводился в фазу молочно-восковой спелости согласно шкале, рекомендованной ВИР [14].

В период исследования с 2018-го по 2020 годы складывались благоприятные условия для роста и развития гороха. Гидротермический коэффициент в эти годы составил 1,5, 2,1 и 1,0 соответственно. За период вегетации в 2018 году выпало 264 мм осадков (на 5% выше среднегодовой), в 2019 году – 346 мм (на 38% выше среднегодовой) и в 2020 году 149 мм (на 24% ниже среднегодовой) (рис. 1). Температурный режим в 2018-м и 2019 годах находился на уровне среднегодового значения, в 2020 г. средняя температура была выше среднегодовой на 4,5 °С.

Результаты исследований

По результатам изучения коллекции гороха по продуктивности были выделены 7 сортообразцов гороха с усатым типом листа: Премьер (ФГБНУ Федеральный Ростовский аграрный научный центр), Рокет (Дания), Астронавт (Германия), Альвеста (ООО КВС Рус), Мадонна (Германия), Оплот (Украина), Сотник (ФГБНУ Федеральный Ростовский аграрный научный центр) и 5 сортообразцов гороха с листочковым типом листа: низкорослый сорт Эдем (Уральский НИИСХ) и линия 13–24 (Уральский НИИСХ), длинностебельные: Таловец 65 (ФГБНУ НИИСХ Центрально-Черноземной полосы имени В.В. Докучаева), Венец (ФГБУН ФИЦ Казанский научный центр РАН), Красноуфимский неосыпающийся (Уральский НИИСХ) (рис. 2).

По данным дисперсионного анализа были выявлены существенные различия между сортами, обусловленные влиянием среды (38%) и сортовых особенностей (30%) (табл. 1).

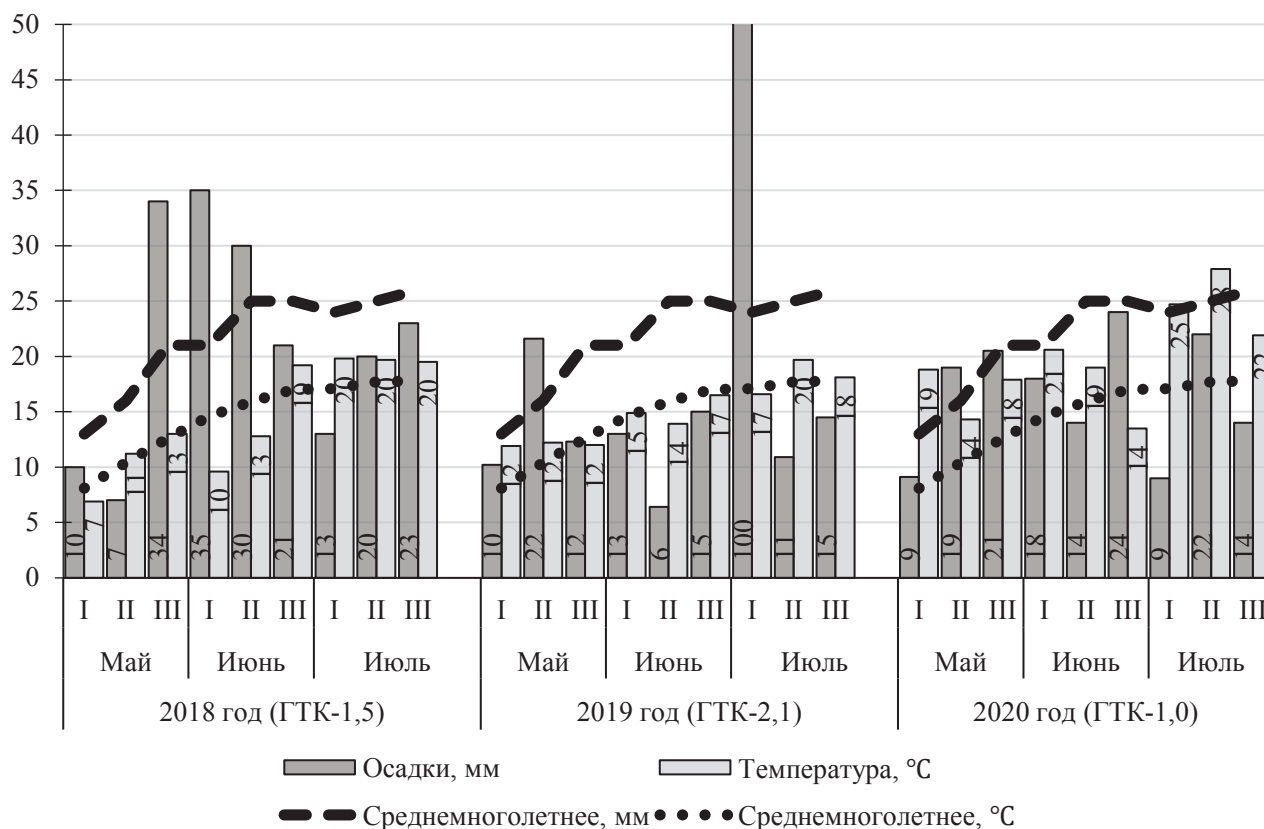


Рис. 1. Метеоусловия периода вегетации гороха (2018–2020 гг.)

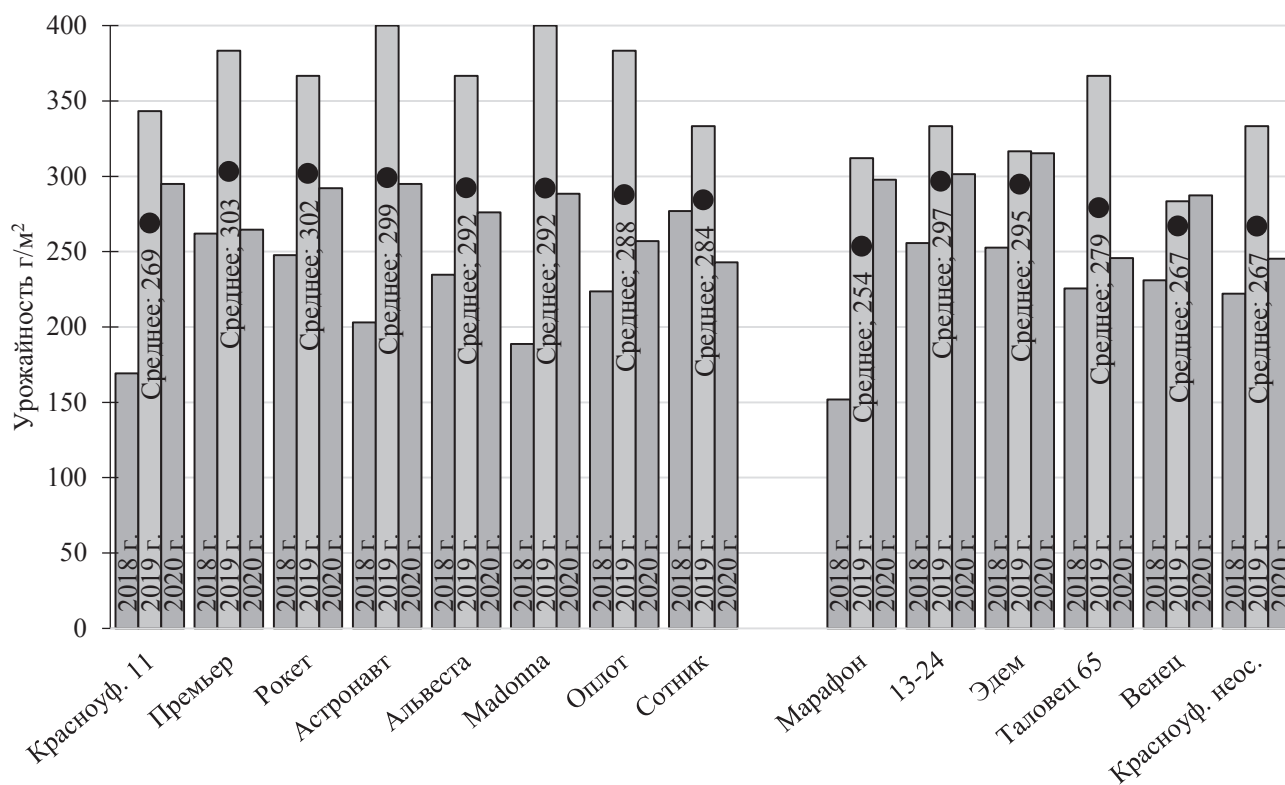


Рис. 2. Коллекционные сорта гороха, выделившиеся по урожайности семян 2018–2020 гг.



В связи с различными условиями года продуктивность гороха в коллекционном питомнике менялась от наименьшей в 2018 году до наибольшей в 2019 году. Характеристика сортообразцов, выделившихся по отношению к стандартам по продуктивности, представлена в таблице 2.

Минимальный диапазон отклонения по продуктивности за период исследования обнаружен у сортообразцов: Сотник (+49, -41 г/м²) усатого морфотипа, 13–24 (+37, -41 г/м²), Эдем

(+22, -42 г/м²), Венец (+20, -36 г/м²) листочкового морфотипа, что говорит об их способности выдавать стабильную продуктивность при различных погодных условиях.

Урожайность гороха с усатым типом листа варьировала от 284 до 303 г/м² и превышала стандарты на 5,7–12,7%. Наибольшую урожайность показал сорт Премьер (303 г/м²). Он меньше всех поражен аскохитозом и имел выше устойчивость к полеганию. Также показали высокую устойчивость к полеганию сорта

Таблица 1 – Данные дисперсионного анализа урожайности сортообразцов (среднее за 2018–2020 гг.)

Источники вариации	Сумма кв.	Степени свободы	Дисперсия	$F_{\text{факт}}$	$F_{\text{таб.005}}$	Доля влияния факторов, %
Общее	1 746 319,8	380				100
Среда	663 741,3	2				38,0
Сорт	527 035,8	126	4182,8	1,9	1,3	30,2
Сорт-среда	555 542,9	252	2204,5			31,8

Таблица 2 – Характеристика выделившихся сортообразцов коллекции гороха (среднее за 2018–2020 гг.)

Сортообразец	Число дней от всходов до созревания, дней	Урожайность, г/м ²	Диапазон отклонения от средней урожайности, г/м ²		± к стандарту, %	Аскохитоз, %	Устойчивость к полеганию, балл	Гены технологичности
Усатые								
Красноуфимский 11 (ст.)	81	269	-100	+74	-	13	4	def, af
Премьер	80	303	-41	+80	12,7	11	5	af
Рокет	81	302	-54	+65	12,2	14	4	af
Астронавт	80	299	-96	+101	11,2	13	5	af
Альвеста	78	292	-58	+74	8,6	14	4	af
Мадонна	79	292	-104	+108	8,6	15	4	af
Оплот	80	288	-64	+95	7,0	17	4	af
Сотник	80	284	-41	+49	5,7	13	5	af
Листочковые								
Марафон (ст.)	80	254	-102	+58	-	17	2	def
13–24	80	297	-41	+37	16,9	12	4	def
Эдем	78	295	-42	+22	16,2	12	3	
Таловец 65	81	279	-54	+87	10,1	17	2	def
Венец	78	267	-36	+20	5,3	15	2	def
Красноуфимский неосыпающийся	77	267	-45	+66	5,1	15	2	def
HCP ₀₅		13						

Астронавт и Сотник (по 5 баллов). По устойчивости к аскохитозу лучше всех показал себя сорт Премьер (11%), остальные были на уровне или выше стандарта. Все изучаемые сортообразцы гороха усатого морфотипа имели гладкие семена (af), но благодаря устойчивости к полеганию и возможности уборки прямым комбайнированием это не повлияло на их урожайность.

У сортообразцов гороха листочкового типа продуктивность составляла 267–297 г/м², что превышало стандарт Марафон на 5,1–16,9%. Выделившиеся сортообразцы имели лучшую устойчивость к аскохитозу (12–15% против 17% у стандарта), кроме сорта Таловец 65 (на уровне стандарта). По устойчивости к полеганию выделились сорт Эдем (3 балла) и линия 13–24 (4 балла). Представленные сортообразцы кроме сорта Эдем имели ген def (неосыпающиеся семена). В формирование урожайности листочковых сортов вносит большие коррективы низкая устойчивость к полеганию. Выделившиеся сортообразцы гороха листочкового морфо-

типа имели неосыпающиеся семена (def), что говорит об их высокой конкурентоспособности по сравнению с сортами с гладкими семенами.

По высоте растения гороха с усатым типом листа колебались в пределах 43,5–55,3 см (± 6 см от стандарта). По данным биометрического анализа (табл. 3), безлисточковые сорта Премьер, Астронавт, Альвеста, Мадонна и Оплот показали превышение продуктивности за счет большей массы 1000 семян (224, 224, 221, 212, 233 г соответственно), веса зерна с растения (2,6, 2,7, 2,5, 2,4, 3,4 шт. соответственно). Сорта Астронавт, Альвеста, Мадонна и Оплот имеют большее количество семян в бобе (4,0, 4,4, 4,3, 3,9 г соответственно). По количеству зерен на растении выделились сорта Астронавт и Оплот (13,9 и 19,1 шт. соответственно). У сорта Оплот выявлено наибольшее количество продуктивных узлов (3,6 шт.) и бобов на растении (4,9 шт.), и он также выделился по массе 1000 зерен (233 г) и массе семян с растения (3,4 г).

Сорта гороха листочкового типа варьировались по высоте от 45,4 до 73,9 см. Наиболь-

Таблица 3 – Элементы структуры урожая лучших коллекционных сортов гороха (2018–2020 гг.)

Сортообразец	Общая высота, см	Число продуктивных узлов, шт.	Число бобов, шт.		Число семян, шт.		Вес зерна с одного растения, г	Масса 1000 зерен, г
			на растении	на продуктивном узле	в бобе	на растении		
Усатые								
Красноуфимский 11	49,0	2,5	3,9	1,6	3,4	13,4	2,3	189
Премьер	51,8	2,4	3,8	1,6	2,9	11,5	2,6	224
Рокет	49,9	2,2	3,8	1,7	3,3	12,5	2,0	184
Астронавт	48,5	2,2	3,4	1,6	4,0	13,9	2,7	224
Альвеста	45,2	2,5	2,7	1,1	4,4	12,2	2,5	221
Мадонна	44,4	2,3	3,0	1,3	4,3	12,7	2,4	212
Оплот	55,3	3,6	4,9	1,4	3,9	19,1	3,4	233
Сотник	43,5	1,8	2,8	1,5	3,3	9,5	2,0	217
Листочковые								
Марафон	67,2	2,7	4,3	1,6	4,2	17,5	2,7	185
13–24	51,7	2,6	4,3	1,6	3,7	15,9	3,0	201
Эдем	45,8	3,0	4,7	1,6	4,1	18,9	2,6	168
Таловец 65	73,9	2,4	4,2	1,8	3,4	14,6	3,2	234
Венец	67,6	2,6	4,4	1,7	3,9	17,4	2,7	178
Красноуфимский неосыпающийся	64,6	2,4	4,0	1,7	3,1	12,8	2,5	210



шую продуктивность показали более низкорослые сортообразцы: линия 13–24 (51,7 см – 297 г/м²) и сорт Эдем (45,8 см – 295 г/м²).

У выделившихся листочковых сортообразцов коллекции урожайность также формировалась за счет разных элементов структуры продуктивности (табл. 3). По количеству зерен с растения среди листочковых сортов выделился горох Эдем (18,9 шт.). Линия 13–24 и сорт Таловец 65 показали лучшую продуктивность за счет веса зерна с растения (3,0 и 3,2 г соответственно) и массы 1000 зерен (201 и 234 г соответственно). Сорт Эдем имел большее число продуктивных узлов (3,0 шт.) и число бобов с растения (4,7 шт.). Сорта Таловец 65, Венец и Красноуфимский неосыпающийся имеют большее число бобов на продуктивном узле, чем стандарт (1,7–1,8 шт.).

Сорт Таловец 65 и линия 13-24 имеют наибольший выход зерна с одного растения (3,0, 3,2 г соответственно), что говорит об их высоком потенциале урожайности.

Выводы

Сортообразцы гороха усатого морфотипа Премьер, Рокет, Астронавт, Альвеста, Мадонна, Оплот, Сотник показали высокую продуктивность по сравнению со стандартом (превышение от 5,7 до 12,7%). По результатам биометрического анализа данных сортообразцов видно, что превышение их продуктивности происходило за счет большей массы 1000 зерен и массы зерна с растения, а также более высокой озерненности бобов.

Среди сортообразцов гороха листочкового морфотипа наибольшую продуктивность показали более низкорослые: сорт Эдем и линия 13-24; а также сорта Таловец 65, Венец и Красноуфимский неосыпающийся (превышение от 5,1 до 16,9% к стандарту). Сортообразцы данного типа показали превышение по продуктивности за счет различных элементов структуры урожайности, исходящих из сортовых особенностей. Общая озерненность бобов у всех сортообразцов оказалась ниже, чем у стандарта.

По итогу данного изучения сортообразцов гороха коллекции ВИГРР в проводимых при различных погодных условиях были выявлены сорта гороха с высокой потенциальной урожайностью, имеющие устойчивость к полеганию. Сорта Премьер, Рокет, Астронавт, Альвеста, Мадонна, Оплот, Сотник являются наиболее

ценными источниками гена af среди высокопродуктивных сортов.

Список литературы

1. Васякин Н. И. Селекция зернобобовых культур в Западной Сибири : дис. ... д-ра с.-х. наук. Новосибирск, 2003. 74 с.
2. Лихачева Л. И., Козионова Е. Г. Изучение коллекционного материала гороха в условиях Среднего Урала // Теория и практика мировой науки. 2017. № 6. С. 23–26.
3. Экспертно-аналитический центр «АБ-Центр». Режим доступа : www.ab-centre.ru.
4. Сортовая политика и технологии производства зерна на Среднем Урале // Уральский НИИСХ / под общ. ред. Н. Н. Зезина. Екатеринбург, 2008. С. 116–126.
5. Vance C. P. Symbiotic nitrogen fixation and phosphorus acquisition. Plant nutrition in a world of declining renewable resources // Plant Physiol. 2001. Bd. 127. P. 390–397.
6. Чураков А. А., Валиулина Л. И. Результаты и перспективы селекции гороха усатого морфотипа в Красноярском крае // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 6. С. 24–26.
7. Кондыков И. В., Бобков С. В. Урожайность и качество зерна у сортов гороха с различным сочетанием рецессивных мутантных генов // Аграрная Россия. 2012. №8. С. 2–6. DOI: 10.30906/1999-5636-2012-8-2-6.
8. Фадеева А. Н. Основные достижения и направления селекции гороха в Татарском НИИСХ // Зернобобовые и Крупяные культуры. 2012. № 1. С. 65–68.
9. Семенов В. А. Современное состояние и направление развития исследований по селекции гороха на 2011–2015 гг. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. № 2. С. 46–50.
10. Омелянюк Л. В., Асанов А. М. Изучение сортообразцов гороха мировой коллекции вир в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2006. № 1 (161). С. 17–23.
11. Хабибуллин К. Н., Ашиев А. Р., Скулова М. В. Оценка адаптивности продуктивности растений коллекции гороха посевного // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1 (67). С. 30–36. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-33-36.
12. Лихачева Л. И., Гималетдинова В. С. Результаты изучения коллекционного материала гороха в условиях Среднего Урала // IV Вавиловская международная конференция «Идеи

Н. И. Вавилова в современном мире» : тез. доклада. СПб., 2017.

13. Kosev V., Vasileva V., Kusvuran A. Orthogonal regressions of pea (*Pisum L.*) varieties // Turkish Journal Of Field Crops. 2018. № 23 (2). P. 159–166. DOI: 10.17557/tjfc.484985.

14. Методические указания по изучению устойчивости зерновых бобовых культур к болезням. Л., 1976. 125 с.

Лихачева Любовь Ивановна, старший научный сотрудник, ФГБНУ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН.

E-mail: selektsiya@bk.ru.

Сергеева Людмила Борисовна, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН.

E-mail: uralniishoz@list.ru.

Москалев Алексей Викторович, научный сотрудник, ФГБНУ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН.

E-mail: selektsiya@bk.ru.

* * *

УДК 631.3:621.3.036.6

DOI: 10.55934/2587-8824-2022-29-2-155-162

**АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ
ДВУХКОНТУРНОГО ЭЛЕКТРОДНОГО ВОДОНАГРЕВАТЕЛЯ****И. Т. Алдибеков, Н. С. Тойшиев, А. Б. Болат, А. Е. Беймуратова**

В статье рассматривается задача расширения функциональных возможностей электродных водонагревателей. Приведены описание конструкции и анализ режимов работы двухконтурного водонагревателя со встроенными теплообменниками, приспособленного для подключения двух теплоиспользующих установок при необходимости одновременного и раздельного нагрева технологических вод для систем горячего водоснабжения и отопления. Рассмотрены различные схемы подключения системы отопления к водонагревателю, в зависимости от которых может иметь место прямой электродный или косвенный нагрев теплоносителя. Обоснована возможность ступенчатого регулирования мощности водонагревателя путем переключения схемы подключения системы отопления и плавного саморегулирования, основанного на изменении уровня котловой воды в межэлектродном пространстве в соответствии с динамикой изменения тепловой нагрузки теплоиспользующих установок. Приведена математическая модель, описывающая работу системы отопления при прямом электродном нагреве теплоносителя и позволяющая оптимизировать конструктивные параметры основных ее элементов и водонагревателя. Предложенная двухконтурная конструкция водонагревателя обеспечивает сравнительно высокие коэффициенты его использования и загрузки, а также простоту регулирования мощности, что способствует повышению эффективности его применения в системах теплоснабжения.

Ключевые слова: горячее водоснабжение, отопление, электродные водонагреватели, электродные системы, теплообменники, регулирование мощности.

В системах децентрализованного теплоснабжения сельскохозяйственных объектов в основном используются низковольтные элементные и электродные установки (водонагреватели и парогенераторы) малой и средней мощности [1, 2].

В степных сельских районах Казахстана источниками водоснабжения являются артезианские скважины, вода в которых характеризуется сравнительно высоким содержанием (от 100 мг до нескольких граммов на 1 кг). Это негативно влияет на работу водогрейных установок, особенно элементных водонагревателей, и приводит к преждевременному выходу из строя ТЭНов из-за интенсивного образования накипи.

Поэтому в условиях сельского хозяйства республики широкое использование электродных водонагревателей наряду с элементными представляется целесообразным, так как по

мере осаждения накипи на поверхности электродов установка продолжает надежно функционировать, но только с меньшей мощностью.

Известные электродные водонагреватели, как правило, одноконтурные и характеризуются ограниченной функциональной возможностью, заключающейся в том, что вода, нагретая электродным способом, по качеству пригодна для применения только в системе отопления [1, 2]. Невозможность получения качественной горячей воды для санитарно-гигиенических и технологических нужд непосредственно от одноконтурных водонагревателей и сравнительно низкие коэффициенты использования и загрузки, обусловленные непродолжительным временем эксплуатации в системах отопления, в конечном итоге снижает эффективность их применения в системах теплоснабжения.

В целях экономии электроэнергии и повышения срока службы пусковой аппаратуры в большинстве случаев в электродных водонагревателях применяют регуляторы мощности для приведения ее в соответствие с энергетической потребностью объекта. Преимущественное распространение получило ручное регулирование мощности за счет изменения площади активной поверхности электродов, которое достигается введением в межэлектродные пространства диэлектрических экранов или путем смещения электродов относительно друг друга. Однако наличие подвижных частей регулятора в межэлектродных пространствах негативно влияет на надежность работы [1, 3].

Значительный интерес представляют гидравлический и тиристорный способы регулирования мощности электродных водонагревателей, описанные в работах [4] и [5].

Целью данной работы является разработка двухконтурного электродного водонагревателя с регулируемой мощностью, обладающего более широкой функциональной возможностью и улучшенными технико-экономическими показателями, что отвечает актуальным задачам повышения эффективности использования в сельском хозяйстве теплогенерирующих установок, в том числе электротепловых установок.

Объект и методы исследования

Объектом исследования является двухконтурный электродный водонагреватель, отличающийся от известных установок рядом конструктивных особенностей.

На рисунке 1 а показана его конструкция, а на рисунке 1 б схема его подключения к теплоиспользующим системам.

Водонагреватель имеет центральную внутреннюю и кольцевую камеры 4, 5 соответственно, разделенные друг от друга в верхней части цилиндрическим нулевым электродом-теплообменником 3 и сообщающиеся между собой через нижнюю часть корпуса 1. В верхней части внутренней камеры установлен змеевиковый теплообменник 6, вход которого соединен с расположенным в нижней центральной части камеры герметичным трубчатым нулевым электродом-теплообменником меньшего диаметра. При этом между цилиндрическим 3 и трубчатым 8 электродами размещены по окружности три дугообразных фазных электрода 7, разде-

ленных друг от друга тремя радиально расположенными диэлектрическими перегородками 9. Эквивалентной электрической схемой соединения электродов является «двойная звезда».

Водонагреватель оборудован компенсационным бачком 22, установленным выше крышки 2 и соединенным с верхней частью кольцевой камеры 5. Корпус 1 и крышка 2 имеют несколько водоотводящих 12, 15, 16, 18, 19 и водоподводящих патрубков 13, 14. Также предусмотрены воздухоотводчики 17, контрольно-измерительные приборы 20, 21, 27, 29, 38 и щит управления 37.

Предметом исследования являются электротепловые и теплообменные процессы, происходящие в самом водонагревателе и в подключенных к нему теплоиспользующих установках.

В работе использованы общепринятые методы системного анализа, математического моделирования и вычислительного эксперимента. Математическое моделирование режимов работы водонагревателя базируется на общеизвестных законах электротехники, теплотехники, термодинамики и гидродинамики.

Результаты и обсуждения

Из рисунков 1 а и 1 б следует, что предложенная конструкция обеспечивает образование в водонагревателе двух нагревательных контуров. Первый контур подключают к системе горячего водоснабжения (ГВС), а второй – к системе отопления (СО). Поэтому водонагреватель может работать в следующих режимах:

- в режиме нагрева теплоносителя (воды) СО;
- в режиме нагрева воды в накопительном баке системы ГВС;
- в режиме одновременного нагрева вод систем ГВС и СО.

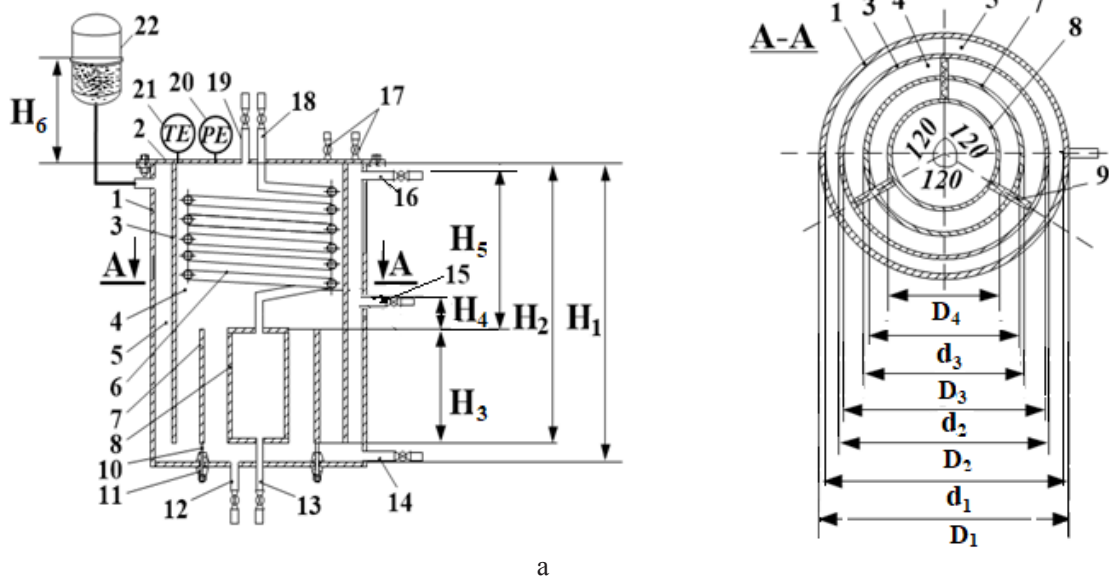
Первый нагревательный контур, предназначенный для получения качественной горячей воды для системы ГВС, включает соединенные между собой водоподводящий патрубок 13, герметичный трубчатый электрод-теплообменник 8 и змеевиковый теплообменник 6 (рис. 1 а). Данный контур может быть использован как для нагрева воды в накопительном баке 25 (вентили 24 и 32 открыты, а вентили 23 и 33 закрыты), так и для нагрева проточной водопроводной воды (вентили 24 и 32 закрыты, а вентили 23 и 33 открыты).



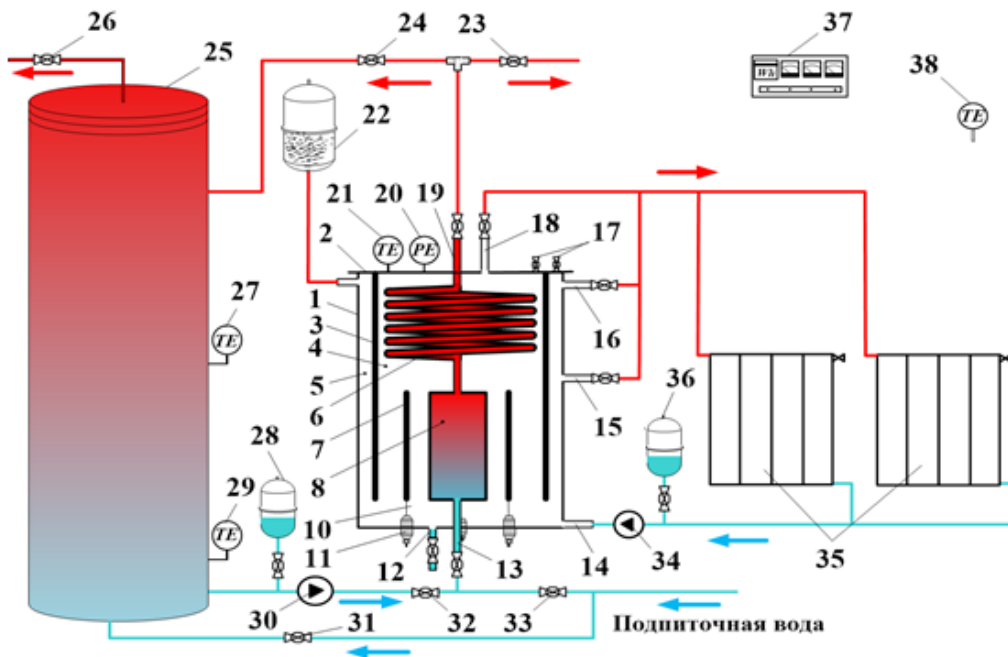
Второй нагревательный контур водонагревателя, к которому подключают подающий и обратный трубопроводы СО, имеет внутри корпуса два параллельных канала и три водоотводящих патрубка (рис. 1 б). В этом случае возможны три схемы подключения СО к водонагревателю.

Если подающий трубопровод СО подключают к патрубку 18 (в дальнейшем назовем пер-

вой схемой подключения) при закрытых вентилях патрубков 15 и 16, то нагреваемая вода движется по первому каналу через водоподводящий патрубок 14 с открытым вентилем, затем через межэлектродные пространства во внутренней камере 4 и водоотводящий патрубок 18 с открытым вентилем. При такой схеме подключения СО нагреваемая вода в межэлектродных пространствах подвергается прямому нагреву,



а



б

Рис. 1. Конструкция двухконтурного электродного водонагревателя (а) и схема его подключения к теплоиспользующим системам (б)

благодаря проходящему через нее электрическому току, т. е. имеет место режим прямого электродного нагрева воды и передачи наибольшей тепловой мощности.

В случае подключения подающего трубопровода СО к патрубок 16 (в дальнейшем – вторая схема подключения) при закрытых вентилях патрубков 15 и 18 нагреваемая вода проходит по второму каналу, т.е. через кольцевую камеру 5 и подвергается косвенному нагреву благодаря тепловому потоку, передаваемому от кипящей котловой воды и пара во внутренней камере 4 через стенку цилиндрического теплообменника 3 (в дальнейшем – первый теплообменник ТО1).

Поскольку в данном случае нагреваемая вода в кольцевой камере 5 проходит сравнительно длинный путь и соприкасается со всей активной поверхностью ТО1, то величина тепловой мощности, передаваемой теплообменником ТО1 нагреваемой воде, определяется размером всей площади теплообменной поверхности.

Если подающий трубопровод СО подключают к патрубок 15 (в дальнейшем – третья схема подключения) при закрытых вентилях патрубков 16 и 18, то нагреваемая вода проходит в кольцевой камере 5 сравнительно короткий путь, соприкасаясь с теплообменной поверхностью меньшей площади. В этом случае величина тепловой мощности, передаваемой теплообменником ТО1 нагреваемой воде, будет значительно меньше, чем в предыдущем случае.

Из вышеописанного следует, что в зависимости от того, по какой схеме подключен СО к водонагревателю (т. е. через какой патрубок отводится нагретая вода из водонагревателя), величина тепловой мощности, передаваемой СО, будет разной. Наибольшее значение мощности имеет место при первой схеме подключения, наименьшее – при третьей схеме.

Таким образом, при работе водонагревателя в режиме нагрева теплоносителя СО имеется возможность заблаговременного выбора соответствующей ступени мощности в зависимости от величины отопительной нагрузки.

Как известно, тепловая нагрузка (Q_{co}) объекта изменяется в течение отопительного периода в зависимости от температуры наружного воздуха и ее наибольшее значение определяется при расчетной зимней температуре. При этом значение Q_{co} может быть равным или значительно меньше значения номинальной электри-

ческой $P_{\text{эвн.н}}$ (тепловой $Q_{\text{эвн.н}}$) мощности водонагревателя.

Значительный интерес представляет вопрос о влиянии ступенчатого регулирования тепловой мощности, передаваемой теплообменником ТО1 нагреваемой воде СО, на характер потребления электрической мощности $P_{\text{эвн}}$ электродными группами и, соответственно, генерируемой ими тепловой мощности $Q_{\text{эвн}}$.

В случаях, когда Q_{co} значительно меньше $Q_{\text{эвн.н}}$ и система отопления подключена к водонагревателю по второй или третьей схеме, происходит закипание котловой воды во внутренней камере с парообразованием из-за избытка тепловой мощности, выделяемой в межэлектродных пространствах. В дальнейшем протекают термодинамические и гидродинамические процессы, приводящие к расширению объема накопившегося пара в верхней части внутренней камеры 5 и вытеснению котловой воды из межэлектродных пространств в компенсационный бачок 22. В результате уровень котловой воды в межэлектродном пространстве понижается, а следовательно, уменьшается $P_{\text{эвн}}$ ($Q_{\text{эвн}}$) до величины, обеспечивающей установление равенства $Q_{\text{эвн}}$ и Q_{co} .

Таким образом, в режиме косвенного нагрева теплоносителя СО реализуется гидравлический способ автоматического регулирования мощности установки в соответствии с потребной мощностью системы отопления. Достигается также ручное ступенчатое регулирование тепловой мощности, передаваемой теплообменником ТО1 нагреваемой воде, путем выбора соответствующей схемы (второй или третьей) подключения.

В случаях, когда значения $Q_{\text{эвн.н}}$ и Q_{co} сравнительно близки и система отопления подключена по первой схеме, циркулирующая в СО вода при прохождении через межэлектродные пространства подвергается прямому электродному нагреву. Дальше нагретая вода через патрубок 18 и подающий трубопровод поступает в радиаторы СО помещения, где ее тепловая энергия используется для поддержания заданной температуры внутреннего воздуха и компенсации тепловых потерь через ограждающие конструкции.

Для описания динамики теплообменных процессов в данном режиме и установления зависимостей между общей площадью радиаторов, конструктивных параметров электродной



системы водонагревателя, расхода теплоносителя, объема и отопительной характеристики помещения и температур внутреннего и наружного воздуха необходимо составить математическую модель на основе теплового баланса для каждой отдельной области: ev – электродный водонагреватель; v – внутренняя камера водонагревателя; e – электродная система; r – радиаторы отопления; p – помещение.

При этом приняты следующие допущения: температура потока теплоносителя принимается одинаковой по всему сечению труб, внутренние источники тепла в теплоносителях отсутствуют, теплоемкость всех элементов и теплоносителей постоянна, теплообмен между элементами системы характеризуется средними значениями коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи.

Приняты во внимание также следующие обстоятельства: система автоматики, снабженная датчиком температуры воды в водонагревателе и датчиком температуры воздуха в помещении, отключает водонагреватель от электрической сети при температуре воды выше $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ (или при средней температуре воды во внутренней камере водонагревателя $82,5\text{ }^{\circ}\text{C}$), с целью недопущения ее кипения и при превышении температуры воздуха над заданным расчетным значением.

Нестационарные тепловые процессы в системе отопления могут быть описаны следующей системой дифференциальных уравнений:

$$\frac{dt_B^v}{d\tau} = \frac{1}{C_{\text{МК}}^{ev}} \cdot \left\{ \frac{\delta \cdot U_{\text{л}}^2 \cdot H_3 \cdot \gamma_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (t_B^v - 20)]}{K_{\text{ГК}}^e} - c_B \cdot G_B^r \cdot (t_B^v - t_B^r) - K_{\text{ИЗ}}^{ev} \cdot F_{\text{ИЗ}}^{ev} \cdot (t_B^v - t_{\text{ВОЗ}}^p) \right\}; \quad (1)$$

$$\frac{dt_B^r}{d\tau} = \frac{1}{C_{\text{МК}}^r} \cdot [c_B \cdot G_B^r \cdot (t_B^v - t_B^r)] - K_r \cdot F_r \cdot (t_B^r - t_{\text{ВОЗ}}^p); \quad (2)$$

$$\frac{dt_{\text{ВОЗ}}^p}{d\tau} = \frac{1}{C_{\text{ВОЗ}}^p} \cdot [K_r \cdot F_r \cdot (t_B^r - t_{\text{ВОЗ}}^p) - q_p \cdot V_p \cdot (t_{\text{ВОЗ}}^p - t_{\text{НВ.П}})], \quad (3)$$

где

$$t_B^v = \frac{t_{\text{В.ВЫХ}}^v + t_{\text{В.ВХ}}^v}{2}; \quad t_B^r = \frac{t_{\text{В.ВЫХ}}^r + t_{\text{В.ВХ}}^r}{2};$$

$$\delta = \begin{cases} 1, & \text{если } t_B^v < 82,5\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ и } t_{\text{ВОЗ}}^p < t_{\text{ВОЗ.П}}^p; \\ 0, & \text{если } t_B^v \geq 82,5\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ или } t_{\text{ВОЗ}}^p \geq t_{\text{ВОЗ.П}}^p. \end{cases}$$

Начальные условия:

$$t_B^v(\tau = 0) = t_{\text{В.0}}^v, \quad t_B^r(\tau = 0) = t_{\text{В.0}}^r, \quad t_{\text{ВОЗ}}^p(\tau = 0) = t_{\text{ВОЗ.0}}^p.$$

Здесь t_B^v, t_B^r – среднее значение температуры воды во внутренней камере водонагревателя и радиаторах соответственно, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{ВОЗ}}^p$ – среднее значение температуры воздуха в помещении, $^{\circ}\text{C}$;

δ – коэффициент, значение которого равно 1 или 0 в зависимости от состояния («включено» или «отключено») водонагревателя;

$U_{\text{л}}$ – линейное напряжение, В;

γ_{20} – удельная проводимость котловой воды при температуре $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $1/(\text{Ом}\cdot\text{м})$;

α – температурный коэффициент электрической проводимости воды, $1/^{\circ}\text{C}$;

H_3 – полная высота электродной системы, м;

$K_{\text{ГК}}^e$ – геометрический коэффициент электродных групп, соединенных по схеме «двойная звезда»;

$K_r, K_{\text{ИЗ}}^v$ – коэффициенты теплопередачи через стенку радиатора и через теплоизоляцию корпуса водонагревателя соответственно, $\text{Вт}/\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}$;

$F_r, F_{\text{ИЗ}}^{ev}$ – площади поверхности теплообмена радиаторов и теплоизоляции корпуса водонагревателя, соответственно, м^2 ;

G_B^r – расход воды, циркулирующей в системе отопления, $\text{кг}/\text{с}$;

$C_{\text{МК}}^{ev}$ – полная теплоемкость металлоконструкции корпуса водонагревателя, $\text{Дж}/^{\circ}\text{C}$;

$C_{\text{МК}}^r$ – полная теплоемкость металлоконструкции радиаторов, $\text{Дж}/^{\circ}\text{C}$;

$C_{\text{ВОЗ}}^p$ – полная теплоемкость внутреннего воздуха в помещении, $\text{Дж}/^{\circ}\text{C}$;

c_B – удельная теплоемкость воды, $4190\text{ Дж}/\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}$;

V_p – объем помещения, м^3 ;

q_p – удельная отопительная характеристика помещения, $\text{Вт}/\text{м}^3\cdot^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{В.ВХ}}^v, t_{\text{В.ВЫХ}}^v$ – температуры воды на входе внутренней камеры и на выходе из нее соответственно, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{В.ВХ}}^r, t_{\text{В.ВЫХ}}^r$ – температуры воды на входе радиаторов и на выходе из них соответственно, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{ВОЗ.П}}^p$ – заданная расчетная температура воздуха в помещении, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{нв.р}}$ – расчетная зимняя температура наружного воздуха, °С;

τ – время, с.

Первый член в скобке в правой части уравнения (1) определяет электрическую мощность $P_{\text{ев}}$ электродного водонагревателя при средней температуре $t_{\text{в}}^{\text{в}}$ воды, проходящей через межэлектродное пространство, а второй и третий члены – тепловые мощности, расходуемые на изменение энтальпии потока воды, движущегося в межэлектродном пространстве, и на компенсацию теплопотерь через теплоизоляцию корпуса водонагревателя. Геометрический коэффициент $K_{\text{гк}}^e$ электродной системы определяется с учетом формы, конструктивной схемы, геометрических размеров электродов и эквивалентной электрической схемы их соединения [1].

Второй член в скобке в правой части уравнения (2) определяет теплоотдачу радиаторов воздушной среде в помещении, а второй член в правой части уравнения (3) – теплоотдачу окружающему помещению наружному воздуху [6].

Решение системы дифференциальных уравнений (1), (2) и (3) осуществлено численным методом при помощи математического пакета Matcad.

Предложенная математическая модель была использована для исследования теплообменных процессов в системе отопления сельскохозяйственного помещения. Основные элементы водонагревателя имеют следующие параметры: $D_1 = 0,236$ м; $D_2 = 0,21$ м; $d_2 = 0,204$ м; $D_3 = 0,15$ м; $d_3 = 0,142$ м; $D_4 = 0,088$ м; $H_1 = 0,39$ м; $H_2 = 0,35$ м; $H_3 = 0,098$ м; $H_5 = 0,25$ м; $\gamma_{20} = 0,067$ 1/(Ом·м); $\alpha = 0,025$ 1/°С; $K_{\text{гк}}^e = 0,097$; $C_{\text{МК}}^{\text{ев}} = 8911$ Дж/°С; $P_{\text{эвн.н}} = 25$ кВт.

Характеристики помещения, радиаторов и другие исходные данные: $V_{\text{п}} = 540$ м³; $q_{\text{п}} = 0,5$ Вт/м³·°С; $C_{\text{воз}}^{\text{п}} = 664\ 804,4$ Дж/°С; $K_{\text{р}} = 10$ Вт/м²·°С; $F_{\text{р}} = 26,42$ м²; $C_{\text{МК}}^{\text{р}} = 432\ 432$ Дж/°С; $G_{\text{в}}^{\text{р}} = 0,4$ кг/с; $K_{\text{из}}^{\text{ев}} = 0,5$ Вт/м²·°С; $t_{\text{воз.п}}^{\text{п}} = 15$ °С; $t_{\text{воз.0}}^{\text{п}} = 14,5$ °С; $t_{\text{в.0}}^{\text{р}} = 36,8$ °С; $t_{\text{в.0}}^{\text{в}} = 36,9$ °С при $t_{\text{нв.р}} = -15$ °С; $t_{\text{воз.0}}^{\text{п}} = 14,5$ °С; $t_{\text{в.0}}^{\text{р}} = 49,3$ °С; $t_{\text{в.0}}^{\text{в}} = 49,4$ °С; $Q_{\text{со}} = 11\ 610$ Вт при $t_{\text{нв.р}} = -28$ °С; $U_{\text{л}} = 380$ В.

На рисунках 2 и 3 приведены графики, описывающие динамики изменения электрической мощности $P_{\text{ев}}$ и температур $t_{\text{в}}^{\text{в}}$, $t_{\text{воз}}^{\text{п}}$ при работе системы автоматики и при разных значениях температуры наружного воздуха.

Анализ графиков показывает, что при вышеприведенных параметрах электродных групп, радиаторов и расхода теплоносителя система отопления обеспечивает в холодный период года поддержание температуры воздуха в помещении в заданных пределах (14,5...15,5 °С) путем периодического включения и отключения водонагревателя. Причем чем ниже температура наружного воздуха, тем выше потребляемая мощность и меньше продолжительность отключенного состояния водонагревателя.

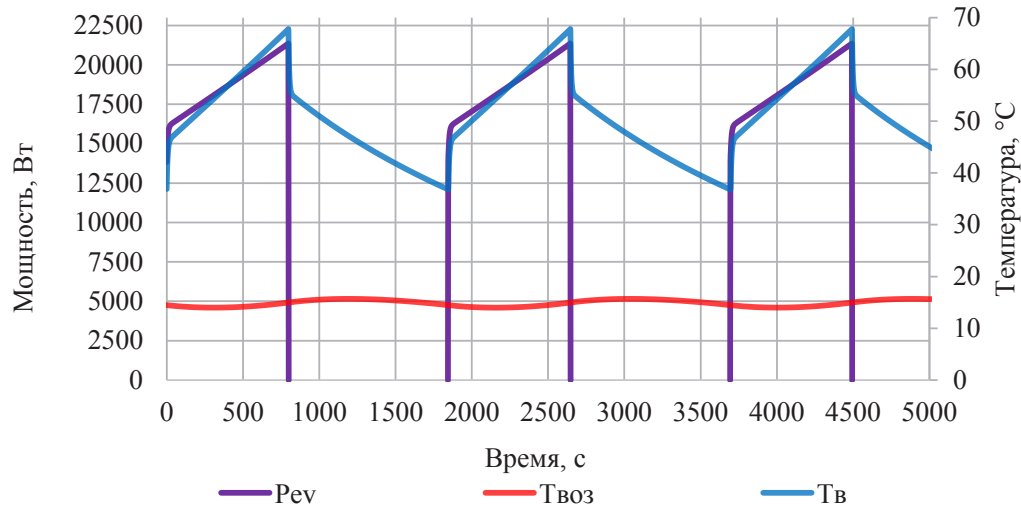
В рабочем интервале с течением времени по мере роста средней температуры воды в межэлектродном пространстве происходит плавное повышение мощности от первоначального значения, что отличает электродные водонагреватели от элементных, мощность которых всегда постоянная и не зависит от температуры воды в зоне нагрева.

Происходящее сравнительно часто периодическое включение и отключение водонагревателя при его работе в режиме прямого электродного нагрева теплоносителя СО обусловлено тем, что тепловая нагрузка ($Q_{\text{со}} = 11\ 610$ Вт) СО помещения существенно меньше номинальной мощности ($P_{\text{эвн.н}} = 25\ 000$ Вт) водонагревателя. В таких случаях представляется целесообразным переход к режиму косвенного нагрева теплоносителя путем подключения СО к водонагревателю по второй или третьей схеме. Более подробный анализ работы водонагревателя в режиме косвенного нагрева теплоносителя будет представлен в последующих статьях.

Выводы

Двухконтурный электродный водонагреватель со встроенными теплообменниками обладает более широкой функциональной возможностью, благодаря чему достигается в одном устройстве одновременное и раздельное получение горячей воды для систем отопления и горячего водоснабжения. Это способствует повышению коэффициентов использования и загрузки установки. В данной установке также достигается простота регулирования мощности.

Предложенная математическая модель позволяет проследить динамику электрических и теплообменных процессов в системе отопления при прямом электродном нагреве теплоно-



P_{ev} – мощность; $T_{воз}$ – температура воздуха в помещении ($t_{воз}^p$);
 T_b – средняя температура воды во внутренней камере водонагревателя (t_b^v)

Рис. 2. Изменение мощности P_{ev} и температур t_b^v , $t_{воз}^p$ при $t_{нв,р} = -15\text{ °C}$

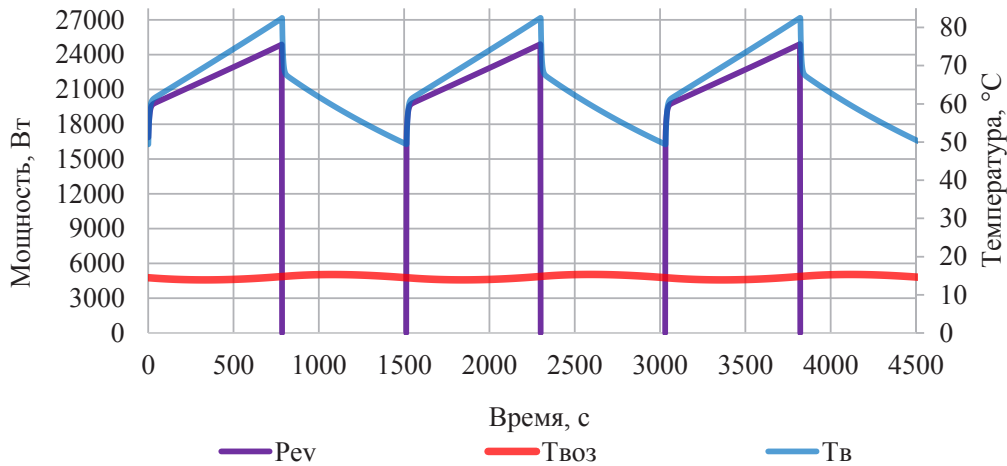


Рис. 3. Изменение мощности P_{ev} и температур t_b^v , $t_{воз}^p$ при $t_{нв,р} = -28\text{ °C}$

сителя и может быть использована для оптимизации конструктивных параметров основных элементов еще на стадии проектирования.

Список литературы

1. Электротермическое оборудование для сельскохозяйственного производства / Н. Б. Каган, В. Г. Кауфман, М. Г. Пронько, Г. Д. Яневский. М. : Энергия, 1980. 192 с.
2. Борисов С. А. Технические средства нагрева воды, применяемые в сельском хозяйстве // Вестник НГИЭИ. 2011. № 2 (3). Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnicheskie-sredstva-nagreva-vody-rimnyaemye-v-selskom-hozyaystve>

[sredstva-nagreva-vody-rimnyaemye-v-selskom-hozyaystve](#) (дата обращения: 24.01.2022).

3. Кешуов С. А., Алдибеков И. Т., Барков В. И. Ресурсосберегающие системы и установки для электротеплообеспечения в малом молочном животноводстве. Алматы : Нұр-ДиАс, 2012. 320 с.
4. Электродный водонагреватель / В. Ф. Калинин, А. М. Шувалов, В. Ф. Гудухин, О. В. Терентьев // Техника в сельском хозяйстве. 2002. № 2. С. 43–44.
5. Калинин Ц. И., Горшенин В. Г. Системы электропитания и управления электродными

водонагревателями // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2010. № 3 (65). С. 82–87.

6. Захаров А. А. Применение теплоты в сельском хозяйстве. М. : Агропромиздат, 1986. 288 с.

Алдибеков Исабай Танирбергенович, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Электроснабжение и возобновляемые источники энергии», НАО «Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева».

E-mail: ait_53@mail.ru.

Тойшиев Нурсултан Сапарбаевич, ассистент, кафедра «Энергосбережение и автоматика», Казахский национальный аграрный исследовательский университет.

E-mail: toyshiev@yandex.ru.

Болат Алпамыс Бауыржанулы, магистрант, НАО «Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева».

E-mail: bolat.alpamys@gmail.com.

Беймуратова Аниса Ерсайиновна, магистрант, НАО «Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева».

E-mail: arstananissa@gmail.com.

* * *

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РЕМОНТА ВАЛОВ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫМ НАПЕКАНИЕМ

**С. А. Барышников, А. М. Плаксин, А. В. Гриценко, И. Г. Галиев,
И. Х. Гималтдинов, А. Ю. Бурцев, Ж. С. Рахимов**

На основании анализа работ, посвященных вопросам изнашивания деталей машин сельскохозяйственной техники, установлено, что наибольшее число выбраковываемых деталей, поступающих на ремонт, имеют износ до 0,3 мм. В то же время перспективные технологии позволяют обеспечить длительный срок службы деталей путем их восстановления и повторного использования по назначению. Как показывает практика контроля, основу составляют валы, оси и детали вращения, удельный вес которых составляет до 60% всех ремонтируемых деталей. Предлагаемая технология восстановления путем ЭКН смесями металлических порошков позволит решить проблему износа валов турбокомпрессоров с/х машин. Тем более до 80% дефектов валов ТКР можно исключить за счет технологии ЭКН. Целью исследований является разработка технологии и исследование процесса восстановления вала ротора турбокомпрессора методом ЭКН. Для реализации цели была разработана экспериментальная установка для ЭКН металлических порошков. В процессе эксперимента за варьируемые параметры были приняты: процент чугушной стружки в напекаемой смеси (до 65%) и скорость напекания (0,6...1,0 м/мин). На выходе контролировались параметры: твердость до и после закалки, скорость изнашивания образца, контрообразца и сопряжения. В результате исследований установлено, что твердость дозакалочного состояния варьировала в пределах 38–45 HRC, послезакалочного – 46–51 HRC. Анализ результатов исследования скорости изнашивания образца показал, что max износ 30–34 мг/10 ч достигается при варьировании процента чугушной стружки в напекаемой смеси 30–40%. Увеличение процента чугушной стружки до 75% приводит к резкому уменьшению скорости износа образца, которая составила 22–23 мг/10 ч. Контроль скорости изнашивания контрообразца показал наличие min 106...107 мг/10 ч, который наблюдается в зоне варьирования процента чугушной стружки, – 50...60%. Разработана методика оценки качества сцепления и прочности нанесенного покрытия с изношенной поверхностью детали путем отрыва покрытия под воздействием инерционных нагрузок от центробежных сил. Применение методики показало, что разрушение покрытия происходило при вариации частот вращения ротора ТКР – 45 000...47 000 мин^{-1} . После закалки ТВЧ – 62 000...64 000 мин^{-1} . Применение разработанной технологии позволяет снизить затраты материала на 94–98%, уменьшить время процесса восстановления на 48–55% по сравнению с существующей технологией отрезки вала и приварки нового.

Ключевые слова: износ, восстановление, турбонаддув, турбокомпрессор, вал ротора, напекание, режимы, параметры.

Получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур и повышение продуктивности животноводства возможны только при высокой технической готовности используемого парка машин [1, 2, 3]. Новые технологии ремонта и восстановления мобильных энергетических средств позволяют существенно увеличить срок их службы и в целом надежность сельскохозяйственных машин [4, 5]. Краеугольным моментом является обеспечение повышенной долговечности [1]. К таким технологиям относится электроконтактное напекание (ЭКН) металлических порошков [4, 5].

Большой вклад в развитие теории и практики восстановления деталей, в том числе и способа электроконтактного напекания, внесли В.М. Кряжков, И.Е. Ульман, Ю.С. Тарасов, В.И. Черноиванов. В этом направлении интересны работы Н.Р. Адигамова, Н. Машрапова, А.В. Геренштейна и др. [4, 5]. Однако в настоящее время (несмотря на большое количество работ в области электроконтактного напекания металлических порошков) нет исследований по определению рациональных составов и улучшению качества наносимого порошкового покрытия с учетом восстановления

высоконагруженных деталей, в частности валов роторов турбокомпрессоров автотракторных двигателей.

Анализ восстанавливаемых деталей по их категориям и формам поверхности говорит о том, что около 60% деталей имеют цилиндрическую форму [1]. Чаще всего при восстановлении приходится иметь дело с деталями «тела вращения» типа «вал» [6, 7].

Ресурс агрегатов и машин в ряде случаев определяется деталями, работающими в тяжелых условиях, незначительный износ которых может вызвать выход из строя всего агрегата [8, 9]. К таким ресурсоопределяющим деталям относятся и вал ротора турбокомпрессора [10, 11]. Показательна в этом плане частота появления дефектов, представленная на рисунке 1.

Из анализа рисунка 1 видно, что при отсутствии первичной разборки максимум отказов ТКР приходится на изгиб вала ТКР [1]. Данная статистика подтверждается работой П.А. Тараненко [6, 7]. Изгиб вала ТКР приводит к его разбалансировке и ускорению износа.



- 1 – забоины и срыв резьбы; 2 – повреждение центровых отверстий; 3 – изгиб вала (прогиб более 0,03 мм); 4 – износ поверхностей под втулку (Ø менее 17,91 мм); 5 – износ канавок маслоотражателя (ширина более 1,94 мм); 6 – износ поверхности под маслоотражатель; 7 – износ поверхности маслоотражателя; 8 – наличие трещин и обломов; 9 – износ наружной поверхности колеса турбины (Ø менее 109,5 мм); 10 – износ поверхности под колесо компрессора (Ø менее 15,25 мм)

Рис. 1. Частота появления дефектов

Анализ ремонтного фонда турбокомпрессоров автотракторных двигателей, подлежащих капитальному ремонту, показывает, что основной причиной выхода из строя этого агрегата является износ опорных шеек вала ротора турбокомпрессора [6].

С учетом изложенного выше исследование процесса и разработку технологии восстановления изношенных высоконагруженных валов сельскохозяйственной техники ЭКН смесями металлических порошков с последующим упрочнением полученного слоя следует считать важнейшим направлением, требующим тщательной проработки.

Для всестороннего исследования технологии электроконтактного напекания следует решить задачи:

1. Обосновать параметры необходимой прочности при восстановлении сельскохозяйственных деталей методом электроконтактного напекания порошков и подтвердить экспериментально.

2. Исследовать качество наплавленного покрытия при электроконтактном напекании экспериментальных порошков.

3. Разработать технологию восстановления деталей, работающих в условиях больших нагрузок с высокой частотой вращения, электроконтактным напеканием смесью порошков.

4. Исследовать показатели надежности узлов и деталей машин после применения технологии электроконтактного напекания.

Материал и методы исследования

В конечном счете процесс напекания описывается по результатам различного рода перемещений масс частиц, как это имеет место при ползучести, рекристаллизации и диффузии, которые резко возрастают под действием выделяющегося тепла при электроконтактном нагреве [4, 5].

Максимальная прочность соединения достигается при обеспечении процессов рекристаллизации и диффузии на определенную глубину и между частицами [4]. Затрачиваемое при этом время t при скорости напекания $V = 0,6 \dots 1,0$ м/мин определяется по выражению:

$$t = \frac{\alpha \cdot \pi \cdot R_1 \cdot R_2}{90 \cdot (R_2 + R_1) \cdot V}, \quad (1)$$



где α – угол захвата порошка у детали;

R_1 и R_2 – радиус детали и ролика-электрода соответственно.

Фактическое время нагрева при ЭКН составляет менее 0,13 с. Естественно, что при высоких скоростях нагрева и охлаждения диффузионные процессы проходят не полностью, прочность слоя и его сцепление не достигают максимально возможной величины, поэтому необходимы дополнительные способы повышения качества слоя [5].

В данной работе предлагается количественно оценивать качество сцепления по методике отрыва нанесенного покрытия под действием центробежных сил. При этом фактическая прочность сцепления ($\sigma_{\text{сц}}$) устанавливается с учетом угловой скорости вращения детали с нанесенным покрытием, при которой происходит отрыв элементарного вырезанного участка покрытия, ширина которого равна единице. В этом случае:

$$\sigma_{\text{сц}} = \rho \cdot h \cdot \omega^2 \cdot R, \quad (2)$$

где h – толщина слоя, м;

ρ – плотность слоя, кг/м³;

ω – угловая скорость, рад/с;

R – радиус детали с покрытием, м.

Установив значение прочности сцепления покрытия с деталью, можно определить прочность слоя нанесенного покрытия, подвергнув его разрушению под действием центробежных сил. В этом случае предварительного разрезания покрытия на элементарном участке не требуется. Значение прочности рассчитывается по зависимости:

$$\sigma_{\text{пр}} = \rho \cdot \omega^2 \cdot R^2 - \sigma_{\text{сц}} \cdot \frac{R}{h}, \quad (3)$$

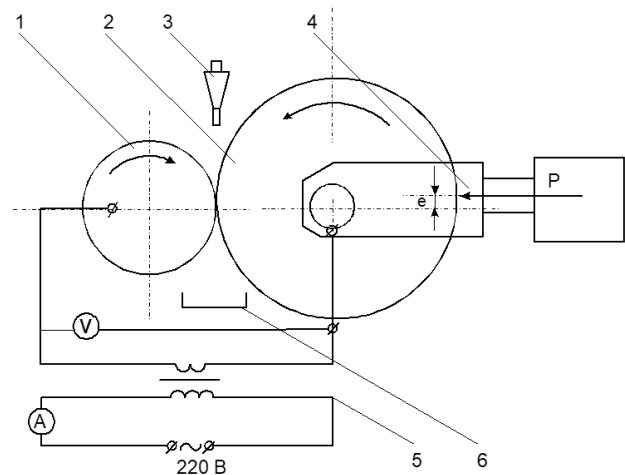
где ω – скорость вращения вала ротора ТКР, при которой происходит разрушение сплошного покрытия, рад/с;

$\sigma_{\text{сц}}$ – величина фактического сцепления нанесенного покрытия с основной деталью, МПа.

Разработанный метод прост и достаточно точен для оценивания как прочности сцепления слоя с деталью, так и прочностных свойств нанесенного покрытия. Этот метод пригоден при оценке этих же свойств и для других порошковых покрытий.

Для выполнения экспериментальных исследований была разработана общая методика [4], одним из важных вопросов которой являлась разработка экспериментальной установки [5]. Упрощенная схема экспериментальной установки представлена на рисунке 2.

С целью отработки рациональных режимов эксперименты по напеканию проводились на отрезанных валиках от выбракованных валов роторов турбокомпрессоров СМД-ТКР-11Н диаметром 18 мм из стали 45 и на валиках-скалках диаметром 24 мм из стали 45 (для изготовления образцов и последующих износных испытаний нанесенного покрытия при трении скольжения). В качестве составов для напекания были отобраны три смеси: 1) железного порошка ПЖЗМ2 с порошком Т14К8; 2) железного порошка ПЖЗМ2 с порошком из силицированного графита и 3) железного порошка ПЖЗМ2 с чугунной стружкой от алмазного хонингования гильз цилиндров автотракторных двигателей. Все порошки имели размер частиц основной фракции менее 160 мкм. Пригодность для использования каждого из отобранных составов оценивалась по критерию износостойкости пары трения, состоящей из напеченного образца и контробразца, выполненного из бронзы БрОЦС5-5-5 (с учетом работы сопряжения валтулка ТКР автотракторных двигателей).



1 – деталь; 2 – ролик-электрод; 3 – бункер для подачи порошка; 4 – вилка штока; 5 – источник питания – понижающий трансформатор; 6 – емкость для сбора неиспользованного порошка

Рис. 2. Упрощенная схема экспериментальной установки для ЭКН металлических порошков

Для установления рациональных режимов, при которых обеспечивается максимальная износостойкость сопряжений, в эксперименте использовалось математическое планирование изменения основных технологических факторов, влияющих на качество наносимого покрытия – процентный состав компонентов смеси и скорость напекания (использовали план 3^2).

Износные испытания проводились на износной машине СМЦ-2. Время проведения испытаний – 10 часов с трехкратной повторностью опытов. Момент трения записывался на ленту электронного потенциометра ПСРТ-0.1. Температурное состояние пар трения определялось хромель-алюмелевыми термопарами, соединенными с милливольтметром МПП-354 класса 0.5 с одной стороны и медной фольгой в зоне контакта пары трения, приложенной к контрообразцу, с другой. Схема испытаний образцов на изнашивание приведена на рисунке 3.

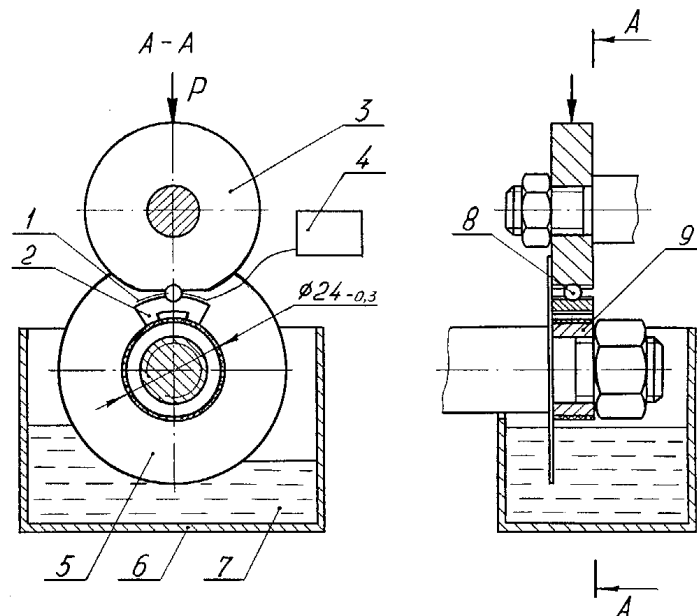
Твердость напеченного покрытия определялась по методу Виккерса при использовании прибора ТП-2. Усилие при реализации измерений соответствовало 49 Н. Усилие прикладывалось в контрольных зонах одной плоскости, перпендикулярной оси испытательного об-

разца. При реализации разработанного метода производилось измерение твердости за один полный оборот заготовки на всей поверхности по ширине.

Прочность сцепления слоя с основным металлом количественно оценивалась по методике отрыва нанесенного покрытия под действием центробежных сил. Для реализации способа использовалась установка на базе серийного турбокомпрессора СМД-ТКР-11Н-2.

При подаче сжатого воздуха на лопасти турбины современного турбокомпрессора с установленным на нем напеченным диском частота вращения вала ротора может достигать $80\,000\text{ мин}^{-1}$. Для определения прочности сцепления нанесенного покрытия с поверхностью диска покрытие предварительно разрезалось вдоль цилиндрической поверхности диска на участки длиной 10 мм для исключения влияния сил прочности на качество сцепления слоя при его разрушении.

В этом случае прочность сцепления нанесенного покрытия с поверхностью детали рассчитывается по зависимости (2). Прочность же самого слоя рассчитывается при его разрушении без разрезания напеченного слоя по зависимости (3).



1 – термопара на фольге; 2 – контрообразец; 3 – упор на каретке машины трения; 4 – милливольтметр; 5 – диск для смазывания изнашиваемой поверхности; 6 – ванночка; 7 – масло (отработка); 8 – шарик стальной закаленный; 9 – образец

Рис. 3. Схема испытания образцов на изнашивание



Качество восстановления роторов ТКР определялось при проведении ускоренных износных испытаний отремонтированных ТКР по методике ГОСТ Р 51372-99. При этом испытываемые ТКР комплектовались валами роторов, восстановленными по разработанной технологии. Долговечность таких турбокомпрессоров оценивалась на одном из предприятий Челябинской области.

Результаты и обсуждение

Установлено, что для ЭКН рационально использовать смесь железного порошка с чугуновой стружкой от алмазного хонингования гильз цилиндров, поскольку использование ранее намеченных смесей порошков других видов вызывает ускоренный износ сопрягаемой детали.

Установочные опыты позволили определить границы процентного состава смеси железного порошка и чугуновой стружки с верхним пределом чугуна 65%. Данный состав смеси из малоуглеродистого железного порошка и порошка, приготовленного из отходов алмазного хонингования чугуновых гильз цилиндров автотракторных двигателей, представляет собой новое сочетание материалов, обладающее лучшими противоизносными свойствами по сравнению с существующими [12]. Вторым варьируемым технологическим фактором была выбрана скорость напекания с границами изменения 0,6...1,0 м/мин. В работах Н. Машрабова приводятся аналогичные скоростные режимы, рекомендуемые при ЭКН [4, 5].

Остальные технологические факторы: напряжение холостого хода трансформатора (U_{xx}), давление на ролик-электрод (P), подача (S), ширина ролика (B) оставались на постоянном уровне, поскольку их влияние было несущественным по сравнению с процентным составом напекаемой смеси и скоростью нанесения покрытия. Эти факторы имели следующие значения: $U_{xx} = 2,06$ В, $P = 400$ Н, $S = 2,5$ мм/об, $B = 3$ мм. Это также согласуется с работами В.А. Короткова и Н. Машрабова [4, 5, 12].

Установив границы основных технологических факторов (процентного состава смеси и скорости напекания), рациональные их значения определяли с использованием математического планирования многофакторного эксперимента 3^2 . Обработка экспериментальных данных осуществлялась с использованием пакета прикладных программ Statistica, Microsoft Excel.

С учетом значимости полученных коэффициентов уравнение регрессии для твердости, HRC нанесенного покрытия до закалки описывается в виде

$$y_1 = 39 + 2,5x_1 + 1,5x_1^2 + 1,5x_2^2, \quad (4)$$

после закалки:

$$y_2 = 47,2 + 1,83x_1 + 1,7x_2^2, \quad (5)$$

где y_1 и y_2 – твердость материала, HRC;

x_1 – процент чугуновой стружки в напекаемой смеси, %;

x_2 – скорость нанесения покрытия, м/мин.

При этом твердость до закалки изменялась от 38 до 45 HRC, после закалки ТВЧ – от 46 до 51 HRC. Эффективность закалки подтверждена опытным путем и согласуется с работами В.А. Короткова [12, 13].

Глубина термоупрочненной зоны при максимальном прогреве в процессе ЭКН достигает 1...1,5 мм, а слой имеет перлитную структуру с избыточным цементитом в виде игл, с отдельными кристаллами отбеленного чугуна. Закаленная поверхность восстанавливаемого вала ротора имеет отпущенный игольчатый мартенсит. Вне закаленной зоны основной металл имеет перлитно-ферритную структуру, получаемую после нормализации. В переходной зоне между напеченным слоем и поверхностью металла структура представляет собой троосто-сорбит.

Дополнительный нагрев ТВЧ приводит к изменению структуры в зоне основного металла: обычная нормализованная структура становится закаленной и восстанавливает отпущенный мелкоигольчатый мартенсит. В зоне напеченного слоя происходит разукрупнение структурных составляющих, появляются участки с вкраплениями мартенситных составляющих. Общая площадь ферритных зерен уменьшается. Глубина закаленной зоны 2...3 мм. Пористость полученного покрытия 7...9%. Сопоставление полученных после применения ТВЧ результатов с аналогичными работами показывает эффективность упрочненного слоя (износостойкость возросла в 1,1–1,3 раза) [13, 14].

С учетом значимости полученных коэффициентов уравнение регрессии для скорости изнашивания образца имеет вид:

$$y_3 = 7,7 - 4,5x_1 + 1,5x_1^2 + 2x_2^2, \quad (6)$$

где y_3 – скорость изнашивания образца, мг/10 ч.

Уравнение скорости изнашивания контробразца:

$$y_4 = 100 - 3,3x_1 + 12,4x_1^2 + 3,9x_2^2, \quad (7)$$

где y_4 – скорость изнашивания контробразца, мг/10 ч.

Зависимость скорости изнашивания сопряжения от воздействующих факторов (x_1 и x_2) получим, сложив выражения, описывающие скорости изнашивания покрытия и контробразца:

$$y_{\Sigma} = 107,7 - 7,8x_1 + 13,9x_1^2 + 5,9x_2^2. \quad (8)$$

По результатам эксперимента построены рисунки 4, 5. Поверхности отклика (рис. 4, 5), построенные для каждого параметра в его натуральном выражении, дают наглядное представление о влиянии факторов на твердость покрытия до и после закалки ТВЧ.

Анализ полученной зависимости для скорости изнашивания пары трения показывает, что ее минимальный износ обеспечивается при доле чугуновой стружки в составе смеси 54,2% и скорости напекания 0,8 м/мин. Данный результат представляет собой новую для науки совокупность факторов и режимов для обеспечения наименьшего износа поверхностей трения в эксплуатации.

При исследовании слоя на отрыв при инерционных нагрузках на испытательный стенд

устанавливался серийный ТКР, у которого вместо колеса компрессора крепился диск с покрытием, и за счет подачи под давлением на колесо ротора компрессора продуктов сгорания дизельного топлива (подаваемого специальной форсункой) достигалось плавное увеличение частоты вращения ротора до момента разрушения нанесенного покрытия. Такое разрушение у диска с покрытием, предварительно разрезанным на участки вдоль цилиндрической поверхности, наступало при $46\ 000^{\pm 1000}$ мин⁻¹ (среднее значение при трехкратной повторности с незначительным разбросом). После закалки ТВЧ напеченное покрытие не разрушилось при максимально достигаемой частоте вращения на испытательном стенде $63\ 000^{\pm 1000}$ мин⁻¹. Методика оценки качества сцепления и прочности нанесенного покрытия с изношенной поверхностью детали путем отрыва покрытия под воздействием инерционных нагрузок от центробежных сил представляет собой новизну указанного исследования.

Стендовые испытания отремонтированных ТКР с восстановленными валами ротора показали, что их долговечность не уступает долговечности ТКР, отремонтированных по технологии завода. Результаты стендовых и эксплуатационных испытаний отремонтированных турбокомпрессоров с восстановленными валами ротора по разработанной технологии представляют собой главный научный и практический результат проведенного исследования. Для эксплуатационных испытаний партия (12 штук) ТКР с восстановленными по разра-

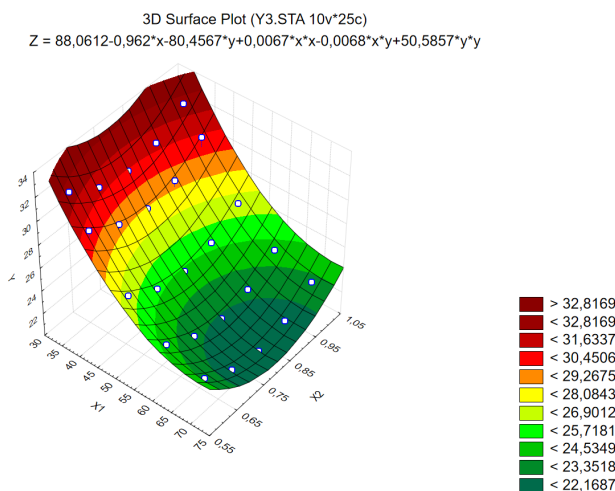


Рис. 4. Скорость изнашивания образца

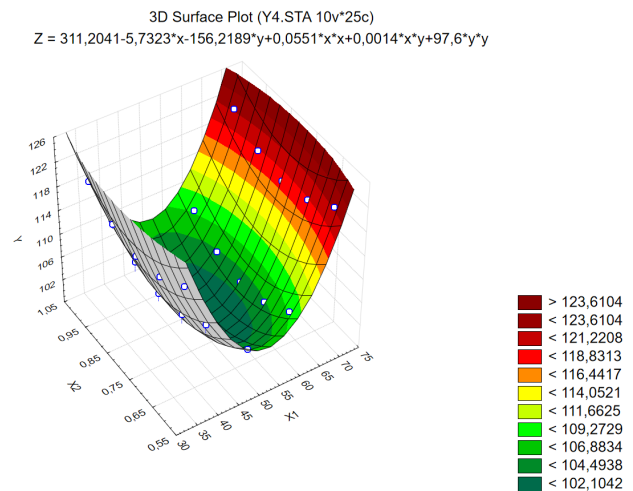


Рис. 5. Скорость изнашивания контробразца



ботанной технологии роторами была передана в хозяйство «Путь Октября» Кизильского района Челябинской области. К настоящему времени (при наработке более 800...1200 мото-ч) жалоб на некачественный ремонт ТКР от хозяйства не поступало. Использование ЭКН смесями металлического порошка (по сравнению с применяемой технологией восстановления вала ТКР) позволяет для одного вала ротора ТКР уменьшить затраты материала на 98%, уменьшить время восстановления на 50% по сравнению с общепринятой технологией и используемой на ОАО «Еманжелинский ремонтный завод».

Выводы

Исследована и подтверждена возможность восстановления высоконагруженных деталей электроконтактным напеканием с использованием смесей чугуновой стружки и железного порошка ПЖЗМ2. Их соотношение в смеси по весу составляет 1:1. Закалка ТВЧ восстановленной поверхности вала ТКР позволяет получить значительную надежность, не ниже заводской. Теоретически обоснован и экспериментально установлен рациональный режим ЭКН смесями металлического порошка при восстановлении валов ТКР современных МЭС. Установлены режимные параметры установки для ЭКН: рабочая скорость процесса напекания – 0,7...0,9 м/мин, рабочее усилие прижатая ролика-электрода к восстанавливаемому валу ТКР – 140...160 Н на 1 мм ширины, напряжение холостого хода силового трансформатора – 1,9...2,1 В; величина тока при ЭКН – 800...1100 А. Разработан метод оценки прочности сцепления нанесенного покрытия с рабочей поверхностью восстановленной детали, основанный на использовании сил инерции вращающейся детали. При этом по значению частоты вращения детали при разрушении нанесенного покрытия определяется как прочность сцепления, так и прочность самого покрытия. С учетом результатов выполненной работы разработана технология восстановления вала ротора турбокомпрессора, обеспечивающая снижение энергозатрат на 59% по сравнению с общепринятой технологией. Разработанная технология внедрена в ОАО «Еманжелинский ремонтный завод».

Список литературы

1. Гималтдинов И. Х., Шайхетдинова Р. С. Решение инженерной задачи при разработке

прибора для вычисления остаточного ресурса подшипников качения // Вестник Технологического университета. 2016. Т. 19. № 7. С. 112–116.

2. Адигамов Н. Р., Гималтдинов И. Х., Шайхетдинова Р. С. Анализ виброакустических показателей подшипниковых узлов дробилок кормов // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. № 7. С. 145–147.

3. Плаксин А. М., Гриценко А. В., Бурцев А. Ю. Результаты экспериментальных исследований времени выбега ротора турбокомпрессора ТКР-11 // Вестник ЧГАА. 2014. Т. 70. С. 130–135.

4. Машрабов Н., Геренштейн А. В., Геренштейн Е. А. Обоснование метода определения температурного поля при наплавке, термической и механической обработке // АПК России. 2015. Т. 73. С. 69–75.

5. Методика определения размеров активного пятна дуги / Н. Машрабов, Е. В. Шаманова, Е. А. Осенних, А. С. Меньшенин // АПК России. 2020. Т. 27. № 3. С. 486–491.

6. Задорожная Е. А., Хозенюк Н. А., Тараненко П. А. Результаты расчета динамики ротора турбокомпрессора ТКР-8,5С // Вестник ЮУрГУ. Сер. : Машиностроение. 2006. № 11 (66). С. 69–77.

7. Пирогова Н. С., Тараненко П. А. Расчетно-экспериментальный анализ собственных и критических частот и форм высокооборотного ротора микрогазотурбинной установки // Вестник ЮУрГУ. Сер. : Машиностроение. 2015. Т. 15. № 3. С. 37–47.

8. Gritsenko A. V., Plaksin A. M., Almetova Z. V. Development of combined ICE startup system by means of hydraulic starter // Procedia Engineering. 2017. Т. 206. P. 1238–1245.

9. Gritsenko A. V., Plaksin A. M., Shepelev V. D. Studuing lubrication system of turbo-compressor rotor with integrated electronic control // Procedia Engineering. 2017. Т. 206. P. 611–616.

10. Plaksin A. M., Gritsenko A. V., Glemba K. V. Modernization of the turbocharger lubrication system of an Internal combustion engine // Procedia Engineering. 2015. Т. 129. P. 857–862.

11. Бурцев А. Ю. Повышение эксплуатационной надежности турбокомпрессоров двигателей внутреннего сгорания // Достижения науки – агропромышленному производству : матер. ЛП Междунар. науч.-техн. конф. Челябинск : ЧГАА, 2013. С. 28–34.

12. Korotkov V. A., Anan'ev S. P., Shekurov A. V. Investigation of The Effect of The

Cooling Rate on the Quality of the Surface Layer in Plasma Quenching // Welding International. 2013. Vol. 27. № 5. P. 407–410.

13. Mashrabov N., Erofeev V. V., Korotkov V. A. Plasma hardening of elements for soil cultivating instruments // Welding Interna-

tional. 2020. Vol. 34. № 4–6. P. 152–156. DOI: 10.1080/09507116.2021.1921386.

14. Машрабов Н., Ерофеев В. В., Коротков В. А. Плазменная закалка элементов почвообрабатывающих орудий // Сварочное производство. 2018. № 12. С. 24–29.

Барышников Сергей Александрович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технический сервис машин, оборудования и безопасности жизнедеятельности», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: 2serg_b@mail.ru.

Плаксин Алексей Михайлович, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка, и технология и механизация животноводства», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: plaksin.1944@mail.ru.

Гриценко Александр Владимирович, д-р техн. наук, профессор кафедры «Автомобильный транспорт», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)»; профессор кафедры «Технический сервис машин, оборудования и безопасности жизнедеятельности», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: alexgrits13@mail.ru.

Галиев Ильгиз Гакифович, д-р техн. наук, профессор кафедры «Эксплуатация и ремонт машин», ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет.

E-mail: drGali@mail.ru.

Гималтдинов Ильдус Хафизович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация и ремонт машин», ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет.

E-mail: tskazgau@mail.ru.

Бурцев Александр Юрьевич, канд. техн. наук, доцент кафедры специальных дисциплин, ФГБОУ ВО Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева.

E-mail: burceval2009@yandex.ru.

Рахимов Жанат Сагындыкович, аспирант, кафедра «Эксплуатация машинно-тракторного парка, и технология и механизация животноводства», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: rahimov-96@mail.ru.

* * *

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОМБИНИРОВАННЫХ ПОСЕВНЫХ АГРЕГАТОВ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ ИХ БЕЗОТКАЗНОСТИ И РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ

А. М. Плаксин, А. В. Гриценко, Д. Б. Власов

На основе обобщения и анализа многолетних экспериментальных материалов по исследованию эффективности использования комбинированных посевных агрегатов в сельхозпредприятиях Южного Урала установлены причины несоответствия (снижения) основных технико-экономических и агротехнологических показателей эксплуатационных свойств посевных агрегатов. Установлено, что структура составляющих баланса времени смены работы комбинированных посевных агрегатов (КПА), ее нормирование не соответствует: их конструктивно-технологической сложности по величине ежедневных технико-технологических обслуживаний и продолжительности холостых переездов КПА; не учитывает свойства безотказности и ремонтпригодности агрегатов при эксплуатации в рядовых условиях сельхозпредприятий. Это предопределяет снижение коэффициента τ^3 полезного времени использования смены на 5–10% ($\tau^3 \ll \tau^H$). Традиционный расчет часовой производительности с учетом ширины захвата B_p , м, агрегатов обуславливает идентичность выполненной работы простыми и комбинированными агрегатами, что, очевидно, не соответствует физической сущности измерения их работы затратами энергии $A = \kappa \text{ Дж/га}$. А они у КПА в 3–5 раз выше по сравнению с однооперационными МТА, практически стали равны удельным энергозатратам пахотных агрегатов. Установлено, что при проектировании механизированных процессов в растениеводстве не нормируется и не устанавливается коэффициент готовности реализации предстоящих циклов полевых работ $K_{Г.Р.П}$, который является главным критерием эффективности производственных процессов. Практикой и теоретическими исследованиями доказано, что при значении $K_{Г.Р.П} = 0,90\text{--}0,95$ обеспечивается производительность труда механизаторов при использовании КПА в 4–5 раз и более по сравнению с однооперационными агрегатами. Предложенная математическая модель установления данного показателя во взаимосвязи с основными параметрами эксплуатационных свойств комбинированных посевных агрегатов является научно-практической основой проектирования и реализации механизированных процессов в земледелии.

Ключевые слова: комбинированные посевные агрегаты, производительность, безотказность и ремонтпригодность агрегатов, нормирование, коэффициент готовности реализации механизированных процессов.

Применение комбинированных посевных агрегатов (КПА) при посеве сельскохозяйственных культур стало кардинальным процессом модернизации одного из важнейших циклов полевых работ. Одновременное выполнение за один рабочий проход основных технологических операций (культивация, посев и внесение удобрений, боронование, прикатывание, дозирование и пневмотранспортирование) позволяет при использовании тракторов повышенной единичной мощности (300–500 л.с.), при ширине захвата посевного комплекса от 10 до 18 метров и рабочих скоростях $V_p = 8\text{--}12$ км/ч повысить: производительность КПА в два-три раза по сравнению с простыми, однооперационными агрегатами; производительность труда

механизаторов в 4–5 раз. Реализация ресурсосберегающего процесса посева зернобобовых культур такими агрегатами позволяет при равных природно-климатических условиях увеличить урожайность сельхозкультур в 1,5–2 раза.

Но практика применения КПА в производственных подразделениях агрохолдингов, крупных сельхозпредприятиях, проводимые нами многолетние исследования позволили установить, что потенциал дорогостоящих агрегатов (от 10 до 30 млн руб.) часто используется недостаточно эффективно. Конструктивно-технологическая сложность, в частности непосредственно технологических модулей, работа агрегатов на повышенных рабочих скоростях, деградация процессов поддержания и восстановления

работоспособности КПА, некорректность расчета при проектировании их количественного состава без учета технической готовности агрегатов в предстоящий цикл использования предопределили значимое, до 10–20% снижение сезонной производительности КПА. Кроме этого величина коэффициента использования рабочего времени смены при нормировании производительности агрегатов (длина гона 1000–2000 м) принимается в диапазоне $\tau^H = 0,75–0,85$. Но нашими исследованиями поэлементного баланса времени смены ($T_{см}^H = 10$ ч.) установлено, что фактически $\tau^H = 0,50–0,60$. Очевидно, что пропорционально уменьшается сменная производительность КПА.

При расчете производительности не учитывается величина коэффициента готовности агрегата $K_{г.а}$ во время выполнения предстоящего рабочего цикла. Расчет коэффициента использования времени смены проводится без учета времени простоя агрегатов из-за отказов машин, ожидания доставки требуемых СЧМ для начала ремонта машин. Это еще больше снижает готовность выполнения посевного процесса в нормативные агротехнические сроки [1, 2].

Несмотря на значимое отличие энергетической способности современных тракторов в составе КПА от простых, однооперационных агрегатов, стохастичности показателей энергетических свойств, физико-механического состава почвы, проектирование технической оснащенности посевных процессов, режимов их реализации производится по классическим методикам, которые не учитывают взаимосвязи производительности агрегатов с их энергетической структурой, показателями надежности машин.

Экономические отделы в сельхозпредприятиях, как правило, при нормировании норм выработки агрегатов в растениеводстве, технической оснащенности механизированных процессов используют следующий алгоритм расчетов.

В зависимости от условий возделывания сельскохозяйственных культур, их разновидности и нормативных агротребований, в частности по началу и продолжительности, чередованию посева культур устанавливаются сменные, суточные, сезонные нормы выработки на каждый тип посевного агрегата по формулам [8]:

Сменная производительность:

$$W_{см}^H = 0,36 \cdot B_p^H \cdot V_p^H \cdot \tau^H \cdot T_{см}^H, \text{ га/см.} \quad (1)$$

Суточная производительность:

$$W_{сут}^H = W_{см}^H \cdot K_{см}^H, \text{ га/сут.} \quad (2)$$

Сезонная производительность:

$$W_{сез}^H = D_{p.а}^H \cdot W_{сут}^H, \text{ га/сез.}, \quad (3)$$

где B_p^H и V_p^H – соответственно нормативные величины ширины захвата и рабочей скорости агрегата, м; м/с;

$T_{см}^H$, $K_{см}^H$ – соответственно нормативные продолжительность смены и коэффициент сменности, ч/см;

$D_{p.а}^H$ – сезонная агротехническая продолжительность посевных процессов, сут. Она равна сумме продолжительностей посева i -х культур:

$$D_{p.а}^H = \sum_{i=1}^n D_{p.а.i}^H, \text{ сут.} \quad (4)$$

Далее, установив показатели нормативные эксплуатационных свойств КПА по справочным материалам планирования, временные и нагрузочные режимы работы (по таблицам справочников по нормированию наработки и расхода топлива на механизированные посевные работы), рассчитывают потребность в j -х агрегатах для посева $i_{с.х.}$ культур на площади $\sum_{i=1}^j S_{ij}$:

$$N_{aj}^H = \frac{\sum_{i=1}^n S_{ij}}{\sum_{i=1}^n D_{p.а.ij}^H}, \text{ шт.} \quad (5)$$

Суммарный расход топлива:

$$Q_{\Sigma \text{сез}} = \sum_{i=1}^n q_{га ij} \cdot S_{ij}, \text{ кг.} \quad (6)$$

Такой общий, значимо усредненный, практически слабо учитывающий природно-климатические условия реализации посевных процессов, их организацию, показатели эксплуатационных свойств, разнообразных по конструктивно-технологическому составу, в том числе надежности КПА, принят в настоящее время подход при планировании механизированных



процессов в растениеводстве. При не имеющем аналогов по сложности, особенностям реализации процессов использования средств механизации в растениеводстве, закономерностям изменения их эксплуатационных свойств и воздействиям на биологические объекты природы требуется: разработка методологии дифференцированного проектирования конструкций и технологий изготовления сельскохозяйственной техники; ее соблюдение при производстве машин; процессов использования их по назначению в заданных условиях реализации; процессов обеспечения работоспособности машин, машинно-тракторных агрегатов с целью достижения высокой агротехнологической готовности механизированных процессов $K_{Г.РП}$ производства продукции сельского хозяйства необходимого количества и качества.

Целью исследований является разработка и обоснование методики аналитического описания взаимосвязи коэффициента готовности реализации процессов с показателями эксплуатационных свойств комбинированных посевных агрегатов на предстоящие циклы полевых работ в растениеводстве.

Материалы и методы исследования

Для математического описания взаимосвязи производительности комбинированных посевных агрегатов использовали материалы хронометражных исследований закономерностей изменения составляющих баланса рабочей смены агрегатов К-744 Р1+ПК-12,2 «Кузбасс», Buhler Versatile 2425+Salford (ПЗК ООО «Птицефабрика Челябинская»). На основе экспериментальных данных методом вычислительного эксперимента установлено снижение наработки КПА за посевной цикл в 1,5...2 раза по сравнению с нормативными показателями [6, 7]. Использование системно-аналитического метода при разработке методики проектирования процесса посева КПА [3] на основе дифференцирования их показателей эксплуатационных свойств позволило выявить причины значимого расхождения величин параметров посевных процессов нормируемых и фактических.

Результаты и обсуждение

Дифференцирование показателей эксплуатационных свойств агрегатов предопределяется необходимостью соответствия, адекватности процессов проектирования, планирования тех-

нической оснащенности механизированных процессов в растениеводстве на основе параметров, которые действительно имеют место в рядовой эксплуатации МТА, но не учитываются в математических моделях вообще или по величине показателей, принимаемых при их разработке, количественно не соответствуют фактическим значениям. Это в конечном итоге обуславливает ошибочность расчета технико-экономических параметров процессов использования КПА и величину принятых критериев оценки их эффективности.

Акцентируем внимание, что расчет нормированной сменной производительности по классической формуле (1) КПА, при их конструктивно-технологической сложности и высоких показателях энергетических свойств, является упрощенным, не учитывающим закономерности их изменения при повышенных нагрузочно-скоростных режимах использования. Как следствие, имеет место значимое несоответствие расчетных показателей технико-экономических свойств агрегатов реальным условиям их эксплуатации. Например, принятие нормативной величины рабочей скорости по справочным материалам, как правило, является завышенным. Это обусловлено практически отсутствием учета в широком диапазоне характеристик предмета труда, почвы, сельскохозяйственных культур и удобрений, видов движителей машин и т.д. Поэтому за основу при проектировании посевных процессов комбинированными агрегатами следует принять расчет сменной производительности по их энергетическим показателям с учетом характеристик почвенного агрофона, т.е. для тягово-приводных КПА:

$$\begin{aligned}
 W_{см} &= \frac{0,36 \cdot (N_e^3 - N_{епр}) \cdot \eta_{т}}{\sum_{i=1}^n K_{mi}} \cdot \tau = \\
 &= \frac{0,36 \cdot (N_e^3 - N_{епр}) \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_6 \cdot \eta_{f_{тр}}}{\sum_{i=1}^n K_{mi}} \cdot \tau,
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

где N_e^3 – эксплуатационная мощность ДВС трактора, кВт. Она меньше номинальной (паспортной) мощности дизеля в среднем на 5–10% ($N_e^3 = N_e^H \cdot K_{Ne}$, кВт);

K_{Ne} – коэффициент фактического использования мощности с заданными технологическими модулями (СХМ) при рассчитанной рабочей скорости V_p , м/с КПА ($K_{Ne} \approx 0,9$ для колесных движителей и $0,93$ для гусеничных движителей);

η_t – тяговый коэффициент трактора.

Тяговый КПД трактора при движении КПА по полю после осенней обработки его дисками, культиваторами, лушильниками принят в диапазоне: для колесного трактора с одинарными движителями – $\eta_{t1} \approx 0,58 \dots 0,60$; со двояными движителями $\eta_{t2} \approx 0,61 \dots 0,65$; гусеничного трактора $\eta_t \approx 0,70 \dots 0,75$. Соответственно среднее значение тягового КПД принимаем: $\eta_{t1} = 0,59$; $\eta_{t2} = 0,63$; $\eta_t = 0,72$;

$\sum_{i=1}^n K_{Mi}$ – удельное сопротивление, суммарное всей технологической части КПА с учетом сопротивления перекачиванию бункера с семенами и удобрениями, кН/м;

τ – коэффициент полезного использования рабочего времени смены. Его величина зависит от длины гона рабочего участка поля (L_r), рабочей скорости и конструкции агрегата. Величина нормативного коэффициента τ^n у КПА соответственно находится в диапазоне: $\tau = 0,55 \dots 0,80$ при $V_p = 9 \dots 12$ км/ч. Например, $\tau = 0,55 \dots 0,65$, (при $L_r = 500 \dots 800$ м); $\tau = 0,65 \dots 0,75$ ($L_r = 900 \dots 1500$ м); $\tau = 0,75 \dots 0,8$ ($L_r > 1500 \dots 2000$ м). Для степной и лесостепной зоны Челябинской области принимаем среднюю длину гона $L_{cp} = 1500$ м;

$N_{e.пр}$ – величина мощности на привод механизмов дозирования семян, удобрений в бункере и пневмотранспорт их к высевальным рабочим органам агрегата, кВт;

$\eta_{тр}$, $\eta_б$, $\eta_{fпр}$ – соответственно КПД привода трансмиссии, буксования движителей трактора при его передвижении. Они определяют величину тягового КПД трактора – ($\eta_t = \eta_{тр} \cdot \eta_б \cdot \eta_{fпр}$). Величина их зависит от состояния почвы, агрофона и конструкции механизмов трансмиссии

и ходового аппарата тракторов, режимов работы КПА (табл. 1).

Суммарное значение удельного сопротивления технологической части КПА (с учетом бункера) рассчитывается по формуле:

$$\sum_{i=1}^n K_{Mi} = K_k + K_n + K_б + K_{np} + K_{бун}, \quad (8)$$

где K_k – удельное сопротивление культиваторов (сошников) посевного модуля ($K_k \approx 1,5 \dots 2,5$ кН/м);

K_n – удельное сопротивление посевного рабочего органа ($K_n \approx 0,5 \dots 0,8$ кН/м);

$K_б$ – удельное сопротивление борон ($K_б \approx 0,6 \dots 0,9$ кН/м);

K_{np} – удельное сопротивление катков ($K_{np} \approx 0,6 \dots 1,0$ кН/м).

Удельное сопротивление бункера с зерном и удобрениями рассчитывается по формуле:

$$K_{бун} = R_{к.б} + 0,5 \cdot R_{3,y} = \frac{(G_{к.б} + 0,5 \cdot G_{3,y}) \cdot f_{бун}}{B_{pa}}, \quad (9)$$

где $G_{к.б}$ – конструкционный вес бункера кН;

$f_{бун}$ – коэффициент сопротивления перекачиванию бункера ($f_{бун} = 0,08 \dots 0,12$). При переднем расположении бункера принимаем $f_{бун} = 0,08 \dots 0,10$, а при расположении после ПК – $f_{бун} = 0,10 \dots 0,12$;

$0,5 \cdot G_{3,y}$ – вес зерна, удобрений в бункере в среднем, кН;

B_{pa} – рабочая ширина захвата посевного комплекса, м.

Средний вес зерна и удобрений в бункере при работе КПА равен:

$$G_{3,y} = (V_z \cdot j_z + V_y \cdot j_y) \cdot 0,5, \quad (10)$$

где V_z , V_y – объем зерна, удобрений в бункере, м³;

j_z , j_y – удельный вес зерна, удобрений, кН/м³ (принимают $j_z = 0,60 \dots 0,70$ кН/м³; $j_y = 0,90 \dots 1,10$ кН/м³).

Таблица 1 – Величина КПД тракторов

Тип трактора	$\eta_{тр}$	$\eta_б$	$\eta_{fпр}$	η_t
Колесные:	4к4			
с одинарными	0,85...0,93	0,80...0,90	0,80...0,90	0,58...0,60
и двояными движителями;		0,82...0,98	0,78...0,88	0,61...0,65
в среднем	0,88	0,85	0,85	0,62



Зная основные показатели использования КПА в конкретных условиях эксплуатации, рассчитывают рабочую скорость агрегатов по формуле:

$$V_p = \frac{(N_e^3 - N_{eпр}) \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_6}{P_{кр} + P_{fтр}} = \frac{(N_e^3 - N_{eпр}) \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_6}{\sum_{i=1}^n K_{mi} \cdot B_{pa} + G_{тр} \cdot f_{п.тр}}, \quad (11)$$

где $N_{e.пр}$ – величина затрат мощности на привод вентилятора пневмосистемы, механизма дозирования семян и удобрений, кВт. Ориентировочно принимают в среднем $N_{e.пр} = 6 \dots 12$ кВт;

$f_{п.тр}$ – коэффициент сопротивления трактора перекачиванию. Для гусеничного трактора в зависимости от состояния почвы (влажность, плотность, агрофон) принимают $f_{п.тр} \approx 0,07 \dots 0,10$. Для тракторов с одинарными колесами $f_{п.тр} = 0,9 \dots 0,12$, для сдвоенных колес $f_{п.тр} = 0,07 \dots 0,09$.

Расчет погектарного расхода топлива $Q_{га}$, кг/га проводят в следующей последовательности:

а) рассчитывают расход топлива КПА за час работы $Q_{ч}$, кг/ч:

$$Q_{ч} = \frac{N_e^3 \cdot q_e}{1000}, \quad (12)$$

где q_e – удельный расход топлива (дан в характеристике трактора), г/кВт·ч. Его величина находится в диапазоне $q_e = 200 \dots 250$ г/кВт·ч; удельный вес дизельного топлива в среднем равен $j_{yт} = 0,83 \dots 0,86$ т/м³;

б) следовательно, погектарный расход топлива будет равен:

$$Q_{га} = \frac{Q_{ч}}{W_{ч}} = \frac{N_e^3 \cdot q_e}{1000 \cdot W_{ч}}. \quad (13)$$

Используя данную методику, числовые дифференцированные значения показателей использования и технических характеристик КПА, принятых для проектирования, рассчитывают технико-экономические параметры реализации посевных процессов.

При использовании КПА в рядовых условиях эксплуатации наиболее значимое влияние на их сменную, в целом сезонную наработку оказывает уменьшение величины коэффициента полезного использования рабочего вре-

мени смены $\tau^{\phi} < \tau^h$. Это обусловлено количеством последовательно соединенных технологических модулей (до 5–7 шт.), шириной захвата агрегатов, работой на повышенных скоростях, емкостью бункеров под зерно и удобрения ($V_{бух} = 8 \dots 14$ м³).

Но основное влияние на сокращение производительности КПА в этих условиях оказывают их показатели безотказности и ремонтнопригодности, что практически не учитывается при нормировании сменной производительности агрегатов [7, 10, 11].

Баланс времени смены характеризует распределение общего времени смены, по отдельным нормативным слагаемым. Необходимость такого распределения обусловлена принятым в сельском хозяйстве поэлементным методом нормирования труда и возможностью анализа эффективности использования времени смены агрегатом и выявления причин сокращения ее коэффициента полезного использования τ^{ϕ} в конкретных условиях реализации механизированных процессов.

Аналитически нормативная структура элементов времени смены $T_{см}^h = 10$ ч. в напряженные циклы полевых работ мобильных агрегатов определяется выражением:

$$T_{см}^h = T_p^h + \sum_{i=1}^k T_z^h, \quad (14)$$

где T_p^h – непосредственно нормативная продолжительность выполнения технологического процесса агрегатами, ч;

$\sum_{i=1}^k T_z^h$ – суммарная продолжительность сопутствующих затрат времени смены (на холостые переезды, технико-технологические останки и др.), ч.

Соответственно, коэффициент полезного использования времени смены рассчитывается по формуле:

$$\tau^h = \frac{T_p^h}{T_{см}^h} = \frac{T_p^h}{T_p^h + \sum_{z=1}^k T_z^h}. \quad (15)$$

Но при нормировании элементов времени смены не учитывают простои агрегатов из-за отказов составляющих их машин $T_{п.ун}^h$, ч.

Следовательно, фактическая величина коэффициента полезного использования времени смены будет равна:

$$\tau^{\Phi} = \frac{T_p^H - T_{п.у.н}}{T_{см}^H} = \frac{T_p^{\Phi}}{T_{см}^H + T_{п.у.н}}, \quad (16)$$

где $T_{см}^{\Phi} = T_{см}^H + T_{п.у.н}$ – фактическая продолжительность смены, ч.

В результате при использовании КПА в рядовых условиях эксплуатации для выполнения нормативной сменной производительности они должны работать большее количество часов, т.е. $T_{см}^{\Phi} \gg T_{см}^H$. Или же расчет сменной производительности нужно проводить с учетом коэффициента технической готовности агрегатов $K_{г.а.ж}$.

При $K_{г.а.ж} = \frac{t_p^{\Phi}}{t_p^H + t_{п.у.н}}$ сменная фактическая

производительность КПА будет равна:

$$W_{с.а.ж}^{\Phi} = W_{ч.а.ж}^H \cdot K_{г.а.ж}. \quad (17)$$

Это предопределено и тем, что комбинированные посевные агрегаты, имея до 5–7 технологических модулей (до 200–300 рабочих органов), очевидно, имеют более низкую безотказность (наработку на отказ) по сравнению с простыми, однооперационными агрегатами:

$$P_{а.ж}(t_{р.а}) = P_{мэс.ж}(t_{р.а}) \cdot [P_{схм.и}(t_{р.а})]^{n_{схм.и.ж}}, \quad (18)$$

где $P_{а.ж}(t_{р.а})$ – вероятность безотказной работы КПА в рабочем цикле посевных работ;

$P_{мэс.ж}(t_{р.а}) \cdot [P_{схм.и}(t_{р.а})]^{n_{схм.и.ж}}$ – вероятность безотказной работы в полевом цикле мобильного энергетического средства (трактора) и i -х сельхозмашин (технологических модулей);

$n_{схм.и.ж}$ – количество i -х технологических модулей (культиваторного, посевного, бороновального и т.д.), шт.

К сожалению, адекватность этой математической модели взаимосвязи безотказности (ее снижения) с конструктивно-технологической сложностью КПА подтверждается при использовании их в условиях рядовой эксплуатации, где низкая эффективность процессов восстановления работоспособности агрегатов обусловлена деградацией технического сервиса, недостаточной унификацией СЧМ разномарочных посевных комплексов.

Учитывая важность применения, учета комплексного коэффициента готовности при проектировании и планировании реализации механизированных процессов в растениеводстве, имеющих место различных толкований их сущности, используя обновленные ГОСТ 27.002-89 и ГОСТ 18322-2016, поясним основные понятия, термины и определения изложенных в данных стандартах.

В первом из них акцентируется внимание пользователей на следующем. Приведенные определения можно при необходимости изменять, вводя в них производные признаки, раскрывая значение используемых в них терминов, указывая объекты, входящие в объем определяемого понятия. Следовательно, надежность – свойство объекта сохранять во времени способность к выполнению требуемых функций (работоспособность) в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. К параметрам, характеризующим способность выполнять требуемые функции (быть работоспособным), относятся: кинематические и динамические параметры; показатели конструкционной прочности, точности функционирования (агротехнологические требования); производительности, скорости и т.п.

Важнейшими свойствами надежности агрегатов при использовании по назначению, особенно в сельском хозяйстве, являются безотказность и ремонтпригодность. Ремонтпригодность эквивалентна международному термину «приспособленность к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния».

В отличие от единичного показателя надежности (например, средняя наработка на отказ, интенсивность отказов, их количество за время суммарной наработки и др.), комплексный показатель надежности количественно характеризует не менее двух свойств, составляющих надежность, а именно безотказность и ремонтпригодность. Таковым является коэффициент готовности агрегата $K_{г.а}$.

Из изложенного очевидно, что коэффициент готовности агрегатов численно показывает вероятность безотказной работы за время суммарной наработки в предстоящие циклы выполнения механизированных процессов. Инженеры, специалисты сельхозпредприятий часто ошибочно коэффициент готовности агрегатов вычисляют перед начальным моментом их использования, т.е.:



$$K_{г.а} = \frac{M_{раб}}{M_{спис}}, \quad (19)$$

где $M_{раб}$, $M_{спис}$ – соответственно количество работоспособных технологически однотипных агрегатов и их списочное количество в хозяйстве перед началом полевых работ.

Временем восстановления $T_{в.а}$ называется продолжительность восстановления работоспособности КПА после отказа машин. Восстановление включает в себя идентификацию отказа (определение его места и характера), наладку или замену отказавшего элемента, регулирование и контроль его технического состояния, заключительную операцию контроля работоспособности машины или агрегата в целом. Эти операции определяют нормативную трудоемкость непосредственного устранения последствий отказа какого-либо элемента агрегата. Вероятность восстановления работоспособного состояния представляет собой функцию распределения времени (продолжительности) восстановления элемента при $T_{в.а} = T_3$, где T_3 – заданное, нормативное время восстановления отказавшего элемента агрегата.

На основе изложенного материала по определению основных понятий и терминов, показателей свойств безотказности и ремонтпригодности мобильных агрегатов в растениеводстве, методик их аналитического расчета, комплексный коэффициент готовности КПА определяют по формуле:

$$K_{г.а} = \frac{t_{п.а}}{t_{п.а} + t_{в.тр} + t_{в.схм}} = \frac{t_{п.а}}{t_{п.а} + \frac{t_{п.а}}{t_{о.тр}} \cdot \frac{t_{в.тр}}{m} + \frac{t_{п.а}}{t_{о.схм}} \cdot \frac{t_{в.схм}}{m}}, \quad (20)$$

где $t_{п.а}$ – суммарная продолжительность (объем выполненной работы при посеве сельхозкультур) за сезон $D_{п.а}$ полевых работ, ч;

$t_{о.тр}$, $t_{о.схм}$ – средняя наработка на отказ трактора и соответственно машин (СХМ) посевного комплекса, ч;

$t_{в.тр}$, $t_{в.схм}$ – соответственно средняя нормативная трудоемкость непосредственного восстановления работоспособности трактора и сельхозмашин;

m – количество персонала при устранении последствий отказов, чел.

Очевидно, что коэффициент готовности машинно-тракторных агрегатов необходимо применять для расчета основных параметров механизированных процессов в растениеводстве: производительности (сменной, суточной и сезонной); количества требуемых агрегатов для полного и своевременного выполнения предстоящего посевного сезона; расчета фактической продолжительности посева сельскохозяйственных культур. Иначе эти параметры по величине будут не соответствовать агротехнологическим требованиям эффективной реализации посевных процессов.

Однако практика использования современных, конструктивно сложных КПА, наши исследования показывают, что при проектировании, планировании посевных процессов использование только комплексного коэффициента готовности не обеспечивает их параметрическую адекватность реальным процессам. Это обусловлено следующими причинами.

Восстановление работоспособности агрегата, продолжительность этого процесса учитывает только время от начала работы по устранению последствий отказов до полного восстановления работоспособности машин. Очевидно, что принято при этом условие наличия в резерве у агрегата отказавших узлов, рабочих органов, т.е. требуемых составных частей машин (СЧМ). Кроме этого, у различных по конструкции комбинированных посевных агрегатов приняты идентичные показатели эксплуатационной технологичности: стандартизация и унификация составных частей; универсальность оснастки и инструмента, крепежного материала, смазочных материалов; средства контроля и диагностирования технического состояния и др. Это явно не соответствует фактическому состоянию агрегатов, так как они состоят из сельхозмашин (технологических модулей) различной конструкции, производятся на различных машиностроительных предприятиях. В рядовых условиях эксплуатации КПА часто отсутствует резерв необходимых для устранения последствий отказов СЧМ. При их огромной номенклатуре создать такой запас СЧМ практически невозможно.

Перечисленное выше предопределяет при подготовке и реализации процессов восстановления работоспособности машин КПА, как

правило, в полевых условиях, дополнительное время их простоя в ожидании доставки необходимых СЧМ к агрегатам. По этой причине агрегаты простаивают от нескольких часов и даже смен. И это, конечно, должно учитываться при проектировании процессов использования и обеспечения работоспособности агрегатов.

Недостатки аналитического расчета основных параметров процессов использования и обеспечения работоспособности МТА в растениеводстве, в том числе наиболее сложных комбинированных посевных агрегатов, можно устранить введением нового показателя – комплексного коэффициента готовности реализации механизированного процесса $K_{Г.Р.П}$ возделывания сельскохозяйственных культур. Его аналитическое выражение записывается в следующем виде:

$$K_{Г.Р.П} = \frac{t_{р.а}}{t_{р.а} + \frac{t_{р.а}}{t_{о.тр}} \cdot \frac{t_{в.тр}}{m} + \frac{t_{р.а}}{t_{о.схм}} \cdot \frac{t_{в.схм}}{m} + \frac{t_{р.а}}{t_{о.схм}} \cdot t_{ож.счм}}, \quad (21)$$

где $t_{ож.счм}$ – средняя продолжительность простоя агрегата в ожидании доставки требуемой СЧМ для восстановления его работоспособности, ч.

Соответственно определение комплексного коэффициента готовности реализации процесса $K_{Г.Р.П}$

Вероятность того, что технологический процесс (совокупность технологических операций за рабочий цикл полевых работ) будет реализован с нормативной (агротехнической) продолжительностью в заданных зональных условиях возделывания сельскохозяйственных культур.

Он количественно характеризует одновременно три свойства процесса – безотказность и ремонтпригодность, а также организационно-технический уровень обеспечения процесса восстановления работоспособности МТА требуемыми СЧМ и специалистами технического сервиса.

Исходя из изложенного фактические значения продолжительности выполнения технологических процессов ($D_{р.а}^{\phi}$, сут., $t_{р.а}^{\phi}$, ч) и количество фактически необходимых МТА $N_{МТА}^{\phi}$, шт., нужно рассчитывать по формулам:

$$D_{р.а}^{\phi} = \frac{S^{\phi}}{N_{МТА}^{\phi} \cdot W_{ч}^{\phi} \cdot T_{см}^H \cdot K_{см}^H \cdot K_{Г.Р.П}}; \quad (22)$$

$$t_{р.а}^{\phi} = \frac{D_{р.а}^{\phi} \cdot T_{см}^H \cdot K_{см}^H}{K_{Г.Р.П}}; \quad (23)$$

$$N_{МТА}^{\phi} = \frac{N_{МТА}^{\varepsilon}}{K_{Г.Р.П}}, \text{ шт.} \quad (24)$$

Очевидно, что комплексный коэффициент готовности реализации механизированных технологических процессов в растениеводстве является основным и его величина при проектировании, планировании процессов производства сельхозпродукции позволяет судить об уровне эффективности реализации предстоящих объемов полевых работ, устанавливать потребность необходимых ресурсов для их выполнения в лучшие агротехнические сроки, совершенствовать технологические процессы и организацию их реализации.

Выводы

1. Модернизация посевных процессов зернобобовых культур в растениеводстве на основе использования комбинированных посевных агрегатов в составе с тракторами 5–8-го класса тяги и шириной захвата посевного комплекса от 10 до 18 метров, при одновременном выполнении до 5–7 технологических операций потенциально позволяет: повысить нормативную сменную производительность до 120–150 га, а производительность труда механизаторов, по сравнению с однооперационными агрегатами, в 4–5 раз.

2. Использование при проектировании, планировании в хозяйствах посевных процессов комбинированными агрегатами комплексного коэффициента готовности реализации механизированных процессов в растениеводстве позволяет не только повысить их адекватность реальным процессам в рядовых условиях, но и по величине комплексного коэффициента (расчетного и опытного по данным предыдущих лет) осуществить организационно-технические мероприятия для его повышения в нерабочий период агрегатов. Комплексный коэффициент готовности реализации процессов в растениеводстве является обобщающим критерием эффективности реализации механизированных процессов производства сельскохозяйственной продукции.

Список литературы

- ГОСТ 27.02-89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения»



(Восстановлен на территории РФ с 1.XII.2012 г. Приказ Росстандарта от 29.XI.2012 г. № 649-ст.).

2. ГОСТ 18322-2016 «Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения». Введен в действие с 1.IX.2017 г.

3. Жалнин Э. В. Системно-аналитический метод формирования технической политики в АПК России // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 6. С. 3–8.

4. Иванова Р. П., Симонов А. Л. Реализация методологической функции философии в научном познании и практике. Новосибирск : Наука, 1984.

5. Качурин В. В. Обоснование количества мобильных звеньев для восстановления работоспособности посевных комбинированных агрегатов : дис. ... канд. техн. наук. Челябинск, 2014. С. 150.

6. Результаты расчетно-экспериментального метода установления показателей исполь-

зования и надежности агрегатов в растениеводстве / А. М. Плаксин [и др.] // АПК России. 2022. Т. 29. № 1. С. 54–61.

7. Плаксин А. М., Гуляренко А. А. Управление уровнем безотказности с.-х. тракторов на основе оценки издержек на изготовление, обслуживание и ремонт // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 4. С. 52–55.

8. Плаксин А. М., Гриценко А. В. Ресурсы растениеводства. Энергетика машинно-тракторных агрегатов. Челябинск, 2015. С. 306.

9. Системные исследования. Методологические проблемы / АН СССР, ВНИИСИ. М. : Наука, 1986.

10. Селиванов А. И., Артемьев Ю. Н. Теоретические основы ремонта и надежности сельскохозяйственной техники. Колос, 1978. С. 247.

11. Соломкин А. П., Марламов Э. Г. Теоретическое обоснование построения систем техсервиса сельскохозяйственной техники в АПК Сибири. Улан-Удэ, 2018. С. 179.

Плаксин Алексей Михайлович, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка, и технология и механизация животноводства», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: plaksin.1944@mail.ru.

Гриценко Александр Владимирович, д-р техн. наук, профессор кафедры «Автомобильный транспорт», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)»; профессор кафедры «Технический сервис машин, оборудования и безопасности жизнедеятельности», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: alexgrits13@mail.ru.

Власов Дмитрий Борисович, канд. техн. наук, старший преподаватель, кафедра «Технический сервис машин, оборудования и безопасность жизнедеятельности», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: dimon.vlasoff2012@yandex.ru.

* * *

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УНИВЕРСАЛЬНОГО ПОЛУПРИЦЕПА ДЛЯ РАЗБРАСЫВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Р. С. Рахимов, А. Р. Ялалетдинов, И. Р. Рахимов, Д. А. Ялалетдинов, А. Р. Пацкань

С увеличением производительности посевных и уборочных агрегатов, а также с увеличением урожайности возделываемых зерновых и кормовых культур вопросы перевозки различных грузов сельскохозяйственного назначения, заправки посевных комплексов семенами и удобрениями, разбрасывания органических удобрений и извести и других работ проблема создания универсальных полуприцепов различной грузоподъемности с возможностью выполнения перечисленных работ возрастает. Над созданием таких полуприцепов работают как отечественные, так и зарубежные фирмы и заводы. Однако эти полуприцепы не всегда соответствуют классу тяги и мощности двигателя трактора, что ведет к снижению качества работы и производительности агрегата. В связи с этим в работе дана методика расчета грузоподъемности полуприцепа, соответствующей классу тяги трактора и определения мощности двигателя трактора, обеспечивающая выполнение всех технологических операций в соответствии с агротехническими требованиями. В статье показано, что возможная сила тяжести загруженного полуприцепа зависит от касательной силы тяжести трактора с учетом нагрузки на прицепное устройство трактора со стороны полуприцепа при полной его загрузке. Далее дана методика определения потребной мощности двигателя трактора с учетом затрат мощности на перемещение агрегата, на разгрузку органических удобрений, которая позволяет рассчитать необходимую мощность двигателя для оптимальной загрузки трактора. Установлены рациональные параметры полуприцепа для трактора с мощностью двигателя 157 кВт, которые составляют емкость кузова 18...20 м³, сила тяжести полуприцепа 70...75 кН, сила тяжести удобрений в бункере 175...180 кН. Производительность агрегата при $B = 8...20$ м, скорости движения $V_a = 2...3,5$ м/с и дальности расположения куч удобрений находится в пределах от 4 до 15 га/ч.

Ключевые слова: полуприцеп, конструктивная схема, параметры, перевозка грузов, разбрасывание удобрений, заправка посевных комплексов, производительность, качество работы, грузоподъемность, класс тяги тракторов.

Выпуском полуприцепов разной грузоподъемности занимаются многие отечественные и зарубежные заводы [1–5]. Они отличаются друг от друга конструктивной схемой их исполнения, способом разгрузки грузов, способами разбрасывания удобрений и т.д.

Выпускаются двух-, трех- и четырехосные полуприцепы с грузоподъемностью от 15 до 40 т, в паспортных данных которых указаны собственный вес полуприцепа и грузоподъемность, а необходимая мощность двигателя трактора при работе в различных видах работ и с разными грузами и удобрениями не указана. В связи с этим для использования возможностей трактора в полном объеме и увеличения производительности агрегата необходимо иметь методику расчета потребной мощности двигателя трактора и допустимую грузоподъемность по-

луприцепа для агрегатирования с тракторами различного класса тяги, что представляет новизну предложенной работы.

Цель исследования: разработать методику расчета грузоподъемности и емкости кузова для тракторов различного класса тяги, а также определения потребной мощности двигателя трактора для универсальных полуприцепов разной грузоподъемности.

Методы и приемы

Параметры универсального полуприцепа (грузоподъемность и объем кузова) зависят от характеристик груза и мощности двигателя трактора, с которым он агрегатируется.

Максимальная грузоподъемность полуприцепа зависит от тягово-сцепных свойств трактора на агрофоне с определенной несущей спо-



способностью. Тогда максимальная сила тяжести $G_{пр}$, кН, полуприцепа с учетом груза определяется по выражению [1]:

$$G_{пр} = \frac{(P_x(\delta) - f_T G_{тр}) \eta_{\max}}{f_T}, \quad (1)$$

где $P_x(\delta)$ – касательная сила тяги трактора, кН;
 f_T – коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора на стерневом фоне;
 $G_{тр}$ – сила тяжести трактора, кН;
 η_{\max} – максимальный коэффициент использования тягового усилия трактора.

В процессе работы сила тяжести полуприцепа и груза распределяется между опорными колесами полуприцепа и прицепным устройством трактора (рис. 1).

Реакция на прицепное устройство трактора R_0 , кН, при полной загрузке кузова полуприцепа различными видами грузов составляет:

$$R_0 = G_n + Q_y - R_{хк}, \quad (2)$$

где Q_y – сила тяжести удобрений, кН;
 G_n – сила тяжести пустого полуприцепа, кН;
 $R_{хк}$ – реакция почвы на ходовые колеса полуприцепа, кН.

В свою очередь сила Q_y , кН, определяется как:

$$Q_y = \gamma_y V_k, \quad (3)$$

где γ_y – объемный вес груза, кН/м³;

V_k – объем кузова полуприцепа, м³.

Величину реакции почвы на опорные колеса полуприцепа $R_{хк}$, кН, при полной загрузке кузова можно определить составлением уравнения моментов относительно точки O в виде:

$$\sum M_0 = R_{хк} l_{хк} - G_n l_0 - Q_y l_y = 0. \quad (4)$$

Отсюда:

$$R_{хк} = \frac{G_n l_0 + Q_y l_y}{l_{хк}}. \quad (5)$$

Подставляя значение силы $R_{хк}$ из формулы (5) в (2), получим величину реакции прицепа трактора R_0 , кН, при полной загрузке кузова в виде:

$$R_0 = \frac{G_n (l_{хк} - l_0) + Q_y (l_{хк} - l_y)}{l_{хк}}. \quad (6)$$

При известном значении реакции R_0 , кН, можно определить касательную силу тяги трактора $R_x(\delta)$, кН, по зависимости:

$$R_x(\delta) = (G_T + R_0) \delta, \quad (7)$$

где G_T – сила тяжести трактора, кН;

δ – коэффициент сцепления колес трактора с почвой.

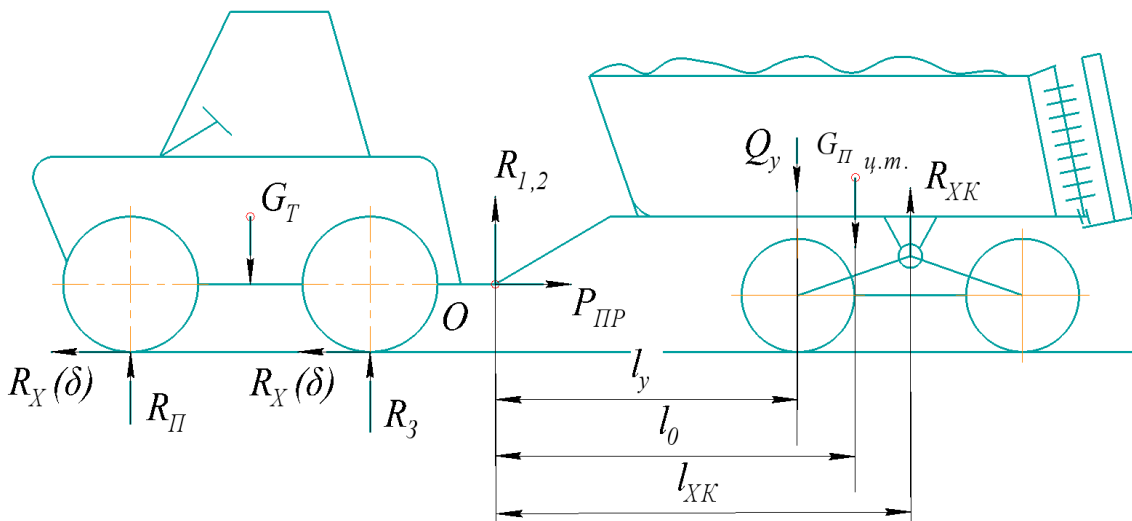


Рис. 1. Расчетная схема для определения перераспределения нагрузок по опорам

Для колесного трактора с двумя ведущими мостами при работе по обработанной почве: $\delta = 0,6 \dots 0,65$ [2].

При выполнении различных видов работ мощность двигателя трактора N_e , кВт, используется на преодоление тягового сопротивления полуприцепа N_1 , кВт, на перемещение переднего борта для разгрузки различных видов грузов при помощи гидроцилиндров N_2 , кВт, и на вращение валов разбрасывателя или заправщика семян через ВОМ трактора N_3 , кВт, то есть:

$$N_e = N_1 + N_2 + N_3. \quad (8)$$

В свою очередь

$$N_1 = \frac{N_{кр}}{\eta_{т}} = \frac{P_{кр} v_a}{\eta_{т}} = \frac{P_{пр} v_a}{\eta_{т} \eta}, \quad (9)$$

где $N_{кр}$ – мощность на крюке трактора, кВт;
 $\eta_{т}$ – КПД трансмиссии трактора;
 $P_{кр}$ – тяговое усилие на крюке трактора, кН;
 v_a – скорость движения агрегата, м/с;
 $P_{пр}$ – тяговое сопротивление полуприцепа, кН;
 η – коэффициент использования тягового усилия трактора.

Мощность N_2 , кВт, на привод гидронасоса определяется по формуле:

$$N_2 = \frac{\rho Q_{т}}{\eta_{об} \eta_{м}}, \quad (10)$$

где ρ – давление масла в гидросистеме, кПа;
 $Q_{т}$ – потребная производительность насоса, м³/с;

$\eta_{об}$ – объемный КПД насоса;
 $\eta_{м}$ – механический КПД.

В процессе работы в зависимости от нормы внесения органических удобрений M , т/га, скорости движения v_a и параметров гидроцилиндра (диаметр поршня гидроцилиндра $d_{п1}$, м, и хода штока гидроцилиндра $l_{шт1}$) для перемещения поршня гидроцилиндра с определенной скоростью $v_{шт}$, м/с, используется производительность насоса $Q_{п}$, м³/с, не в полном объеме. Излишки масла через перепускной клапан возвращаются обратно в бак.

Определим потребную производительность гидронасоса.

Путь, пройденный агрегатом L , м, для полного опорожнения кузова с количеством удобрений Q_y , т, при норме внесения удобрений M , т/га, и ширине зоны разбрасывания B , м, составляет:

$$L = \frac{Q_y \cdot 10^4}{MB}. \quad (11)$$

Тогда время прохождения агрегатом t , с, до полного опорожнения при скорости движения v_a , м/с, составит:

$$t = \frac{L}{v_a} = \frac{Q_y \cdot 10^4}{MBv_a}. \quad (12)$$

Ширина захвата B , м, при разбрасывании органических удобрений зависит от оборотов ротора разбрасывателя, которая регулируется дросселем из кабины трактора регулированием количества подаваемого масла в гидромотор и находится в пределах от 8 до 20 м.

Для перемещения переднего борта в начальный момент используется гидроцилиндр с диаметром поршня $d_{п1}$, м, и ходом штока $l_{шт1}$, м, а затем гидроцилиндр с диаметром поршня $d_{п2}$, м, и ходом штока $l_{шт2}$, м.

Тогда потребное время перемещения переднего борта до полной разгрузки кузова определяется по формуле:

$$t = \frac{l_{шт1} \pi d_{п1}^2 + l_{шт2} \pi d_{п2}^2}{4Q_{п} \eta_{об}}. \quad (13)$$

Отсюда можно определить потребную производительность насоса $Q_{п}$, м³/с, для перемещения переднего борта при известном времени перемещения борта t , с в виде:

$$Q_{п} = \frac{l_{шт1} \pi d_{п1}^2 + l_{шт2} \pi d_{п2}^2}{4t \eta_{об}}. \quad (14)$$

Мощность, затрачиваемая на привод разбрасывателя или на привод шнека при заправке семян N_3 , кВт, зависит от типа груза, скорости вращения роторов или шнека, нормы внесения удобрений или производительности шнека



и скорости движения агрегата. Согласно исследованиям, через ВОМ трактора используется при вспашке роторным плугом от 10 до 20% мощности двигателя трактора. Поскольку органические удобрения в процессе разбрасывания и семена при заправке сеялок находятся в рыхлом несвязном состоянии, то мощность N_3 , кВт, принимаем в пределах от 10 до 20% от мощности двигателя трактора. Значения N_3 , кВт, для различных типов удобрений при различных оборотах ротора и нормы внесения могут быть определены экспериментально в полевых условиях.

Тогда можно определить максимально возможные значения тягового сопротивления полуприцепа $P_{пр}$ при работе на различных агротехнических фонах и при движении с различной скоростью v_a .

Из формулы (9) $P_{пр}$, кН, равна:

$$P_{пр} = \frac{N_1 \eta_r \eta}{v_a} \quad (15)$$

Производительность агрегата W , га/ч, зависит от скорости движения агрегата v_a , м/с, от ширины разбрасывания удобрений, B , м, и коэффициента использования времени смены $\tau_{см}$ и определяется в виде:

$$W = 0,36 B v_a \tau_{см} \quad (16)$$

Коэффициент использования времени смены $\tau_{см}$ при разбрасывании органических удобрений зависит от:

- нормы внесения удобрений – M , т/га;
- расстояния до бурта с удобрениями – S , м;
- производительности погрузчика удобрений – $W_{пор}$, м³/с;
- скорости движения агрегата – v_a , м/с.

Коэффициент $\tau_{см}$ в упрощенном виде определяется как:

$$\tau_{см} = \frac{T_p}{T_0} = \frac{T_p}{T_p + T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6} \quad (17)$$

где T_0 – время работы агрегата в смену, ч;

T_p – время работы агрегата в загоне, ч;

T_1 – время движения агрегата на погрузку, ч;

T_2 – время движения груженого агрегата на загонку, ч;

T_3 – время погрузки полуприцепа, ч;

T_4 – время на отдых и обед, ч;

T_5 – время в пути до поля и обратно, ч;

T_6 – время, затрачиваемое на подготовительно-заключительные работы, на техническое обслуживание и т.д.

В свою очередь:

$$T_1 = \frac{S}{v_{a1}}; T_2 = \frac{S}{v_{a2}}; T_3 = \frac{V_n}{\Pi_n \cdot 3600}; \quad (18)$$

$$T_p = t = \frac{L}{v_a} = \frac{Q_y \cdot 10^4}{NBv_a},$$

где S – расстояние от поля до места погрузки удобрений, м;

v_{a1} – скорость движения агрегата на погрузку, м/с;

v_{a2} – скорость движения агрегата обратно с наполненным кузовом, м/с;

V_n – емкость кузова, м³;

Π_n – производительность погрузчика, м³/с.

Подставляя в полученные уравнения (1–18) исходные данные тракторов и условия их работы, можно определить параметры полуприцепов и показатели работы для тракторов различного класса тяги.

Результаты исследований и их анализ

Параметры полуприцепа определены для варианта его работы при разбрасывании органических удобрений в агрегате с трактором класса тяги 2–3 Case Puma 210. Технические характеристики трактора, используемые в расчетах, представлены в таблице 1, а объемный вес органических удобрений в таблице 2.

Сила тяжести полуприцепа $G_{пр}$, кН, определяется по формуле (1) при следующих исходных данных: $f_T = 0,1–0,2$, $G_T = 6850$ кг = = 68,5 кН, $\eta_{max} = 0,95$. При этом касательная сила тяги трактора $R_x(\delta)$, кН, определяется по формуле (7) с учетом догрузки прицепа трактора со стороны полуприцепа на величину R_0 , кН.

Согласно паспортным данным трактора, допустимая нагрузка на задний мост составляет 9500 кг, а на передний мост 6000 кг.

В связи с этим реакцию полуприцепа на прицепное устройство R_0 , кН, как показывают результаты расчетов, можно увеличить до 4000 кг.

Примем $R_0 = 30$ кН.

Тогда, согласно формуле (7), определяется $R_x(\delta)$, кН.

Таким образом, при работе с полуприцепом с полной загрузкой кузова трактор Case Puma 210 может развить касательную силу тяги, равную $R_x(\delta) = 50 \dots 60$ кН.

Тогда согласно формуле (1), максимальная сила тяжести полуприцепа с полной загрузкой кузова G_{np} , кН, может находиться в пределах: $G_{np} = 185 \dots 290$ кН.

Примем $G_{np} = 250$ кН.

Согласно проведенным прочностным расчетам, сила тяжести пустого полуприцепа с разбрасывателем удобрений $G_0 = 70 \dots 75$ кН.

Тогда максимальная сила тяжести удобрений в кузове может находиться в пределах $Q_y = G_{np} - G_0 = 175 \dots 180$ кН.

Тогда для различных видов удобрений объем кузова должен находиться в пределах:

$$V_k = \frac{Q_y}{\gamma_y} = 18,0 \dots 30 \text{ м}^3.$$

Поскольку в основном вносится в почву перегной, с $\gamma_y = 9-10$ кН/м³, примем объем кузова V_k , м³, находящийся в пределах $V_k = 18-20$ м³. Для внесения других удобрений в конструкции полуприцепа необходимо предусмотреть возможность наращивания кузова для увеличения объема кузова.

В процессе внесения органических удобрений мощность двигателя трактора используется на перемещение полуприцепа с удобрениями, на привод гидронасоса при перемещении удобрений передним бортом и на вращение разбрасывателя через ВОМ трактора (формула 8).

Для определения Q_n , м³/с, согласно формуле (11), определим путь L , м, при известных $Q_y = 14$ т, $M = 40$ т/га, $B = 8$ м и согласно формуле (12) при $V_a = 3$ м/с, определим время t , с, прохождения агрегатом до полного опорожнения кузова. Получим $t = 145,8$ с.

Подставляя в формулу (14) известные значения параметров гидроцилиндров, потребную

Таблица 1 – Технические характеристики трактора Case Puma 210 для проведения расчета

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Параметры
1	Мощность двигателя	кВт	157
2	Параметры передних шин		540/65 R28
3	Параметры задних шин		650/65 R28
4	Длина трактора	мм	4916
5	Ширина трактора	мм	2682
6	Высота в рабочем состоянии	мм	3100
7	Максимальная скорость	км/ч	40
8	Масса	кг	6850
9	Допустимая нагрузка:		
	– на передний мост	кг	6000
	– на задний мост	кг	9500
10	Давление масла в гидросистеме	Бар	215
		кПа	21 500
11	Производительность насоса гидросистемы	л/мин	120
		м ³ /с	0,002

Таблица 2 – Объемный вес органических удобрений [4]

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Параметры
1	Навоз свежий	кг/м ³	400–700
2	Перегной	кг/м ³	900–1000
3	Перегной полуразложившийся	кг/м ³	700–800
4	Торф сухой	кг/м ³	300–350
5	Торф влажный	кг/м ³	900–978



производительность насоса и времени t , с, определим Q_n , м³/с.

Получим: $Q_n = 0,000257$ м³/с.

При известной потребной производительности гидронасоса Q_n , м³/с, согласно формуле (10), определим потребную мощность гидронасоса.

Тогда $N_2 = 7,68$ кВт.

При принятых допущениях максимальная мощность двигателя, передаваемая через ВОМ трактора, равна: $N_3 = 31,4$ кВт.

При известных N_e , N_2 и N_3 можно определить согласно зависимости (8) N_1 , которая используется на преодоление тягового сопротивления полуприцепа. Получим $N_1 = 117,92$ кВт.

При известном N_1 можно определить тяговое сопротивление полуприцепа P_{np} , кН, при работе на различных агротехнических фонах.

Поскольку агрегат может работать на скоростях $v_a = 7 \dots 12$ км/ч = $1,94 \dots 3,33$ м/с.

Согласно формуле (15) получим:

$$P_{np} = 34,6 \dots 20,18 \text{ кН.}$$

Имеем, что $P_{np} < P_x(\delta)$. Тогда трактор с данным полуприцепом работает без буксования колес.

Проведенные расчеты показывают, что полуприцеп с разбрасывателем органических удобрений с обоснованными параметрами полностью загружает тракторы класса тяги 2–3.

Производительность агрегата в зависимости от скорости движения агрегата $V_a = 2 \dots 3,5$ м/с и ширине захвата $B = 8 \dots 20$ м и дальности расположения куч удобрений L , м, находится в пределах от 4 до 15 га/ч.

Аналогично, согласно описанной методике, можно обосновать параметры полуприцепа для тракторов различного класса тяги в пределах от 1,4 до 8.

Выводы

В статье разработана методика расчета параметров полуприцепа при внесении органиче-

ских удобрений, позволяющая обосновать его параметры для тракторов различного класса тяги. Расчеты проведены на примере агрегирования полуприцепа для внесения органических удобрений с трактором класса тяги 2–3.

По данной методике на ООО «Челябинский компрессорный завод» (бренд «ЧКЗ-Агро») был разработан универсальный полуприцеп ПТВ-256, успешно прошедший заводские испытания согласно методикам ГОСТ [3] в КФХ «Березка» Чесменского района Челябинской области и показавший свою работоспособность в соответствии с агротехническими требованиями к разбрасыванию твердых органических удобрений.

Список литературы

1. Информационный портал itexn.com. Машины для внесения удобрений. Виды, характеристики и тенденции развития машин. Режим доступа : https://itexn.com/1169_mashiny-dlja-vnesenija-udobrenij-vidy-harakteristiki-i-tendencii-razvitija-mashin.html.
2. ПК Ярославич. Полуприцепы тракторные // Каталог продукции 2021. Режим доступа : https://pkyar.ru/bundles/AppBundle/files/catalog/categories/booklet/2021_04_19_11_07_55_884000.pdf.
3. ООО «Челябинский компрессорный завод» // Каталог продукции 2022. Режим доступа : <https://disk.yandex.ru/i/eLKToiOfh35pTw>.
4. Пат. на изобр. RU2717507C1. Универсальный полуприцеп / Р. С. Рахимов [и др.]. 2020.
5. АС № А01С15/12. SU 1702911 А2.
6. Кузнецов Н. А., Юлсанов М. А. Обоснование параметров транспортного агрегата для перевозки силосных и сенажных культур // Вестник ЧГАА. 2013. Т. 64. С. 34–42.
7. Клецкин М. И. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин : в 4 томах. М. : Машиностроение. Т. 1.
8. ГОСТ 28718-2016. Техника сельскохозяйственная. Машины для внесения твердых органических удобрений. Методы испытаний. М. : Стандартинформ, 2017.

Рахимов Раис Саитгалеевич, д-р техн. наук, профессор, кафедра «Тракторы, сельскохозяйственные машины и земледелие», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: ildarr@bk.ru.

Ялалетдинов Альберт Раисович, канд. техн. наук, генеральный директор, ООО «Челябинский компрессорный завод».

E-mail: chkz@chkz.ru.

Рахимов Ильдар Раисович, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, ИНИЦ, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет; руководитель департамента сельскохозяйственных машин, ООО «Челябинский компрессорный завод».

E-mail: ildarr@bk.ru.

Ялалетдинов Денис Альбертович, аспирант, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет; исполнительный директор, ООО «Челябинский компрессорный завод».

E-mail: den@chkz.ru.

Пацкань Андрей Романович, аспирант, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет; главный инженер, ООО «Челябинский компрессорный завод».

E-mail: patskan@chkz.ru.

* * *

УДК 619:616.76-002:363.22/.28

DOI: 10.55934/2587-8824-2022-29-2-187-191

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ ПРИ БУРСИТАХ
У ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ****А. Н. Безин, Е. П. Циулина, Р. Р. Идрисова, Ч. Б. Кушеев**

В условиях интенсивного промышленного животноводства на фоне воздействия различных этиологических факторов у коров наиболее распространены заболевания конечностей, которые негативно влияют на все системы организма животного и их продуктивность. Цель работы заключалась в изучении сравнительной оценки различных схем лечения бурситов у коров. В статье проанализированы результаты клинико-ортопедической диспансеризации 200 коров, принадлежащих ООО «Белонососовское» Еткульского района Челябинской области, которые свидетельствуют о том, у 80 коров (40% животных) были установлены заболевания конечностей, среди которых бурситы выявлены у 24 коров, что составило 30,0% от общего количества ортопедически больных животных. Представлено клиническое проявление острого асептического воспаления прекарпальной слизистой сумки у больных коров, выявлены основные этиологические факторы возникновения заболевания. Изучена терапевтическая эффективность комплексного лечения коров при остром асептическом воспалении прекарпальной слизистой сумки с использованием гидрокортизона, дипроспана и кеналого. Анализируя полученные результаты курации больных животных, установлено, что применение дипроспана имеет преимущества, оказывая лечебный эффект с пролонгированным действием и требует меньше затрат рабочего времени ветеринарного специалиста.

Ключевые слова: коровы, бурситы, гидрокортизон, дипроспан, кеналог, аспирация.

При переводе животноводства на промышленную основу одним из условий является создание крупных комплексов с высокой концентрацией животных на ограниченных площадях [3, 5, 7]. В условиях интенсивного промышленного животноводства на фоне воздействия различных этиологических факторов у коров наиболее распространены заболевания конечностей, которые негативно влияют на все системы организма животного и их продуктивность [1, 2, 4].

Особенно остро стоит проблема бурситов у крупного рогатого скота вследствие резкого изменения условий их содержания и кормления.

В настоящее время в ветеринарной медицине разработаны три основных метода лечения бурситов: консервативный; сочетание консервативного и оперативного; радикально-оперативный [6, 8].

В этой связи на современном этапе развития животноводства разработка и внедрение но-

вых препаратов и методов лечения заболеваний слизистых сумок конечностей у коров имеет большое практическое значение [6, 9, 10].

Цель исследований – сравнительная оценка различных схем лечения бурситов у коров.

Нами были поставлены следующие **задачи** для достижения данной цели:

1. Определить распространение бурситов у коров в условиях ООО «Белонососовское» Еткульского района Челябинской области.

2. Изучить особенности этиопатогенеза бурситов у коров и дать сравнительную оценку различных способов их лечения.

Объект исследования – крупный рогатый скот ООО «Белонососовское» Еткульского района Челябинской области.

Предмет исследования – лечение бурситов у коров в ООО «Белонососовское» Еткульского района Челябинской области.

Материал и методы исследования

Первоначально на основании проведенной клинико-ортопедической диспансеризации 200 коров за 2021 год в условиях ООО «Белоносовское» Еткульского района Челябинской области нами было изучено распространение бурситов.

На втором этапе исследований были сформированы 3 группы коров черно-пестрой породы в возрасте 4–6 лет с годовым удоем 6300 кг молока по 8 голов в каждой с диагнозом острый асептический прекарпальный бурсит.

Исследования проводили по схеме, представленной на рисунке 1.

Клиническое исследование животных проводили по общепринятой в ветеринарной медицине схеме. При этом учитывали сведения о содержании и кормлении животных, случаи травмирования или ранения. При исследовании животных большое внимание уделяли опорно-двигательной системе.

Для определения локализации патологического очага проводили пальпацию слизистых сумок и наблюдали за животным в движении. При исследовании обращали внимание на болезненность в области патологического процесса, количество и качество пунктата.

После подтверждения диагноза всех животных разделили на 3 группы.

Животным первой группы назначили консервативное лечение с применением суспензии гидрокортизона. Для этого проводили аспирацию содержимого бурсы, после чего интрабур-

сально вводили 5 мл суспензии гидрокортизона с 10 мл 2%-го раствора новокаина. Данную процедуру проводили трехкратно с интервалом 72 часа.

Животным второй группы назначали консервативное лечение с дипроспаном, после аспирации содержимого бурсы, вводили 1 мл суспензии дипроспана с 10 мл 2%-го раствора новокаина. Процедура проводилась однократно.

В третьей группе животных назначали консервативное лечение с кеналогом, после аспирации содержимого бурсы вводили 2 мл суспензии кеналога с 10 мл 2%-го раствора новокаина. Процедура проводилась двукратно с интервалом 7 дней.

После интрабурсальных инъекций коровам опытных групп накладывали давящую повязку в области сустава. В дальнейшем проводили наблюдение за животными в течение четырнадцати дней.

Результаты и обсуждение

В результате проведенной клинико-ортопедической диспансеризации коров нами установлено, что из обследованных 200 коров у 80 коров (40 % животных) были установлены заболевания конечностей. Из них у 56 коров поражены дистальные отделы конечностей, а бурситы выявлены у 24 коров, причем поражения слизистых сумок чаще имелись на грудных конечностях, что составило 30,0 % от общего количества ортопедически больных коров (табл. 1).

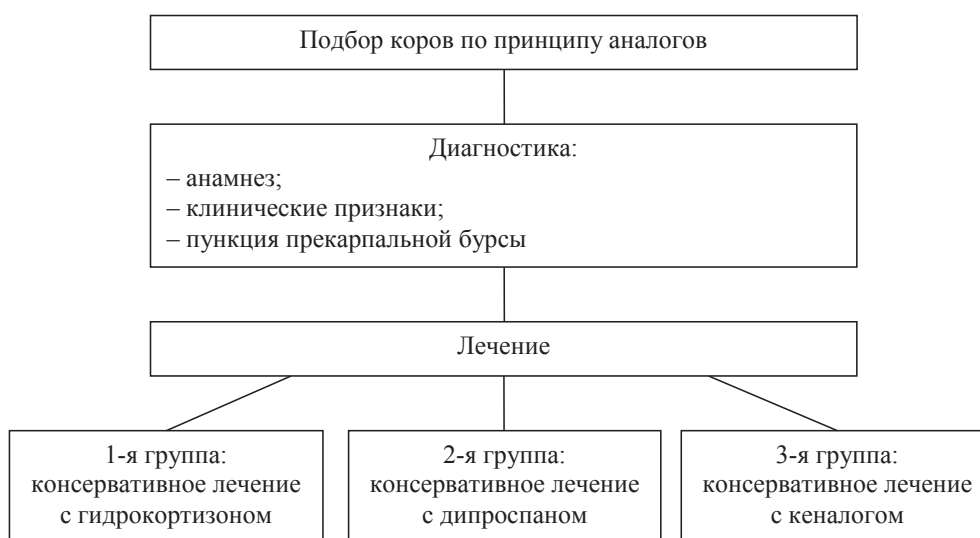


Рис. 1. Схема исследования



Доминирующими заболеваниями копытцев являлись пододерматиты (43,75%) и бурситы (30,0%), меньший удельный вес занимали дерматиты свода межпальцевой щели (15%), язвы подошвы 7,5%, флегмоны венчика (3,75%), при этом большинство заболеваний конечностей сопровождалось деформациями копытцев.

На основании полученных данных анамнеза и результатов клинического исследования были выявлены животные с признаками острого асептического прекарпального бурсита.

Нами установлено, что основными этиологическими факторами являлись:

1. Нарушение параметров микроклимата и отсутствие моциона.
2. Короткие стойла и нерегулярная уборка навоза.
3. Травматизм из-за скученного содержания коров на твердых полах без подстилки.

4. Отсутствие дезинфицирующих ванн, предназначенных для лечения и профилактики болезней копытцев.

5. Нерегулярная профилактическая расчистка и обрезка копытцев при их деформации.

На втором этапе исследований в процессе курации животных нами было установлено, что до начала лечения симптомокомплекс при бурситах у животных опытных групп был примерно одинаков: наблюдалась хромота первой степени, в области слизистой сумки повышенная местная температура, малоболлезненная, флюктуирующая, ограниченная припухлость.

Для уточнения характера процесса проводили пункцию подкожной прекарпальной бурсы с последующим лабораторным исследованием ее содержимого. При пункции получали серозно-слизистый экссудат соломенно-желтого цвета, в некоторых случаях с примесью крови.

Таблица 1 – Заболеваемость болезнями конечностей у коров ООО «Белоносковское»

Показатели	Гол.	%
1. Обследовано коров, гол.	200	100
Заболело коров, гол.	80	40
2. Характер поражений среди больных животных	80	100
Пододерматиты	35	43,75
Дерматиты свода межпальцевой щели	12	15
Язвы подошвы	6	7,5
Флегмоны венчика	3	3,75
Бурситы	24	30,0

Таблица 2 – Клинические показатели на 3-и, 7-е и 14-е сутки наблюдения

Метод лечения Группы	3-и сутки	7-е сутки	14-е сутки
1-я группа: консервативное лечение с гидрокортизоном	Экссудация сохранена, но в меньшей степени. У отдельных особей сохраняется болезненность. Проводили повторную аспирацию и введение препарата	Незначительное количество экссудата. Проводили повторную аспирацию и введение препарата	Экссудации нет. Болезненность отсутствует. Восстановление функции конечности
2-я группа: консервативное лечение с дипроспаном	Экссудации не наблюдали. Болезненность отсутствует	Отсутствие экссудации. Восстановление функции конечности	Полное восстановление функции конечности
3-я группа: консервативное лечение с кеналогом	Умеренная экссудация и повышенная местная температура, сохраняется болезненность в области синовиальной сумки	Экссудация незначительная. Проводили повторную аспирацию и введение препарата	Экссудативные процессы отсутствуют. Функция конечности восстановлена

Прокол проводили с соблюдением правил асептики и антисептики.

По результатам лабораторного исследования установлено, что бурсальное содержимое было прозрачным, от соломенно-желтого до темно-желтого с примесью крови, реакция на белок была положительной, что свидетельствует о серозном характере процесса.

С учетом всех данных ставили диагноз острый асептический бурсит. После уточнения диагноза всем трем группам животных было назначено соответствующее лечение. Клинические показатели наблюдения за патологическим очагом представлены в таблице 2.

Таким образом, у животных первой группы после применения гидрокортизона на 3-и сутки отмечалось сохранение экссудации, которое уменьшалось к седьмым суткам и прекращалось на 14-е. На четырнадцатые сутки отмечали полное восстановление функции конечности.

У животных второй группы наблюдали положительный эффект уже на третьи сутки, к седьмому дню функция конечности полностью восстановилась.

У животных третьей группы после проведенного лечения кеналогом на третьи сутки наблюдали незначительную экссудацию, которая уменьшилась к седьмым суткам. На четырнадцатый день функция конечности восстановилась.

Кроме того, через 14 дней у коров опытных групп восстановилась двигательная активность, признаки хромоты отсутствовали, отклонений от нормативных показателей состояния здоровья не наблюдали (табл. 3).

Таким образом, анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что лечение коров с острым асептическим прекарпальным бурситом во всех опытных группах оказалось эффективным. Однако применение дипроспана

имеет неоспоримые преимущества, оказывая незамедлительный лечебный эффект с пролонгированным действием. Кроме того, его применение требует меньше всего затрат рабочего времени ветеринарного специалиста.

Выводы

1. Болезни конечностей у коров в ООО «Белонососовское» Еткульского района Челябинской области достигают 40%. При этом поражения слизистых сумок чаще встречаются на грудных конечностях и составляют 30,0% от общего количества больных животных.

2. Основными этиологическими факторами заболеваний конечностей у коров в хозяйстве являются: нарушение параметров микроклимата, отсутствие моциона и дезинфицирующих ванн, короткие стойла и травматизм животных, скученное содержание коров на твердых полах с редкой заменой подстилки, нерегулярная профилактическая расчистка и обрезка копыт.

3. При сравнительной оценке различных способов лечения острого асептического прекарпального бурсита наиболее выраженный терапевтический эффект был получен во второй опытной группе животных, с применением консервативного лечения дипроспаном.

Рекомендации

С целью своевременной диагностики и разработки лечебно-профилактических мероприятий при заболеваниях конечностей у коров следует проводить комплексную диспансеризацию животных, учитывая условия содержания и кормления животных. При выявлении асептических бурситов у коров рекомендуем проводить консервативное лечение с применением 1 мл суспензии дипроспана с 10 мл 2%-го раствора новокаина после аспирации содержимого бурсы.

Таблица 3 – Клинические показатели при бурситах у коров опытных групп перед и после лечения

Клинические показатели	1-я группа		2-я группа		3-я группа	
	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения
Температура, °С	38,3±0,54	38,9±0,51	39,1±0,58	39,0±0,49	38,6±0,38	38,8±0,52
Пульс, ударов в минуту	58,7±2,32	54,6±2,34	59,9±2,64	58,4±2,46	52,2±2,44	56,6±2,24
Дыхание, движений в минуту	25,3±0,34	25,8±0,38	26,3±0,82	25,8±0,32	24,80±0,34	26,4±0,36



Список литературы

1. Безин А. Н., Циулина Е. П., Идрисова Р. Р. Эффективность фортиклин спрея и биохелат-геля в комплексном лечении заболеваний копытец у коров // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Баумана. Казань. 2019. Т. 237. С. 27–31.
2. Использование хелатных соединений меди и цинка в комплексном лечении пододерматитов у высокопродуктивных коров / А. Н. Безин [и др.] // АПК России. 2021. Т. 28. № 3. С. 385–390.
3. Веремей Э. И., Руколь В. М., Журба В. А. Технологические требования ветеринарного обслуживания, лечения крупного рогатого скота и профилактики хирургической патологии на молочных комплексах : рекомендации. Витебск, 2011. 27 с.
4. Состояние белкового и углеводного обмена при пододерматитах у коров / А. М. Гертман, А. Н. Безин, Е. П. Циулина, Т. Б. Гумеров / Актуальные вопросы биотехнологии и ветеринарных наук: теория и практика : матер. Нац. науч. конф. Института ветеринарной медицины. Челябинск, 2019. С. 29–34.
5. Кузнецова Е. А., Павленко А. С. Современный подход к снижению клинических проявлений болезней конечностей высокопродуктивных животных // Матер. III Междунар. конгр. вет. фармакологов и токсикологов. СПб., 2014. С. 147–149.
6. Надеин К. А., Семенов Б. С. Морфологическая оценка нарушений кровообращения бursы тарсального сустава у коров // Вопросы норм.-прав. регулирования в ветеринарии. 2013. № 3. С. 82–84.
7. Надеин К. А. Влияние применения геля с трекрезаном при лечении гнойных ран на показатели перекисного окисления липидов // Вестник КрасГАУ. 2015. № 1. С. 159–162.
8. Persistent analgesic effect of sustained release diclofenac sodium preparation on bovine type II collagen-induced arthritis / T. U. Masami [et al.] // J. Health Sci. 2002. Vol. 48. № 1. P. 48–54.
9. Valoshin A. V. Protein exchange and localization in the organism of fattened bull-calves after the introduction of various dosages of vitamin a into the diets with bagasse pellets // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (Bhopal). 2019. Vol. 8. Is. 7. P. 659–662.
10. Characterisation of a dendritic cell subset in synovial tissue which strongly expresses Jak/STAT transcription factors from patients with rheumatoid arthritis / J. G. Walker [et al.] // Ann. Rheum. Dis. 2007. Vol. 66. № 8. P. 992–999.

Безин Александр Николаевич, д-р ветеринар. наук, профессор кафедры незаразных болезней, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.
E-mail: bezin74@mail.ru.

Циулина Елена Петровна, канд. ветеринар. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.
E-mail: elenaciulina@mail.ru.

Идрисова Роза Равильевна, канд. ветеринар. наук, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.
E-mail: idrisova78@inbox.ru.

Кушеев Чингиз Беликтуевич, д-р ветеринар. наук, профессор кафедры специальных ветеринарных дисциплин, ФГБОУ ВО Иркутский государственный аграрный университет.
E-mail: kusheevchin@mail.ru.

* * *

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГО-САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

М. А. Дерхо, Л. В. Чернышова, Т. Н. Макарова, О. С. Улитина, С. Н. Бурьлов

Дана оценка эколого-санитарного состояния «карасевого» озера по качеству воды, разнообразности прибрежно-водной растительности, зоопланктона и ихтиофауны в условиях лесостепной зоны Челябинской области. Объектом исследования явилось озеро Марково, расположенное в Троицком районе Челябинской области. Установлено, что качество озерной воды определяется совокупным воздействием природно-техногенных факторов. Класс сапробности воды варьирует от бета- до альфа-мезосапробности, смещаясь в сторону ам. Индекс сапробности равен 10,22–15,38% (слабое сапробное загрязнение). В прибрежно-водной растительности озера преобладают надводные растения (I ярус), представленные видами: Камыш озерный (*Scirpus lacustris*), Рогоз узколистный (*Typha latifolia*), Тростник озерный (*Schoenoplectus lacustris*) и составляющие 67,00% в общем видовом составе растительности. Зоопланктон озера представлен видами из систематических групп коловратки (*Rotifera*), ветвистоусые (*Cladocera*) и веслоногие рачки (*Copepoda*), которые соответствуют индексу сапробности воды в озере и могут существовать в условиях бм и ам. Аборигенная ихтиофауна включает: Серебристый карась (*Carassius auratus gibelio*), Ротан-головешка (*Percottus glenii*), Линь (*Tinca tinca*), Щука обыкновенная (*Esox lucius*), которые приспособлены к существованию в воде с уровнем сапробности бета- и альфа-мезосапробность.

Ключевые слова: озеро, сапробность воды, прибрежно-водная растительность, зоопланктон, ихтиофауна.

Челябинская область является одним из регионов России, в котором наблюдается быстрый рост развития промышленности и сельского хозяйства, что отражается в первую очередь на загрязнении водных объектов, используемых для хозяйственно-бытовых, рекреационных и рыбохозяйственных целей [1]. Это актуализирует исследования, направленные на оценку толерантности поверхностных водоемов к пространственному и временному воздействию различных антропогенных источников.

В водной среде загрязнители приоритетно концентрируются в составе донных отложений, влияя напрямую и косвенно на качество воды, видовой состав и развитие зоопланктона и рыб [2]. При этом наиболее стойкие химические соединения при благоприятных условиях изменяют окислительно-восстановительный потенциал и рН воды, определяют количество в ней растворенного кислорода и ее температуру, влияя на эколого-санитарное состояние водоема [3, 4].

В лесостепной зоне Челябинской области среди водных объектов преобладают озера, имеющие разный размер, происхождение и природ-

ные функции [5]. Геохимические особенности территорий определяют поступление в них природных и антропогенных загрязнителей [6, 7], в основном за счет атмосферного переноса и сброса промышленных, сельскохозяйственных и бытовых сточных вод. При этом основной причиной ухудшения эколого-санитарного состояния озер является эвтрофикация, сопряженная с чрезмерным накоплением в водной экосистеме биогенных элементов, цветением водорослей, истощением запасов кислорода [8]. Это отражается на популяции зоопланктона и ихтиофауны. Поэтому эвтрофикация озер как наиболее распространенных поверхностных пресных водных объектов представляет серьезную угрозу для экологической среды региона, безопасности воды и «местных» рыбных ресурсов [9, 10]. Это актуализирует мониторинговые исследования, направленные на изучение эколого-биологических и эколого-санитарных характеристик мелководных озер.

Основываясь на том, что загрязнение озер наносит серьезный ущерб системе «вода – водные растения – водные животные», отражаясь



прямо или косвенно на здоровье человека, **целью нашего исследования** явилась оценка эколого-санитарного состояния «карасевого» озера по качеству воды, разновидности прибрежно-водной растительности, зоопланктона и ихтиофауны в условиях лесостепной зоны Челябинской области.

Материалы и методы исследований

Объектом исследования явилось озеро Марково, расположенное в Троицком районе Челябинской области. Оно имеет просадочное происхождение, определяющее его округлую форму [5]. Дно озера имеет две глинисто-песчаные гряды, сформированные выходом грунтовых вод, выстлано иловыми отложениями, глубина жидкой фазы колеблется в интервале 1,9–2,2 м; площадь водного зеркала 22 га; объем водной массы составляет 418 м³; время водообмена – 10–11 лет. Уровень воды в озере поддерживается за счет родников, атмосферных осадков и грунтовых вод. По климатическому районированию водоем расположен в третьем агроклиматическом районе (очень теплый и засушливый), для которого характерны: 1) холодная зима с метелями и установление снежного покрова к концу ноября, высота которого достигает 20–35 см, глубина промерзания почвы от 110 до 250 см; 2) сход снега к середине апреля; 3) годовое количество осадков 350–400 мм с максимумом в летний период года; 4) жаркое и солнечное лето (годовая сумма положительных температур 2000–2200 °С). Озеро замерзает в середине ноября, а вскрывается – в конце апреля. Оно имеет рыбохозяйственное значение (карасевое), используется для орошения и неорганизованной рекреации.

Исследовательская часть работы выполнена в 2019–2020 гг. в период с июня по октябрь. При оценке эколого-санитарного состояния озера руководствовались требованиями ГОСТ 17.1.2.04-77 [11]. При этом определяли качество воды, разновидность флоры (прибрежная растительность) и фауны (зоопланктон) и промысловые организмы (рыба).

Отбор проб воды проводили по длинной оси зеркала с использованием батометра Рутнера в первых числах месяца в начале (июнь, Л1), середине (июль, Л2), в конце лета (август, Л3) и осенью (конец сентября О1) в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592-2000 [12]. В пробах воды определяли трофосапробиологи-

ческие показатели: прозрачность [13], растворенный кислород [14], биохимическое потребление кислорода [15, 16], аммоний, нитраты и нитриты [17], окисляемость [18], фосфаты [19] и сероводород [20]. Лабораторные исследования выполнены на базе ООО «Троицкий водоканал водоснабжение» (г. Троицк, Челябинская область). Класс качества воды и индекс сапробности устанавливали по ГОСТ 17.1.2.04-77 [11].

При оценке прибрежно-водной растительности руководствовались методическими приемами работы [21]. Анализ генеральной совокупности растительности озера осуществляли путем выборки с описанием, сбором растений на пробных площадках. В ходе детальных исследований, при геоботаническом описании фитоценоза учитывали видовой состав, обилие видов и ярусность размещения растений.

Для отбора проб зоопланктона по длинной оси зеркала использовали сеть Джели. Пробы отбирали в начале (июнь, Л1), середине (июль, Л2), в конце лета (август, Л3) и осенью (конец сентября О1) в 4 точках. Сбор и обработку материалов (зоопланктон) проводили согласно методическим рекомендациям по проведению гидробиологических исследований на пресноводных водоемах [22].

Видовой состав ихтиофауны определялся по результатам контрольных ловов при помощи сетей.

Статистическую обработку данных осуществляли методом вариационной статистики на персональном компьютере с помощью табличного процессора «Microsoft Excel-2010» и пакета прикладной программы Биометрия (2010).

Результаты и обсуждение

Озеро Марково как типичный поверхностный водоем лесостепной зоны является бессточным, мелководным и периодически заморным, так как не обеспечивает стабильные условия существования гидробионтов. В первую очередь это связано с изменением качества воды под воздействием весеннего половодья, атмосферных осадков и востребованности его водных функций (использование воды для орошения, несанкционированная рекреация, вылов рыбы). Поэтому мы оценили изменение качества воды в озере в летний период года и в начале осени, то есть в период его максимального использования.

Как видно из данных таблицы 1, тенденция изменений трофо-сапробных показателей качества воды не зависела от года исследований, отражая «однотипность» воздействия природно-техногенных факторов на водоем в летне-осенний период года. Так, прозрачность воды в озере в теплый период года снижалась и достигала минимального значения в начале осени. Это сопряжено со скоростью прогрева воды в водоеме в условиях ее слабой перемешиваемости, что определяет темпы развития живых организмов и соотношение между физико-химическими и биологическими процессами [23]. Соответственно, это отразилось на:

1. Количестве растворенного кислорода. Его уровень был максимален в начале лета (начало биологической активности живых организмов), далее понижался и достигал минимума осенью, как результат интенсификации процессов фотосинтеза. Это является следствием низкой циркуляции воды в водоеме, препятствующей ее насыщению кислородом [6, 7, 24].

2. Величине окисляемости воды. Значение параметра в ходе летнего периода года повышалось, достигая максимума в августе-сентябре, отражая интенсивность цветения водорослей.

Биохимическое потребление кислорода, оцениваемое по значению БПК₅ и БПК₂₀. Минимальную величину данные параметры имели в начале лета. Затем уровень БПК повышался, достигая максимума в конце сентября. Динамика БПК в летне-осенний период свидетельствовала, что в составе воды планомерно увеличивалась концентрация биогенных элементов, обеспечивающих рост биомассы зоопланктона, а также цветение водорослей [3, 4, 24].

3. Это согласовывалось с динамикой азот-содержащих соединений (аммоний, нитриты, нитраты). При этом количество аммония и нитритов уменьшалось как результат их использования в процессах жизнедеятельности водных организмов, а нитратов, наоборот, увеличивалось, отражая дополнительное поступление в озеро нитратных загрязнителей. Данные соединения слабо включались в биологический цикл водоема (количество продуктов их восстановления (нитритов, аммония) не увеличивалось), отражая их антропогенное происхождение.

Концентрация фосфатов, напрямую связанная с биологической продуктивностью озера, в ходе периода исследований увеличивалась, отражая наличие дополнительных источников их поступления в водоем. При этом уровень поступления фосфатов превышал скорость его перехода в органическую форму.

Основываясь на нормативах ГОСТ 17.1.2.04-77 [11] и средних значениях за летне-осенний период трофо-сапробных показателей, мы определили качество воды. Так, в 2019-м и 2020 годах класс сапробности воды колебался от бета-мезосапробности (бм) до альфа-мезосапробности (ам). При этом величина большинства параметров воды соответствовала границам альфа-мезосапробности. Это позволяет классифицировать воду в озере как «загрязненные воды». Класс сапробности воды свидетельствовал о преобладающем протекании гипер-трофических процессов в водоеме [11].

Для оценки уровня сапробного загрязнения мы рассчитали индекс сапробности, отражающий соотношение между величиной БПК₅ и окисляемостью воды (рис. 1).

Таблица 1 – Трофо-сапробные показатели качества воды

Показатель	2019 г.				Среднее значение	2020 г.				Среднее значение
	Л1	Л2	Л3	О1		Л1	Л2	Л3	О1	
Номер пробы										
Прозрачность, м	1,10	0,70	0,56	0,50	0,72±0,14	1,30	0,80	0,50	0,45	0,76±0,20
Растворенный кислород, %	80,63	72,56	64,23	73,00	72,61±3,35	90,70	82,30	58,00	63,70	73,68±7,69
БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	1,93	2,26	2,90	3,00	2,52±0,26	1,64	2,07	2,87	2,70	2,32±0,28
БПК ₂₀ , мгО ₂ /дм ³	2,41	3,47	3,69	3,93	3,38±0,34	2,15	2,89	3,69	3,97	3,18±0,41
Окисляемость, мгО/дм ³	13,95	20,66	28,13	32,10	23,71±4,03	10,66	15,20	23,71	30,36	19,98±4,39
Аммоний, мг/дм ³	0,87	0,71	0,54	0,52	0,66±0,08	0,70	0,66	0,62	0,55	0,63±0,03
Нитриты, мг/дм ³	0,17	0,07	0,06	0,05	0,09±0,03	0,14	0,08	0,06	0,05	0,08±0,02
Нитраты, мг/дм ³	10,58	15,05	24,87	32,82	20,83±4,99	12,13	18,02	19,18	27,13	19,12±3,09
Фосфаты, мг/дм ³	0,06	0,10	0,12	0,14	0,11±0,02	0,07	0,09	0,13	0,15	0,11±0,02
Сероводород, мг/дм ³	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–



Как известно, уровень сапробности зависит от степени антропогенной нагрузки на водоем и условий окисления загрязнителей, кислородного режима, видового состава и развитости прибрежной растительности [9]. В наших исследованиях индекс сапробности воды хотя и изменялся в летне-осенний период, но по критериям ГОСТ 17.1.2.04-77 [11] соответствовал слабому сапробному загрязнению, являющемуся «фоновым» для озер пресадочного происхождения [9].

Важную роль в формировании эколого-санитарного состояния озер играют прибрежно-водные растения, создающие благоприятные условия для развития фитофауны, питания и размножения рыб. Кроме этого, они выполняют детоксикационные функции, регулируют численность фитопланктона и скорость цветения водорослей [25, 26]. Прибрежно-водная

растительность исследуемого озера характеризуется зарослевым типом сообществ, бедным видовым составом и простым морфологическим строением растений (табл. 2).

Водные растения озера формировали четыре яруса (табл. 2). Первый ярус – надводные растения, включали три вида: Камыш озерный (*Scirpus lacustris*), Рогоз узколистый (*Typha latifolia*), Тростник озерный (*Schoenoplectus lacustris*). Они в совокупности составляли 67,00% в видовом составе прибрежно-водной растительности озера. Второй ярус был представлен растениями с листьями, плавающими на поверхности воды. Он был представлен тремя видами: Водокрас обыкновенный (*Hydrocharis morsus-ranae*), Ряска малая (*Lemna minor*), Многокоренник обыкновенный, спиродела многокорневая (*Spirodela polyrhiza*). Растения данного яруса составляли 20,00%

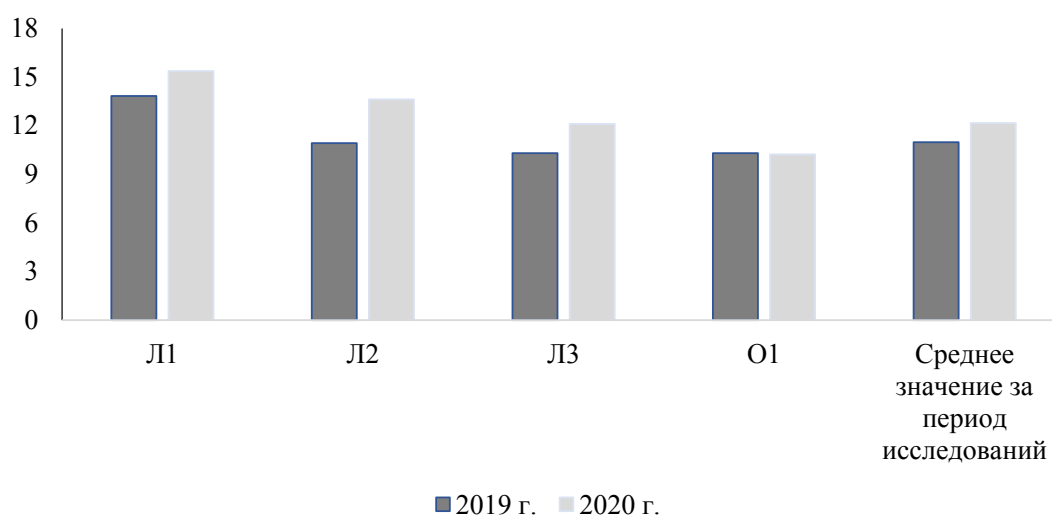


Рис. 1. Индекс сапробности воды (%)

Таблица 2 – Видовой и ярусный состав прибрежно-водной растительности в 2019–2020 гг.

Ярус	Видовой состав	Доля от общего числа видов, %
Надводные растения	Камыш озерный (<i>Scirpus lacustris</i>)	15,00
	Рогоз узколистый (<i>Typha latifolia</i>)	4,00
	Тростник озерный (<i>Schoenoplectus lacustris</i>)	48,00
Растения с листьями, плавающими на поверхности воды	Водокрас обыкновенный (<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>)	4,00
	Ряска малая (<i>Lemna minor</i>)	12,00
	Многокоренник обыкновенный, спиродела многокорневая (<i>Spirodela polyrhiza</i>)	2,00
Крупные растения, погруженные в воду	Рдест плавающий (<i>Potamogeton natans</i>)	8,00
Низкие придонные растения	Роголистник (<i>Ceratophyllum</i>)	7,00

в биоразнообразии водоема. Третий ярус включал крупные растения, погруженные в воду. Он был представлен одним видом – Рдест плавающий (*Potamogeton natans*), доля которого в видовом составе изучаемой растительности была равна 8,00%. Четвертый ярус – это ярус низких придонных растений, включал Роголистник (*Ceratophyllum*) (7,00%).

Таким образом, каждый ярус водной растительности изучаемого озера состоял из экологически однородных растений, предъявляющих однотипные требования к среде обитания. При

этом гелофитная растительность преобладала, играя ведущую роль в формировании эколого-санитарного состояния озера.

При характеристике видового состава кормовой базы озера было выявлено, что она не отличается качественным разнообразием. Зоопланктон озера был представлен видами из трех систематических групп (табл. 3): коловратки (*Rotifera*), ветвистоусые (*Cladocera*) и веслоногие рачки (*Copepoda*). Из коловраток выявлено присутствие двух видов – *Keratella quadrata* и *Keratella cochlearis*.

Таблица 3 – Долевой состав (%) отдельных видов зоопланктона в общей биомассе оз. Марково за 2019–2020 гг.

Таксоны	Доля отдельных таксонов от общего числа видов, % зоопланктона				
	Л1	Л2	Л3	О1	Среднее значение
Коловратки (<i>Rotifera</i>)					
<i>Keratella quadrata</i>	1,16	2,82	9,79	7,83	5,40±0,74
<i>Keratella cochlearis</i>	1,37	3,12	26,31	20,40	12,80±2,27
Ветвистоусые рачки (<i>Cladocera</i>)					
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	13,42	35,40	10,15	10,63	17,40±2,21
<i>Chydorus spaeirikus</i>	9,00	46,43	21,37	–	19,20±3,68
<i>Leptodora kintii</i>	15,00	2,00	22,23	28,37	16,90±2,06
Веслоногие рачки (<i>Copepoda</i>)					
<i>Mesocyclops leuacarti</i>	8,93	1,13	0,46	9,08	4,90±0,86
<i>Acanthocyclops viridis</i>	20,34	4,81	1,32	0,73	6,80±1,68
<i>Arctodiaptomus salinus</i>	13,62	2,13	3,23	10,62	7,40±1,02
<i>Arctodiaptomus bacillifer</i>	17,16	2,16	5,14	12,34	9,20±1,24
Итого, %	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

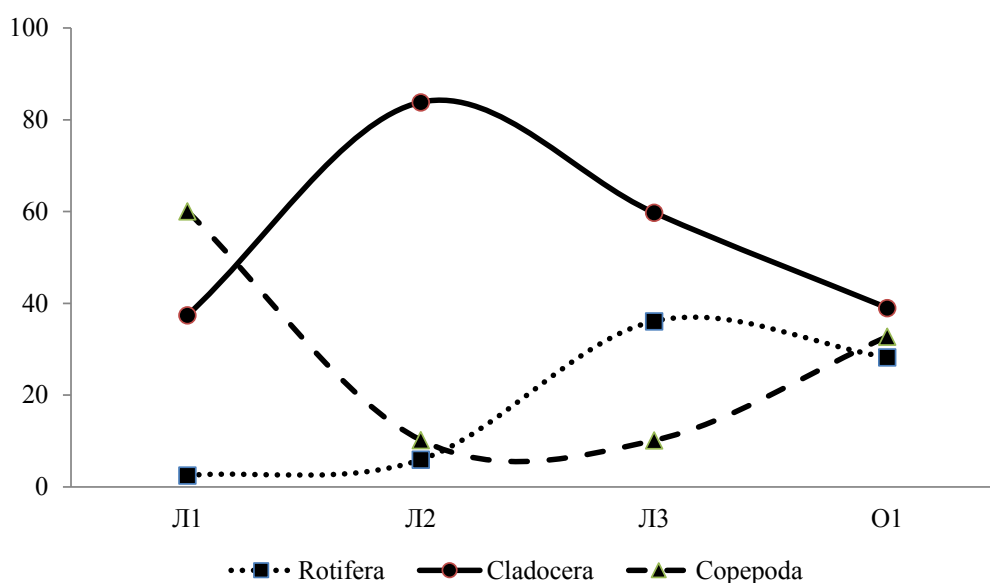


Рис. 2. Сезонные изменения доли отдельных таксонов (%) в общей массе зообентоса



В систематическую группу ветвистоусые рачки входили в основном зарослевые виды – *Diaphanosoma brachyurum*, *Chydorus spaeirikus*, *Leptodora kintii*; веслоногие ракообразные были представлены *Mesocyclops leutcarti*, *Acanthocyclops viridis*, *Arctodiaptomus salinus* и *Arctodiaptomus bacillifer* (табл. 3).

Индекс сапробности озера колебался в летне-осенний период года в интервале 10,22–15,38% (рис. 1), соответствуя пограничным значениям бета- и альфа-мезосапробности зон по ГОСТ 17.1.2.04-77 [11]. Класс сапробности водной среды определял совокупность таксономических групп зоопланктона, которые могут существовать в условиях бм и ам.

Видовое разнообразие зоопланктона в озере зависело от времени исследования в летне-осенний период года. Так, в начале лета (июнь) в зоопланктоне преобладают представители ветвистоусых и веслоногих ракообразных, составляя 37,42 и 60,05% соответственно от общего числа видов. При этом приоритетным видом являются *Copepoda* (рис. 2).

В середине лета (июль) в экосистеме озера создаются благоприятные условия для развития ветвистоусых рачков (*Cladocera*), виды которых составляют 83,83% от их общего количества.

В конце лета (август) и в начале осени (сентябрь) выравнивается соотношение между систематическими группами зоопланктона озера, свидетельствуя о соответствии эколого-санитарных условий в водной экосистеме потребностям живых организмов.

Оценка ихтиофауны озера проводилась по результатам контрольных ловов, выполненных в период июнь–сентябрь 2019–2020 гг. при помощи сетей. Выявлено, что аборигенная ихтиофауна включала ограниченное количество видов. Она была представлена, во-первых, видом Серебристый карась (*Carassius auratus gibelio*), масса которого колебалась в интервале 50–80 г. Данный вид рыб теплолюбив. Поэтому он и обитает в озере Марково, которое является мелководным и хорошо прогреваемым в летний период года. Кроме этого, серебристый карась устойчив к дефициту кислорода и колебаниям температуры воды. Во-вторых, в контрольных ловах встречался «вселенец» – Ротан-головешка (*Perccottus glenii*). В-третьих, в ходе рыбохозяйственных работ в ихтиофауне озера появился Линь (*Tinca tinca*) и Щука обыкновенная (*Esox lucius*).

В целом аборигенная ихтиофауна озера включает виды рыб, приспособленных к условиям существования, соответствующим изменениям сапробности воды от бета- до альфа-мезосапробности.

Выводы

Таким образом, оценка эколого-санитарного состояния озера Маркова, расположенного в Троицком районе Челябинской области, показывает, что качество озерной воды, индексируемое по величине трофо-сапробных показателей, определяется совокупным воздействием природно-техногенных факторов. Класс сапробности воды варьирует от бета- до альфа-мезосапробности, смещаясь в сторону ам. Индекс сапробности колеблется в интервале 10,22–15,38% (слабое сапробное загрязнение), соответствующее фоновому воздействию природно-техногенных факторов на мелководные озера. Прибрежно-водная растительность озера включает виды, распределяющиеся в четырех ярусах. Преобладающими являются надводные растения (I ярус), представленные: Камыш озерный (*Scirpus lacustris*), Рогоз узколистный (*Typha latifolia*), Тростник озерный (*Schoenoplectus lacustris*) и составляющие 67,00% в общем видовом составе растительности. Зоопланктон озера представлен видами из трех систематических групп: коловратки (*Rotifera*), ветвистоусые (*Cladocera*) и веслоногие рачки (*Copepoda*). Видовой состав зоопланктона соответствует индексу сапробности воды в озере и включает таксономические группы, которые могут существовать в условиях бм и ам. Аборигенная ихтиофауна, оцененная по результатам контрольных ловов, включает виды (Серебристый карась (*Carassius auratus gibelio*), Ротан-головешка (*Perccottus glenii*), Линь (*Tinca tinca*), Щука обыкновенная (*Esox lucius*)), которые приспособлены к существованию в воде с уровнем сапробности бета- и альфа-мезосапробность.

Рекомендации

Озеро Марково по результатам эколого-санитарной оценки может быть отнесено ко второй категории и использоваться для разведения и добычи водных ресурсов, не относящихся к ценным видам и приспособленным к сапробности воды бм и ам. Для улучшения условий выращивания рыбы, а также с целью профилактики негативного влияния продуктов разложения ила рекомендуем ежегодно проводить боронование ила.

Список литературы

1. Чернышова Л. В., Величко Н. Ю. Тяжелые металлы в системе «почва-растение» // Инновационные технологии защиты окружающей среды в современном мире : матер. Всерос. науч. конф. Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2021. С. 1732–1738.
2. Lian G., Lee X. Concentrations, Distribution, and Pollution Assessment of Metals in River Sediments in China // *Int J Environ Res Public Health*. 2021. Vol. 18 (13). P. 6908. DOI: 10.3390/ijerph18136908.
3. Оценка экологического состояния воды в водохранилище озерного типа / А. В. Живетина, М. А. Дерхо, Л. Г. Мухамедьярова, Д. Ю. Нохрин // *Астраханский вестник экологического образования*. 2021. № 3 (63). С. 15–24.
4. Структура изменчивости гидрохимического состава воды в водохранилище озерного типа / Д. Ю. Нохрин, М. А. Дерхо, Л. Г. Мухамедьярова, А. В. Живетина // *Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия*. 2021. Т. 7. № 2. С. 117–133.
5. Артаев О. Н., Гришуткин О. Г., Варгот Е. В. Характеристика провальных и просадочных озер северной части Мокшанского бассейна // *Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П. Г. Смидовича*. 2013. Вып. XI. С. 75–88.
6. Сезонные особенности химического состава и качества воды в водохранилище руслового типа / А. В. Живетина, Д. Ю. Нохрин, М. А. Дерхо, Л. Г. Мухамедьярова // *Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия*. 2021. Т. 7 (73). № 1. С. 259–276.
7. Features of catode-anion composition of water in the reservoir subject to anthropogenic contamination / M. A. Derkho [et al.] // *E3S Web of Conferences. International Conference “Ensuring Food Security in the Context of the COVID-19 Pandemic” (EFSC2021)*. 2021. P. 07003.
8. A Fuzzy Comprehensive Assessment and Hierarchical Management System for Urban Lake Health: A Case Study on the Lakes in Wuhan City, Hubei Province, China / T. Wang [et al.] // *Int J Environ Res Public Health*. 2018. Vol. 15 (12). P. 2617. DOI: 10.3390/ijerph15122617.
9. Шабанов В. А., Шабанова А. В. Оценка экологической безопасности воды рекреационных водоемов урбанизированных и хозяйственно-преобразованных территорий Самарской области по показателям сапробности // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2016. № 7 (49). Ч. 4. С. 168–172.
10. Spatio-temporal distribution of TN and TP in water and evaluation of eutrophic state of Lake Nansi / L. Yang, X. Zhao, S. Peng, G. Zhou // *Environ Monit Assess*. 2015. Vol. 187 (1). P. 4169. DOI: 10.1007/s10661-014-4169-8.
11. ГОСТ 17.1.2.04-77. Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов. Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/1200026772> (дата обращения 11.11.2021).
12. ГОСТ 51592–2000. Вода. Общие требования к отбору проб. М. : Изд-во стандартов, 2000. С. 5.
13. РД 52.24.496–2018. Методика измерений температуры, прозрачности и определения запаха воды. Режим доступа : <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293736/4293736072.htm> (дата обращения 25.02.2021).
14. ПНД Ф 14.1:2.101-97. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации растворенного кислорода в пробах природных и очищенных сточных вод йодометрическим методом. Режим доступа : <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293846/4293846286.htm> (дата обращения 20.10.2021).
15. НДП 10.1:2:3.131-2016. Методика определения биохимического потребления кислорода после 5 дней инкубации (БПК5) в пробах питьевых, природных и сточных вод амперометрическим методом. М., 2016. 23 с.
16. ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений биохимического потребления кислорода после n-дней инкубации (БПКполн) в поверхностных пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных сточных водах. Режим доступа : <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293832/4293832514.htm> (дата обращения 20.10.2021).
17. ГОСТ 33045-2014 Вода. Методы определения азотсодержащих веществ. Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200115428> (дата обращения: 15.12.2021).
18. ПНД Ф 14.1:2:4.154-99. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений перманганатной окисляемо-



сти в пробах питьевых, природных и сточных вод титриметрическим методом. Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200056567> (дата обращения: 26.10.2021).

19. ПНД Ф 14.1:2:4.112-97. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации фосфат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с молибдатом аммония. Режим доступа : <https://base.garant.ru/70981262> (дата обращения 20.10.2021).

20. ПНД Ф 14.1:2.109-97. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовых концентрации сероводорода и сульфидов в пробах природных и очищенных сточных вод фотометрическим методом с N,N-диметил-п-фенилдиамином. Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/1200056715> (дата обращения 20.10.2021).

21. Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Л. : Наука, 1981. 188 с.

22. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологиче-

ских исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/1200060089> (дата обращения 20.10.2021).

23. Номоконова В. И. Гидрохимический режим и трофическое состояние озер Самарской луки и сопредельной территории // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2009. Т. 11. № 1. С. 155–164.

24. Гидрохимический режим и микроэлементный состав вод Чернореченского водохранилища в 1991–2004 гг. / В. М. Артеменко [и др.] // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. 2005. № 12. С. 129–148.

25. Раченкова Е. Г. Водная и прибрежно-водная растительность озера Белужье // Вестник Оренбургского ГУ. 2008. № 87. С. 101–106.

26. Eutrophication of lake waters in China: cost, causes, and control / C. Le [et al.] // *Environ Manage.* 2010. Vol. 45 (4). P. 662–668. DOI: 10.1007/s00267-010-9440-3.

Дерхо Марина Аркадьевна, д-р биол. наук, профессор, зав. кафедрой естественнонаучных дисциплин, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: derkho2010@yandex.ru.

Чернышова Лариса Владимировна, канд. биол. наук, доцент кафедры биологии, экологии, генетики и разведения животных, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: kbioecugavm@inbox.ru.

Макарова Татьяна Николаевна, канд. биол. наук, доцент кафедры биологии, экологии, генетики и разведения животных, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: kbioecugavm@inbox.ru.

Улитина Олеся Сергеевна, старший преподаватель, кафедра педагогики и социально-экономических дисциплин, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: ulitina-olesya@mail.ru.

Бурьлов Сергей Николаевич, биолог-охотовед, глава К(Х)Ф «Марково», Троицкий район, Челябинская область.

E-mail: kbioecugavm@inbox.ru.

* * *

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩЕГО СРЕДСТВА «ХЛОРАПИН» ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ПТИЦЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

С. С. Козак

Несмотря на увеличение числа работ по изысканию и изучению новых средств для проведения дезинфекции, ветеринарные специалисты-практики до сих пор ощущают недостаток доступных средств для дезинфекции объектов ветнадзора в пищевой промышленности. Учитывая это, целью данного исследования явилось изучение дезинфицирующих свойств средства на основе натриевой соли дихлоризоциануровой кислоты «Хлорапин» (ХП) и возможности его использования для обеззараживания поверхностей в цехе убоя птицы. Дезинфицирующую активность и эффективность определяли согласно методам лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности, используя растворы ХП (t 18–20 °С), при экспозиции 20 минут. В качестве тест-культуры использовали *E. coli* штамм 1257 (ЕС), в качестве тест-объектов – стерильные батистовые тест-объекты. При исследовании дезинфицирующей эффективности в качестве тест-объектов использовали пластинки из нержавеющей стали, на которые наносили ЕС (0,5 мл 2-х миллиардной взвеси/100 см²). При производственных испытаниях растворы ХП с температурой 18–20 °С наносили на поверхность путем орошения из расчета 500 мл на 1 м² обрабатываемой поверхности, экспозиция составляла 20 мин. Микробиологические исследования проводили по: ГОСТ 7702.2.1-2017, ГОСТ Р 50454-92 и ГОСТ 31747-2012. Установили, что дезинфицирующее средство ХП обладает высокой дезинфицирующей активностью и эффективностью по отношению к ЕС. Наличие белковой защиты уменьшает дезинфицирующую эффективность растворов ХП. Использование для дезинфекции в цеха убоя птицы 0,05 %-го (по АХ) раствора ХП с температурой 18–20 °С при экспозиции 20 мин из расчета 0,5 л/м² обеспечивает снижение микробной загрязненности (КМАФАнМ) до нормативных показателей и обеззараживает поверхности от БГКП. Рабочие растворы ХП полностью смываются с обрабатываемых поверхностей, не оставляют разводов и пятен, могут быть рекомендованы для дезинфекции в цехах санитарного убоя птицы.

Ключевые слова: цех убоя птицы, дезинфекция, Хлорапин.

Для птицеперерабатывающих предприятий наиболее актуальной является проблема обеспечения производства безопасной продукции. Микробная загрязненность продукции в значительной степени зависит от культуры производства и санитарно-гигиенического состояния оборудования и производственных помещений [1–2].

Обеспечение микробной безопасности продуктов из мяса птицы является важным вопросом в этом контексте. Фактически во время и после убоя бактерии из микробиоты животных, окружающей среды убойного цеха и используемого оборудования, загрязняют поверхность тушек, мясо птицы при разделке тушек. Некоторые из этих бактериальных загрязнителей могут размножаться или сохраняться во

время обработки и хранения пищевых продуктов. В результате бактериальные сообщества, присутствующие в мясе птицы, могут включать патогенные виды, такие как сальмонеллы и кампилобактерии, вызывающие пищевые отравления [3–4]. В связи с этим санитарной обработке производственных помещений цеха убоя придается важное значение. Несмотря на увеличение числа работ по изысканию и изучению новых дезинфицирующих средств, ветеринарные специалисты-практики до сих пор ощущают недостаток доступных средств для дезинфекции объектов ветнадзора. От правильности выбора дезсредств и соблюдения ветеринарно-санитарных правил при проведении санитарной обработки зависит безопасность выпускаемой продукции. В пищевых отраслях, среди прочих,



широко применяются дезсредства на основе активного хлора (АХ) [5].

Антимикробное действие АХ проявляется в разрушении мембран клетки за счет окисления аминокислот. АХ нарушает синтез протейна, ингибирует поглощение клеткой кислорода и др., обладает высокой антимикробной эффективностью по отношению как к грамположительным, так и к грамотрицательным микроорганизмам, плесневым грибам. АХ выпускаются промышленностью в жидкой и гранулированной формах. На активность АХ жесткость воды оказывает небольшое влияние, кроме того, при применении для дезинфекции растворов АХ не образуются токсичные побочные продукты [6].

В настоящее время появилось много дезсредств на основе АХ. Одним из таких является хорошо растворимое в воде средство «Хлорапин» (ХП), содержащее 87% натриевой соли дихлоризоциануровой кислоты.

Цель работы – исследование дезинфицирующих свойств средства ХП и возможности его использования для обеззараживания поверхностей в цехе убоя птицы.

Материал и методы исследования

Работу выполняли во ВНИИПП и в производственных условиях на предприятии отрасли.

Дезинфицирующую активность (дезактивность) и дезинфицирующую эффективность (дезэффективность) определяли согласно «Методам лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности» [7]. В качестве тест-микроорганизма использовали музейную культуру *E. coli* штамм 1257 (ЕС). При изучении дезинфицирующих свойств использовали растворы ХП с температурой 18–20 °С, при экспозиции 20 минут.

Микробиологические исследования проводили согласно ГОСТ 7702.2.1-2017 [8], ГОСТ Р 50454-92 [9] и ГОСТ 31747-2012 [10].

При исследовании дезактивности в качестве тест-объектов использовали стерильные батиновые тест-объекты, контаминированные ЕС.

Пластины из нержавеющей стали, которые перед началом опытов обезжиривали и стерилизовали, использовали в качестве тест-объектов. Затем на поверхность пластин наносили ЕС тест-культуру (0,5 мл 2-миллиардной взвеси/100 см²). Культуру равномерно распределяли по поверхности стеклянным шпателем, подсушивали при комнатных условиях и относительной влажности воздуха 55–60 %.

Для определения влияния органических загрязнителей на дезинфицирующую эффективность растворов ХП в качестве белковой защиты использовали куриный белок.

При производственных испытаниях растворы ХП с температурой 18–20 °С наносили на поверхность путем орошения. Норма расхода раствора составляла 0,5 л/м² обрабатываемой поверхности, экспозиция – 20 мин.

Результаты и обсуждение

В начале работы исследовали дезактивность средства с использованием батиновых тест-объектов, контаминированных ЕС. Установили, что инактивация тест-культуры обеспечивается 0,01 %-ми (по АХ) растворами ХП за 20 мин.

Далее изучали дезэффективность растворов ХП для обеззараживания поверхностей. Растворы ХП наносили на обрабатываемые поверхности путем орошения из расчета 500 мл/м². Результаты исследования дезинфицирующей эффективности растворов ХП представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Дезэффективность растворов ХП при обеззараживании поверхностей, контаминированных ЕС

Способ контаминации поверхностей	Наличие ЕС на поверхности пластин, КОЕ/см ²			
	Контроль (поверхность пластин до дезинфекции)	Концентрация раствора, % (по АХ)		
		0,001	0,005	0,01
Бактериальная взвесь ЕС	$(2,04 \pm 0,08) \cdot 10^5$	$(2,44 \pm 0,09) \cdot 10^2$	Не обнаружены	Не обнаружены
Бактериальная взвесь ЕС + куриный белок	$(3,12 \pm 0,12) \cdot 10^4$	$(2,21 \pm 0,05) \cdot 10^2$	$(6,19 \pm 0,24) \cdot 10$	Не обнаружены

Как видно из таблицы 1, при контаминации бактериальной взвесью ЕС 100 %-е обеззараживание поверхности металлических пластин обеспечивают 0,005 %-й раствор ХП.

При контаминации бактериальной взвесью ЕС и дополнительной белковой защитой (куриным белком) 0,005 %-й раствор ХП снижает ЕС с $(3,12 \pm 0,12) \cdot 10^4$ до $(6,19 \pm 0,24) \cdot 10$ КОЕ/см² поверхности пластин, или на 99,8 %.

Обеззараживание поверхности металлических пластин дополнительной белковой защитой достигается 0,01 %-м раствором ХП (по АХ).

Для подтверждения режимов дезинфекции растворами ХП, установленных лабораторными исследованиями, были проведены производственные испытания в убойном цехе птицы птицеперерабатывающего предприятия.

Затем перед дезинфекцией отобрали смывы с поверхностей и оборудования цеха (фоновые значения). Дезинфекцию проводили растворами ХП при температуре растворов 18–20 °С методом орошения до полного смачивания обрабатываемой поверхности из расчета 500 мл/м².

Испытывали растворы с учетом концентраций, установленных лабораторными исследованиями. После нанесения растворов на поверхности и экспозиции 20 мин с тех же объектов повторно отобрали смывы со 100 см². Резуль-

таты исследований эффективности применения ХП дезинфекции цеха убоя птицы в представлены в таблице 2.

Как видно из результатов табл. 2, использование для дезинфекции цеха убоя птицы 0,01 %-ного раствора ХП снижает КМАФАНМ (КОЕ) /100 см² обрабатываемых поверхностей на 97,56–99,12 %, но не обеспечивает обеззараживания их от БГКП и снижения КМАФАНМ до нормативных показателей. Использование для дезинфекции цеха убоя птицы 0,05 %-ного раствора ХП обеспечивает снижение КМАФАНМ (КОЕ) до нормативных показателей и обеззараживает поверхности от БГКП.

При проведении производственных испытаний установили, что рабочие растворы ХП полностью смываются с обрабатываемых поверхностей, не оставляют разводов и пятен.

Выводы

Дезинфицирующее средство «ХП» обладает высокой дезактивностью в опытах с батиловыми тест-объектами и высокой дезэффективностью при обеззараживании поверхностей по отношению к ЕС. Наличие белковой защиты уменьшает дезэффективность растворов ХП.

Использование для дезинфекции в цехе убоя птицы 0,05 %-го (по АХ) раствора ХП

Таблица 2 – Эффективность применения ХП дезинфекции цеха убоя птицы

Объект	Микробиологические показатели/100 см ²							
	Контроль		Концентрации растворов, (по АХ)					
	КМАФАНМ, КОЕ	БГКП	0,01 %		0,03 %		0,05 %	
КМАФАНМ, КОЕ			БГКП	КМАФАНМ, КОЕ	БГКП	КМАФАНМ, КОЕ	БГКП	
Желоб на участке электрооглушения птицы	$2,9 \cdot 10^4$	+	$2,8 \cdot 10^2$	–	$5,7 \cdot 10^2$	–	$1,2 \cdot 10^2$	–
Желоб на участке убоя птицы	$3,3 \cdot 10^4$	Н/о	$8,1 \cdot 10^2$	–	$7,1 \cdot 10^2$	–	$1,1 \cdot 10^2$	–
Ванна тепловой обработки	$4,5 \cdot 10^4$	+	$1,1 \cdot 10^3$	+	$4,9 \cdot 10^2$	–	$1,9 \cdot 10^2$	–
Перосъемная машина	$6,2 \cdot 10^4$	Н/о	$7,1 \cdot 10^2$	–	$1,3 \cdot 10^2$	–	< 10	–
Конвейер на участке потрошения	$4,2 \cdot 10^4$	+	$3,2 \cdot 10^2$	–	$6,8 \cdot 10^2$	–	$1,1 \cdot 10^2$	–
Подвеска	$6,1 \cdot 10^5$	Н/о	$5,4 \cdot 10^3$	+	$8,9 \cdot 10^2$	–	< 10	–
Пол (участок потрошения)	$4,4 \cdot 10^4$	+	$8,9 \cdot 10^2$	–	$7,3 \cdot 10^2$	–	$1,5 \cdot 10^2$	–
Пол (участок охлаждения тушек)	$5,7 \cdot 10^4$	+	$7,7 \cdot 10^2$	–	$7,3 \cdot 10^2$	–	$1,5 \cdot 10^2$	–
Рикша	$3,7 \cdot 10^5$	Н/о	$2,5 \cdot 10^3$	–	$7,1 \cdot 10^2$	–	< 10	–
Ящик	$5,7 \cdot 10^4$	Н/о	$8,3 \cdot 10^2$	–	$2,8 \cdot 10^2$	–	< 10	–

Примечание: (+) – наличие роста микроорганизмов; (–) – отсутствие роста микроорганизмов.



с температурой 18–20 °С при экспозиции 20 мин из расчета 0,5 л/м² обеспечивает снижение микробной загрязненности (КМАФАнМ) до нормативных показателей и обеззараживает поверхность от БГКП.

Рабочие растворы ХП полностью смываются с обрабатываемых поверхностей, не оставляют разводов и пятен, могут быть рекомендованы для дезинфекции в цехах санитарного убоя птицы.

Список литературы

1. The environmental impact of poultry production / V. Rodić, L. Perić, M. Đukić-Stojčić // *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2011. Vol. 27. Is. 4. P. 1673–1679.

2. Качество и безопасность мяса цыплят-бройлеров при коррекции предубойного стресса / А. В. Мифтахутдинов, Э. Р. Сайфулмулюков, Е. А. Ноговицина // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. Т. 34. № 3. С. 71–74. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10314.

3. Серегин И., Козак Ю., Семенов В. Проблемы производственного ветеринарно-санитарного контроля сырья и продукции на предприятиях мясной промышленности // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана*. 2021. № 246. № 2. С. 202–209. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-246-2-202-210.

4. Authority E. F. S. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2015 // *EFSA. J.* 2016. Vol. 14. Is. 12. P. 4634. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4634>.

5. Козак С. С., Заболотных М. В., Козак Ю. А. Средства для проведения санитарной обра-

ботки в птицеперерабатывающей промышленности на основе хлора, ЧАС и перекиси водорода // *Актуальные проблемы ветеринарной науки и практики* : матер. Нац. науч.-практ. онлайн-конференции факультета ветеринарной медицины ИВМиБ / ФГБОУ ВО Омский ГАУ (г. Омск, 13 ноября 2020). С. 229–233.

6. Козак С. С., Догадова Н. Л., Тетерник Н. А. Современные дезинфицирующие средства на основе хлора, ЧАС и перекиси водорода в птицеперерабатывающей промышленности // *Птица и птицепродукты*. 2020. № 5. С. 42–45.

7. Р 4.2.2643–10. Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности: утв. рук. Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Гл. гос. сан. врачом РФ 01.06.2010.

8. ГОСТ 7702.2.1-2017. Продукты убоя птицы, продукция из мяса птицы и объекты окружающей производственной среды. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. Введ. 2019-01-01. М. : Стандартинформ, 2016. 6 с.

9. ГОСТ Р 50454-92. Мясо и мясные продукты. Обнаружение и учет предполагаемых колиформных бактерий и *E. coli* (арбитражный метод). Введ. 1994-01-01. М. : Стандартинформ, 2010. 8 с.

10. ГОСТ Р 54374-2011. Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). Введ. 2012-01-07. М. : Стандартинформ, 2012. 10 с.

Козак Сергей Степанович, д-р биол. наук, руководитель испытательного лабораторного центра ВНИИПП, Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности (ВНИИПП) – филиал ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук.

E-mail: vniippkozak@gmail.com.

* * *

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПРОФИЛАКТИКИ И ТЕРАПИИ МАСТИТА КОРОВ

А. В. Лузова, В. Г. Семенов

В работе приводятся результаты исследований по повышению продуктивного потенциала крупного рогатого скота, профилактике и лечению клинического мастита с использованием биопрепаратов, разработанных учеными ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ (В.Г. Семенов и др.): Prevention-N-E и Prevention-N-B-S, а также Мастинола – гомеопатического лекарственного препарата для лечения мастита. Объектами исследования были сухостойные (за 45 дней до отела) и новотельные коровы (через 3–5 дней после отела) черно-пестрой породы. В научно-хозяйственном эксперименте создано четыре группы коров, по 10 животных в каждой, были отобраны по принципу групп-аналогов с учетом клинико-физиологического состояния, возраста и живой массы. В результате наших исследований мы выяснили, что изученные биопрепараты не влияли на физиологическое состояние животных, но активировали клеточные факторы неспецифической защиты организма. В профилактике мастита коров наиболее очевидный соответствующий эффект из числа испытанных биопрепаратов продемонстрировал Prevention-N-B-S, нежели Prevention-N-E, однако эта разница была незначительной ($P > 0,05$). Примечательно, что только во 2-й опытной группе, где применялся Prevention-N-B-S, больных клиническим маститом коров до и после отела не наблюдалось. Лечение коров, профилактика мастита которых с использованием иммуностимуляторов оказалась неэффективной, проводилось в 1-й и 3-й опытных группах. Терапия больных маститом коров показала, что выздоровление коровы 1-й опытной группы, лечение которой проводилось Prevention-N-E, произошло через $4 \pm 0,08$ дня, что на $7 \pm 0,52$ дня меньше, чем в 3-й опытной группе, где применялся Мастинол. Атрофия доли вымени наблюдалась у одной коровы в 3-й опытной группе. Установлено, что лечение мастита коров биопрепаратом Prevention-N-E было эффективнее, чем гомеопатическим препаратом Мастинол.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, мастит, атрофия долей вымени, иммунотропные средства, профилактика.

Мастит крупного рогатого скота следует рассматривать как одну из наиболее важных и серьезных проблем в молочном скотоводстве, которая связана со снижением производства молока, качества молочных продуктов, затратами на лекарства и выбраковкой животных. Заболевание широко распространено на всей территории России. Различные формы мастита поражают 15–25% от общего стада коров, а по некоторым данным – до 50% [1]. В течение года до 68% коров стада могут переболеть маститом, а некоторые животные – два и более раз. Чаще всего мастит наблюдается у высокопродуктивных коров, которые во время болезни и после клинического выздоровления снижают надой молока в среднем на 10–15%.

Наиболее частой причиной клинического мастита у дойных коров являются условно-патогенные микроорганизмы окружающей среды.

Основным возбудителем мастита является золотистый стафилококк, который распространяется при пренебрежении правильной процедурой доения, использованием дезинфицирующих средств для сосков до и после доения, изоляцией больных животных и т.д. [4].

На развитие мастита коров большое влияние оказывают предрасполагающие и сопутствующие факторы, которые ослабляют защитные силы организма, в частности ткани молочной железы, и снижают бактериостатические свойства молока. К таким факторам относятся несбалансированное кормление животных, несоблюдение гигиенических параметров микроклимата, использование грязных доильных стаканов, наличие сопутствующих заболеваний, особенно гинекологических (задержание последа, эндометрит), а также нарушения обмена веществ (ацидоз, кетоз, гепатоз) и другие [5].



Мастит протекает преимущественно в клинической и субклинической формах. Наихудшую экономическую проблему представляет субклинический (скрытый) мастит, частота встречаемости которого в 6–15 раз выше, чем у клинического мастита. В случае скрытого мастита может происходить самовыздоровление, но в 20–30% случаев заболевание приобретает клинически заметное течение [2]. Мнение, что скрытые маститы могут быть оставлены без внимания как самоизлечивающиеся, является ошибочным. В этом случае заболевание может привести к атрофии паренхимы пораженной доли молочной железы, что остается практически незамеченным, однако удой молока при этом снижается более чем вдвое.

Лечение клинического мастита – одно из самых дорогостоящих статей бюджета молочной фермы. Антибиотикотерапия традиционно считается наиболее эффективным методом лечения, однако несмотря на быстрый наблюдаемый эффект после лечения, часто возникают рецидивы. Это связано с тем, что после устранения явных клинических признаков мастита лечение антибиотиками прекращают, чтобы предотвратить их попадание в молоко [3]. Однако даже после успешного лечения крайне сложно восстановить былую продуктивность. Выбраковка коров из-за атрофии или индукции четвертей вымени на некоторых фермах может достигать 30% поголовья.

Причина в том, что если терапия была начата поздно и/или продолжалась долго, в части альвеол развивается некроз секреторного эпителия, альвеолы прекращают секрецию, и нормальный эпителий заменяется соединительной тканью. В этом случае секреторный эпителий больше не восстановится и, как следствие, прежняя продуктивность, обеспечиваемая этими атрофированными альвеолами, не сохранится.

В настоящее время проблема мастита решается специалистами многих дисциплин: этой проблемой занимаются эпизоотологи, микробиологи, зоотехники, фармакологи. Поиск новых методов лечения и профилактики мастита без применения антибиотиков чрезвычайно актуален и необходим для успешного развития животноводства. Правильное применение иммуностимуляторов может предотвратить выбраковку как коров, так и молока.

Цель исследований – определить целесообразность применения иммуностимуляторов при профилактике и лечении мастита коров.

Объекты и методы исследований

Методологической основой работы являлся анализ литературных источников и полученных данных результатов исследований, направленных на изучение наиболее эффективных методов лечения и профилактики мастита коров. Экспериментальная часть исследовательской работы проводилась в ООО «Победа» Яльчикского района Чувашской Республики, материалы обрабатывались на кафедре морфологии, акушерства и терапии факультета ветеринарной медицины и зоотехнии Чувашского государственного аграрного университета.

Объектами исследования были сухостойные (за 45 дней до отела) и новотельные коровы (через 3–5 дней после отела) черно-пестрой породы. В научно-хозяйственном эксперименте четыре группы коров, по 10 животных в каждой, были отобраны по принципу групп-аналогов с учетом клинико-физиологического состояния, возраста и живой массы.

С целью повышения продуктивного потенциала черно-пестрого крупного рогатого скота и профилактики клинического мастита мы использовали биопрепараты, разработанные учеными Чувашского государственного аграрного университета: Prevention-N-E и Prevention-N-B-S (В.Г. Семенов и др.), а также Мاستинол, гомеопатический лекарственный препарат для лечения мастита в форме раствора для инъекций. Коровам 1-й опытной группы внутримышечно вводили Prevention-N-E в дозе 10 мл трехкратно за 45–40, 25–20 и 15–10 дней до отела, коровам второй опытной группы – Prevention-N-B-S в указанной дозе и в те же периоды времени, коровам 3-й опытной группы – Мاستинол в дозе 5 мл с интервалом 24 часа на 1–3-е сутки после отела, коровам контрольной группы препараты не применялись. Схема профилактики мастита приведена в таблице 1.

Аналогичные препараты применяли для лечения клинического мастита, диагностированного у коров в исследуемых группах после отела. Коровам 1-й опытной группы внутримышечно вводили Prevention-N-E в дозе 40 мл трехкратно с интервалом 72 часа, коровам 2-й опытной группы – Prevention-N-B-S в дозе 40 мл три раза с интервалом 72 часа, коровам 3-й опытной группы – Мастинол в дозе 5 мл трехкратно с интервалом 24 часа. Клиническая схема лечения мастита приведена в таблице 2.

Prevention-N-E – комплексный препарат для стимуляции неспецифической резистентности организма и профилактики заболеваний сельскохозяйственных животных, представляющий собой водную суспензию, содержащую полисахаридный комплекс дрожжевых клеток *Saccharomyces cerevisiae*, иммобилизованный в агаровом геле с добавлением производного бензимидазола и бактерицида группы макролидов – оксациклотетрадекан-2,10-диона. Патент на изобретение РФ № 2602687 выдан на био-препарат Prevention-N-E, разработанный учеными Чувашского государственного аграрного университета, внесен в Государственный реестр изобретений РФ 26.10.2016, опубликован в официальном бюллетене «Изобретения. Полезные модели» № 32 от 20.11.2016.

Prevention-N-B-S – комплексный препарат для активизации неспецифической резистентности организма крупного рогатого скота, реализации репродуктивных качеств и продуктивного потенциала коров, представляющий собой водную суспензию, содержащую полисахаридный комплекс дрожжевых клеток *Saccharomyces cerevisiae*, иммобилизованных в агаровом геле с добавлением производного бензимидазола и бактерицидов групп пенициллинов и аминогликозидов. Патент на изобретение РФ № 2737399 выдан на препарат Prevention-N-B-S, внесен в Государственный реестр изобретений РФ 30.11.2020, опублико-

ван в официальном бюллетене «Изобретения. Полезные модели» № 34 от 30.11.2020.

Мастинол – гомеопатический лекарственный препарат для лечения мастита в форме раствора для инъекций. Мастинол содержит следующие гомеопатические вещества: 1% Аконит D4, 1% Арника D3, 1% Белладонна D4, 1% Азафетида D3, 1% Фитолакка D3, 1% Бриония D4 и вспомогательный компонент – изотонический раствор хлорида натрия.

Результаты исследований

На основании данных таблицы 3 можно сделать вывод, что микроклимат в коровнике и родильном отделении соответствовал зоо-гигиеническим нормам. Параметры окружающего воздуха в осенне-зимний период в коровнике и родильном отделении имели следующие значения соответственно: температура – $10,2 \pm 0,25$ и $15,1 \pm 0,39$ °С, относительная влажность – $70,0 \pm 1,14$ и $67,4 \pm 0,76$ %, скорость воздуха – $0,32 \pm 0,02$ и $0,27 \pm 0,02$ м/с, содержание аммиака – $13,7 \pm 0,60$ и $8,9 \pm 0,52$ мг/м³, сероводорода – $6,2 \pm 0,26$ и $4,5 \pm 0,29$ мг/м³, двуокиси углерода – $0,20 \pm 0,01$ и $0,14 \pm 0,01$ %, бактериальная нагрузка – $45,7 \pm 1,56$ и $32,3 \pm 1,02$ тыс./м³, пыль – $4,2 \pm 0,31$ и $2,7 \pm 0,25$ мг/м³, оксид углерода – не обнаружен. Коэффициент освещенности в помещениях для коров составил 1:14 и 1:13 соответственно, при коэффициенте естественной освещенности $0,64 \pm 0,05$ и $0,66 \pm 0,06$ %.

Таблица 1 – Схема профилактики

Группа, n = 10	Наименование препарата	Кратность введения и доза
1-я опытная	Prevention-N-E	10 мл трехкратно за 45–40, 25–20 и 15–10 суток до отела, внутримышечно
2-я опытная	Prevention-N-B-S	10 мл трехкратно за 45–40, 25–20 и 15–10 суток до отела, внутримышечно
3-я опытная	Мастинол	5 мл трехкратно с интервалом 24 часа на 1–3-е сутки после отела, внутримышечно
Контрольная	Препараты не применялись	

Таблица 2 – Схема лечения

Группа, n = 10	Наименование препарата	Кратность введения и доза
1-я опытная	Prevention-N-E	40 мл трехкратно с интервалом 72 часа, внутримышечно
2-я опытная	Prevention-N-B-S	40 мл трехкратно с интервалом 72 часа, внутримышечно
3-я опытная	Мастинол	5 мл трехкратно с интервалом 24 часа, внутримышечно



Успех борьбы с маститом в первую очередь зависит от своевременной диагностики. Диагностика мастита имеет важное санитарное, экономическое и технологическое значение. Кроме того, своевременное выявление заболевания предотвращает атрофию пораженных долей вымени и раннюю выбраковку животных. В настоящее время диагностика клинических форм мастита не представляет никаких трудностей. Обнаружение хлопьев или сгустков в секрете при осмотре, а также снижение суточного удоя, увеличение паховых лимфатических узлов, повышение местной температуры до-

лей вымени стали основанием для постановки окончательного диагноза – мастит.

Результаты исследований, приведенные в таблице 4, демонстрируют, что после применения схем профилактики опытным группам параметры физиологического состояния животных в период наблюдения находились в пределах установленных норм, и разница в соответствующих значениях по сравнению с контрольной группой была незначительной ($P > 0,05$).

Температура тела коров контрольной, 1-й, 2-й, 3-й опытных групп варьировала в пределах $38,0 \pm 0,10 - 38,2 \pm 0,14$ °C, $38,0 \pm 0,10 - 38,2 \pm 0,75$ °C,

Таблица 3 – Микроклимат в помещениях для коров

Показатель	Помещение	
	коровник	родильное отделение
Температура воздуха, °C	10,2±0,26	15,1±0,69
Относительная влажность, %	70,0±1,04	67,4±0,16
Скорость движения воздуха, м/с	0,32±0,02	0,27±0,02
Световой коэффициент	1:14	1:13
Коэффициент естественной освещенности, %	0,64±0,05	0,66±0,06
Концентрация загрязнителей в воздушной среде:		
аммиак, мг/м ³	13,7±0,67	8,9±0,56
сероводород, мг/м ³	6,2±0,23	4,5±0,21
углекислый газ, %	0,20±0,09	0,14±0,06
бактериальная обсемененность, тыс./м ³	45,7±1,55	32,3±1,02
содержание пыли, мг/м ³	4,2±0,34	2,7±0,25

Таблица 4 – Показатели физиологического состояния коров

Группа животных	Сроки наблюдения, сут.		Температура тела, °C	Пuls, колеб./мин.	Дыхание, дв/мин.
	до отела	после отела			
Контрольная	35–30	3–5	38,2±0,14	76±1,06	21±0,81
	15–10		38,0±0,10	77±0,87	22±0,65
	10–5		38,1±0,06	77±1,73	22±0,40
			38,1±0,09	76±1,03	22±0,32
1-я опытная*	35–30	3–5	38,2±0,13	75±1,86	22±0,68
	15–10		38,0±0,1750	76±1,24	22±0,41
	10–5		38,2±0,09	76±0,93	22±0,51
			38,2±0,11	76±1,02	22±0,58
2-я опытная**	35–30	3–5	38,3±0,13	76±0,93	21±1,16
	15–10		38,2±0,12	77±0,71	22±0,95
	10–5		38,2±0,09	77±0,86	21±0,51
			38,1±0,12	76±0,73	22±0,24
3-я опытная***	35–30	3–5	38,0±0,13	75±1,56	21±0,40
	15–10		38,1±0,10	76±1,04	21±0,91
	10–5		37,9±0,09	76±0,95	22±0,09
			38,2±0,11	77±1,02	22±0,58

* Сроки инъекции Prevention-N-E: за 45–40, 25–20 и 15–10 суток до отела;

** Сроки инъекции Prevention-N-B-S: за 45–40, 25–20 и 15–10 суток до отела;

*** Сроки инъекции Мастинол: на 1–3-е сутки после отела.

38,1±0,12–38,3±0,13 °С, 37,9±0,09–38,2±0,11 °С соответственно и была в пределах физиологических норм.

Частота пульса коров контрольной, 1-й, 2-й, 3-й опытных групп в интервале с 35–30 до 10–5 дней до отела увеличилась с 76±1,06 до 77±1,73 ударов в минуту, с 75±1,86 до 76±0,93, с 76±0,73 до 77±0,86, с 75±1,56 до 77±1,02 ударов в минуту соответственно. Через 3–5 дней после отела наблюдалось некоторое снижение частоты пульса животных контрольной и 2-й опытной группы до 76±1,03 удара в минуту и 76±0,73 удара в минуту соответственно ($P > 0,05$), у коров 1-й опытной группы она была на прежнем уровне – 76±1,02 удара в минуту, в то время как у коров 3-й опытной группы она возросла до 77±1,02 удара в минуту.

Частота дыхания коров контрольной, 1-й, 2-й, 3-й опытных групп колеблется в пределах 21±0,81–22±0,65, 22±0,41–22±0,68, 21±1,16–22±0,95, 21±0,40–22±0,58 вдоха в минуту соответственно ($P > 0,05$).

Из результатов этих исследований следует, что биологические препараты, использованные в экспериментах, не влияли на физиологическое состояние животных.

Результаты гематологических анализов приведены в таблице 5. Из таблицы видно, что содержание эритроцитов в крови коров опыт-

ных групп было выше по сравнению с контрольной: за 35–30 дней до отела – на 1,0%, за 15–10 дней до отела – на 3,3%, за 10–5 дней до отела – на 4,3%, через 3–5 дней после отела – на 10,2% соответственно.

Разница в количестве эритроцитов в крови коров опытных групп была незначительной ($P > 0,05$), хотя содержание этих форменных элементов оказалось несколько выше в крови животных 2-й опытной группы на $0,04 \cdot 10^{12}/л$ (за 30–25 суток до отела), на $0,10 \cdot 10^{12}/л$ (за 15–10 суток до отела), на $0,06 \cdot 10^{12}/л$ (на 3–5 сутки после отела), а за 10–5 суток до отела, наоборот, было выше у коров 1-й опытной группы на $0,04 \cdot 10^{12}/л$. Уровень гемоглобина в крови коров опытных групп также оказался выше, чем в контрольной группе. Кроме того, разница в анализируемых гематологических показателях у животных контрольной и опытных групп была статистически значимой в определенные периоды времени исследования. Так, у коров 1-й и 2-й опытных групп за 15–10 дней до отела концентрация гемоглобина в крови была на 2,7 и 2,1% выше соответственно ($P > 0,05$), за 10–5 дней до отела – на 3,7 и 4,2% ($P < 0,05$), а на 3–5-е сутки после отела – на 4,2 и 6,1% ($P < 0,05–0,01$). Однако разница между данными, полученными после применения Prevention-N-E и Prevention-N-B-S, хотя

Таблица 5 – Гематологические показатели коров

Группа животных	Сроки наблюдения, сут.		Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	Гемоглобин, г/л	Лейкоциты, $\times 10^9/л$
	до отела	после отела			
Контрольная	35–30	3–5	5,74±0,17	105,2±1,39	7,18±0,14
	15–10		5,98±0,17	104,4±1,08	7,15±0,19
	10–5		5,98±0,15	103,8±1,24	7,30±0,28
			6,08±0,22	104,0±1,00	7,36±0,28
1-я опытная	35–30	3–5	5,76±0,14	106,0±0,84	7,12±0,23
	15–10		6,08±0,07	107,2±0,73	7,36±0,25
	10–5		6,28±0,18	107,6±1,36	7,76±0,16
			6,64±0,13	108,4±1,25*	7,62±0,23
2-я опытная	35–30	3–5	5,80±0,17	105,0±0,71	7,14±0,35
	15–10		6,18±0,11	106,6±0,93	7,48±0,30
	10–5		6,24±0,14	108,2±1,36*	7,80±0,25
			6,70±0,09*	110,4±1,12**	7,78±0,16
3-я опытная	35–30	3–5	5,84±0,10	106,2±1,58	7,16±0,20
	15–10		6,08±0,17	105,4±1,08	7,14±0,93
	10–5		5,96±0,15	104,8±1,24	7,30±0,25
			6,10±0,22	104,0±1,05	7,37±0,28

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.



и была несколько выше у коров 2-й опытной группы (на 0,6% за 10–5 дней до отела и на 1,8% на 3–5-е сутки после отела), но оказалась несущественной.

Таким образом, увеличение количества эритроцитов и концентрации гемоглобина в крови животных опытных групп свидетельствует об улучшении их кроветворения под воздействием биопрепаратов Prevention-N-E и Prevention-N-B-S. Препарат Мастинол, использованный в 3-й опытной группе, такими свойствами не обладает.

Общее количество лейкоцитов в крови глюкозостельных коров контрольной и 3-й опытной групп варьировало в период исследования с $7,15 \pm 0,19$ до $7,30 \pm 0,28 \cdot 10^9/\text{л}$, с $7,14 \pm 0,93$ до $7,37 \pm 0,28 \cdot 10^9/\text{л}$, а у сверстниц 1-й и 2-й опытных групп увеличивалось с $7,12 \pm 0,23$ до $7,76 \pm 0,16 \cdot 10^9/\text{л}$ и с $7,14 \pm 0,35$ до $7,80 \pm 0,25 \cdot 10^9/\text{л}$ соответственно. Если количество лейкоцитов в крови коров контрольной и 3-й опытной групп через 3–5 суток после отела повышалось на $0,06 \cdot 10^9/\text{л}$ (т.е. на 0,8%) и $0,07 \cdot 10^9/\text{л}$ (т.е. на 1,0%), то в 1-й и 2-й опытных группах, наоборот, уменьшалось на $0,14 \cdot 10^9/\text{л}$ (т.е. на 1,8%) и на $0,02 \cdot 10^9/\text{л}$ (или на 0,3%) соответственно. При этом животные 1-й и 2-й опытных групп по указанному параметру превосходили как 3-ю опытную, так и контрольную группы.

Устойчивая динамика количества лейкоцитов в крови коров на фоне внутримышечных инъекций биопрепаратов свидетельствует об активации клеточных факторов неспецифической защиты организма. Наиболее очевидный соответствующий эффект продемонстрировал Prevention-N-B-S, нежели Prevention-N-E, однако эта разница была незначительной ($P > 0,05$).

Следовательно, профилактика мастита коров 2-й опытной группы биопрепаратом Prevention-N-B-S оказалась более эффективной, чем в 1-й, 3-й опытных и контрольной группах. Во 2-й опытной группе клинический мастит не был диагностирован, в 1-й опытной группе диагностирован у одной коровы, в 3-й опытной группе – у двух коров, в контрольной группе – у трех коров.

Терапия больных маститом коров показала, что выздоровление коровы 1-й опытной группы, лечение которой проводилось Prevention-N-E, произошло через $4 \pm 0,08$ дня, что на $7 \pm 0,52$ дней меньше, чем в 3-й опытной группе, где приме-

нялся Мастинол. Атрофия доли вымени наблюдалась у одной коровы в 3-й опытной группе. Следовательно, лечение мастита коров биопрепаратом Prevention-N-E было эффективнее, чем гомеопатическим препаратом Мастинол.

Выводы

Обобщая вышеизложенное, мы пришли к выводу, что применение иммуностимуляторов в профилактике и лечении мастита коров целесообразно. Изученные биопрепараты не влияли на физиологическое состояние животных, но активировали клеточные факторы неспецифической защиты организма. В профилактике мастита коров наиболее очевидный соответствующий эффект из числа испытанных биопрепаратов продемонстрировал Prevention-N-B-S, нежели Prevention-N-E, однако эта разница была незначительной ($P > 0,05$). Примечательно, что только во 2-й опытной группе, где применялся Prevention-N-B-S, больных клиническим маститом коров до и после отела не наблюдалось. Лечение мастита биопрепаратами проводилось в 1-й и 3-й опытных группах, где биопрепарат Prevention-N-E показал более выраженный эффект.

Список литературы

1. Степанова А. В. К проблеме профилактики и терапии мастита коров // Современное состояние и перспективы развития ветеринарной и зоотехнической науки : матер. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Чебоксары, 2020. С. 183–190.
2. Systemic inflammatory biomarkers and somatic cell count in dairy cows with subclinical mastitis / T. C. F. CarvalhoSombra, D. D. Fernandes, B. M. O. Bezerra, D. C. S. Nunes-Pinheiro // Veterinary and Animal Science. 2021. Vol. 11. DOI: 10.1016/j.vas.2021.100165.
3. Exotoxin diversity of Staphylococcus aureus isolated from milk of cows with subclinical mastitis in Central / K. K. Fursova [et al.] // Russia Journal of Dairy Science. 2018. Vol. 101 (5). P. 4325–4331. DOI: 10.3168/jds.2017-14074.
4. Влияние различных факторов на резистентность коров к маститу / А. Е. Болгов [и др.] // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2009. № 5. С. 73–81.
5. Реализация воспроизводительных качеств коров и продуктивного потенциала телят биопрепаратами / В. Г. Семенов, Д. А. Никитин,

Н. И. Герасимова, В. А. Васильев // Известия
Международной академии аграрного образова-
ния. 2017. № 33. С. 172–175.

Лузова Анна Вячеславовна, аспирант 2-го года обучения, кафедра морфологии, акушерства
и терапии, ФГБОУ ВО Чувашский государственный аграрный университет.

E-mail: annuutochka1@mail.ru.

Семенов Владимир Григорьевич, д-р биол. наук, проф., заведующий кафедрой морфологии,
акушерства и терапии, ФГБОУ ВО Чувашский государственный аграрный университет.

E-mail: semenov_v.g@list.ru.

* * *

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ ДЛЯ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД И ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НА ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЮ ОРГАНИЗМА

**А. В. Мифтахутдинов, Э. Р. Сайфульмулюков, Е. А. Ноговицина, Д. В. Баннов,
П. Г. Филиппов, В. С. Кулемзин, В. А. Завгородний, М. А. Лазарева**

Целью эксперимента являлась оценка опасности тепловой нагрузки для цыплят-бройлеров в летний период и изучение возможности фармакологической поддержки терморегуляции организма. Опыт проведен в условиях птичника с клеточным содержанием бройлеров. За 5 суток до убоя в 34-суточном возрасте были сформированы 6 групп цыплят-бройлеров, которым выпаивались фармакологические композиции, комбинированные из ацетилсалициловой кислоты (АСК), смеси органических кислот (ОК), витамина С (С), аминокислот (АК), парацетамола (ПЦМ), СПАО-комплекса (СПАО) и хлорида калия (ХК). За период опыта птица испытывала значительную тепловую нагрузку, находясь на 2-й фазе перегрева, с возможными признаками мягкого алкалоза на 36-е сутки выращивания. В результате проведенных исследований было выявлено, что на 35-е сутки в утренние часы не отмечалось статистически выраженных изменений, в вечерний период наблюдалось снижение температуры во 2-й опытной группе (ПЦМ+С+АК). На 36-е сутки выращивания во всех группах отмечено снижение температуры тела в утренний период, наибольшая разница отмечена в 5-й опытной группе (АСК+С+ХК+АК). Тенденция сохранялась и в вечерний период, при этом наиболее сильное снижение температуры отмечалось во 2-й опытной группе (ПЦМ+С+АК). Общая картина по температуре тела в опытных группах на 37-е сутки поменялась, в утренние часы во 2-й (ПЦМ+С+АК) и 3-й (СПАО+АСК+АК) группах отмечалось снижение температуры, в 1-й (АСК+С+АК), 4-й (СПАО+ПЦМ+АК) и 5-й (АСК+С+ХК+АК) группах повышение, подобная тенденция наблюдалась в этот же период на 38-е сутки. В вечернее время на 38-е сутки выращивания статистически значимые изменения фиксировались только во 2-й (ПЦМ+С+АК) и 3-й (СПАО+АСК+АК) опытных группах.

Ключевые слова: тепловая нагрузка, цыплята-бройлеры, промышленное птицеводство, фармакологическая поддержка, терморегуляция.

Следствием генетически высокой продуктивности птицы, быстрого роста и развития бройлеров стало запаздывание формирования адекватной системы терморегуляции, в связи с чем высокая температура окружающей среды отражается на промышленных показателях мясного птицеводства и приводит к потере продуктивности, сохранности и качества получаемого мяса (А.Н. Nawaz, et al., 2021) [1]. По данным, представленным А.Ш. Кавтарашвили с соавт. (2010), тепловая нагрузка на организм птицы относится к стрессам с самым высоким рангом – 4 балла по шкале значимости, что свидетельствует о его значительной опасности [2]. Тепловой стресс птицы развивается на фоне роста температуры тела, следовательно, если регулировать внутреннюю температуру,

то можно профилактировать и корректировать его развитие. Для этой цели в отечественном и зарубежном птицеводстве нашли применение различные фармакологические средства, из которых мы остановились на ацетилсалициловой кислоте, парацетамоле, витамине С, лимитирующих аминокислотах, СПАО-комплексе и хлориде калия.

По данным Wu D. et al. (2015), применение ацетилсалициловой кислоты защищает клетки миокарда цыплят от острого теплового стресса, почти без явных побочных эффектов, и эта защита может включать усиление экспрессии белка теплового шока Hsp 27 [3]. Применение органических кислот позволяет санировать питьевую воду и повышает потребление птицей кормов (А.Ш. Кавтарашвили, 2013) [4].

Увеличение уровня аминокислот в рационе позволяет скомпенсировать недостаток питательных веществ в период тепловой нагрузки (В.И. Фисинин с соавт., 2015) [5]. Аскорбиновая кислота является антиоксидантом и играет важную роль в профилактике теплового стресса на уровне усиления защиты организма от оксидативного стресса (Z. Abidin et al., 2013) [6]. Под влиянием парацетамола при температурном воздействии на организм животных снижается конверсия корма (M. Lee et al., 2019) [7]. СПАО-комплекс, разработанный профессором А.В. Мифтахутдиновым с соавт. (2016), показал свою эффективность для купирования технологических стрессов в птицеводстве [8]. Применение хлорида калия было обусловлено профилактикой развития респираторного алкалоза, являясь средством повышения уровня электролитов в крови (В.А. Манукян с соавт., 2017) [9].

Цель работы: оценка параметров тепловой нагрузки для цыплят-бройлеров в летний период и изучение возможности фармакологической поддержки терморегуляции организма.

Задачи: для определения степени тепловой нагрузки на организм птицы изучить показатели микроклимата в птичниках и оценить влияние фармакологических комплексов на степень снижения температуры тела.

Материал и методы исследования

Опыт был проведен в условиях промышленного птичника с клеточным содержанием бройлеров. В птичник в 7-суточном возрасте было посажено 93 531 голова цыплят. За 5 суток до убоя в 34-суточном возрасте были сформированы 6 групп цыплят-бройлеров ($n = 100$).

Через медикаторы птице выпаивались фармакологические комплексы разного состава: контрольная группа (схема, принятая на предприятии): Ацетилсалициловая кислота + органические кислоты (АСК + ОК), в дозе 50 (25 + 25) мг/кг живой массы, в сутки; 1-я опытная группа: Ацетилсалициловая кислота + Витамин С + Аминокислоты (АСК + С + АК), в дозе 75 (25 + 25 + 25) мг/кг живой массы, в сутки; 2-я опытная группа: Парацетамол + Витамин С + Аминокислоты (ПЦМ+С+АК), в дозе 75 (25 + 25 + 25) мг/кг живой массы, в сутки; 3-я опытная группа: СПАО-комплекс + Ацетилсалициловая кислота + Аминокислоты (СПАО + АСК + АК), в дозе 105 (55 + 25 + 25) мг/кг живой массы, в сутки; 4-я опытная группа: СПАО-комплекс + Парацетамол + Аминокислоты (СПАО

+ ПЦМ + АК), в дозе 105 (55 + 25 + 25) мг/кг живой массы, в сутки; 5-я опытная группа: Ацетилсалициловая кислота + Витамин С + Хлорид калия + Аминокислоты (АСК + С + ХК + АК), в дозе 100 (25 + 25 + 25 + 25) мг/кг живой массы в сутки. Условия содержания и кормления были идентичными, согласно рекомендациям производителя кросса.

Температуру тела птицы измеряли ректально электронным термометром с 35- до 38-суточного возраста, каждый день в одно и то же время: утром в 9.30 (У), в вечернее время в 16.30 (В). Наблюдения начали с 35-суточного возраста (2-е сутки эксперимента), для того чтобы избежать дополнительного стрессирования птицы, в связи с тем, что на 34-е сутки было проведено разделение бройлеров на группы. Термограмма птичника составлена по результатам оценки данных тепловизора «Testo 870-1». Температура и влажность помещения отслеживались в течение 34–38 суток выращивания. Производственные показатели выращивания представлены птицефабрикой.

Статистическую обработку результатов выполняли в программе STATISTICA 12. Для статистической оценки межгрупповых отличий использовали непараметрический U-Критерий Манна-Уитни, при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

В среднем вечерняя температура в птичнике составляла 31,8 °С, она была выше по сравнению с утренней на 4,2 °С и связана с нагревом здания за день. Пик температуры пришелся на 36-е сутки. В среднем влажность воздуха в птичнике в утреннее время была более высокая и достигала 54%, в вечернее 52%.

Полученные данные по температуре птичника в утренние и вечерние часы дают лишь частичное представление о термическом состоянии помещения в целом и птицы в частности. Использование инфракрасного тепловизора «Testo 870-1» на 36-е сутки выращивания в момент пиковых температур позволило создать температурный профиль птичника как снаружи, так и внутри помещения, визуально оценить уровень термонагрузки на организм птицы.

При температуре воздуха 34 °С общий температурный профиль птичника на 36-е сутки выращивания имел диапазон от 28,1 °С до 37,4 °С, причем самые горячие точки в птичнике – это птица, самые холодные – пол, лента пометоудаления, поилки.

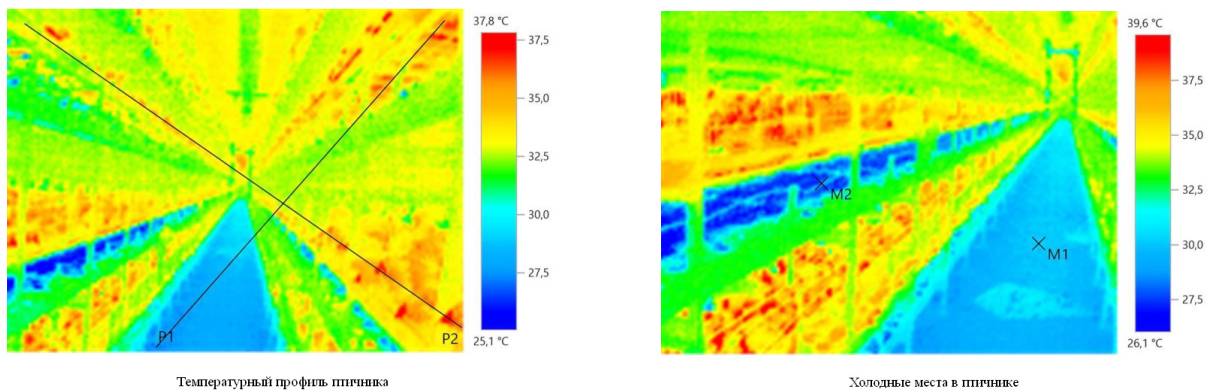


Рис. 1. Температурный профиль птичника

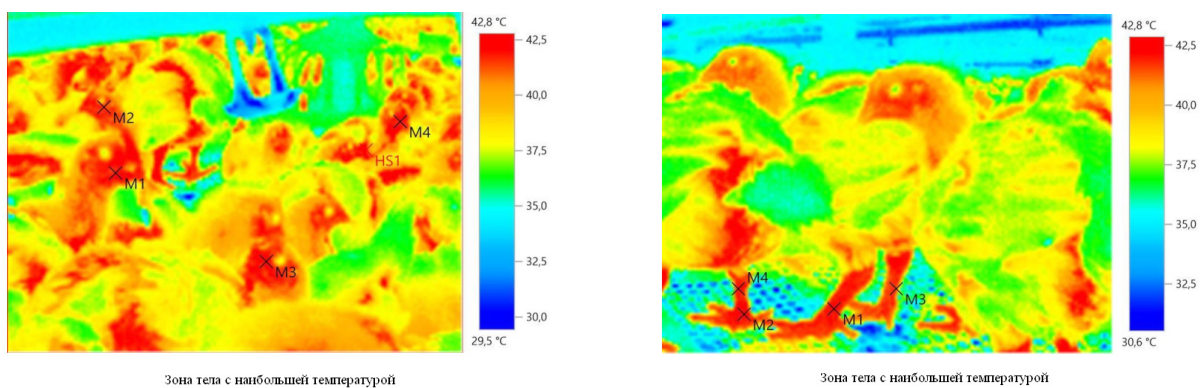


Рис. 2. Горячие «точки» тела птицы

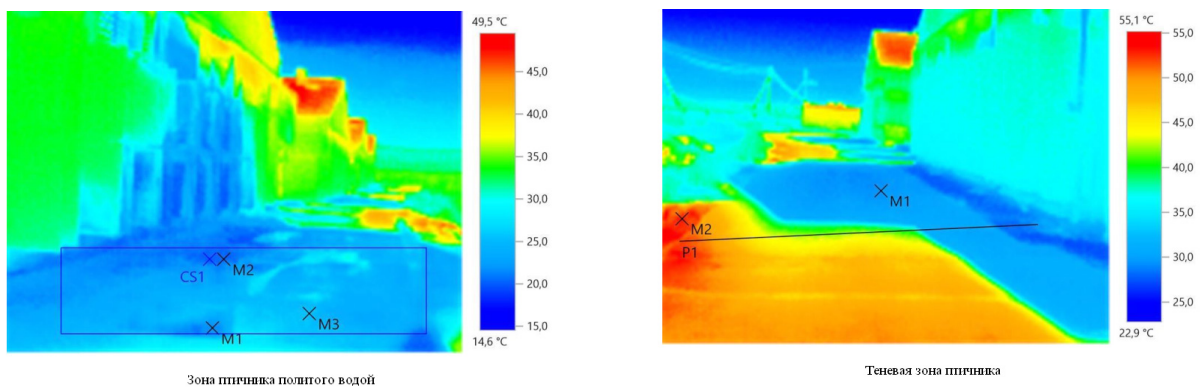


Рис. 3. Теневая зона птичника и политого водой

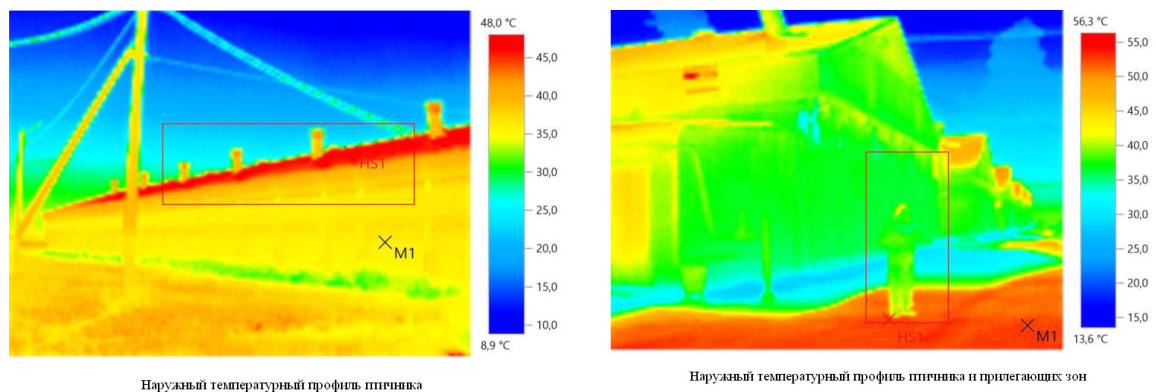


Рис. 4. Наружный температурный профиль птичника

Наибольшая температура тела птицы фиксировалась в районе головы и лап, составив при этом 42,8 °С и 42,4 °С соответственно.

Температура асфальта в теневой зоне (перед жалюзи), политого водой, составила 20–25 °С. Температура асфальта в теневой зоне – 29,4 °С.

Птичник нагревался со стороны крыши в районе чердака до 54,2 °С, температура крыши корпуса достигала 48 °С, стены корпуса до 35,8 °С, асфальт возле птичника – до 52,7 °С. На основании замеров, проведенных в птичнике, можно сделать вывод, что птица испытывала высокую тепловую нагрузку.

На предприятии есть своя программа коррекции высоких температур, включающая меры технологического характера, такие как полив корпуса здания водой, распыление воды внутри птичника, а также применение схемы фармакологической поддержки птицы за счет выпаивания ацетилсалициловой кислоты и комплекса органических кислот для санации питьевой воды.

Несмотря на мероприятия, которые проводят специалисты птицефабрики, стоит отметить, что высокая тепловая нагрузка приводит к снижению сохранности, особенно если в жаркий период проводится транспортировка до пункта убоя.

По данным, полученным за период выращивания цыплят-бройлеров в условиях развития тепловых стрессов, среднесуточный привес составил 52,1 грамма в сутки, уровень сохранности 93,4%. Падеж составил 6215 голов, в том числе при транспортировке 86 голов.

Для оценки физиологического состояния птицы на фоне применения фармакологических комплексов проводился замер температуры тела птицы.

В 1-й опытной группе отмечалась статистически достоверная разница в температуре тела на 37-е и 38-е сутки, которая по отношению к контрольной группе в утренние часы была выше на 0,79 и 0,39 °С.

Таблица 1 – Производственные показатели выращивания птицы

Показатель	Данные по цеху
Посажено на выращивание, гол./кг:	93531/3928
Возраст птицы при убое, дней	38–39
Затраты кормов в ц к. ед.	1,75
к-дни	3 571 382
Пало птицы, гол./кг:	6215/4774
в том числе при транспортировке, гол./кг:	86/169
Итого убой, гол./кг:	87 341/185 148
Средний живой вес одной головы, кг	2,125
Валовый привес, кг	185 941,00
Среднесуточный привес, г	52,06
Сохранность, %	93,4

Таблица 2 – Температура тела птицы контрольной, 1-й и 2-й опытных групп ($X \pm Sx$; $n = 10$)

Сутки выращивания	Температура °С / влажность %, в птичнике	Группа		
		контрольная	1-я опытная	2-я опытная
34/У	28,4/48	–	–	–
34/В	31,2/53	–	–	–
35/У	28,6/48	41,15±0,20	41,48±0,14	41,16±0,12
35/В	32,3/53	41,79±0,16	41,48±0,18	40,7±0,23***
36/У	28,6/54	42,01±0,05	41,54±0,26	41,11±0,15***
36/В	34,6/51	43,11±0,05	42,85±0,16	41,45±0,20***
37/У	26,1/59	41,93±0,07	42,72±0,14***	40,44±0,21***
37/В	34,0/48	41,85±0,21	41,95±0,12	42,28±0,13
38/У	26,3/60	40,45±0,12	40,84±0,11*	39,85±0,12**
38/В	27,1/54	40,67±0,14	40,91±0,25	41,24±0,21*

Примечание: достоверно при * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.



Температура тела птицы 2-й опытной группы показала статистически высокую разницу по сравнению с контролем, причем уже на второй день приема фармакологического комплекса. В вечернее время температура была ниже на 1,09 °С. Подобная тенденция сохранялась в течение всего периода эксперимента: на 36-е сутки – утром на 0,9 °С, вечером на 1,67 °С, на 37-е и 38-е сутки существенная разница отмечалась в утренние часы на 1,49 °С и 0,6 °С соответственно. В основном в вечерние часы статистической разницы отмечено не было, однако на 38-е сутки температура тела птицы опытной группы была выше на 0,57 °С.

В сравнении с контрольной группой 3-я опытная на всем протяжении эксперимента характеризовалась пониженной температурой тела, и на 36–38-е сутки разница была статистически достоверна, составив в утренние часы в среднем 0,89 °С, в вечернее 0,66 °С.

Температура тела птицы 4 опытной группы менялась в дни эксперимента неоднозначно: на 36-е сутки разница была статистически ниже в утренний период на 0,49 °С, вечерний на 0,6 °С. На 37-е и 38-е сутки утренние температуры были статистически выше контроля в среднем на 0,44 °С.

В 5-й опытной группе статистически выраженные изменения, по отношению к контрольной, были отмечены на 36-е и 38-е сутки. Причем на 36-е сутки утренние и вечерние температуры в опытной группе были ниже на 1,11 и 1,43 °С, на 38-е сутки в утренние выше на 0,48 °С.

По данным Anderson K.E. et al. (2004), в разных температурных диапазонах наблюдаются изменения в потреблении корма, продуктивности [10]. Так, в пределах 24–29 °С может наблюдаться незначительное снижение потребления корма, подобный температурный диапазон мы наблюдали в птичнике в утренние часы.

При 29–32 °С потребление корма заметно снижается, уменьшаются показатели среднесуточного прироста живой массы молодняка. Температуру в данном диапазоне мы отмечали в птичнике на 34-е сутки в вечернее время.

Температура окружающей среды 32–35 °С приводит к значительному снижению потребления кормов и появлению выраженного теплового стресса. В вечернее время на 35-е, 36-е и 37-е сутки в птичнике регистрировалась температура в указанном диапазоне.

На 36-е сутки в вечернее время в птичнике отмечалась температура 34,6 °С, что по данным S.A. Borges et al. (2004) свидетельствует о начале развития респираторного алкалоза у птицы [11].

Организм бройлеров испытывал 2-ю фазу перегрева, когда общая тепловая нагрузка не компенсируется испарением воды с поверхности тела и дыхательных путей (Ю.В. Маркин с соавт., 2011) [12].

Выводы

Применение специальных средств фармакологической поддержки терморегуляции организма оправдано, так как за период опыта птица испытывала значительную тепловую нагрузку,

Таблица 3 – Температура тела птицы контрольной, 3–5-х опытных групп ($X \pm Sx$; $n = 10$)

Сутки выращивания	Температура °С / влажность %, в птичнике	Группа			
		контрольная	3-я опытная	4-я опытная	5-я опытная
34/У	28,4/48	–	–	–	–
34/В	31,2/53	–	–	–	–
35/У	28,6/48	41,15±0,20	40,99±0,13	41,48±0,09	41,28±0,27
35/В	32,3/53	41,79±0,16	41,39±0,16	42,06±0,13	42,07±0,11
36/У	28,6/54	42,01±0,05	41,07±0,07***	41,52±0,13**	40,90±0,12***
36/В	34,6/51	43,11±0,05	42,41±0,12***	42,51±0,11***	41,67±0,19***
37/У	26,1/59	41,93±0,07	40,62±0,24***	42,37±0,08***	42,10±0,14
37/В	34,0/48	41,85±0,21	41,68±0,16	41,72±0,11	41,72±0,13
38/У	26,3/60	40,45±0,12	40,04±0,15*	40,89±0,17*	40,93±0,15*
38/В	27,1/54	40,67±0,14	40,06±0,08***	41,07±0,24	40,58±0,16

Примечание: достоверно при * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

находясь на 2-й фазе перегрева, с возможными признаками мягкого алкалоза на 36-е сутки выращивания.

Наилучшая эффективность по снижению температуры тела птицы была отмечена во 2-й опытной группе, где применялся комплекс, содержащий парацетамол, витамин С и аминокислоты, в дозе 75 мг/кг живой массы, в сутки и в 3-й, где выпаивался препарат, содержащий СПАО-комплекс, ацетилсалициловую кислоту и аминокислоты, в дозе 105 мг/кг живой массы в сутки. Полученные результаты мы связываем с комплексным действием компонентов фармакологических композиций – жаропонижающим и поддерживающим метаболические процессы.

Список литературы

1. Poultry Response to Heat Stress: Its Physiological, Metabolic, and Genetic Implications on Meat Production and Quality Including Strategies to Improve Broiler Production in a Warming World / A. H. Nawaz [et al.] // *Front. Vet. Sci.* 2021. Vol. 8. P. 699081. DOI: 10.3389/fvets.2021.699081.
2. Kavtarashvili A. Sh., Kolokol'nikova T. N. Physiology and productivity of the birds under stress (review) // *Agricultural Biology.* 2010. № 4. P. 25–37.
3. Acetyl salicylic acid protected against heat stress damage in chicken myocardial cells and may associate with induced Hsp27 expression / D. Wu [et al.] // *Cell Stress and Chaperones.* 2015. Vol. 20. P. 687–696. DOI: 10.1007/s12192-015-0596-x.
4. Кавтарашвили А. Качество воды – важнейшее условие для здоровья и продуктивности птицы // *Птицеводство.* 2013. № 3. С. 17–25.
5. Фисинин В. И., Кавтарашвили А. Ш. Тепловой стресс у птицы. Сообщение I. Опасность, физиологические изменения в организме, признаки и проявления // *Сельскохозяйственная биология.* 2015. Т. 50. № 4. С. 431–443.
6. Abidin Z., Khatoon A. Heat stress in poultry and the beneficial effects of ascorbic acid (vitamin C) supplementation during periods of heat stress // *World's Poultry Science Journal.* 2013. Vol. 69. № 1. P. 135–152. DOI: 10.1017/S0043933913000123.
7. Effect of supplementation of acetaminophen on the intake and growth of Hanwoo steers in summer / M. Lee [et al.] // *Korean Journal of Agricultural Science.* Institute of Agricultural Science, Chungnam National University, 2019. Vol. 46. № 3. P. 451–460. DOI: 10.7744/KJOAS.20190029.
8. Пат. № 2580761 С1 Российская Федерация, МПК А61К 31/00, А61К 31/70, А61К 31/194. Средство для профилактики стресса у кур / А. В. Мифтахутдинов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральская государственная академия ветеринарной медицины». № 2015115387/15 ; заявл. 23.04.2015 ; опубл. 10.04.2016.
9. Баланс электролитов в рационах бройлеров / В. А. Манукян [и др.] // *Птицеводство.* 2017. № 3. С. 33–36.
10. Anderson K. E., Carter T. A. Hot weather management of poultry // *Poultry Science and Technology Guide,* 2004. Vol. 30. № 6.
11. Physiological responses of broiler chicken to heat stress and electrolyte balance (sodium plus potassium minus chloride, milliequivalent per kilogram) / S. A. Borges [et al.] // *Poultry Science.* 2004. Vol. 83. P. 1551–1558. DOI: 10.1093/PS/83.9.1551.
12. Тепловой стресс: теория и практика / Ю. В. Маркин [и др.] // *Комбикорма.* 2011. Vol. 4. P. 59–60.

Мифтахутдинов Алевтин Викторович, д-р биол. наук, профессор, заведующий кафедрой морфологии, физиологии и фармакологии, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: nirugavm@mail.ru.

Сайфульмулюков Эрнест Раисович, канд. ветеринар. наук, доцент, доцент кафедры инфекционных болезней и ветеринарно-санитарной экспертизы, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: ernest_saif@mail.ru.



Ноговицина Елена Александровна, канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры морфологии, физиологии и фармакологии, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.
E-mail: madzuga74@mail.ru.

Баннов Дмитрий Владимирович, аспирант кафедры морфологии, физиологии и фармакологии ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.
E-mail: nich_csaa@mail.ru.

Филиппов Павел Геннадьевич, канд. ветеринар. наук, докторант кафедры морфологии, физиологии и фармакологии, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.
E-mail: nich_csaa@mail.ru.

Кулемзин Виталий Сергеевич, студент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.
E-mail: nich_csaa@mail.ru.

Завгородний Владимир Александрович, студент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.
E-mail: nich_csaa@mail.ru.

Лазарева Мария Павловна, студент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.
E-mail: nich_csaa@mail.ru.

* * *

УДК 637.5'62:637.05:637.04

DOI: 10.55934/2587-8824-2022-29-2-218-225

ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЯСА, ПОЛУЧЕННОГО ОТ СВЕРХРЕМОНТНЫХ ТЕЛОК РАЗНОГО ВОЗРАСТА

О. В. Горелик, М. Б. Ребезов, А. С. Горелик, М. В. Дьяков

В настоящее время все большее внимание уделяется решению вопросов, связанных с увеличением производства говядины, поскольку это наиболее востребованный вид мяса среди красных видов. Получены новые данные о качественных показателях молока от телок современного голштинизированного черно-пестрого скота. Установлено, что высокие показатели убойного выхода зафиксированы при убое в 24-месячном возрасте – 52,3%. Оценка морфологического состава туши показала, что с возрастом масса туши как в парном, так и в охлажденном виде увеличивается. При этом с возрастом разница между массой парной и охлажденной тушей снижается с 6,8 (18 месяцев) до 2,8% (24 месяца). В 27 месяцев эта разница увеличилась до 3,1%. Выход мякоти у телок был в пределах 76,8–79,6%, возрастая при увеличении возраста телок при убое. Разница по массе мякоти, костей, сухожилий и выходу мякоти на 100 кг живой массы достоверно в пользу телок при убое в возрасте 24 и 27 месяцев, относительно более ранних сроков убоя в 18 и 21 месяц при $P \leq 0,05$. Коэффициент мясности выше был при убое телок в возрасте 27 месяцев – 4,63 кг. Это выше на 0,32–0,53 кг, чем в другие возрастные периоды. С возрастом в мясе телочек снижается содержание влаги с $69,9 \pm 0,50\%$ до $66,8 \pm 0,25\%$ и повышается содержание сухого вещества с $30,1 \pm 0,26\%$ до $33,2 \pm 0,26\%$. Параллельно этому идет незначительное повышение содержания белка и жира в сухом веществе. Таким образом, возраст животного оказывает влияние на убойные качества, морфологический и химический состав мяса. С увеличением возраста животных повышается питательная и энергетическая ценность мяса. Наиболее эффективно выращивать сверхремонтных телок голштинизированного черно-пестрого скота на мясо до возраста 24 месяцев.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, сверхремонтный молодняк, возраст, говядина, качество, морфологический состав, химический состав.

Обеспечение населения страны полноценными высококачественными продуктами питания животного происхождения – одна из главных задач агропромышленного комплекса страны. Важное значение при этом придается говядине, которую получают в основном от молочного скота при выращивании и откорме сверхремонтного молодняка – бычков и телок. В настоящее время все большее внимание уделяется решению вопросов, связанных с увеличением производства говядины, поскольку это наиболее востребованный вид мяса среди красных видов. Объясняется это его значением с точки зрения биологической ценности и приростом спроса со стороны населения [1–3].

Говядина весьма выгодно отличается от мяса других видов животных по качественным и технологическим показателям (хорошая сохранность в вяленом и соленом видах, возможности быстрого приготовления пищи в любых условиях, универсальность и пригодность для изготовления самых разнообразных блюд). Принято считать свинину детским мясом, баранину – мясом взрослых людей, а говядину – универсальным, пригодным для питания человека любого пола и возраста. При этом известно, что мясо птицы не приедается в течение одной недели, свинины – одного месяца, а говядина потребляется человеком с удовольствием круглый год [4–6].



В нашей стране говядину традиционно получают от молочного скота [7–9]. Однако в последние годы в связи со снижением поголовья молочного скота в целом и его совершенствованием путем скрещивания с лучшей мировой породой (для повышения молочной продуктивности) – голштинской, ухудшением воспроизводительной способности маточного поголовья голштинизированного скота, что объясняется повышением доминанты высокой продуктивности, количество молодняка уменьшилось, а мясные качества его, по мнению некоторых ученых, снизилось [10–12]. Это в первую очередь сказалось на производстве говядины в связи с недостаточным поголовьем молодняка для откорма. В известной нам литературе таких данных недостаточно, и они не дают полной картины получения высококачественной говядины при выращивании молодняка современного голштинизированного черно-пестрого скота. В связи с этим оценка качества говядины, полученной при откорме сверхремонтных телок, в том числе с учетом срока убоя, является актуальной и имеет практическое значение.

Целью работы явилась оценка качества говядины от выбракованных сверхремонтных телок голштинизированного черно-пестрого скота в разные сроки убоя по морфологическому и химическому составу.

Материал и методы исследований

Исследования проводились в одном из хозяйств Свердловской области, где выращивание

и откорм сверхремонтного молодняка является дополнительной отраслью. Объектом исследований были сверхремонтные (выбракованные) телки голштинизированного черно-пестрого скота. Выращивание и откорм телок проводился после выбраковки с 6-месячного возраста и до убоя. Убой проводился в 18, 21, 24 и 27 месяцев по 3 головы. Оценка мясной продуктивности и качества мяса проводили в соответствии с Методическими рекомендациями по оценке мясной продуктивности и качества мяса крупного рогатого скота ВАСХНИЛ (Москва, 1990, 53 с.). Исследования проводились в научно-исследовательской лаборатории Уральского ГАУ.

Статистическая обработка

Статистическую обработку результатов исследований проводили с помощью пакета программ Microsoft Office-2016. Повторность опытов составляла от 2 до 5 раз.

Результаты и обсуждения исследований

При проведении контрольного убоя было установлено, что с возрастом повышается выход мяса и убойный выход (рис. 1).

На рисунке наглядно видно, что наиболее высокие показатели убойного выхода зафиксированы при убое в 24 месячном возрасте – 52,3%, что говорит о наибольшей эффективности при производстве говядины с использованием сверхремонтных телок. Далее наблюдается снижение этого показателя, однако он все равно остается более высоким по сравнению

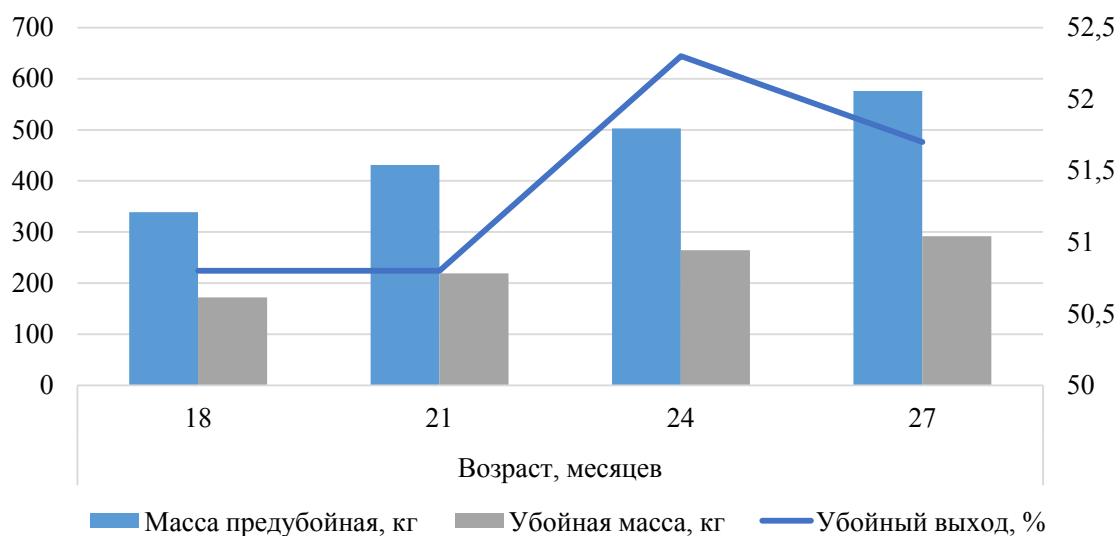


Рис. 1. Показатели контрольного убоя телок в зависимости от возраста

с убойным выходом в более молодом возрасте. Это позволяет рекомендовать откорм голшти-низированных черно-пестрых свёрхремонтных телок до 24-месячного возраста как долгорас-тущих с целью получения большего количества говядины.

Мясная продуктивность характеризуется как количественными, так и качественными по-казателями туши животных. В состав туши вход-ят мышечная, жировая, костная и соединитель-ная ткань, а также хрящи и связки. Чем меньше костей и хрящей и больше мышечной и жиро-вой ткани в туше, тем лучше сорт мяса и выше его калорийность. Наиболее ценной считается туша с соотношением мякоти и костей 4–4,5:1. Содержание мышечной ткани колеблется в пре-делах 50–70%. В ее состав входят полноценные белки, содержащие такие незаменимые амино-кислоты, как аргинин, лизин, метионин, трип-тофан, цистин и другие. Содержание жировой ткани в туше животных колеблется в широких пределах, от 2 до 55% и более [13–15].

По мере роста животного жир начинает от-кладываться во внутренних органах: в брюшной полости (сальник), около почек, а также между мышцами и в толще мышечных пучков, обра-зуя так называемую мраморность мяса, а затем в подкожной клетчатке, образуя подкожный жир (полив). Жировая ткань состоит из жиро-вых клеток, разделенных прослойками рыхлой соединительной ткани. Жировые отложения на внутренних органах хотя и содержат наиболь-

шее количество чистого жира, но в связи с низ-ким йодным числом и наличием ненасыщенных жирных кислот имеют высокую температуру плавления и менее пригодны в пищу.

Наличие жира в мышечной ткани придает мясу нежность, сочность, значительно улуч-шает вкусовые качества и повышает калорий-ность мяса. Однако содержание очень большого количества жира понижает усвоение организ-мом питательных веществ, а также кулинарные свойства мяса.

Костная ткань имеет низкую питательную ценность. Количество ее в туше колеблется от 14 до 30%. По форме кости разделяются на трубчатые, плоские и смешанные. Состоят ко-сти из плотного вещества, образующего по-верхностный слой, и губчатого вещества. По-лости костей и промежутки губчатого вещества заполнены костным мозгом [16–18].

Соединительная ткань расположена между различными органами, соединяет их, выполняя опорные функции, а также формирует сухо-жилия, фасции, связки. В состав соединитель-ной ткани входят коллагеновые и эластические волокна, содержащие неполноценные белки и придающие мясу жесткость и жилистость. Содержание соединительной ткани в туше ко-леблется в пределах 10–15%. При малом коли-честве соединительной ткани мясо становится дряблым, а при очень большом снижаются пи-тательная ценность и технологические свойства мяса [19–22].

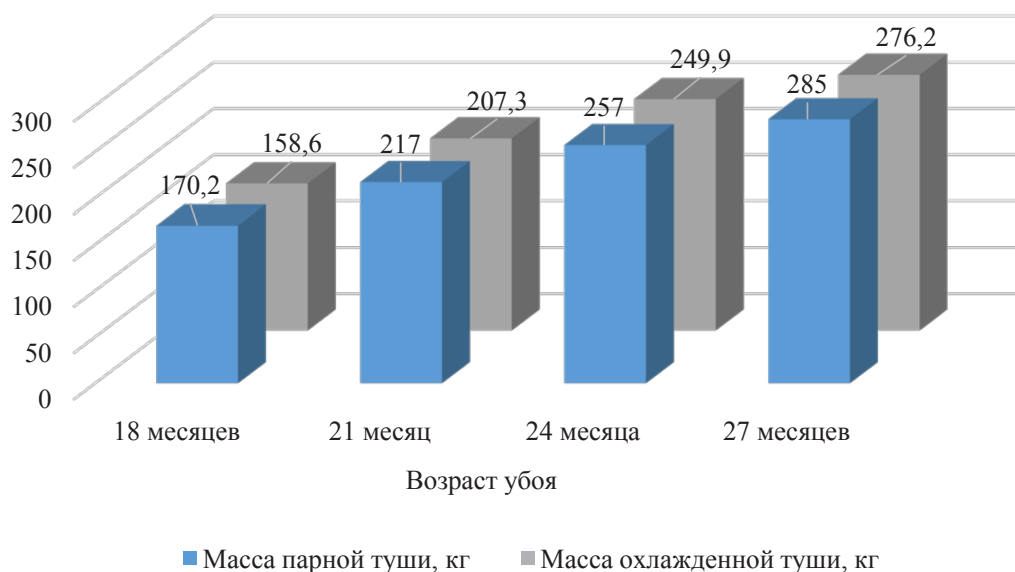


Рис. 2. Масса туши в зависимости от возраста, кг



Качество туши характеризуют величина, форма, соотношение в ней мышечной и жировой ткани, костей и сухожилий.

Для оценки мясных качеств животных была проведена обвалка и установлен морфологический состав туши.

В результате проведенных исследований было установлено, что с возрастом телок наблюдается повышение массы туши, как парной, так и охлажденной (рис. 2).

На рисунке 2 хорошо видно, что с возрастом масса туши как в парном, так и охлажденном виде увеличивается. При этом необходимо отметить, что с возрастом разница между массой парной и охлажденной туши снижается с 6,8 (18 месяцев) до 2,8% (24 месяца). В 27 месяцев эта разница увеличилась до 3,1%. Выход мякоти у телок был в пределах 76,8–79,6%,

возрастая при увеличении возраста телок при убое. С возрастом в мясе телок увеличивается масса мякоти с $121,8 \pm 2,40$ кг (18 месяцев) до $219,9 \pm 5,54$ кг (27 месяцев). С возрастом уменьшается выход костей с 18,7 до 17,2% и сухожилий с 4,5 до 3,2% при одновременном повышении их массы (рис. 3).

Такая закономерность объясняется изменением соотношения мышечной и других тканей в туше животного с возрастом.

Разница по массе мякоти, костей, сухожилий и выходу мякоти на 100 кг живой массы достоверно в пользу телок при убое в возрасте 24 и 27 месяцев, относительно более ранних сроков убоя в 18 и 21 месяц при $P \leq 0,05$.

Во всех возрастах проведения убоя телочек получены высокие показатели коэффициента мясности (рис. 4).

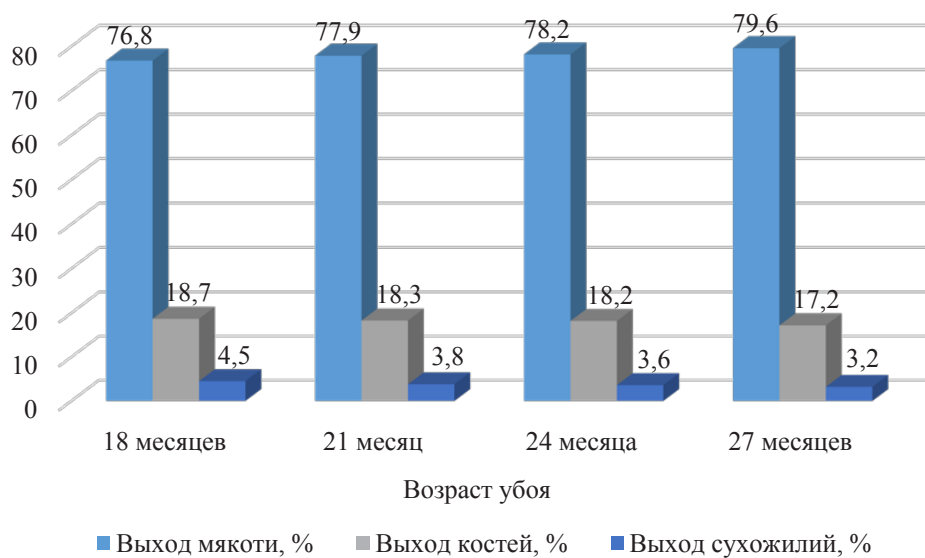


Рис. 3. Соотношение тканей в туше, %

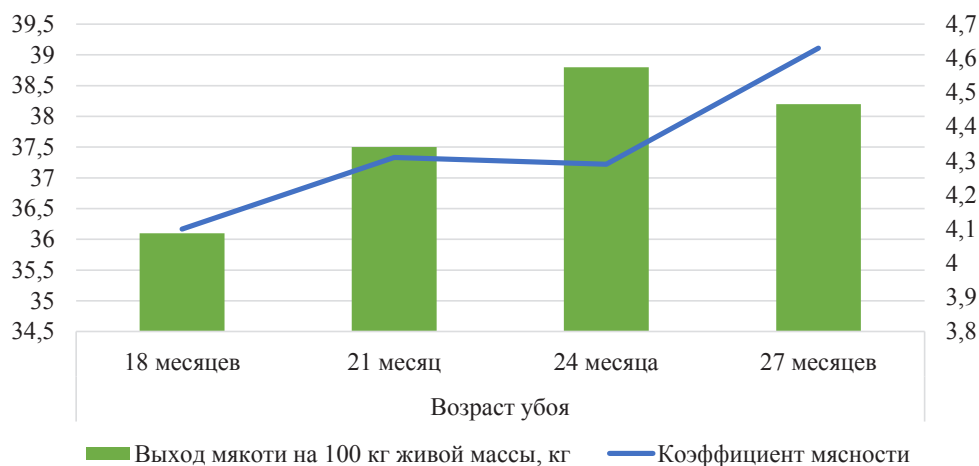


Рис. 4. Выход мякоти и коэффициент мясности при убое телок в зависимости от возраста

Наиболее высокие показатели по выходу мякоти на 100 кг живой массы оказались при убое телок в возрасте 24 месяца – $38,8 \pm 0,47$ кг, что выше, чем в другие возраста убоя, на 2,7 кг (18 месяцев); 1,3 кг (21 месяц) и 0,6 кг (27 месяцев). Коэффициент мясности выше был при убое телок в возрасте 27 месяцев – 4,63 кг. Это выше на 0,32–0,53 кг, чем в другие возрастные периоды.

По химическому составу мяса можно судить о его пищевой ценности.

Имеющиеся данные позволяют сделать следующие выводы о том, что в мясе с возрастом повышается содержание сухого вещества в целом при снижении влаги (рис. 5).

Мясо телочек при убое в 18 месяцев отличалось повышенным содержанием влаги по сравнению с мясом более взрослого сверхремонтного молодняка крупного рогатого скота на 0,5–3,1%. С возрастом в мясе телочек снижается содержание влаги с $69,9 \pm 0,50\%$ до $66,8 \pm 0,25\%$ и повышается содержание сухого

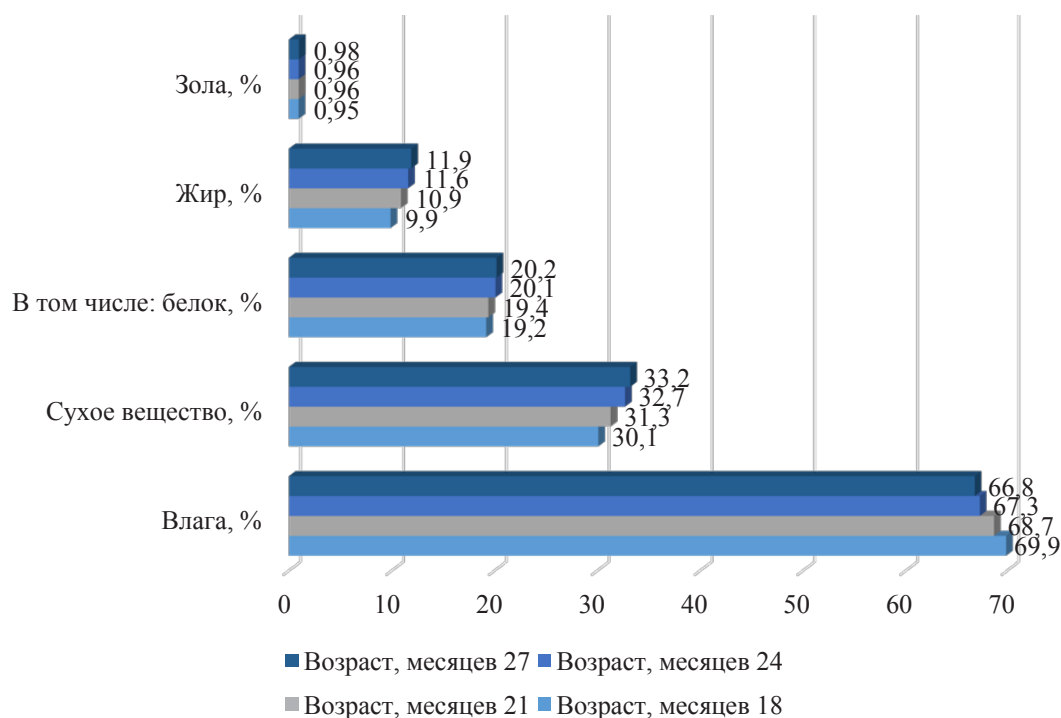


Рис. 5. Химический состав мяса, %

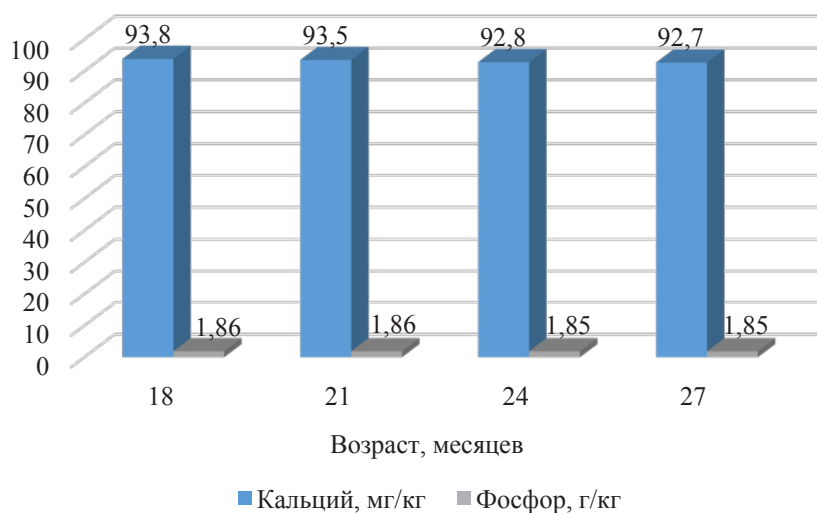


Рис. 6. Содержание кальция и фосфора в мясе



вещества с $30,1 \pm 0,26\%$ до $33,2 \pm 0,26\%$. Параллельно этому идет незначительное повышение содержания белка и жира в сухом веществе.

Мясо является источником кальция и фосфора при обеспечении человека питательными веществами. Их содержание в мясе с возрастом убоя телок имеет тенденцию к снижению (рис. 6).

Считается оптимальным для питания человека соотношение белка и жира в мясе 1:1(0,8). В нашем случае соотношение белка и жира составило от 1,94:1 (18 месяцев) до 1,70:1 (27 месяцев), что говорит о высокой биологической

полноценности мяса, низком содержании жира в мясе и его постности (рис. 6).

Энергетическая (пищевая) ценность 1 кг мяса колебалась от $1888,7 \pm 13,9$ кКал (7,90 МДж) до $2114,7 \pm 32,21$ кКал (8,85 МДж).

Качественные показатели мяса в зависимости от возраста выращивания и убоя представлены на рисунке 8.

Данные, представленные на рисунке, подтверждают вышесказанные выводы о повышении питательной ценности мяса, которая возрастает с повышением возраста убоя.

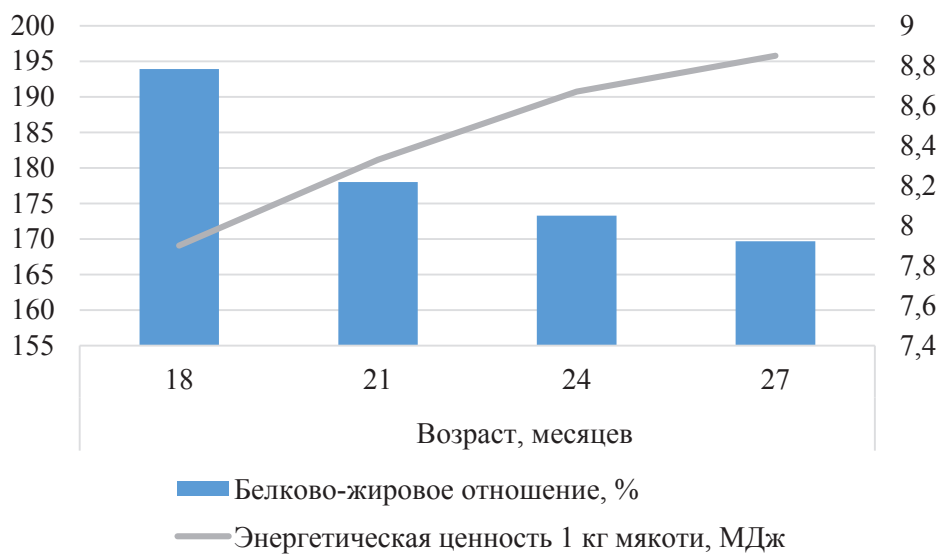


Рис. 7. Энергетическая ценность мяса и его белково-жировое отношение

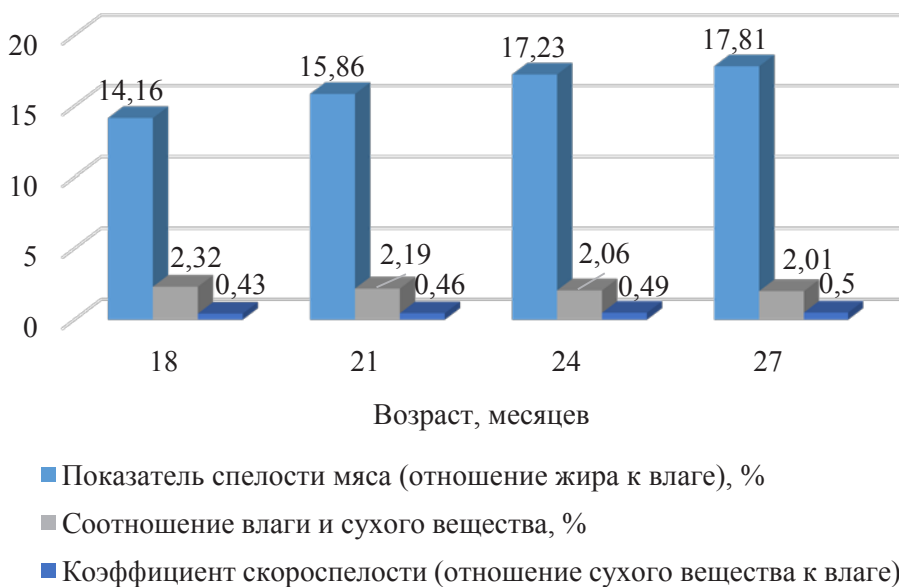


Рис. 8. Качественные показатели мяса

Выводы

Таким образом, можно сделать вывод о том, что возраст животного оказывает влияние на убойные качества, морфологический и химический состав мяса. С увеличением возраста животных повышается питательная и энергетическая ценность мяса. Наиболее эффективно выращивать свехремонтных телок голштинизированного черно-пестрого скота на мясо до возраста 24 месяцев.

Список литературы

1. Российский АПК – от импорта сельскохозяйственной продукции к экспортно-ориентированному развитию / И. М. Донник [и др.] // Аграрный вестник Урала. 2017. № 3 (157). С. 12.
2. Донник И. М., Воронин Б. А., Лоретц О. Г. Обеспечение продовольственной безопасности: научно-производственный аспект (на примере Свердловской области) // Аграрный вестник Урала. 2017. № 7. С. 81.
3. Донник И. М., Воронин Б. А. Производство органической сельскохозяйственной продукции как одно из важнейших направлений развития АПК // Аграрный вестник Урала. 2016. № 1 (143). С. 77–81.
4. Каюмов Ф. Г., Шевхужев А. Ф. Состояние и перспективы развития мясного скотоводства в России // Зоотехния. 2016. № 11. С. 2–6.
5. Состояние мясного скотоводства в Российской Федерации / И. М. Дунин [и др.] // Ежегодник по племенной работе в мясном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2018 год). Лесные Поляны, 2019. С. 3–16.
6. Ресурсосберегающие инновационные технологии производства молока и говядины : монография / А. Т. Варакин [и др.]. Волгоград : ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2015. 204 с.
7. Влияние двух-трехпородного скрещивания на качество мясной продукции бычков-кастратов / В. И. Косилов [и др.] // Мичуринский агрономический вестник. 2021. № 1. С. 42–47.
8. Дьяков М. В., Горелик О. В., Горелик А. С. Морфологический и химический состав мяса голштинизированных бычков разных сроков убоя // Все о мясе. 2020. № 5S. С. 107–110.
9. Влияние скрещивания скота черно-пестрой породы с голштинами на качественные показатели отрубов полутуши молодняка / В. И. Косилов [и др.] // Мичуринский агрономический вестник. 2021. № 2. С. 77–84.
10. Гизатуллин Р. С. Седых Т. А. Влияние продолжительности откорма бычков на эффективность производства говядины // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2016. № 1 (29). С. 14–18.
11. Влияние скрещивания скота черно-пестрой и казахской белоголовой пород на мясные качества помесей / В. И. Косилов [и др.] // Мичуринский агрономический вестник. 2020. № 4. С. 18–23.
12. Губайдуллин Н. М., Исхаков Р. С., Асылбаева Г. Р. Продуктивные качества молодняка черно-пестрой породы и ее помесей с лимузинами // Аграрная наука в инновационном развитии АПК : матер. Междунар. науч.-практ. конф. в рамках XXVI Междунар. специализированной выставки «Агрокомплекс-2016». 2016. С. 83–90.
13. Влияние пола и генотипа на весовой рост молодняка, полученного при двух-трехпородном скрещивании / В. И. Косилов [и др.] // Мичуринский агрономический вестник. 2020. № 2. С. 39–47.
14. Химический состав мяса бычков разных генотипов / М. Д. Кадышева [и др.] // Аграрный вестник Урала. 2019. № 6 (185). С. 29–33.
15. Убойные качества чистопородного и помесного молодняка крупного рогатого скота / В. И. Косилов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (88). С. 238–242.
16. The effect of snp polymorphisms in growth hormone gene on weight and linear growth in crossbred red angus × kalmyk heifers / F. G. Kayumov, V. I. Kosilov, N. P. Gerasimov, O. A. Bykova // Digital agriculture – development strategy. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (ISPC 2019). “Advances in Intelligent Systems Research” 2019. P. 325–328.
17. The association of polymorphic variants of growth hormone gene with slaughter traits and carcass composition in crossbred red angus × kalmyk bull-calves / F. G. Kayumov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The proceedings of the conference AgroCON-2019. 2019. P. 012065.
18. Evaluation of the effects of plant extracts on cattle rumen mi-crobiome / E. V. Yausheva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The proceedings of the conference AgroCON-2019. 2019. P. 012165.



19. Method for producing environmentally safe meat in radioactively contaminated area / I. F. Gorlov [et al.] // Asian Journal of Animal Sciences. 2016. 10. № 1. P. 99–105.

20. Горелик О. В., Харлап С. Ю., Дьяков М. В. Влияние возраста убоя молодняка на эффективность производства говядины // Наука и образование. Спецвыпуск, посвящ. междунар. форуму «Инновационное развитие животноводства». Научно-практический журнал Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана. Уральск, 2018. С. 35–41.

21. The state of polymorphism of genes affecting the meat quality in micropopulations of meat simmentals / S. D. Tyulebaev, M. D. Kadysheva, V. I. Kosilov, V. M. Gabidulin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. “International Conference on World Technological Trends in Agribusiness” 2021. P. 012045.

22. Пищевая ценность мясной продукции молодняка чернопестрой породы и ее помесей с голштинами / Ю. А. Юлдышбаев [и др.] // Аграрная наука. 2021. № 7–8. С. 37–40.

Горелик Ольга Васильевна, д-р с.-х. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: olgao205en@yandex.ru.

Ребезов Максим Борисович, д-р с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» Российской академии наук.

E-mail: rebezov@ya.ru.

Горелик Артем Сергеевич, канд. биол., наук, ФГБОУ ВО «Уральский институт государственной противопожарной службы МЧС России».

E-mail: temae077ex@mail.ru.

Дьяков Максим Викторович, канд. с.-х. наук, ФГБОУ ВО «Уральский институт государственной противопожарной службы МЧС России».

E-mail: kapral96-86@mail.ru.

* * *

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МЯСА ИНДЕЕК КРОССОВ БЕЛАЯ ШИРОКОГРУДАЯ И ХАЙБРИД

Я. М. Ребезов, О. В. Горелик, М. Б. Ребезов, С. Ю. Харлап

Индейководство – это эффективная отрасль птицеводства, которая поставляет наиболее ценное и качественное мясо из всех видов сельскохозяйственной птицы для питания человека. В результате проведенных исследований были получены новые данные о химическом составе новой для региона породной группы индеек – Хайбрид. Установлено, что в белом мясе индеек гибридной птицы Хайбрид выше содержание белка и ниже жира. С возрастом увеличивается содержание сухого вещества и снижается содержание влаги. Энергетическая ценность оказалась выше у мяса индеек тяжелых кроссов – III и IV группы, в сравнении со средними кроссами. Среди средних кроссов она была выше в мясе индеек II группы на 1,9 кКал, а среди тяжелых – в мясе индеек III группы на 2,3 кКал. Красное мясо индеек II и IV групп (средний и тяжелый кроссы Хайбрид) по содержанию белка превосходит значение этих же показателей в I и III группах индеек (средний и тяжелый кроссы белая широкогрудая) на 1,8 и 2,6% ($P \leq 0,01$) соответственно. Большее содержание жиров было обнаружено при анализе мяса I и III групп, по сравнению с результатами II и IV групп на 0,9 и 1,3% ($P \leq 0,01$) соответственно. Содержание влаги больше в мясе индеек I и III группы, чем в мясе индеек II и IV групп на 1,2 и 1,5% ($P \leq 0,05$) соответственно. Принадлежность к кроссу и породе оказывает влияние на химический состав мяса индеек, а также соотношение аминокислот и жирнокислотный состав мяса индеек. Лучшие показатели установлены в мясе, полученном от среднего и тяжелого кроссов индеек гибридной птицы Хайбрид.

Ключевые слова: сельскохозяйственная птица, индейки, кроссы, мясо, качество, химический состав.

Одна из наиболее важных задач для работников птицеводства – обеспечение потребностей населения в продуктах питания. Для выполнения данной задачи необходимо развивать качественную сырьевую базу, внедряя новые технологии выращивания и улучшая генетические показатели птицы. Особое значение для развития мясного птицеводства имеет его эффективность за счет низких затрат корма на единицу прироста и высокой мясной скороспелости [1–3]. Индейководство – это эффективная отрасль птицеводства, которая поставляет наиболее биологически ценное и качественное мясо из всех видов сельскохозяйственной птицы для питания человека, в том числе и детей [4–6]. В разведении индеек используют тяжелые, средние и легкие кроссы индеек разных пород, как отечественных, так и зарубежных [7–9]. Наиболее распространенной отечественной породой является белая широкогрудая, а порода Хайбрид является новой для разведения в нашей стране, хотя в торговых сетях мясо индеек этой породы встречается достаточно часто [10–12].

Сравнительное изучение химического состава мяса индеек белой широкогрудой породы и гибридной птицы Хайбрид разных кроссов актуально и имеет практическое значение.

Целью работы является сравнительная оценка качества мяса индеек разных кроссов белой широкогрудой и гибридной птицы Хайбрид.

Материалы и методы

Для научно-хозяйственного опыта было подобрано четыре группы индеек в суточном возрасте по 30 голов (самцы) в каждой.

I группа – контрольная, индюшата среднего кросса Белой широкогрудой породы; II группа – индюшата среднего кросса Хайбрид Грейд Мейкер; III группа – индюшата тяжелого кросса Белой широкогрудой породы; IV группа – тяжелого кросса Хайбрид Конвертер.

Выращивание средних кроссов проводили до 120-дневного возраста, а тяжелых кроссов до 150 дней. Условия содержания и кормления в период исследований были одинаковыми. Для



оценки мясных качеств индеек проводился контрольный убой по 5 голов из каждой группы. Изучали химический состав мяса по общепринятым методам. Было изучено мясо белое, красное мясо и химический состав средней пробы. Был изучен аминокислотный и жирнокислотный состав мяса индеек разных кроссов.

Статистическая обработка

Статистическую обработку результатов исследований проводили с помощью пакета программ Microsoft Office-2016. Повторность опытов составляла от 2 до 5 раз.

Результаты и обсуждение

Химический состав мяса – один из объективных показателей его пищевой ценности, а соответственно и качественных характеристик [13–15].

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что по содержанию белка белое мясо индеек II и IV групп превосходит значение I и III групп индеек на 0,9% в обоих случаях. Больше содержание жиров было обнаружено при анализе мяса I и III групп по сравнению с результатами II и IV групп на 0,2% ($P \leq 0,05$) и 0,6% ($P \leq 0,05$) соответственно (рис. 1).

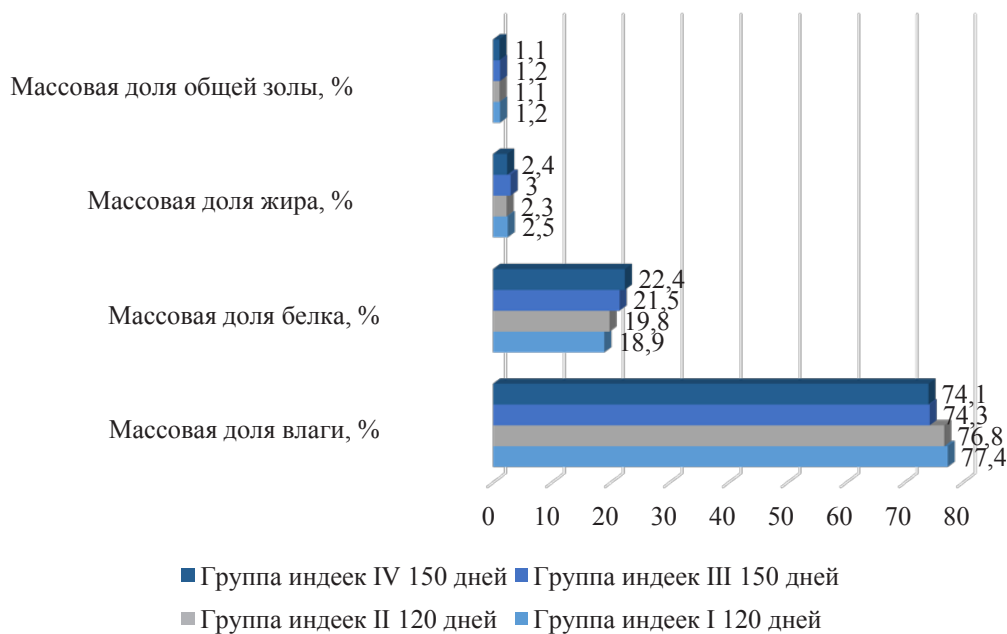


Рис. 1. Химический состав белого мяса индеек, %

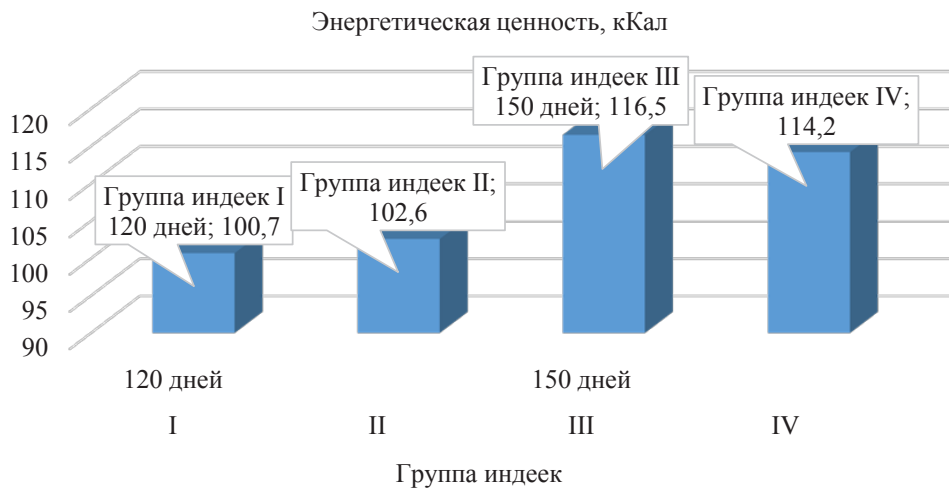


Рис. 2. Энергетическая ценность белого мяса индеек, кКал

Та же ситуация и по содержанию влаги – ее содержание больше в мясе птиц I и III групп (кроссы белой широкогрудой индейки), чем в мясе птиц II и IV групп (кроссы Хайбрид) на 0,6 и 0,2% соответственно. Содержание золы незначительно выше в мясе индеек I и III групп по сравнению с результатами мяса индеек II и IV групп на 0,1% ($P \leq 0,05$) в обоих случаях.

Энергетическая ценность оказалась выше у мяса индеек тяжелых кроссов – III и IV группы, в сравнении со средними кроссами (рис. 2).

Среди средних кроссов она была выше в мясе индеек II группы на 1,9 кКал, а среди тяжелых – в мясе индеек III группы на 2,3 кКал. Разница незначительна и позволяет говорить о том, что по энергетической питательности

мясо индеек независимо от кросса имеет высокие показатели от 100,7 до 116,5 кКал.

На рисунке 3 представлены данные по результатам изучения химического состава красного мяса.

На рисунке хорошо видно, что по содержанию белка красное мясо индеек II и IV групп (средний и тяжелый кроссы Хайбрид) превосходит значение I и III групп индеек (средний и тяжелый кроссы белая широкогрудая) на 1,8 и 2,6% ($P \leq 0,01$) соответственно. Больше содержание жиров было обнаружено при анализе мяса I и III групп, по сравнению с результатами II и IV групп на 0,9 и 1,3% ($P \leq 0,01$) соответственно. Содержание влаги больше в мясе индеек I и III группы, чем в мясе индеек II и

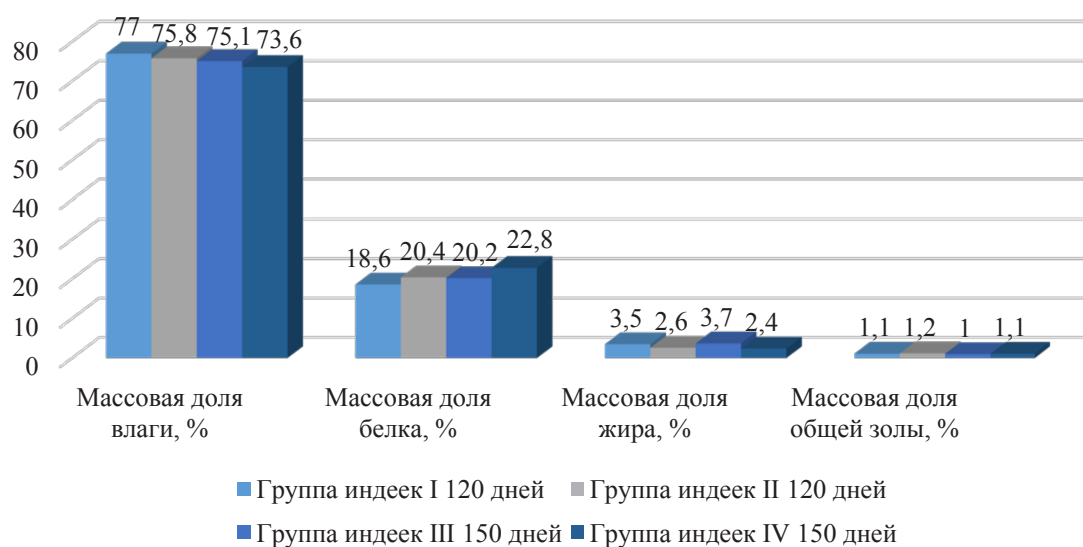


Рис. 3. Химический состав красного мяса индеек, %

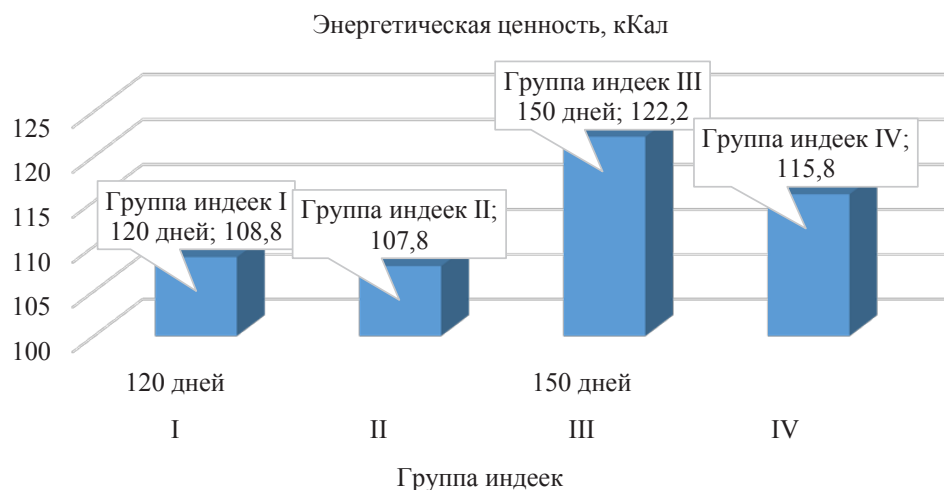


Рис. 4. Энергетическая ценность красного мяса, кКал



IV групп на 1,2 и 1,5 % ($P \leq 0,05$) соответственно. Содержание золы в мясе незначительно выше у индеек I и III групп по сравнению с мясом индеек II и IV групп – на 0,1 % ($P \leq 0,05$) в обоих случаях.

Энергетическая ценность красного мяса оказалась выше в мясе индеек тяжелых кроссов III и IV группы, в сравнении со средними кроссами (рис. 4).

Энергетическая ценность оказалась выше у мяса индеек белой широкогрудой породы I и III групп и превышала энергетическую ценность мяса гибридной птицы Хайбрид II и IV групп на 1,0 и 6,4 кКал соответственно, что легко объясняется более высоким содержанием жира в мясе индеек белой широкогрудой породы. По энергетической питательности мясо индеек независимо от кросса имеет высокие показатели от 107,8 до 122,2 кКал.

Можно сделать вывод о превосходстве мяса индеек кроссов Хайбрид по содержанию белка в красном и белом мясе, а также по меньшему содержанию жира в тушках этих кроссов. За счет разницы в содержании жиров наблюдалось незначительное превосходство в энергетической ценности мяса индеек белой широкогрудой породы, кроме показателей белого мяса средних кроссов.

Нами также была проведена оценка средней пробы мяса от молодняка индеек по хими-

ческому составу. Данные представлены в таблице 1.

Данные таблицы подтверждают сделанные ранее выводы о химическом составе белого и красного мяса и позволяют сделать вывод о том, что в средней пробе мяса индеек гибридной птицы Хайбрид выше содержание белка и ниже жира. С возрастом увеличивается содержание сухого вещества и снижается содержание влаги. Следует отметить некоторое снижение количества золы с возрастом.

При оценке качества мяса большое значение придается его биологической полноценности с точки зрения его аминокислотного состава, который оценивается в том числе и по аминокислотному скору.

При хроматографическом разделении белков мяса индеек было получено 17 аминокислот, из них восемь незаменимых и девять заменимых (табл. 2).

Из полученных данных видно, что в мясе индейки разных породных групп и кроссов наблюдаются достоверные изменения по количеству незаменимых и заменимых аминокислот, их суммы. Наибольшее общее содержание аминокислот, а также если рассматривать отдельно содержание незаменимых и заменимых аминокислот, обнаружено в мясе индеек IV группы (тяжелый кросс Хайбрид). В разрезе кроссов содержание незаменимых аминокислот

Таблица 1 – Химический состав средней пробы мяса индеек

Показатель	Группа индеек			
	I	II	III	IV
Массовая доля влаги, %	77,0±0,13	74,5±0,12	76,3±0,17	73,8±0,16*
Массовая доля белка, %	18,6±0,01	21,0±0,02	19,7±0,03**	22,1±0,02*
Массовая доля жира, %	3,1±0,07	3,4±0,05	2,6±0,01**	2,9±0,03**
Массовая доля общей золы, %	1,3±0,03	1,1±0,02	1,4±0,01*	1,2±0,01**
Энергетическая ценность, кКал	107,2	119,6	106,0	119,4

* – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$.

Таблица 2 – Содержание аминокислот в мясе индеек, г/кг

Показатель	Группа индеек			
	I	II	III	IV
Незаменимые аминокислоты	108,6±0,08	111,7±0,06	118,6±0,03	121,7±0,05
Заменимые аминокислоты	101,5±0,02	106,3±0,07	102,7±0,05	108,1±0,02
Сумма незаменимых и заменимых аминокислот	210,1±0,07	218,0±0,04	221,3±0,05	229,8±0,02

в мясе индеек II и IV групп (средний и тяжелый кроссы Хайбрид) больше, чем в мясе индеек I и III групп (средний и тяжелый кроссы белая широкогрудая) на 2,85 и 2,53 %, а заменимых на 4,73 и 5,26 % соответственно. Внутри породных групп количество незаменимых аминокислот было выше в мясе индеек тяжелых кроссов III и IV групп, чем в мясе индеек средних кроссов I и II групп на 9,21 и 8,95 %, а заменимых на 1,18 и 1,69 % соответственно.

Таким образом, мясо индеек среднего и тяжелого кросса гибридной птицы Хайбрид содержит большее количество аминокислот, чем мясо среднего и тяжелого кросса белой широкогрудой породы соответственно.

Расчет аминокислотного сора показал, что мясо индеек по набору и количеству незаменимых аминокислот биологически полноценно (табл. 3).

Сумма незаменимых аминокислот превысила шкалу ФАО/ВОЗ для идеального белка и составила 112,4–120,6 мг/г или 31,2–33,5 %. Таким образом, произошло перераспределение незаменимых аминокислот с увеличением их

общего количества. Лимитирующей аминокислотой в мясе индеек является лизин, которой обнаружено 64,6–69,1 % от нормы по шкале ФАО/ВОЗ.

Таким образом, белок мяса исследуемых групп индеек по аминокислотному составу можно считать полноценным, исключая лизин.

Микро- и макроэлементы необходимы для важнейших процессов жизнедеятельности и нормального осуществления многих метаболических реакций и физиологических функций. Для оценки качества и безопасности мяса был изучен элементный состав средней пробы мяса индеек (табл. 4).

Анализ таблицы 3 показал, что наименьшее содержание меди в мясе индеек II группы, а наибольшее в мясе индеек I группы. Разница составляет 0,19 мг/кг. Содержание меди в мясе исследуемых индеек колеблется в пределах нормы.

Наименьшее содержание железа в мясе индеек I группы и по своему содержанию – 3,04 мг/кг значительно (в среднем на 15,13 %) отличается от содержания в мясе индеек осталь-

Таблица 3 – Аминокислотный скор мяса индеек

Аминокислота	мг/г	%	I		II		III		IV	
			мг/г	%	мг/г	%	мг/г	%	мг/г	%
Изолейцин	40	100	61,6	154,1	62,7	156,8	62,2	155,5	61,9	154,8
Лейцин	70	100	89,5	127,9	88,8	126,9	90,1	128,7	90,8	129,7
Лизин	55	100	35,5	64,6	37,7	68,5	36,7	66,7	38,0	69,1
Метионин + цистин	35	100	50,5	144,2	51,3	146,6	49,8	142,3	51,7	147,7
Фенилаланин + тирозин	60	100	105,2	175,3	103,8	173,0	107,1	178,5	104,4	170,0
Треонин	40	100	44,8	112,1	45,3	113,3	42,3	105,8	46,8	117,0
Валин	50	100	67,1	134,2	68,1	136,6	66,3	132,6	67,9	135,8
Триптофан	10	100	18,9	189,0	19,0	190,0	17,9	179,0	19,1	191,0
ИТОГО	360	100	473,1	131,4	476,7	132,4	472,4	131,2	480,6	133,5

Таблица 4 – Химические элементы в мясе индеек, мг/кг

Показатель	Норма, не более	Группа индеек			
		I	II	III	IV
Медь	5	0,27±0,0001	0,08±0,0001	0,17±0,0001	0,23±0,0001
Железо	50	3,04±0,0003	3,55±0,0002	3,45±0,0005	3,49±0,0002
Кобальт	0,5	0,014±0,0001	0,012±0,0001	0,017±0,0001	0,018±0,0001
Никель	0,5	0,006±0,0001	0,003±0,0001	0,003±0,0001	0,008±0,0001
Цинк	40	3,51±0,0001	3,16±0,0001	3,57±0,0001	4,14±0,0001
Магний	1000	958,0±0,0031	998,5±0,0022	979,0±0,0056	946,5±0,0015
Марганец	5	0,11±0,0001	0,10±0,0001	0,15±0,0001	0,17±0,0001



ных групп, которое составляет 3,45–3,55 мг/кг. Содержание железа в мясе исследуемых индеек колеблется в пределах нормы.

Содержание кобальта, марганца, никеля и магния в мясе исследуемых индеек колеблется в пределах нормы.

Содержание цинка в мясе птицы IV группы было наибольшим среди всех подопытных индеек и выше, чем в мясе птицы II группы на 0,98 мг/кг, или 31,01%. При этом разница содержания цинка в мясе птицы тяжелого и среднего кросса (III и I группы) белой широкогрудой породы составляет 0,06 мг/кг, или 1,71%. С целью управления контролем качества методов исследований нами был проведен оперативный контроль измерения содержания цинка инверсионно-вольтамперометрическим методом. Контроль качества результатов измерения содержания цинка был признан удовлетворительным для всех исследуемых групп индеек.

Таким образом, мясо индеек, полученное в результате научно-хозяйственного эксперимента, соответствует требованиям действующих

нормативных документов, в том числе исследуемых химических элементов.

Жирные кислоты, являясь компонентом липопротеинового комплекса, необходимы как один из главных источников энергии для человека.

В таблице 5 представлены результаты исследования жирнокислотного состава белого мяса индеек. Как видно из таблицы 5, жирные кислоты, преобладающие в белом мясе индеек – пальмитиновая, олеиновая и линолевая, содержатся в количестве более 20% от общего жирнокислотного состава. Содержание насыщенных жирных кислот в мясе индеек I и III группы выше, чем в мясе индеек II и IV группы на 1,60% ($P \leq 0,05$) и 1,51% ($P \leq 0,01$), а мононенасыщенных и полиненасыщенных ниже на 2,03% ($P \leq 0,01$) и 0,81% ($P \leq 0,05$); 0,7% ($P \leq 0,01$) и 1,27% ($P \leq 0,05$), соответственно.

В таблице 6 представлены результаты исследования жирнокислотного состава красного мяса индеек.

Анализируя таблицу, можно сделать вывод, что жирные кислоты, преобладающие в красном

Таблица 5 – Содержание жирных кислот в белом мясе, % от сухого вещества

Показатель	Группа индеек			
	I	II	III	IV
Насыщенные				
Лауриновая (C12:0)	0,39±0,012	0,34±0,003*	0,44±0,010	0,36±0,002**
Миристиновая (C14:0)	0,41±0,010	0,36±0,002**	0,47±0,005	0,37±0,008**
Пентадекановая (C15:0)	0,35±0,009	0,29±0,010**	0,37±0,008	0,28±0,005**
Пальмитиновая (C16:0)	25,06±0,561	24,79±0,019*	25,59±0,105	24,13±0,233**
Маргариновая (C17:0)	0,49±0,003	0,41±0,011**	0,32±0,006	0,29±0,004**
Стеариновая (C18:0)	10,13±0,286	9,04±0,223**	10,37±0,096	10,62±0,116
Насыщенные жирные кислоты (сумма)	36,83±0,881	35,23±0,268**	37,56±0,230	36,05±0,368
Мононенасыщенные				
Пальмитолеиновая (C 16:1)	6,95±0,190	6,56±0,051**	6,91±0,092	6,32±0,098**
Олеиновая (C18:1)	25,19±0,618	27,61±0,310**	25,61±0,521	27,01±0,403*
Мононенасыщенные жирные кислоты (сумма)	32,14±0,808	34,17±0,361**	32,52±0,613	33,33±0,501
Полиненасыщенные				
Линолевая (C18:2)	23,66±0,228	24,83±0,451	23,94±0,523	25,41±0,032*
Линоленовая (C18:3)	1,10±0,021	1,43±0,006**	0,73±0,010	0,93±0,087**
Арахидоновая (C20:4)	4,35±0,121	3,55±0,101**	3,92±0,016	3,62±0,080*
Полиненасыщенные жирные кислоты (сумма)	29,11±0,370	29,81±0,558	28,59±0,549	29,86±0,199
ВСЕГО	98,08±2,059	99,21±1,187	98,67±1,392	99,34±1,068

* – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$.

мясе индеек, те же, что и в белом – пальмитиновая, олеиновая и линолевая, содержатся в количестве более 20% от общего жирнокислотного состава. Содержание насыщенных жирных кислот в мясе индеек I и III групп выше, чем в мясе индеек II и IV групп на 1,06 и 0,14% ($P \leq 0,05$). Наибольшее содержание мононенасыщенных кислот в мясе индеек I и IV групп – 30,90 и 30,89% ($P \leq 0,05$), а наименьшее в мясе индеек III группы – 29,26%. Содержание полиненасыщенных жирных кислот выше в мясе среднего и тяжелого кросса индеек III и II групп, чем в мясе индеек I и IV групп на 1,80 и 1,56% ($P \leq 0,01$) соответственно.

Сравнивая жирнокислотный состав белого и красного мяса, можно отметить, что в красном мясе индеек всех исследуемых групп содержание полиненасыщенных кислот выше, чем в белом мясе, а насыщенных и мононенасыщенных – ниже.

Можно сделать вывод о превосходстве мяса индеек кроссов Хайбрид по содержанию белка в красном и белом мясе на 0,9–2,6%, а также по меньшему содержанию жира на 0,2–1,3%. Со-

держание влаги выше в мясе индеек белой широкогрудой породы на 0,2–1,5%.

Расчет энергетической ценности позволяет говорить о том, что мясо индеек, независимо от кросса, имеет высокие показатели питательности – 100,7–122,2 кКал.

Наибольшее общее содержание аминокислот, а также отдельное содержание незаменимых и заменимых аминокислот обнаружено в мясе птицы IV группы. Мясо индеек среднего и тяжелого кросса гибридной птицы Хайбрид содержит большее количество незаменимых аминокислот, чем мясо среднего и тяжелого кросса белой широкогрудой породы на 2,85 и 2,53%, а заменимых на 4,73 и 5,26% соответственно. Белок мяса исследуемых групп индеек по аминокислотному составу можно считать полноценным, исключая лизин.

Можно сделать вывод, что мясо, полученное в результате научно-хозяйственного эксперимента, является безопасным с точки зрения содержания исследуемых элементов: меди, железа, цинка, кобальта, марганца, никеля и магния.

Таблица 6 – Содержание жирных кислот в красном мясе, % от сухого вещества

Показатель	Группа индеек			
	I	II	III	IV
Насыщенные				
Лауриновая (C12:0)	0,57±0,011	0,47±0,004**	0,66±0,002	0,48±0,009***
Миристиновая (C14:0)	0,61±0,007	0,53±0,011**	0,68±0,015	0,47±0,003**
Пентадекановая (C15:0)	0,38±0,006	0,32±0,003***	0,36±0,002	0,30±0,011***
Пальмитиновая (C16:0)	23,30±0,219	23,21±0,161	23,31±0,135	23,39±0,282
Маргариновая (C17:0)	0,84±0,017	0,59±0,009***	0,63±0,012	0,61±0,016*
Стеариновая (C18:0)	10,82±0,022	10,07±0,116*	10,47±0,021	10,70±0,215*
Насыщенные жирные кислоты (сумма)	36,25±0,282	35,19±0,304*	36,11±0,187	35,97±0,536
Мононенасыщенные				
Пальмитолеиновая (C16:1)	6,51±0,019	5,96±0,037**	5,35±0,008	5,82±0,121*
Олеиновая (C18:1)	24,39±0,302	24,38±0,051	23,91±0,271	25,07±0,184*
Мононенасыщенные жирные кислоты (сумма)	30,90±0,321	30,34±0,088	29,26±0,279	30,89±0,305
Полиненасыщенные				
Линолевая (C18:2)	26,67±0,683	28,91±0,105**	28,69±0,027	28,14±0,093
Линоленовая (C18:3)	1,27±0,005	1,52±0,191	1,65±0,022	0,95±0,007**
Арахидоновая (C20:4)	3,93±0,131	3,24±0,141	3,82±0,055	3,51±0,108
Полиненасыщенные жирные кислоты (сумма)	31,87±0,819	33,67±0,437	34,16±0,104	32,60±0,208**
ВСЕГО	99,02±1,422	99,20±0,829	99,53±0,570	99,46±1,049

* – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$.



Сравнивая жирнокислотный состав белого и красного мяса, можно отметить, что в красном мясе индеек всех исследуемых групп содержание полиненасыщенных кислот выше, чем в белом мясе, а насыщенных и мононенасыщенных – ниже.

Содержание насыщенных жирных кислот в белом мясе индеек I и III группы выше, чем в белом мясе индеек II и IV группы, на 1,60 ($P \leq 0,05$) и 1,51 ($P \leq 0,01$) %, а мононенасыщенных и полиненасыщенных ниже на 2,03 ($P \leq 0,01$) и 0,81 ($P \leq 0,05$)%; 0,7 ($P \leq 0,01$) и 1,27 ($P \leq 0,05$)% соответственно. Содержание насыщенных жирных кислот в красном мясе индеек I и III групп выше, чем в красном мясе индеек II и IV групп на 1,06 и 0,14% ($P \leq 0,05$). Наибольшее содержание мононенасыщенных кислот в красном мясе индеек I и IV групп – 30,90 и 30,89% ($P \leq 0,05$), а наименьшее в мясе индеек III группы – 29,26%. Содержание полиненасыщенных жирных кислот выше в мясе среднего и тяжелого кросса индеек III и II групп, чем в мясе индеек I и IV групп на 1,80 и 1,56% ($P \leq 0,01$) соответственно.

Наши данные подтверждаются исследованиями М.К. Gainullina, А.К. Volkov, G.R. Yusupova, О.А. Yakimov, М.К. Dandrawu [16]; О.А. Якимов и др. [17–18].

Выводы

Таким образом, можно сделать вывод о том, что принадлежность к кроссу и породе оказывает влияние на химический состав мяса индеек, а также соотношение аминокислот и жирнокислотный состав мяса индеек. Лучшие показатели установлены в мясе, полученном от среднего и тяжелого кроссов индеек гибридной птицы Хайбрид.

Список литературы

1. Мировой рынок мяса индейки расширяется. Режим доступа : <https://meatinfo.ru/news/mirovoy-rinok-myasa-indeyki-rasshiraetsya-386655> (дата обращения: 11.01.2019).
2. Кузмичева М. Б. Состояние и тенденции развития российского рынка мяса индейки // Мясная индустрия. 2013. № 1. С. 48–50.
3. Нефедова В. Н., Майорова С. В. Российский рынок мяса птицы в 2001–2017 // Экономика и бизнес: теория и практика. 2017. № 8. С. 60–64.
4. Канивец В. Индейке в России быть // Птицеводство. 2009. № 2. С. 23–24.
5. Носков С. Н. Сравнительная характеристика индюшат кроссов «БИГ-6» и «Хайбрид Конвертер» // Научно-технический прогресс: актуальные и перспективные направления будущего : сб. матер. XI Междунар. науч.-практ. конференции. Кемерово, 2019. С. 141–142.
6. Морарь М. А., Вайскрובה Е. С., Ребезов Я. М. Мясо индейки как лечебно-профилактический продукт в питании // Качество продукции, технологий и образования : матер. XII Междунар. науч.-практ. конференции. Магнитогорск, 2017. С. 53–56.
7. Мулдер Р. Развитие мирового птицеводства и роль ВНАП // Инновационные разработки и их освоение в промышленном птицеводстве : матер. XVII Междунар. конференции. Сергиев Посад : ВНАП, 2010. С. 17–24.
8. Ерастов Г. М. Пищевая ценность мяса птицы // Птицеводство. 2014. № 3. С. 28–30.
9. Мясная продуктивность индеек «хайбрид конвертер» и «широкогрудая белая» / Е. Н. Аракчеева, Н. Н. Забашта, Е. Н. Головкин, И. А. Синельщикова // Инновационные технологии в сельском хозяйстве, ветеринарии и пищевой промышленности : сб. науч. ст. по матер. 86-й Междунар. науч.-практ. конф. «Аграрная наука – Северо-Кавказскому федеральному округу». 2021. С. 17–23.
10. Гасилина В. А., Тарарина Л. И. Изучение показателей химического состава белого и красного мяса индеек в промышленных условиях Красноярского края // Вестник КрасГАУ. 2010. № 9 (48). С. 143–147.
11. Analysis of the efficiency of production of whole-muscle turkey products with vegetable sprinkles / I. F. Gorlov [et al.] // Theory and Practice of Meat Processing. 2021. № 6 (4). P. 343–353. DOI: 10.21323/2414-438X-2021-6-4-343-353.
12. Effect of Feeding Diet Containing Probiotics on Growth Rate and Hematological Changes in the Blood of Turkeys / A. Khabirov [et al.] // International Journal of Pharmaceutical Research. 2020. Vol 12. P. 1454–1458. DOI: 10.31838/ijpr/2020.12.01.241.
13. Химический состав мяса индеек разных породных групп / Я. М. Ребезов, О. В. Горелик, М. Б. Ребезов, С. Ю. Харлап // От инерции к развитию: научно-инновационное обеспечение развития животноводства и биотехнологий : матер. Междунар. науч.-практ. конференции. 2020. С. 180–182.

14. Influence of Vitafort and Lactobifadol Probiotics on Excremental Microbiocenoses of Turkey Poults / A. Khabirov [et al.] // *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*. 2020. Vol. 14. № 3. P. 1041–1046.

15. Ребезов Я. М., Горелик О. В., Харлап С. Ю. Оценка безопасности мяса индеек // *Все о мясе*. 2020. № 55. С. 292–297.

16. Using biological protective agents in turkey farms / M. K. Gainullina [et al.] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. conference proceedings. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. P. 82011.

17. Григорьев М. Э., Якимов О. А., Салыхов А. Ш. Совершенствование технологии производства мяса индюшат при использовании в их рационах ферментно-минерального комплекса // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана*. 2019. Т. 238. № 2. С. 61–64.

18. Якимов О. А., Айметов Р. В. Влияние минеральной добавки «Цеостимул» на мясную продуктивность индюшат // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана*. 2016. Т. 227. № 3. С. 90–92.

Ребезов Ярослав Максимович, канд. биол. наук, ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: yaroslavreb@yandex.ru.

Горелик Ольга Васильевна, д-р с.-х. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: olgao205en@yandex.ru.

Ребезов Максим Борисович, д-р с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» Российской академии наук.

E-mail: rebezov@ya.ru.

Харлап Светлана Юрьевна, канд. биол. наук, доцент ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: proffuniver@yandex.ru.

* * *

УДК 664.684.4

DOI: 10.55934/2587-8824-2022-29-2-235-246

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОБАВОК
НА ТЕРМОСТАБИЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ФРУКТОВО-ОВОЩНЫХ НАЧИНОК**

И. Р. Гафурова, А. Р. Абушаева, М. К. Садыгова

В статье представлены результаты исследования термостабильных фруктово-овощных начинок для мучных изделий. Целью исследования является изучение влияния технологических добавок на термостабильные свойства фруктово-овощных начинок. В качестве основного сырья использовали натуральное, дешевое региональное сырье (морковь, кабачки, патиссоны, тыква, арбуз, лимон и сливы). В качестве технологических добавок применяли альгинат натрия (АН) и карбоксиметилцеллюлозу (КМЦ). Содержание загустителей в рецептуре фруктово-овощных начинок различно и варьирует в пределах от 1 до 1,8%. Содержание сухих веществ в термостабильных начинках определяется на приборе рефрактометр «ИРФ-454Б2М». Метод определения титруемой кислотности термостабильных начинок основан на титровании исследуемого раствора раствором гидроокиси натрия. Термостабильность фруктово-овощных начинок определяли эмпирическим методом, основанным на принципе моделирования температурного воздействия, а также его длительности на исследуемый продукт при определенных условиях. Исследовали склонность фруктово-овощных начинок к синерезису, негативно влияющему на качество готовых мучных изделий. Экспериментальным путем выявлено оптимальное количество загустителя во фруктово-овощных начинках 1–1,8% от массы сырья. Изучено уменьшение содержания сахара белого для начинок из арбуза и моркови и лимона на 50%, для начинки из кабачков и сливы на 40%, что благоприятно влияет на вкус и аромат продуктов. Получаются изделия с пониженным содержанием углеводов и улучшенными вкусовыми свойствами. Уменьшение доли сахара в рецептуре начинок также позволяет экономить на производственном сырье. Применение термостабильных фруктово-овощных начинок в технологии мучных изделий служит дополнительным источником улучшения ассортимента готовых изделий, они улучшают качество выпечки, способствуют очищению организма от шлаков и радионуклидов. Данные виды начинок обладают полезными свойствами и рекомендованы для промышленного применения.

Ключевые слова: термостабильные начинки, альгинат натрия (АН), карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), физико-химические показатели, термостабильность, синерезис.

Мучные изделия обладают важным достоинством, т.к. являются источником минеральных веществ, поэтому необходимо обогащение данных видов изделий нутриентами, такими как Co, K, Ca, Mg, Mo, Si, а также пищевыми волокнами [2].

Применение термостабильных начинок в технологии мучных изделий служит не только дополнительным источником улучшения ассортимента готовых изделий. Созданные на основе натурального, дешевого, регионального сырья, фруктово-овощные начинки улучшают

качество выпечки, способствуют очищению организма от шлаков и радионуклидов. Данные виды начинок обладают полезными свойствами и рекомендованы для промышленного применения [3].

**Актуальность исследований
для научного сообщества**

Рассмотрена возможность применения моркови, кабачков, патиссонов, тыквы, арбуза, лимона и сливы в составе термостабильных начинок с загустителями. Подобраны оптимальные

соотношения рецептурных компонентов с учетом органолептических и физико-химических показателей качества готовой начинки. Исследованы показатели качества начинки в процессе температурного воздействия.

Научная новизна

Изучено влияние дозировки разных видов загустителей на физико-химические и термостабильные показатели качества фруктово-овощных начинок, а также склонность их к синерезису. Расширен ассортимент фруктово-овощных термостабильных начинок с диетическими свойствами.

Практическая значимость работы

Разработана технология приготовления фруктово-овощных термостабильных начинок «Бяхет». СТО, ТИ, РЦ 00493497-003-2022. Проведена промышленная апробация данного изделия в УНПО «Здоровое питание», г. Саратов, подтвердившая положительные результаты исследований.

Термостабильные начинки используют при изготовлении разных видов хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. Варенье и джемы при воздействии высоких температур закипают, впитываются в тесто, начинка протекает на поверхность изделия и подгорает, что портит внешний вид готового изделия. В термостабильных видах начинок нет подобных недостатков, они способны сохранять свои физические свойства при воздействии высоких температур выпечки. Термостабильные свойства фруктово-овощных начинок формируются благодаря применению загустителей и гелеобразователей, таких как альгинат натрия (АН) и карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ).

Цель исследования: изучить влияние технологических добавок на термостабильные свойства фруктово-овощных начинок.

Объекты исследования: фруктово-овощные начинки, изготовленные из следующего сочетания фруктов и овощей: сливы + кабачки, патиссоны + лимон, морковь + лимон, арбуз, тыква + лимон).

Методы исследования

Исследования были проведены в учебной лаборатории по хлебопекарному, кондитерскому и макаронному производству в ФГБНУ ВО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова».

Образцы фруктово-овощных начинок, подготовленные для испытаний, объединяются по трем группам и сопоставляются с контролем. Представлено на испытание 15 образцов. Варианты опыта различались по виду растительных компонентов в рецептуре, а также по виду загустителей: образец 1 – контрольный образец, представляющий собой фруктово-овощное варенье, изготовленное без загустителя; образец 2 – с дозированием альгината натрия (АН); образец 3 – с дозированием карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ). Рецептура образцов представлена в таблице 1.

Подготовка плодово-овощного сырья осуществлялась следующим образом: фрукты и овощи использовали в свежем виде без предварительной термической обработки. Тщательно моют и очищают фрукты и овощи, вручную удаляют косточки из сливы, а также семена из кабачков, патиссонов, арбуза и лимона, после чего измельчают растительные компоненты. Затем к измельченным фруктам и овощам добавляется сахар белый и ванилин по рецептуре (табл. 1–5), после чего осуществляется перемешивание. Полученную смесь оставляют при комнатной температуре до полного растворения сахара. Отдельно взвешивают загустители. Затем во фруктово-овощную массу вводят загуститель при интенсивном перемешивании и уваривают смесь до температуры 115 °С и содержания сухих растворимых веществ 40–70 %.

В ходе исследования было решено уменьшить содержание сахара белого на 40–50 % в термостабильных начинках из следующего сочетания фруктов и овощей: кабачки + слива, морковь + лимон, арбуз (табл. 1–5).

Содержание загустителей в рецептуре фруктово-овощных начинок различно и варьирует в пределах от 1 до 1,8 % (табл. 1–5).

Физико-химические показатели сравнивали с требованиями качества, указанными в ГОСТ 32741-2014. Содержание сухих веществ в термостабильных начинках определяется с помощью прибора рефрактометр «ИРФ-454Б2М». При этом температура должна быть равна 10–40 °С (использование шкалы, градуированной в единицах массовой доли сахарозы) и 15–25 °С (использование шкалы, градуированной в единицах показателя преломления). Разность в температуре пробы и призм рефрактометра должна отличаться не более чем на ± 2 °С [4].

Таблица 1 – Рецептура начинки из кабачков и сливы

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на загрузку, г, на 1000 кг											
		Образец 1				Образец 2				Образец 3			
		в натуре	в сухих веществах	количество сырья на 1 т готовой продукции, кг	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах	количество сырья на 1 т готовой продукции, кг	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах	количество сырья на 1 т готовой продукции, кг	в сухих веществах
Слива продольственная	64,0	100,0	64,0	369,36	236,39	100,0	64,0	441,0	282,24	100,0	64,0	439,47	281,26
Сахар белый	99,88	54,15	54,09	200,01	199,77	32,49	32,45	143,3	143,10	32,49	32,45	142,78	142,61
Кабачки свежие	7,0	32,04	2,24	118,43	8,29	32,0	2,24	141,1	9,88	32,0	2,24	140,57	9,84
Альгинат натрия**	85,0	–	–	–	–	2,46	2,09	10,85	9,22	–	–	–	–
Корбаксилметилцеллюлоза (КМЦ)***	99,0	–	–	–	–	–	–	–	–	2,46	2,44	10,82	10,72
Итого	–	186,19	120,33	687,8	444,44	166,95	100,78	736,25	444,44	166,95	101,13	733,64	444,44
Потери сухого вещества 10%	–	–	–	–	44,44	–	–	–	44,44	–	–	–	44,44
Выход	40,0	–	–	1000,0	400,0	–	–	1000,0	400,0	–	–	1000,0	400,0

* – с уменьшением сахара белого на 40%; ** – дозировка альгината натрия 1,5% от массы всего сырья; *** – дозировка корбаксилметилцеллюлозы (КМЦ) 1,7% от массы всего сырья.

Таблица 2 – Рецептура начинки из пагиссона и лимона

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на загрузку, г, на 1000 кг											
		Образец 1				Образец 2				Образец 3			
		в натуре	в сухих веществах	количество сырья на 1 т готовой продукции, кг	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах	количество сырья на 1 т готовой продукции, кг	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах	количество сырья на 1 т готовой продукции, кг	в сухих веществах
Пагиссоны свежие	7,0	100,0	7,0	320,86	22,46	100,0	7,0	313,0	21,91	100,0	7,0	314,57	22,02
Сахар белый	99,88	100,0	99,88	320,87	320,48	100,0	99,88	312,99	312,61	100,0	99,88	314,60	314,22
Лимоны	93,8	30,0	28,14	96,26	90,29	30,0	28,14	93,90	88,08	30,0	28,14	94,38	88,53
Ванилин	87,0	4,0	3,48	12,84	11,17	4,0	3,48	12,52	10,89	4,0	3,48	12,59	10,95
Альгинат натрия*	85,0	–	–	–	–	4,12	3,50	12,88	10,95	–	–	–	–
Корбаксилметилцеллюлоза (КМЦ)**	99,0	–	–	–	–	–	–	–	–	2,80	2,77	8,80	8,71
Вода	0,0	20,0	0,0	64,18	0,0	20,0	0,0	62,60	0,0	20,0	0,0	62,92	0,0
Итого	–	234,0	138,5	815,01	444,44	238,12	142,00	807,89	444,44	236,8	141,27	1572,88	444,44
Потери сухого вещества 10%	–	–	–	–	44,44	–	–	–	44,44	–	–	–	44,44
Выход	40,0	–	–	1000,0	400,0	–	–	1000,0	400,0	–	–	1000,0	400,0

* – дозировка альгината натрия 1,8% от массы всего сырья; ** – дозировка корбаксилметилцеллюлозы(КМЦ) 1,2% от массы всего сырья.



Таблица 3 – Рецептура начинки из моркови и лимона

Наименование сырья	Расход сырья на загрузку, г, на 1000 кг											
	Образец 1				Образец 2				Образец 3			
	в натуре	в сухих веществах	на 1 т готовой продукции, кг	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах	на 1 т готовой продукции, кг	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах	на 1 т готовой продукции, кг	в сухих веществах
Морковь столовая свежая	100,0	14,0	471,64	66,03	100,0	96,78	691,29	100,0	100,0	14,0	688,93	96,45
Сахар белый	62,5	62,43	294,80	294,45	31,25	215,76	216,02	31,25	31,25	31,21	215,28	215,02
Ванильный сахар	3,75	3,26	17,68	15,38	3,75	22,54	25,91	3,75	3,75	3,26	25,82	22,46
Лимоны	15,5	14,54	73,11	68,58	15,5	100,52	100,16	15,5	15,5	14,54	106,79	100,17
Альгинат натрия**	–	–	–	–	1,51	8,85	10,41	–	–	–	–	–
Корбаксилметилцеллюлоза (КМЦ)**	–	–	–	–	–	–	–	–	1,51	1,5	10,44	10,34
Вода	24,0	0,0	113,2	0,0	24,0	0,0	165,91	24,0	24,0	0,0	165,35	0,0
Итого	181,75	94,23	963,43	444,44	151,01	444,44	1209,7	64,29	151,01	64,51	1212,61	444,44
Потери сухого вещества 10%	–	–	–	44,44	–	44,44	–	–	–	–	–	44,44
Выход	–	–	1000,0	400,0	–	400,0	1000,0	–	–	–	1000,0	400,0

238

Таблица 4 – Рецептура начинки из арбуза

Наименование сырья	Расход сырья на загрузку, г, на 1000 кг											
	Образец 1				Образец 2				Образец 3			
	в натуре	в сухих веществах	на 1 т готовой продукции, кг	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах	на 1 т готовой продукции, кг	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах	на 1 т готовой продукции, кг	в сухих веществах
Арбузы продольственные свежие	100,0	1,0	872	8,72	100,0	16,11	1611	100,0	100,0	1,0	1576	15,76
Сахар белый	50,0	49,94	436,24	435,72	25,0	402,23	402,71	25,0	25,0	24,97	394,00	393,53
Альгинат натрия**	–	–	–	–	1,9	26,10	30,71	–	–	–	–	–
Корбаксилметилцеллюлоза (КМЦ)***	–	–	–	–	–	–	–	–	2,25	2,23	35,51	35,15
Итого	150,0	50,94	1308,24	444,44	126,9	444,44	2044,42	127,25	127,25	28,2	2005,51	444,44
Потери сухого вещества 10%	–	–	–	44,44	–	44,44	–	–	–	–	–	44,44
Выход	–	–	1000,0	400,0	–	400,0	1000,0	–	–	–	1000,0	400,0

* – с уменьшением сахара белого на 50%; ** – дозировка альгината натрия 1,5% от массы всего сырья; *** – дозировка корбаксилметилцеллюлозы (КМЦ) 1,8% от массы всего сырья.

Таблица 5 – Рецептура начинки из тыквы и лимона

Наименование сырья	Расход сырья на загрузку, г, на 1000 кг												
	Массовая доля сухих веществ, %	Образец 1				Образец 2				Образец 3			
		в натуре	в сухих веществах	на 1 т готовой продукции, кг	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах	на 1 т готовой продукции, кг	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах	на 1 т готовой продукции, кг	в сухих веществах
Тыква продовольственная свежая	3,9	100,0	3,9	336,92	13,14	100,0	3,9	332,05	12,95	100,0	3,9	331,28	12,92
Сахар белый	99,88	100,0	99,88	336,90	336,50	100,0	99,88	331,97	331,57	100,0	99,88	331,18	330,78
Лимоны	93,8	30,0	28,14	101,07	94,80	30,0	28,14	99,59	93,42	30,0	28,14	99,35	93,19
Альгинат натрия*	85,0	–	–	–	–	2,3	1,96	7,66	6,51	–	–	–	–
Корбакилметилцеллюлоза (КМЦ)*	99,0	–	–	–	–	–	–	–	–	2,3	2,28	7,63	7,55
Итого	–	230,0	131,92	774,89	444,44	232,3	133,88	771,27	444,44	236,8	134,2	769,44	444,44
Потери сухого вещества 10%	–	–	–	–	44,44	–	–	–	44,44	–	–	–	44,44
Выход	40,0	–	–	1000,0	400,0	–	–	1000,0	400,0	–	–	1000,0	400,0

* – дозировка альгината натрия и корбакилметилцеллюлозы (КМЦ) 1% от массы всего сырья.

Таблица 6 – Органолептические показатели качества фруктово-овощных начинок

№ п/п	Наименование начинки	Образцы	Внешний вид	Запах	Вкус	Цвет	Консистенция
1	из кабачков и сливы	Образец 1	Равномерно распределенные в сахарном сиропе овощи и фрукты, сохранившие свою форму, не сморщенные кубики без кожицы	Свойственный, без посторонних запахов, сладкий	Свойственный, без посторонних вкусов, сладкий	Бордовый	Густая, нежелированная, овощи и фрукты хорошо уваренные
		Образец 2	Густая масса, обладающая мажущейся консистенцией с равномерно распределенными в ней кусочками фруктов и овощей	Свойственный, без посторонних запахов, сладкий	Свойственный, без посторонних вкусов, сладкий		Мажущая, с кусочками кабачков, густая масса, не растекающаяся при нагревании до 170–220 °С
		Образец 3	Равномерно распределенные в сахарном сиропе овощи и фрукты, сохранившие свою форму, не сморщенные кубики без кожицы	Свойственный, без посторонних запахов, кисло-сладкий	Свойственный, без посторонних вкусов, кисло-сладкий		Густая, нежелированная, овощи и фрукты хорошо уваренные
2	из патиссона и лимона	Образец 1	Густая масса, обладающая железной консистенцией с равномерно распределенными в ней кусочками фруктов и овощей	Свойственный, без посторонних запахов, кисло-сладкий	Свойственный, без посторонних вкусов, кисло-сладкий	Желтый	Желеобразная, с кусочками патиссона, густая масса, не растекающаяся при нагревании до 170–220 °С
		Образец 2	Густая масса, обладающая железной консистенцией с равномерно распределенными в ней кусочками фруктов и овощей	Свойственный, без посторонних запахов, кисло-сладкий	Свойственный, без посторонних вкусов, кисло-сладкий		Желеобразная, с кусочками патиссона, густая масса, не растекающаяся при нагревании до 170–220 °С
		Образец 3	Густая масса, обладающая железной консистенцией с равномерно распределенными в ней кусочками фруктов и овощей	Свойственный, без посторонних запахов, кисло-сладкий	Свойственный, без посторонних вкусов, кисло-сладкий		Желеобразная, с кусочками патиссона, густая масса, не растекающаяся при нагревании до 170–220 °С



Окончание таблицы 6

№ п/п	Наименование начинки	Образцы	Внешний вид	Запах	Вкус	Цвет	Консистенция
3	из моркови и лимона	Образец 1	Равномерно распределенные в сахарном сиропе овощи и фрукты, сохранившие свою форму	Свойственный, без посторонних запахов, сладкий	Свойственный, без посторонних вкусов, сладкий	Оранжевый	Густая, нежелированная, овощи и фрукты хорошо уваренные
		Образец 2	Густая масса, обладающая желеобразной консистенцией с равномерно распределенными в ней кусочками фруктов и овощей, не сморщенные брусочки без кожицы				
		Образец 3	Густая масса, обладающая желеобразной консистенцией с равномерно распределенными в ней кусочками фруктов и овощей				
4	из арбуза	Образец 1	Равномерно распределенная в сахарном сиропе арбузная мякоть без косточек	Свойственный, без посторонних запахов, сладкий	Свойственный, без посторонних вкусов, сладкий	Темно-красный	Жидкая, нежелированная, мякоть арбуза хорошо уваренная
		Образец 2	Густая масса, обладающая мажущейся консистенцией с равномерно распределенными в ней кусочками фруктов и овощей				
		Образец 3	Густая масса, обладающая желеобразной консистенцией с равномерно распределенными в ней кусочками фруктов и овощей				
5	из тыквы и лимона	Образец 1	Равномерно распределенные в сахарном сиропе овощи и фрукты, сохранившие свою форму, не сморщенные кубики без кожицы	Свойственный, без посторонних запахов, кисло-сладкий	Свойственный, без посторонних вкусов, кисло-сладкий	Темно-оранжевый	Густая, нежелированная, овощи и фрукты хорошо уваренные
		Образец 2	Густая масса, обладающая желеобразной консистенцией с равномерно распределенными в ней кусочками фруктов и овощей				
		Образец 3	Густая масса, обладающая желеобразной консистенцией с равномерно распределенными в ней кусочками фруктов и овощей				

Таблица 7 – Физико-химические показатели качества

Наименование показателей	Наименование образцов														
	из кабачков и сливы			из патиссона и лимона			из арбуза								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	из тыквы и лимона					
Массовая доля сухих веществ, %	57	40,5	42	60	46	56	78,9	49,2	45,9	60	69	78	62,5	53	69,1
Массовая доля титруемых кислот, %	0,5	0,8	0,8	1,1	0,9	0,8	1,1	1,1	1,8	0,5	0,6	0,6	1,0	0,8	0,8
Массовая доля минеральных примесей, %	не обнаружено														
Массовая доля примесей растительного происхождения, %	не обнаружено														



Метод определения титруемой кислотности термостабильных фруктово-овощных начинок заключается в титровании исследуемого раствора раствором NaOH [5].

Термостабильность фруктово-овощных начинок определяли эмпирическим методом. Данный метод основан на исследовании воздействия высоких температур, а также его длительности на исследуемый образец. При этом учитываются определенные условия: форма начинки, температура, длительность воздействия, изделие-носитель.

Определение термостабильных свойств готовых начинок проводили в условиях среднего температурного воздействия. Начинку наносили на тестовую заготовку (заварное пряничное тесто) через металлическое кольцо, которое придает ей стандартную цилиндрическую форму. Затем образцы выпекали в печи при температуре 200 °С в течение 20 минут. Для образцов после выпечки производят 4 замера диаметра, после чего вычисляют среднеарифметическое значение диаметра. Расчет термостабильности начинки производят по формуле:

$$RBS = 100 - \frac{y - 35}{70} \cdot 100, \quad (1)$$

где *RBS* – удельная термостабильность, усл. ед.;
y – средний показатель 4 измерений диаметра начинки;

35 – диаметр кольца, мм.

Исследовали склонность фруктово-овощных начинок к синерезису, негативно влияющему на

качество готовых мучных изделий. Для проведения анализа использовали 20 образцов каждого наименования начинки. Начинку помещали в воронку из фильтровальной бумаги, вставленную в герметичную коническую колбу для выделения свободной влаги. Образцы выдерживали в течение 5 суток при температуре 25 °С в термостате. По истечении времени объем выделившейся влаги измеряли мерным цилиндром.

Результаты исследований

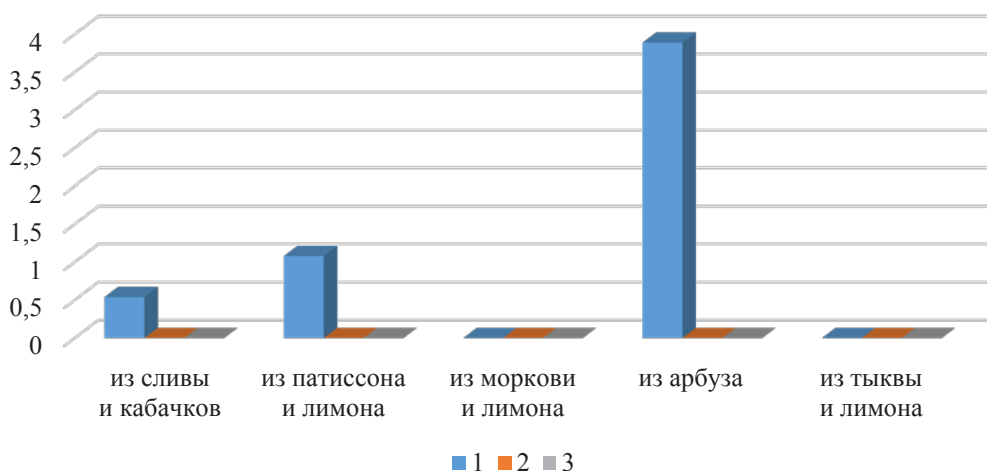
Органолептическую оценку проводили по следующим показателям: внешний вид, вкус, цвет, консистенция (табл. 6).

Массовая доля титруемой кислотности фруктово-овощных начинок производится титрованием исследуемого образца раствором NaOH. Массовую долю сухих веществ определяли по шкале массовой доли сахарозы, результаты записывали с учетом температурных поправок (табл. 7).

Считается целесообразным изучить склонность к синерезису фруктово-овощных начинок. Синерезис провоцирует переход влаги из начинки в тесто. За счет разности влажности тестовой заготовки и начинки происходит намокание мучного изделия, что приводит к снижению потребительских свойств готового изделия.

Результаты исследования дозировки загустителей на синерезис представлены на рисунке 1.

Результаты исследований термостабильных свойств фруктово-овощных начинок приведены в таблице 8.






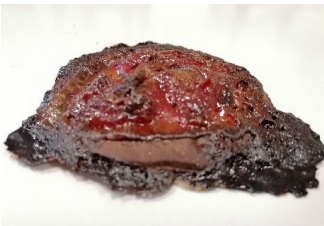










1 – контрольный образец; 2 – с альгинатом натрия; 3 – с карбоксиметилцеллюлозой (КМЦ)

Рис. 1. Зависимость синерезиса от дозировки загустителей

Таблица 8 – Термостабильные свойства фруктово-овощных начинок

Наименование	До термической обработки	После термической обработки
Из кабачков и сливы:		
контрольный образец		
с альгинатом натрия		
с карбоксиметилцеллюлозой (КМЦ)		
Из патиссона и лимона:		
контрольный образец		
с альгинатом натрия		
с карбоксиметилцеллюлозой (КМЦ)		
Из моркови и лимона:		
контрольный образец		
с альгинатом натрия		

Окончание таблицы 8

Наименование	До термической обработки	После термической обработки
с карбоксиметилцеллюлозой (кмц)		
Из арбуза:		
контрольный образец		
с альгинатом натрия		
с карбоксиметилцеллюлозой (КМЦ)		
Из тыквы и лимона:		
контрольный образец		
с альгинатом натрия		
с карбоксиметилцеллюлозой (КМЦ)		

После воздействия высоких температур выпечки некоторые начинки потеряли форму, расплывалась по тестовой заготовке. Коэффициент растекания фруктово-овощных начинок представлен на рисунке 2.

Выводы

В результате исследований разработаны рецептуры по производству термостабильных фруктово-овощных начинок с добавлением загустителей: альгинат натрия (АН) и карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ). Оптимальным количеством загустителей во фруктово-овощных начинках является 1–1,8% от массы сырья.

Органолептическую оценку проводили по следующим показателям: внешний вид, вкус, запах, цвет, консистенция (табл. 6). Контрольные образцы фруктово-овощных варений соответствуют требованиям ГОСТ Р 53118-2008. Из результатов исследования видно, что дозировка загустителей придает фруктово-овощным вареньям термостабильные свойства. Консистенция образцов 2 и 3 для всех видов начинок, по сравнению с контрольными образцами, густая, желеобразная, не растекающаяся при нагревании до температуры 170–220 °С, что соответствует требованиям ГОСТ 32741-2014. Исключением является начинка из арбуза с дозированием карбоксиметилцеллюлозы, данная начинка при

воздействии высоких температур растекается и имеет свойство закипать, поэтому образец 3 начинку из арбуза было решено не использовать в технологии мучных изделий.

В образцах с загустителями уменьшено содержание сахара белого для начинки из арбуза и из моркови на 50%, для начинки из кабачков и сливы на 40%, что благоприятно влияет на вкус и аромат продуктов, более ярко выраженный, сладкий. Получаются изделия с пониженным содержанием углеводов и улучшенными вкусовыми свойствами. Уменьшение доли сахара в рецептуре начинок также позволяет экономить на производственном сырье.

Экспериментальным путем было выявлено оптимальное количество загустителя во фруктово-овощных начинках. При введении загустителя менее 1% от массы всего сырья начинка растекается, имеет склонность к синерезису. При введении загустителей более 2% от массы сырья начинка слишком твердая, усложняется процесс формовки мучных кондитерских изделий. Таким образом, оптимальным количеством загустителей в фруктово-овощных начинках является 1–1,8% от массы сырья.

По требованиям ГОСТ 32741-2014 [1] содержание растворимых сухих веществ во фруктово-овощных термостабильных начинках должно быть не менее 40%, а массовая доля

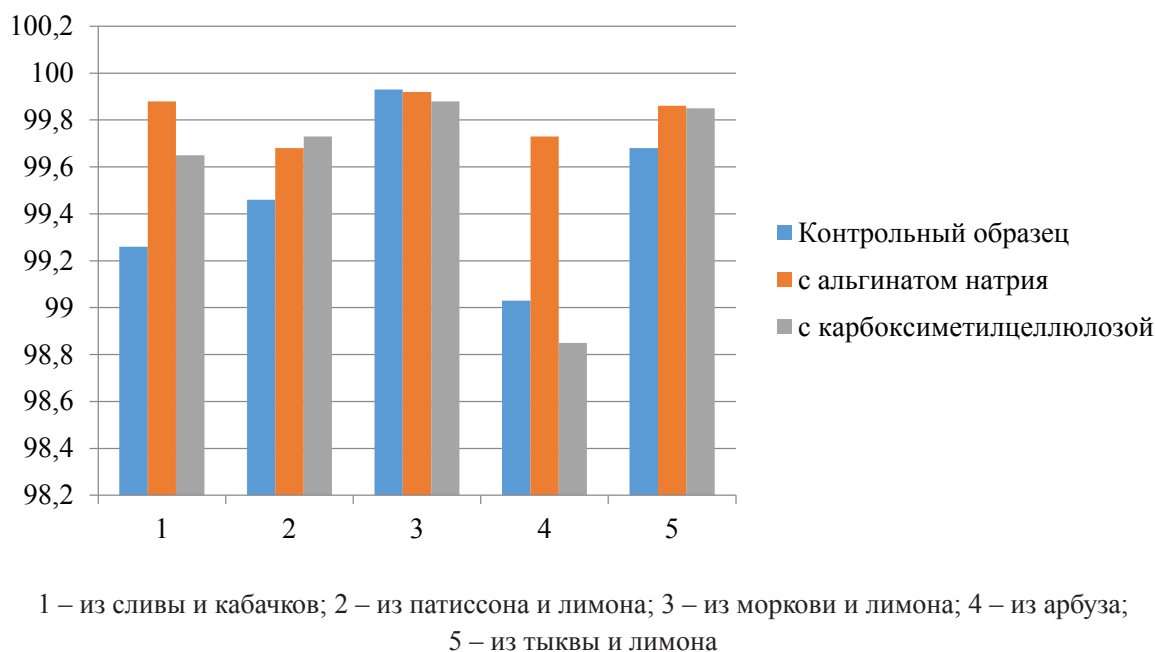


Рис. 2. Коэффициент растекания фруктово-овощных начинок после температурного воздействия



титруемой кислотности находится в пределах 0,5–2,5 %. В ходе исследования было установлено, что образцы соответствуют требованиям нормативной документации (табл. 7).

Экспериментальные данные склонности начинок к синерезису (рис. 1) показали, что при введении загустителей при одновременном уменьшении рецептурного количества сахара белого явление синерезиса не наблюдалось. В контрольных образцах происходило небольшое выделение влаги во всех образцах, кроме начинок из моркови и лимона, а также из тыквы и лимона, что объясняется повышенным содержанием пищевых волокон в моркови столовой и тыкве, которые обладают высокой водопоглотительной способностью.

Структура начинок с содержанием загустителей, при уменьшении доли сахара белого, до выпечки мягкая, густая, хорошо дозируется на тестовую заготовку, выдерживает форму металлического кольца, с помощью которого начинки были дозированы. Тогда как контрольные образцы начинок, в особенности из кабачка и сливы, а также из арбуза растекаются и теряют форму.

Коэффициент растекания фруктово-овощных начинок после температурного воздействия представлен на рисунке 2. Начинки с содержанием загустителей, при одновременном уменьшении сахара белого из рецептуры, держали приданную форму металлического кольца до выпечки. После температурного воздействия не наблюдалось деформации формы и вскипания фруктово-овощных начинок, поверхность матовая. Начинки с дозированием загустителей обладают хорошими термостабильными свойствами. Исключением являются начинки из патиссона и лимона, т.к. начинка после воздействия температуры не сохранила форму, что связано с кислой средой, образующейся в связи с большим содержанием лимона в рецептуре. Но плюсом является то, что начинка не вытекла за пределы тестовой заготовки. Также начинка из арбуза не выдержала воздействие температуры, в особенности образец 3 с добавлением КМЦ, которая при выпечке вскипела и растеклась, причем увеличение дозировки данного загустителя не позволяет улучшить этот показатель. Для начинки из арбуза больше подходит загуститель альгинат натрия (образец 2), в данном случае начинка также не сохранила форму при выпекании, но она не вскипает и не растекается.

На основании полученных экспериментальных данных начинка проявляет хорошие термостабильные свойства и синерезиса не происходит при дозировке загустителей 1–1,8 % от массы сырья и уменьшении доли сахара на 40–50 % от рецептуры. Но в связи с приоритетностью потребительских свойств перед другими позитивными эффектами нецелесообразно введение продуктов в количестве более 2 % и уменьшении доли сахара белого больше, чем на 50 %, так как овощные компоненты начинают ощущаться на вкус, что отрицательно сказывается на качестве фруктово-овощных начинок. Оптимальная дозировка загустителей и сахара белого для каждого наименования начинок индивидуальна.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что использование загустителей для производства термостабильных начинок возможно, так как новые виды начинок имеют хорошие вкусовые качества, являются источником биологически активных веществ, пищевых волокон, а также являются низкокалорийным продуктом.

Таким образом, использование загустителей в рецептуре фруктово-овощных начинок является целесообразным, так как их внесение позволит получить качественную начинку с хорошими термостабильными свойствами, уменьшить интенсивность синерезиса, а уменьшение дозировки сахара белого позволит уменьшить сахароемкость и себестоимость готового изделия.

Следовательно, полученные начинки можно рекомендовать для выпечки мучных изделий на открытой поверхности и внутри изделия с температурой выпечки 200 ± 10 °С.

Список литературы

1. ГОСТ 32741-2014. Полуфабрикаты. Начинки и подварки фруктовые и овощные. Общие технические условия. М. : Стандартинформ, 2019. 12 с.
2. Оценка качества термостабильных начинок различного состава / Г. О. Магамедов [и др.] // Материалы XI международной конференции «Кондитерские изделия XXI века», 2017. 82 с.
3. Разработка технологии термостабильных фруктовых начинок / О. Н. Першина [и др.] // Пищевая промышленность. 2014. № 11. С. 32–36.

4. Марх А. Т., Зыкина Т. Ф., Голубев В. Н. Технохимический контроль консервного производства. М. : Агропромиздат, 1989. 304 с.

5. Tiwari A. K. Current Science. Vol. 81. № 9. P. 1179–1187 (10.11.2001).

Гафурова Ильмира Рашитовна, магистр, ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет им Н. И. Вавилова.

E-mail: ilmira.gafurova.97@mail.ru.

Абушаева Асия Рафаильевна, аспирант, ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет им Н. И. Вавилова.

E-mail: asiyatugush@mail.ru.

Садыгова Мадина Карипулловна, д-р техн. наук профессор кафедры «Технологии продуктов питания», ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет им Н. И. Вавилова.

E-mail: sadigova.madina@yandex.ru.

* * *

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БИОДОСТУПНОСТИ НАПИТКОВ ИЗ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР

И. Ю. Сергеева, Л. В. Пермякова, В. С. Райник, О. А. Рыбинцева

Изучена стадия ферментативной обработки полуфабриката для напитков из злаковых культур (растительной основы из риса и гречки) с целью модификации углеводного состава напитка. Для биокатализа применяли ферментные препараты фирмы Novozymes (Дания) Termamyl (термостабильная α -амилаза) и OndeaPRO (смесь пулуланызы, α -амилазы, целлюлазы, ксиланазы, протеазы и липазы). Для определения предельной скорости биокатализа и константы Михаэлиса дозировка ферментных препаратов и начальная концентрация субстрата (гидромодуль) варьировались: использовали гидромодули 1:6, 1:8, 1:10 и дозировку препаратов – 0,25; 0,5; 0,75; 1,00% к массе зернопродуктов. Гидролиз проводили в термостатируемом шейкере при постоянном перемешивании 120 об/мин в течение 180 мин при оптимальных температурах: 85 °С (при гидролизе Termamyl) и 60 °С (при гидролизе OndeaPRO), периодически отбирая пробы гидролизата для определения редуцирующих сахаров. Установлена рациональная дозировка изучаемых биокатализаторов – 0,75% к массе зернопродуктов. При этом констатировали также оптимальные вкусовые характеристики получаемой растительной основы – отсутствие крахмального привкуса, гармоничная умеренная сладость. Построены кинетические кривые процесса (зависимость скорости гидролиза от концентрации субстрата). Определены константы Михаэлиса (K_m (мг/см³)) и предельная скорость реакции (V_{max} (мг/(см³мин))) для препаратов при их использовании для ферментации растительных основ из риса и гречки: Termamyl (гречка) – 40,0 и 0,14; Termamyl (рис) – 35,0 и 0,16; OndeaPRO (гречка) – 35,0 и 0,15; OndeaPRO (рис) – 30,0 и 0,17 соответственно. Установлено, что наименьшая константа Михаэлиса характерна для препарата OndeaPRO. Совокупность ферментативных активностей препарата способствует эффективному гидролизу атакуемого субстрата – крахмала, высвобождая его от связывающих соединений белкового и некрахмального происхождения оболочек крахмальных зерен злаков. Вследствие этого фермент-субстратный комплекс более устойчив в сравнении с вариантом использования индивидуального амилолитического фермента.

Ключевые слова: ферментативный гидролиз, кинетика гидролиза, ферментные препараты, зерновые напитки, растительная основа.

Важным формирующим фактором возникновения и распространения алиментарных заболеваний является питание. В резолюции XVI Всероссийского конгресса нутрициологов и диетологов (2016 г.) основной вектор направлен на разработку и продвижение программ в области здорового питания, а также профилактики наиболее распространенных социально значимых алиментарных заболеваний. Внедрение такого подхода позволит решить важные задачи по здоровьесбережению и повышению качества жизни населения нашей страны.

В комплексе лечебно-профилактических мероприятий при таких алиментарных заболеваниях, как ожирение, сахарный диабет 2 типа, существует ряд специальных схем терапии по

снижению уровня глюкозы в крови, эффективность которых, безусловно, зависит от питания больного. Рацион должен основываться на принципах контроля энергетической ценности рациона, количественного и качественного состава основных нутриентов, пищевых волокон, витаминов и минеральных элементов. Эффективным инструментом для качественного баланса и восполнения биологически важных веществ является потребление функциональных и специализированных продуктов питания [1, 2].

Современная нутрициология акцентирует употребление продуктов питания с низким гликемическим индексом. Создание таких продуктов возможно путем модификации углеводного профиля путем исключения из состава

«быстрых» сахаров и использования смеси «медленных» углеводов (например, фруктоолигосахаридов (ФОС) и пищевых волокон). Метаболизм фруктоолигосахаридов микрофлорой тонкого кишечника протекает с образованием короткоцепочечных жирных кислот, лактатов и прочих веществ, и благодаря своей определенной химической организации выступают в роли пребиотиков, поддерживая рост полезной микробиоты кишечника *Bifidobacteria* и *Lactobacilli* [3].

Следует отметить, что большинство гидроколлоидов являются биологически активными компонентами, оказывающими положительное влияние на функционирование различных систем организма. Учитывая, что большинство растительных гидроколлоидов (пектин, гемицеллюлозы, гумми-вещества) относят к пищевым волокнам, одновременно достигается увеличение пищевой и физиологической ценности напитка. Пищевым волокнам отводится очень важная роль в оптимизации питания [4].

Согласно известным данным [5, 6], рацион питания с низким гликемическим индексом способствует снижению риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, а также приводит к снижению общего холестерина и холестерина липопротеинов низкой плотности, т.е. в целом позволяет скорректировать нарушения углеводного и липидного обмена.

Одним из направлений восполнения недостатка полноценного белка в рационе питания человека является повышение его переваримости. В решении этой проблемы важная роль может принадлежать модификации растительных белков в гидролизаты, получаемые путем ограниченного ферментативного гидролиза [7, 8].

Правильный выбор сырья – основа высокой биологической ценности продукта, под которой понимается сбалансированное содержание в продуктах углеводов, незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, минеральных веществ и витаминов.

Многочисленными исследованиями показано, что потребление продуктов из злаковых культур, богатых по содержанию β-глюканами и арабиноксиланами, белковыми веществами, и ряда других биологически активных соединений способствует профилактике заболеваний сердечно-сосудистой системы, диабета 2 типа, гиперлипидемии.

Напитки априори присутствуют в питании человека. При этом если акцентировать потребление напитков заданного нутриентного состава [9], то исследования в области разработок новых продуктов для профилактического питания перспективны и своевременны.

Растительное «молоко» из злаковых культур имеет пресный специфический вкус, ощущается крахмальный вяжущий привкус. Улучшению органолептических свойств напитка и, главное, получению функционального продукта повышенной пищевой ценности и биодоступности нутриентов способствует направленный биокатализ полимеров растительного сырья.

Ферментативный гидролиз биополимеров растительного сырья является эффективным технологическим приемом с точки зрения высокой биологической безопасности, пониженной энергоемкости процесса, контролируемой скоростью реакции и отсутствием необходимости очистки гидролизатов от балластных соединений [10].

Цель исследований – исследование кинетики гидролиза углеводов веществ полуфабрикатов напитков (растительного основы) из риса и гречки ферментными препаратами амилитического и комплексного действия для модификации углеводного состава напитка.

Материалы и методы исследований

Объектами исследований служили злаковые культуры: рис короткозерный (ГОСТ Р 55289-2012, ООО «Южная рисовая компания», Краснодарский край), крупа гречневая (ГОСТ Р 56105-2014, ООО мельничный комплекс «Роса», Алтайский край), приобретенные в розничной торговле.

Для биокатализа применяли ферментные препараты (ФП) Termamyl и OndeaPRO (Novozymes, страна-производитель Дания). Termamyl – жидкий ферментный препарат, содержащий термостабильную α-амилазу, продуцируемый генетически модифицированным штаммом микроорганизмов рода *Bacillus*. Систематическое название фермента -1,4-α-D-глюкан глюканогидролаза (КФ 3.2.1.1). Активность ферментного препарата – 2500 ед/г.

OndeaPRO – жидкий ферментный препарат, представляет собой смесь пулуланызы, α-амилазы, целлюлазы, ксиалазы, протеазы и липазы. Активность ферментного препарата – 1250 ед./г.

Подготовка субстрата для ферментативного гидролиза проводилась поэтапно. Первый



этап – замачивание зерна. Гречка и рис промываются водой для удаления загрязнений. Далее зерно замачивается на 2 часа при температуре воды 20 ± 2 °С. Для определения оптимальной дозировки препаратов применяли гидромодуль 1:8 (соотношение частей зерно:вода). Второй этап – приготовление растительного основы. Помол зерна вместе с замочной водой производился на блендере марки REDMONTRFP-3909 (мощность 1500 Вт, скорость вращения измельчителя 18 500 об/мин, продолжительность измельчения 5 минут).

Для определения скорости биокатализа и константы Михаэлиса дозировка ферментных препаратов, начальная концентрация субстрата (гидромодуль) варьировались: использовали гидромодули 1:6, 1:8, 1:10 и дозировку препаратов – 0,25; 0,5; 0,75; 1,00% к массе зернопродуктов.

Гидролиз проводили в термостатируемом шейкере при постоянном перемешивании 120 об/мин в течение 180 мин при оптимальных температурах: 85 °С (при гидролизе Termamyl) и 60 °С (при гидролизе OndeaPRO), периодически отбирая пробы гидролизата для определения редуцирующих сахаров.

Определение редуцирующих веществ проводили при помощи 3,5-динитросалициловой кислоты с последующим фотоколориметрированием окрашенных растворов.

Результаты и их обсуждение

Для определения скорости гидролиза крахмала растительного основы (растительного молока) ферментные препараты вносили в количестве: 0,25; 0,5; 0,75; 1,00% к массе зернопродуктов при гидромодуле 1:8. С интервалом в 30 мин отбирали пробы гидролизатов и определяли в них выход редуцирующих веществ. Результаты показаны на рисунках 1–4.

Далее определили скорость гидролиза (в условных единицах) для применяемых ферментных препаратов как тангенс угла наклона касательной к кинетической кривой (рис. 5).

Анализируя полученные данные, рациональной дозировкой изучаемых биокатализаторов является 0,75%. При этом констатировали также оптимальные вкусовые характеристики получаемой растительной основы – отсутствие крахмального привкуса, гармоничная умеренная сладость.

Для построения кинетических кривых (зависимость скорости гидролиза от концентрации субстрата) принимали концентрацию ФП 0,75% и в зависимости от гидромодуля, исходного содержания крахмала в рисе и гречке строили графики зависимости выхода редуцирующих веществ от концентрации субстрата и определяли скорость реакции как тангенс угла наклона к кинетической кривой (рис. 6).

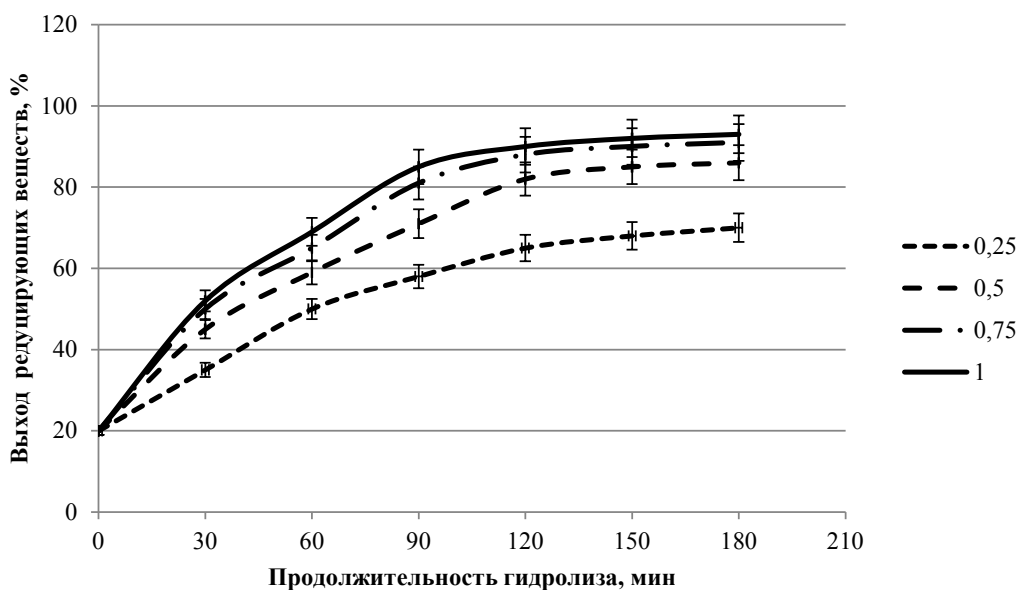


Рис. 1. Влияние концентрации Termamyl (в % к массе зернопродуктов) на гидролиз крахмала растительной основы из риса

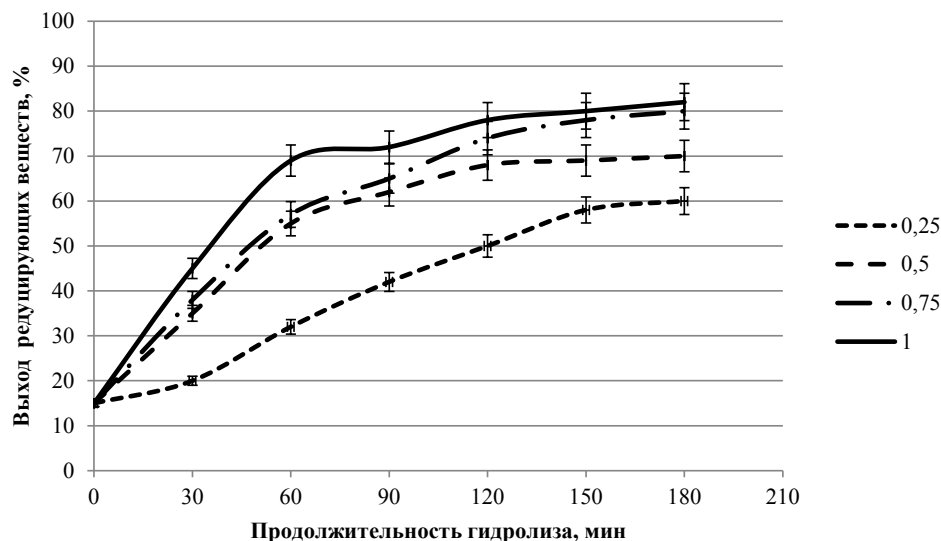


Рис. 2. Влияние концентрации Терматул (в % к массе зернопродуктов) на гидролиз крахмала растительной основы из гречки

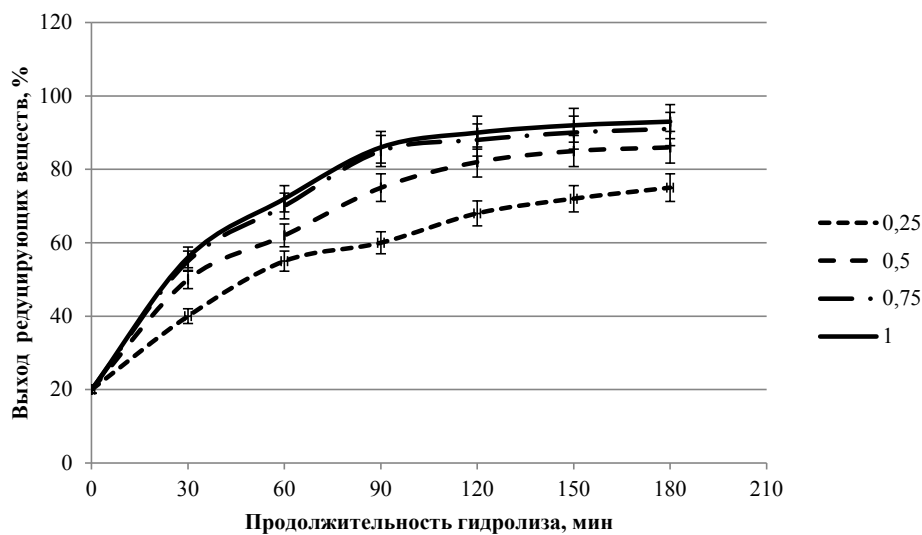


Рис. 3. Влияние концентрации OndeaPRO (в % к массе зернопродуктов) на гидролиз крахмала растительной основы из риса

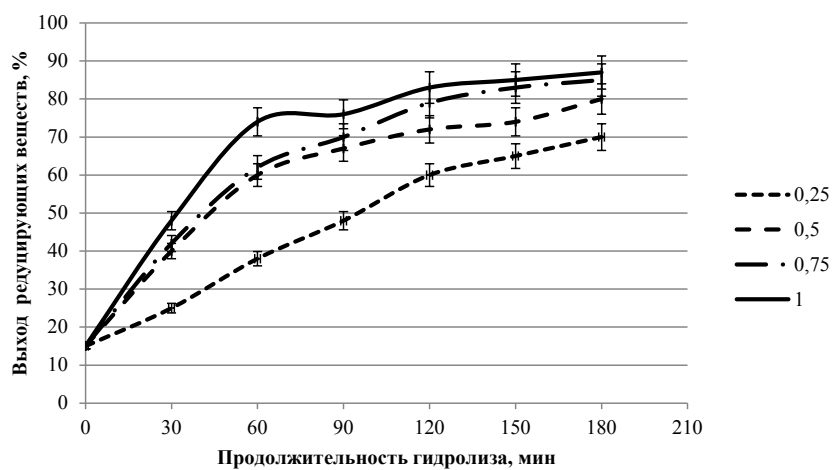


Рис. 4. Влияние концентрации OndeaPRO (в % к массе зернопродуктов) на гидролиз крахмала растительной основы из гречки



Константа Михаэлиса количественно равна концентрации субстрата при половине предельной скорости реакции гидролиза.

Полученные экспериментальные данные из рисунка 7 представлены в таблице 1.

Подставив данные из таблицы 1, получаем уравнения Михаэлиса-Ментен (1) для исследуемых ферментных препаратов и субстратов (растительных материалов) для принятых условий стационарной кинетики:

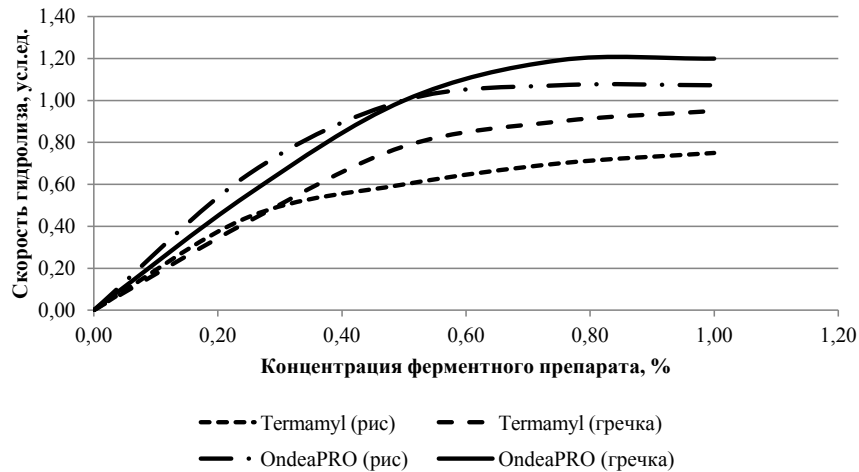


Рис. 5. Зависимость начальной скорости реакции от концентрации фермента

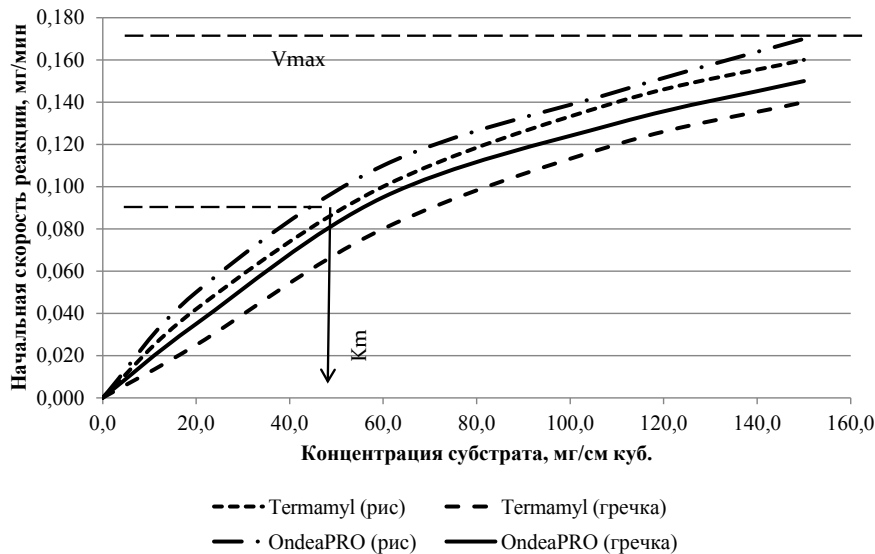


Рис. 6. Зависимость начальной скорости реакции от начальной концентрации субстрата

Таблица 1 – Константа Михаэлиса и предельная скорость биокатализа крахмала риса и гречки исследуемыми ферментными препаратами

Ферментный препарат (субстрат)	Константа Михаэлиса, K_m (мг/см ³)	Предельная скорость биокатализа, V_{max} (мг/(см ³ мин))
Termamyl (гречка)	40,0	0,14
OndeaPRO (гречка)	35,0	0,15
Termamyl (рис)	35,0	0,16
OndeaPRO (рис)	30,0	0,17

$$V = V_{\max} \frac{[S]}{K_m + [S]}, \quad (1)$$

$$V = \frac{0,14[S]}{40 + [S]} - \text{для ферментного препарата}$$

Termamyl при гидролизе растительной основы из гречки;

$$V = \frac{0,15[S]}{35 + [S]} - \text{для ферментного препарата}$$

Ondeapro при гидролизе растительной основы из гречки;

$$V = \frac{0,16[S]}{35 + [S]} - \text{для ферментного препарата}$$

Termamyl при гидролизе растительной основы из риса;

$$V = \frac{0,17[S]}{30 + [S]} - \text{для ферментного препарата}$$

Ondeapro при гидролизе растительной основы из риса.

Таким образом, исследования биокатализа растительных материалов ферментными препаратами индивидуального амилолитического действия (Termamyl) и комплексного (Ondeapro) показали, что наименьшая константа Михаэлиса характерна для препарата Ondeapro, представляющего собой смесь пулуланызы, α -амилазы, целлюлазы, ксиалазы, протеазы и липазы. Совокупность ферментативных активностей препарата способствует эффективному гидролизу атакуемого субстрата – крахмала, высвобождая его от связывающих соединений белкового и некрахмального происхождения оболочек крахмальных зерен злаков. Вследствие этого фермент-субстратный комплекс более устойчив в сравнении с вариантом использования индивидуального амилолитического фермента.

Выводы

В результате изучения процесса биокатализа растительных основ из злаковых культур (риса и гречки) с использованием ферментных препаратов амилолитического и комплексного действия получены кинетические характеристики – константа Михаэлиса и предельная скорость реакции гидролиза при заданных условиях стационарной кинетики. Ферментативный гидролиз растительных биополимеров

позволяет в «мягких» условиях (при практически нейтральном pH, температуре ниже 100 °C и нормальном давлении) направленно регулировать нутриентный состав и получать продукты питания функциональной направленности.

Список литературы

1. Birch C. S., Bonwick G. A. Ensuring the future of functional foods // *International Journal of Food Science & Technology*. 2018. Vol. 54. № 5. P. 1467–1485.
2. Production of highly nutritious functional food with the supplementation of wheat flour with lysine / C. Albert [et al.] // *Acta Universitatis Sapientiae, Alimentaria*. 2017. Vol. 10. № 1. P. 5–20.
3. Dietary fructooligosaccharides and potential benefit on health / M. Sabater-Molina, E. Lague, F. Torella, S. Zamora // *Physiol. Biochem*. 2009. Vol. 65. № 3. P. 315–328.
4. Роль пищевых волокон в питании человека / В. А. Тутельян [и др.]. М. : Новое тысячелетие, 2008. 325 с.
5. Glycemic index, glycemic load, and chronic disease risk – a meta-analysis of observational studies / A. W. Barclay [et al.] // *Am. J. Clin. Nutr*. 2008. Vol. 87. P. 627–637.
6. Low glycaemic index diets and blood lipids: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials / L. M. Goff, D. E. Cowland, L. Hooper, G. S. Frost // *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis*. 2013. Vol. 23. № 1. P. 1–10.
7. Пат. № 2444905 Частично гидролизованный зерновой белок A23J3/14, A23J3/34, A23J3/18 / Де саделер Йос Вилли Гислен Корнел (ВЕ), Карлескинд Даниэль Мари-Антуанетт (ВЕ), Маккрае Катарина Хиллагонда (ВЕ), Мехеус Элиза Маргрит Мария (ВЕ) ; заявл. 07.03.2008 ; опубл. 20.03.2012. Режим доступа : <https://www.freepatent.ru/patents/2444905>.
8. Development of a specialized high protein product for adaptive nutrition / E. I. Reshetnik, Yu. I. Derzhapolskaya, S. L. Gribanova, I. V. Khamaganova // *Prensa Medica Argentina*. 2019. T. 105. № 4. С. 197–204.
9. Теоретические аспекты формирования состава напитка для профилактического питания / И. Ю. Сергеева, В. С. Райник, А. С. Марков, Е. А. Вечтомова // *Техника и технология пищевых производств*. 2019. Т. 49. № 3. С. 356–366. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-3-356-366.
10. Изучение кинетики ферментативного гидролиза растительных материалов на примере



овсяной муки / К. В. Доме [и др.] // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности : матер. XIV Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием,

посвящ. 90-летнему юбилею акад. Саковича Г. В. Бийск : Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, 2021. С.263–266. DOI: 10.25699/tohbipp.2021.99.56.010.

Сергеева Ирина Юрьевна, д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой технологии продуктов питания из растительного сырья, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».
E-mail: sergeeva.76@list.ru.

Пермякова Лариса Викторовна, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры технологии продуктов питания из растительного сырья, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».
E-mail: delf-5@yandex.ru.

Райник Виталий Сергеевич, аспирант, кафедра технологии продуктов питания из растительного сырья, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».
E-mail: rainikwit@mail.ru.

Рыбинцева Ольга Анатольевна, студентка, кафедра технологии продуктов питания из растительного сырья, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».
E-mail: rybintseva1985@mail.ru.

* * *

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ О ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ И МЕХАНИЗМЕ ДЕЙСТВИЯ НЕКОТОРЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПЕПТИДОВ

С. Л. Тихонов, Н. В. Тихонова, Н. А. Кольберг, Л. С. Кудряшов

В статье рассмотрены технологии получения пептидов на примере органического синтеза, микроволновой экстракции, химического и ферментативного гидролиза белка и их последующей очистки с помощью мембранной фильтрации, гельэлектрофореза, ионообменной колоночной и высокоэффективной жидкостной хроматографии. Проведена систематизация механизмов действия биологически активных пептидов. Рассмотрены противовирусные или мембраноактивные пептиды, которые разделяют на различные категории в соответствии с механизмами действия, включая ингибиторы связывания/присоединения, ингибиторы слияния и проникновения, ингибиторы вирусных ферментов, ингибиторы репликации и пептиды с прямым и косвенным воздействием на вирусы. Показаны новые стратегии в разработке пептидов-ингибиторов ВИЧ-1. Приведены данные о противогрибковых пептидах, которые способны связываться с клеточной стенкой, проникать через мембраны и вызывать гибель бактериальных клеток. Показана возможность иммунотерапии онкологических заболеваний пептидами, путем их взаимодействия с гексокиназой (HK), Bcl-2 и Bcl-xL, что приводит к разрушению раковых клеток при лейкемии и глиобластоме. Рассмотрены другие механизмы действия на опухолевые клетки. В представленном обзоре показано, что пептиды могут быть выбраны в качестве потенциальных биомаркеров при ранней диагностике онкологии.

Ключевые слова: технология получения пептидов, механизм действия, противовирусная, антибактериальная и противоопухолевая активность, биомаркеры.

Пептиды состоят из аминокислот и являются строительным материалом живого организма. Это соединения, в которых остатки аминокислот связаны друг с другом пептидной связью за счет карбоксильной группы одной и аминогруппы другой аминокислоты. Пептиды в организме выполняют роль «информационных носителей» – они переносят биологическую информацию от одной клетки к другой. При правильно работающей клетке орган функционирует корректно. Если клетка дает сбой в работе клетки, это, как правило, приводит к заболеваниям. Пептиды можно получать из растений, живых организмов, а также искусственно синтезировать.

Известно, что пептиды ингибируют ферменты вирусов, способны проникать в клетки путем встраивания в мембрану клетки, блокируют проникновение вирусов в клетку хозяина, что позволяет считать пептиды альтернативой противовирусным препаратам. Пептиды обладают антимикробным бактерицидным действием при наноконцентрациях [2]. Они вызы-

вают гибель опухолевых клеток и используются как биомаркеры в онкологии.

Биоактивные пептиды различались в зависимости от их вида, аминокислотного состава и последовательности, и их можно было получать различными методами, в частности, органическим синтезом, микроволновой экстракцией, химическим и ферментативным гидролизом. Более того, некоторые методы также влияют на биологическую активность пептидов [3].

Органический синтез пептидов. Органический синтез проводят методом твердофазного синтеза с использованием растворителей, а полученные пептиды идентифицируют масс-спектрометрией, путем определения молекулярной массы. Однако метод органического синтеза является трудоемким и дорогостоящим.

Микроволновая экстракция пептидов

В последнее десятилетие микроволновая экстракция успешно применяется для извлечения многочисленных биологически активных соединений из самых разнообразных при-



родных ресурсов [4]. Этот метод предполагает использование электромагнитного излучения в диапазоне частот от 300 МГц до 300 ГГц для нагрева растворителей, контактирующих с сырьем, с целью отделения интересующих соединений от матрицы образца [5]. Механизм экстракции с помощью микроволн заключается в межмолекулярном и внутримолекулярном трении, а также в движении и столкновении очень большого количества заряженных ионов, вызывающих быстрый нагрев реакционной системы и приводящих к разрушению клеточных стенок и выходу пептидов [6].

Кроме того, микроволновая технология подходит для деградации специальных организмов, таких как водоросли, клетки которых окружены динамичной, сложной и богатой углеводами клеточной стенкой, что делает разрушение клеточных стенок особенно важным [7]. Пептиды извлекаются более избирательно и быстрее с помощью этого метода по сравнению с традиционными способами экстракции. Между тем, этот метод также использует меньше энергии и объема растворителя, имеет меньшие затраты, чем традиционные процессы экстракции [8].

Химический гидролиз

Химический гидролиз белков достигается путем расщепления пептидных связей кислотой или щелочью. Этот метод широко использовался в прошлом для промышленности, потому что он недорог и прост в проведении. Однако химический гидролиз имеет ряд недостатков: трудный процесс контроля гидролиза и тенденция получения модифицированных аминокислот [9], а также образование продуктов с переменным химическим составом и функциональными свойствами. Кислотный гидролиз является важной химической модификацией, которая может существенно изменить структуру и функциональные свойства пептидов [10]. Кислотный гидролиз предпочтителен по сравнению с другими предварительными обработками из-за его низкой стоимости и эффективности [11]. Наиболее распространенным типом используемой разбавленной кислоты является серная кислота (H_2SO_4). Однако были также исследованы азотная кислота (HNO_3), соляная кислота (HCl), фосфорная кислота (H_3PO_4) и другие кислоты [12]. Кислотный гидролиз обычно требует высокой температуры, а гидролизат содержит большое количество

соли. Кроме того, кислотный гидролиз может разрушать триптофан, который является незаменимой аминокислотой [13].

Ферментативный гидролиз

Ферментативная модификация белков с использованием отборных протеолитических ферментных препаратов для расщепления специфических пептидных связей широко применяется в пищевой промышленности [14]. Для гидролиза часто используют ферменты бактериального происхождения, включая алкалазу [15], нейтразы [16] и флавоурзима [17], а также растительного и животного происхождения, включая трипсин [18], пепсин [19], папаин [20], бромелайн [21] и субтилизин [22]. Кроме того, добавление экзогенных ферментов может сделать гидролитический процесс более контролируемым и воспроизводимым. Существует пять независимых переменных ферментативного гидролиза, включая следующие: концентрацию фермента, pH, температуру экстракции, время экстракции и соотношение вода / материал, причем каждый фермент имеет различные условия гидролиза [23].

После выделения пептидов необходимо провести их очистку и идентифицировать структуру.

В типичной процедуре обнаружения биоактивных пептидов пептиды сначала экстрагируются из сырья, экстракт подвергается скринингу на биоактивность, фракционируется с использованием технологии фракционирования, управляемой биоанализом, и, наконец, очищается с получением одного биоактивного пептида. Кроме того, для разработки эффективного процесса очистки используют мембранные системы фильтрации, гельхроматографию, ионообменную колоночную хроматографию и высокоэффективную жидкостную хроматографию [24–27].

Противовирусные или мембраноактивные пептиды. На протяжении всей истории человечества вирусные инфекционные заболевания приводили к миллионам смертей и создавали значительную нагрузку на общественное здравоохранение. В настоящее время научные сообщества, должностные лица здравоохранения и правительственные организации прилагают огромные усилия для выявления, лечения и профилактики вирусной инфекции. Однако сложный жизненный цикл и быстрые генетические мутации вирусов требуют непрерывной разработки новых лекарственных средств

с высокой эффективностью. По данным исследователей [28], пептиды являются перспективными средствами борьбы с распространением и повторным возникновением вирусной инфекции.

Одной из проблем мирового здравоохранения является распространение коронавирусной инфекции. Известные коронавирусы, заражающие человека, такие как: коронавирус тяжелого острого респираторного синдрома (SARS-CoV), коронавирус ближневосточного респираторного синдрома (MERS-CoV), новый SARS-CoV-2, коронавирус человека (HCoV)-NL63, HCoV-229E, HCoV-OC43 и HKU1 вызывают респираторные инфекции легкой и тяжелой степени. Заболевания, вызываемые вирусами млекопитающих и птиц семейства *Corona viridae*, представляют собой значительную нагрузку для экономики и общественного здравоохранения. Из-за участившихся сообщений о вирусной резистентности, сопутствующих инфекциях и появлении вирусных эпидемий, таких как COVID-19, доступные противовирусные препараты демонстрируют низкую эффективность или вообще неэффективны [29], а производство новых эффективных препаратов или вакцин также является сложной задачей. Учитывая эти обстоятельства, значительно возросла потребность в разработке новых противовирусных препаратов. В последние годы противовирусные пептиды животного происхождения вызывают все больший интерес, поскольку они являются высокоспецифичными и эффективными и обладают активностью широкого спектра действия с минимальными побочными эффектами [30]. Противовирусные пептиды, обладающие активностью против вирусов семейства *Corona viridae*, разделяют на различные категории в соответствии с механизмами их действия, включая ингибиторы связывания/присоединения, ингибиторы слияния и проникновения, ингибиторы вирусных ферментов, ингибиторы репликации и пептиды с прямым и косвенным воздействием на вирусы [31].

В последнее время особое внимание уделяется пептидам, влияющим на развитие ВИЧ-1 [32]. Новые стратегии в разработке ингибиторов слияния/проникновения основаны на создании пептидов двойного назначения с синергическими противовирусными эффектами. Современные исследования направлены на создание пептидов двойного применения,

состоящих из пептидных доменов белков оболочки E2 и E1 из пегивируса человека, с целью их действия на слитые пептидные домены ВИЧ-1 gp41. Отмечена высокая ингибирующая роль фрагмента белка E1 (домен 139–156), взаимодействующего с пептидом слияния ВИЧ-1 на мембранном уровне. В результате исследований были химически синтезированы [33] два различных пептида двойного нацеливания, где пептид E1 расположен на N- или C-конце соответственно, и отличаются высокой противовирусной активностью к ВИЧ. Изучение функционального поведения пептидов в мембранной среде, связанной с распознаванием пептидов сайтов-мишеней на gp41, конформацией пептида, а также средством пептида к мембране, показывает, что противовирусная активность пептидов двойного назначения напрямую связана со средством пептида и его последующей сборкой в мембрану. В результате исследований доказано, что пептиды-ингибиторы слияния взаимодействуют с N-концевой областью gp41, встраиваются в мембрану и приводят к гибели вируса [34].

Высокие противовирусные свойства проявляют мембраноактивные пептиды. Проникающие в клетки пептиды (CPPs) представляют собой группу мембраноактивных пептидов, которые в основном функционируют как переносчики грузов, хотя они также могут проявлять противовирусную активность, в частности, АМФ мелиттин и CPP pVEC. Пептидомембранные взаимодействия изучаются с помощью биофизических оптических методов с последующей обработкой изображения. Структурное исследование мембраноактивных пептидов в присутствии мембраны свидетельствует о влиянии мембранной среды на конформации пептидов. Методы визуализации в реальном времени позволяют исследовать действие пептидов на уровне одной клетки или одной молекулы. В дополнение к этим экспериментальным биофизическим методам моделирование молекулярной динамики дает представление о пептиднолипидных взаимодействиях и динамике процесса проникновения в клетку с атомарной детализацией [35].

Многочисленные пептиды препятствуют проникновению вирусов через оболочку в клетку. Установлено, что некоторые из этих пептидов ингибируют множество неродственных вирусов и обладают широким спектром действия, называемым межфазной активно-



стью. Они в некоторой степени гидрофобны и амфипатичны, со склонностью взаимодействовать с межфазными зонами липидных двухслойных мембран. Авторы [36] разделили пептиды по способности разделяться и нарушать целостность мембраны, но не обладающих известной противовирусной активностью. Различные семейства межфазноактивных пептидов вызывали мощное ингибирование всех вирусов в оболочке, протестированных при низких и субмикромольных концентрациях, значительно ниже диапазона, в котором они токсичны для клеток млекопитающих. Эти мембраноактивные пептиды блокируют поглощение и слияние с клеткой-хозяином, быстро и непосредственно взаимодействуя с вирионами, дестабилизируя вирусную оболочку и стимулируя агрегацию вируса и/или слияние межвирионной оболочки. Следовательно, молекулярные характеристики, общие для этих пептидов, могут быть использованы для разработки, оптимизации или молекулярной эволюции новых противовирусных терапевтических средств широкого спектра действия [36].

Следует отметить, что современные методы оценки эффективности пептидов против вирусов, находящихся в оболочке, на основе липосом или гемолиза затруднены искусственной природой липосом или особым составом мембран используемых эритроцитов. Авторы [37] предложили новую систему анализа эффективности противовирусных пептидов, основанную на ферментативных частицах, подобных вирусу Эбола, содержащих чувствительный репортер люциферазы. Исследования подтверждены несколькими катионными и анионными пептидами и в сравнении с исследованиями по инаktivации лентивируса и гемолитическими анализами. Предложенная система оценки эффективности противовирусной активности пептидов отличается высокой чувствительностью и доступностью при выполнении в стандартной лаборатории уровня биобезопасности с возможностью использования высокопроизводительных экранов. Применение вирусоподобных частиц в анализе обеспечивает систему, максимально близкую к естественным вирусам, устраняя некоторые проблемы, связанные с другими, более искусственными установками.

Авторами [38] установлено, что пептид CAM-W (KWKLWKKIEKWGQGIGAVLKWLT-TWL) обладает высокой противовирусной ак-

тивностью против инфекционных лентивирусных векторов и филовиральных вирусоподобных частиц.

Пептиды животного происхождения проявляют широкий спектр антибактериальной активности по сравнению с пептидами, продуцируемыми бактериями, в то время как последние демонстрируют высокую эффективность даже при крайне низких концентрациях. Большинство противомикробных пептидов содержат 50 аминокислот и менее; около 50% из них являются гидрофобными аминокислотами и часто образуют амфипатические трехмерные структуры [38].

Некоторые исследователи [39] выделили из крови и мяса крупного рогатого скота пептиды с антимикробными свойствами против кишечной и синегнойной палочки, сальмонеллеза и золотистого стафилококка (*Bacillus cereus* и *Listeria monocytogenes*).

Противогрибковые пептиды. *Candida albicans* – широко распространенный в окружающей среде одноклеточный дрожжевой гриб. Будучи сапрофитами, они содержатся в почве, некоторых продуктах, остатках органических веществ. Небольшое содержание грибов обнаружено на слизистых поверхностях носа, глотки, влагалища, органов пищеварения. При сбое иммунной системы и интенсивном росте грибы оказывают негативное влияние на организм и могут стать причиной развития ряда заболеваний: молочницы, поражения кожи у лиц, страдающих сахарным диабетом, вызывают инфекции у пациентов с постоянными катетерами и могут спровоцировать заражение крови при иммунодефиците. Клетки *Candida* образуют сообщества биопленок, устойчивых к большинству доступных в настоящее время противогрибковых средств. Увеличение числа тяжелых инфекций, приводящих к грибковому септическому шоку у пожилых пациентов или пациентов с ослабленным иммунитетом, наряду с появлением штаммов, устойчивых к лекарственным средствам, настоятельно требует разработки альтернативных противогрибковых средств. В поисках новых противогрибковых препаратов авторы [40] доказали, что две рибонуклеазы человека из суперсемейства специфичных для позвоночных РНК, hRNase3 и hRNase7, проявляют высокую противогрибковую активность. N-концевой области РНКаз было достаточно для воспроизведения большей части

бактерицидной активности родительского белка. Пептиды RN3 и RN7 проявляли наиболее мощный ингибирующий эффект с механизмом действия, характеризующимся связыванием с клеточной стенкой, проницаемостью мембран и активностью по уничтожению биопленок. Оба пептида способны уничтожать планктонные и сидячие клетки и изменять экспрессию их генов [40].

Пептиды при онкологических заболеваниях. В настоящее время иммунотерапия рака достигла больших положительных клинических результатов и постоянно совершенствуется. Однако иммунотерапия рака до сих пор не смогла улучшить результаты для большинства «холодных опухолей», которые характеризуются низкой инфильтрацией иммунных клеток и иммуносупрессивным микроокружением опухоли. Повышение чувствительности холодных опухолей к иммунотерапии рака путем стимуляции компонентов микроокружения опухоли является стратегией, проводимой в последнее десятилетие. В настоящее время большинство агентов, используемых для модификации микроокружения опухоли, представляют собой небольшие молекулы или антитела. Малые молекулы проявляют низкое сродство и специфичность к мишени, а антитела имеют такие недостатки, как плохое проникновение в ткани и высокая стоимость производства. Пептиды не имеют таких недостатков и, следовательно, являются перспективными материалами для иммуномодулирующих агентов [41].

Авторами [41] получены проникающие в клетки пептиды, которые взаимодействуют с гексокиназой (HK), Vcl-2 и Vcl-xL и индуцируют гибель раковых клеток при лейкемии и глиобластоме. Установлена чувствительность панели генетически охарактеризованных линий раковых клеток, различающихся по происхождению и несущих мутации, к индуцированному пептидом апоптозу на основе VDAC1. Нераковые клеточные линии в меньшей степени подвергались воздействию пептидов. Сконструированные пептиды на основе VDAC1 с целью улучшения нацеливания, селективности и клеточной стабильности, включая R-Tf-D-LP4, содержащий последовательность интернализации рецептора трансферрина (Tf), которая позволяет нацеливать пептид на раковые клетки, которые, как известно, сверхэкспрессируют рецептор трансферрина. Способ действия пептидов на основе VDAC1 включает отделение

HK, препятствующее действию антиапоптотических белков и, таким образом, активирующее множество путей, приводящих к нарушению гомеостаза энергии и метаболизма клеток и индукции апоптоза. В мышинных моделях ксенотрансплантата глиобластомы, рака легких и молочной железы R-Tf-D-LP4 ингибировал рост опухоли, одновременно вызывая массовую гибель раковых клеток, в том числе раковых стволовых клеток. Таким образом, пептиды на основе VDAC1 предлагают инновационную новую концептуальную основу для терапии рака.

В настоящее время имеется множество данных о секвенировании всего генома/экзома опухолей, и многие опухолевые антигены, особенно мутантные антигены (неоантигены), были идентифицированы для иммунотерапии рака. Однако лишь небольшая часть пептидов из этих антигенов индуцирует цитотоксические Т-клеточные реакции. Поэтому эффективные методы идентификации этих антигенных пептидов имеют решающее значение. Современные модели связывания основного комплекса гистосовместимости (МНС) и антигенного прогнозирования все еще неточны. В исследовании авторов [42] 360 9-мерных пептидов с подтвержденной иммунологической активностью были отобраны для построения модели прогнозирования неоантигена опухоли (POTN), модели иммуногенного прогнозирования, специфичной для аллеля антигена лейкоцитов человека-A2. Основываясь на физико-химических свойствах аминокислот, таких как склонность к остаткам, гидрофобность и соотношение органический растворитель/вода, авторы использовали POTN для скрининга пептидов на антиген рака яичек, расположенный на X-хромосоме, и идентифицировали несколько пептидов, которые могут вызывать иммуногенность. Определение свойств, связанных с Т-клеточным ответом или иммуногенностью, открывает путь к пониманию комплекса рецепторов МНС / пептид / Т-клетка. POTN является эффективной моделью прогнозирования для скрининга высокоаффинных иммуногенных пептидов из опухолевых антигенов и, таким образом, предоставляет полезную информацию для разработки иммунотерапии рака [42].

Исследованиями, приведенными в [43], установлено, что пептиды R-DIM-P-LF11-322 и DIM-LF11-318, полученные из лактоферрицина, проявляют противоопухолевую активность в отношении меланомы человека. В то



время как R-DIM-P-LF11-322 специфически взаимодействует с раковыми клетками, неспецифический DIM-LF11-318 проявляет также активность в отношении неопухолевых клеток. Установлено, что раковые клетки экспонируют отрицательно заряженный липид фосфатидилсерин (PS) во внешнем листе плазматической мембраны, в то время как нераковые клетки просто экспонируют нейтральные липиды, такие как фосфатидилхолин (PC) или холестерин. Исследования калориметрического и дзета-потенциала с использованием R-DIM-P-LF11-322 и липосом, имитирующих рак, состоящих из PS, PC и холестерина, показывают, что специфичный для рака пептид специфически взаимодействует с PS. Пептид R-DIM-P-LF11-322 проникает в раковую клетку специфически через PS и достигает внутриклеточных органелл, разрушают комплекс Гольджи, вызывают набухание митохондрий и апоптоз.

Авторами [43] использованы библиотеки пептидов с фаговым дисплеем и одним шариком с одним соединением (ОВОС), для обнаружения пептидов, нацеленных на опухоль.

Пептиды как биомаркеры. Мультиформная глиобластома (GBM) является наиболее агрессивной опухолью головного мозга с плохим прогнозом для большинства пациентов. Иммуноterapia GBM считается потенциально полезным вариантом лечения, оптимальная реализация которого может зависеть от знакомства с опухоле-специфическими антигенами, представленными клетками GBM в виде пептидов HLA. Кроме того, раннее выявление GBM, например, с помощью обычного анализа крови, может улучшить выживаемость даже при существующих методах лечения. Авторами [44] проведено исследование по анализу пептидома HLA (иммунопептидома) растворимых в плазме молекул HLA (sHLA) 142 образцов плазмы и мембранного HLA опухолей GBM 10 образцов опухолей этих пациентов. Образцы опухоли были свежзаморожены сразу после операции, а образцы плазмы были взяты до и после операции. В общей сложности этот анализ пептидома HLA включал 52 различных аллотипа HLA и привел к идентификации более 35 000 различных пептидов HLA. Отмечены сильные корреляции в интенсивности сигнала и в репертуаре идентифицированных пептидов между опухолями и растворимыми в плазме пептидомами HLA отдельных пациентов, тогда как наблюдались низкие корреляции между этими пептидомами HLA и протеомами опухолей. Пеп-

тиды HLA, полученные из антигенов рака яичек (СТА), были выбраны на основе их присутствия среди пептидомов HLA пациентов и отсутствия экспрессии их исходных генов в здоровых тканях человека. Кроме того, пептиды были выбраны в качестве потенциальных биомаркеров, если их уровни в пептидоме плазмы-sHLA были значительно снижены после удаления опухолевой массы. СТА, выявленные среди проанализированных пептидомов HLA, предоставляют новые возможности для персонализированной иммунотерапии и ранней диагностики GBM. 9.

Выводы

В обзоре приведены данные о том, что пептиды животного происхождения вызывают большой интерес, поскольку они обладают высокоспецифичным и эффективным противовирусным действием с минимальными побочными эффектами. Пептиды могут быть получены с помощью органического синтеза, микроволновой экстракцией, химическим и ферментативным гидролизом с последующей очисткой с помощью ионообменной колоночной и высокоэффективной жидкостной хроматографией. Пептиды животного происхождения проявляют широкий спектр антибактериальной активности по сравнению с пептидами, продуцируемыми бактериями. При систематизации научных исследований показано, что культуры опухолевых клеток, различающихся по происхождению, чувствительны к пептидам. С помощью биотехнологических методов могут быть сконструированы пептиды со способностью нацеливания только на раковые клетки. Такие пептиды нарушают гомеостаз опухолевых клеток и вызывают их гибель. Пептиды могут быть использованы в качестве потенциальных биомаркеров для персонализированной иммунотерапии и ранней диагностики онкологических заболеваний. Пептиды обладают большим потенциалом и могут широко использоваться в качестве действующих начал в составе биологически активных добавок и лекарственных препаратов.

Список литературы

1. Bolatchiev A. Antibacterial activity of human defensins against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* // *Biology, Medicine*. 2020. Vol. 25. P. 1–14. DOI:10.7717/peerj.10455.
2. Agyei D., Ongkudon C. M., Wei C. Y. Danquah, Bioprocess challenges to the isolation and purification of bioactive peptides // *Food and Bioprocess Processing*. 2016. Vol. 98. P. 244–256.

3. Solvent free microwave-assisted extraction of antioxidants from sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) food by-products / S. Perino-Issartie, Zill-e-Huma, M. Abert-Vian, F. Chemat // *Food and Bioprocess Technology*. 2011. Vol. 4. № 6. P. 1020–1028.
4. Cell viability assays / T. L. Riss, R. A. Moravec, A. L. Niles, L. Minor // *Assay Guidance Manual*. 2016. Vol. 3. № 5. P. 1031–1049.
5. Alternative and efficient extraction methods for marine-derived compounds / C. Grosso, P. Valentao, F. Ferreres, P. B. Andrade // *Marine Drugs*. 2015. Vol. 13. № 5. P. 3182–3230.
6. Evolution and diversity of plant cell walls: from algae to flowering plants / Z. A. Popper [et al.] // *Annual Review of Plant Biology* Eds. 2011. Vol. 62. P. 567–588.
7. Belanger J. M. R., Par J. R. J. Applications of microwave-assisted processes (MAP) to environmental analysis // *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2006. Vol. 386. № 4. P. 1049–1058.
8. Vijaykrishnaraj M., Prabhasankar P. Marine protein hydrolysates: their present and future perspectives in food chemistry – a review // *RSC Advances*. 2015. Vol. 5. № 44. P. 34864–34877.
9. Lee J., Jeffries T. W. Efficiencies of acid catalysts in the hydrolysis of lignocellulosic biomass over a range of combined severity factors // *Bioresource Technology*. 2011. Vol. 102. № 10. P. 5884–5890.
10. Typical conversion of lignocellulosic biomass into reducing sugars using dilute acid hydrolysis and alkaline pretreatment / Y.-L. Loow [et al.] // *Cellulose*. 2016. Vol. 23. № 3. P. 1491–1520.
11. Xu Z., Huang F. Pretreatment methods for bioethanol production // *Applied biochemistry and biotechnology*. 2014. Vol. 174. № 1. P. 43–62.
12. Kristinsson H. G., Rasco B. A. Fish protein hydrolysates: production, biochemical, and functional properties // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2000. Vol. 40. № 1. P. 43–81.
13. Proteolytic and peptidolytic activities in commercial pancreatic protease preparations and their relationship to some whey protein hydrolysate characteristics / M. M. Mullally [et al.] // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1994. Vol. 42. № 12. P. 2973–2981.
14. Selective induction of cancer cell death by VDAC1-based peptides and their potential use in cancer therapy / A. Shteinfein-Kuzmine [et al.] // *Mol Oncol*. 2018. № 12 (7). P. 1077–1103.
15. Antioxidant and antihypertensive protein hydrolysates produced from tuna liver by enzymatic hydrolysis / J.-Y. Je, K.-H. Lee, M. H. Lee, C.-B. Ahn // *Food Research International*. 2009. Vol. 42. № 9. P. 1266–1272.
16. Study on the Preparation of Oyster Antioxidant Hydrolysates with Different Enzymatic Methods / V. Y. Liu [et al.] // *Proceedings of the 4th International Conference on Energy and Environmental Protection (Icep '15)*. 2015. P. 4225–4233.
17. Hydrolysis and purification of ACE inhibitory peptides from the marine microalga *Isochrysis galbana* / H. Wu [et al.] // *Journal of Applied Phycology*. 2014. Vol. 27. № 1. P. 351–361.
18. Ko S.-C., Kim D., Jeon Y.-J. Protective effect of a novel antioxidative peptide purified from a marine *Chlorella ellipsoidea* protein against free radical-induced oxidative stress // *Food and Chemical Toxicology*. 2012. Vol. 50. № 7. P. 2294–2302.
19. In vitro antiviral activities of enzymatic hydrolysates extracted from byproducts of the Atlantic holothurian *Cucumaria frondosa* / L. Tripoteau, G. Bedoux, J. Gagnon, N. Bourgougnon // *Process Biochemistry*. 2015. Vol. 50. № 5. P. 867–875.
20. Functional and potential therapeutic ACE-inhibitory peptides derived from bromelain hydrolysis of trevally proteins / J. Salampeyy, N. Reddy, K. Kailasapathy, M. Phillips // *Journal of Functional Foods*. 2015. Vol. 14. P. 716–725.
21. Physical and oxidative stability of fish oil-in-water emulsions stabilized with fish protein hydrolysates / P. J. Garc'ia-Moreno, A. Guadix, E. M. Guadix, C. Jacobsen // *Food Chemistry*. 2016. Vol. 203. P. 124–135.
22. Optimization of the extraction and stability of antioxidative peptides from mackerel (*Pneumatophorus japonicus*) protein / X. Wang [et al.] // *Biomed Research International*. 2017. Vol. 2017. P. 14.
23. Recent advances in separation of bioactive natural products / Q. Ren [et al.] // *Chinese Journal of Chemical Engineering*. 2013. Vol. 21. № 9. P. 937–952.
24. Separation of chito-oligomers with several degrees of polymerization and study of their antioxidant activity / K. Li [et al.] // *Carbohydrate Polymers*. 2012. Vol. 88. № 3. P. 896–903.
25. Purification and characterization of novel antioxidant peptides from enzymatic hydrolysates of tilapia (*Oreochromis niloticus*) skin gelatin / Y. Zhang, X. Duan, Y. Zhuang // *Peptides*. 2012. Vol. 38. № 1. P. 13–21.
26. Partial purification and identification of three antioxidant peptides with hepatoprotective effects from blue mussel (*Mytilus edulis*) hydrolysate by peptic hydrolysis / S. Y. Park, Y.-S. Kim, C.-B. Ahn, J.-Y. Je // *Journal of Functional Foods*. 2016. Vol. 20. P. 88–95.



27. Functional significance of bioactive peptides derived from soybean / B. P. Singh, S. Vij, S. Hati // *Peptides*. 2014. Vol. 54. P. 171–179.
28. Peptides to combat viral infectious diseases / S. Al-Azzam [et al.] // *Peptides*. 2020. № 134. P. 170402.
29. Antiviral peptides against Coronaviridae family: A review / H. Heydari [et al.] // *Peptides*. 2021. № 139. P. 170526.
30. Peptide Assembly on the Membrane Determines the HIV-1 Inhibitory Activity of Dual-Targeting Fusion Inhibitor Peptides / M. J. Gomara [et al.] // *Sci Rep*. 2019. № 9 (1). P. 3257.
31. Membrane Active Peptides and Their Biophysical Characterization / F. G. Avci, B. S. Akbulut, E. Ozkirimli // *Biomolecules*. 2018. № 8 (3). P. 77.
32. Broad-Spectrum Antiviral Entry Inhibition by Interfacially Active Peptides / A. R. Hoffmann [et al.] // *J Virol*. 2020. № 94 (23). P. e01682-20.
33. An enzymatic assay based on luciferase Ebola virus-like particles for evaluation of virolytic activity of antimicrobial peptides / M. Peskova [et al.] // *Peptides*. 2017. № 88. P. 87–96.
34. Lantibiotics: insight and foresight for new paradigm / J. I. Nagao [et al.] // *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2006. № 102 (3). P. 139–149. Access mode : <https://doi.org/10.1263/jbb.102.139>.
35. Antimicrobial and human cancer cell cytotoxic effect of synthetic angiotensin-converting enzyme (ACE) inhibitory peptides // *Food Chemistry*. № 107 (1). P. 327–336. Access mode : <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.036>.
36. Insight into the Antifungal Mechanism of Action of Human RNase N-terminus Derived Peptides / V. A. Salazar [et al.] // *Int J Mol Sci*. 2019. № 20 (18). P. 4558.
37. Insight into the Antifungal Mechanism of Action of Human RNase N-terminus Derived Peptides / V. A. Salazar [et al.] // *Int J Mol Sci*. 2019. № 20 (18). P. 4558.
38. Furukawa N., Popel A. S. Peptides that immunoinactivate the tumor microenvironment // *Biochim Biophys Acta Rev Cancer*. 2021. № 1875 (1). P. 188486.
39. Selective induction of cancer cell death by VDAC1-based peptides and their potential use in cancer therapy / A. Shteinifer-Kuzmine [et al.] // *Mol Oncol*. 2018. № 12 (7). P. 1077–1103.
40. POTN: A Human Leukocyte Antigen-A2 Immunogenic Peptides Screening Model and Its Applications in Tumor Antigens Prediction / Q. Meng [et al.] // *Front Immunol*. 2020. № 11. P. 02193.
41. POTN: A Human Leukocyte Antigen-A2 Immunogenic Peptides Screening Model and Its Applications in Tumor Antigens Prediction / Q. Meng [et al.] // *Front Immunol*. 2020. № 11. P. 02193.
42. Interaction of two antitumor peptides with membrane lipids – Influence of phosphatidylserine and cholesterol on specificity for melanoma cells / C. Wodlej [et al.] // *PLoS One*. 2019. № 14 (1). P. e0211187.
43. Tumor-targeting peptides from combinatorial libraries / R. Liu, X. Li, W. Xiao, K. S. Lam // *Published correction appears Adv Drug Deliv Rev*. 2017. № 110–111. P. 13–37.
44. Identification of Tumor Antigens Among the HLA Peptidomes of Glioblastoma Tumors and Plasma / Shraibman [et al.] // *Molecular & cellular proteomics : MCP*. 2019. Vol. 18,6. P. 1255–1268.

Тихонов Сергей Леонидович, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой пищевой инженерии, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет».

E-mail: tihonov75@bk.ru.

Тихонова Наталья Валерьевна, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры пищевой инженерии, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет».

E-mail: tihonov75@bk.ru.

Кольберг Наталья Александровна, канд. ветеринар. наук, доцент, доцент кафедры пищевой инженерии, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет».

E-mail: innomed13@mail.ru.

Кудряшов Леонид Сергеевич, д-р техн. наук, профессор, ФГНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН.

E-mail: lskudryashov@yandex.ru.

* * *

АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ И ОЦЕНКА СВОЙСТВ ОРГАНИЧЕСКОЙ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Л. Н. Третьяк, М. Б. Ребезов, В. Л. Гебель, А. В. Мифтахутдинов

В статье подчеркивается значимость выполнения Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года, направленной на обеспечение полноценного питания и повышение качества жизни населения. Приведены результаты оценки потребительских предпочтений свойствами органической пищевой продукции. В основу оценки положены результаты анкетного опроса, проведенного авторами посредством площадки Google-Формы. Выявлена относительно невысокая степень информированности респондентов (42,7%) о существовании органической пищевой продукции. Подтверждено, что органическая пищевая продукция пока не находит применения у потребителя: ежедневно ее приобретает лишь 12% опрошенных. Установлено, что состав, срок годности, аромат и вкус – наиболее значимые факторы выбора продукции сельского хозяйства. На цену обращают внимание практически половина (58,2%) участников опроса. Подавляющее большинство потребителей отдают предпочтение молочной и кисломолочной продукции (80,9%). Среди выявленных причин отказа от приобретения органической продукции респонденты назвали: отсутствие доказательств принадлежности продукции к «органической», отсутствие информации о данном виде продукции и отличиях между органической и традиционной продукцией. Подтверждена необходимость информирования населения о преимуществах органической пищевой продукции. Среди основных рекомендованы массовое информирование потребителей о достоинствах этой группы пищевой продукции, проведение рекламных кампаний.

Ключевые слова: органическая пищевая продукция, социологическое исследование, потребительские предпочтения, респонденты.

В настоящее время рынок органической продукции – один из динамично развивающихся секторов экономики. В Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года (Стратегия) [1], ориентированной «на обеспечение полноценного питания, профилактику заболеваний, увеличение продолжительности и повышение качества жизни населения» подчеркивается, что «потребление пищевой продукции с низкими потребительскими свойствами негативно влияет на здоровье населения и является одной из причин снижения качества жизни». Кроме этого, в Стратегии сделан акцент на «неоправданное избыточное использование в процессе сельскохозяйственного производства пестицидов, удобрений, рост стимулирующих и лекарственных препаратов для ветеринарного применения, а также нарушение сроков их выведения из организма продуктивных животных». Справедливо отмечено, что эти факторы «приводят к загрязнению пищевого сырья и продуктов

питания». В связи с этим появляется необходимость в производстве органических продуктов, которое предполагает запрет на применение агрохимикатов, антибиотиков, ГМО и вредных технологий, что позволит потребителю приобрести качественную и безопасную продукцию.

Известно, что степень удовлетворения продуктом потребностей покупателей определяется его свойствами (потребительскими). Согласно ФЗ № 29 «О качестве и безопасности пищевых продуктов», потребительские свойства – это совокупность физико-химических, органолептических и микробиологических показателей.

В товароведческой деятельности современных предприятий оценка потребительских предпочтений свойств продукции занимает одно из ключевых мест в общей системе [2–4]. Важность оценки потребительских предпочтений обоснована во многих исследованиях [5–7], в частности, проведенных авторами статьи [8–10]. Под оценкой потребительских свойств принято понимать совокупность операций по выбору



показателей качества оцениваемой продукции, определению значений этих показателей и их сопоставление с базовыми. Оценку проводят для определения основных показателей качества продукции и последующего их улучшения [11]. Улучшение качества продукции на основе оценки потребительских свойств стимулирует рост объемов потребления и, следовательно, последующих объемов производства. Это обусловлено тем, что более высокое качество не только формирует высокий уровень потребления, но и изменяет характер уже имеющихся потребностей, способствует развитию общественного производства и повышению уровня жизни населения. Обязательность проведения оценки потребительских свойств обусловлена тем, что она базируется на анализе пищевой (биологической) ценности, а это в значительной мере приближает ее к оценкам товара потребителями.

Для удовлетворения их постоянно растущих запросов необходимо учитывать и улучшать потребительские свойства, характерные для определенного вида продукции.

При анализе потребительских предпочтений органической продукции нами преследовалась цель оценить востребованность продуктов, обладающих повышенной биологической ценностью, определяемой, в частности, ее химическим составом.

Известно, что степень соответствия между свойствами продукции и удовлетворяемыми с ее помощью потребностями определяет каче-

ство продукции. Чем выше уровень удовлетворенности потребителя, тем больше конкурентных преимуществ приобретает производитель продукции.

Материалы и используемые методы

Объект исследования научной работы – востребованность пищевой продукции у потребителя.

Предмет исследования – особенности потребительских предпочтений органической пищевой продукции, выявленные по результатам анкетного опроса.

В качестве метода социологического исследования был выбран опрос, проведенный посредством площадки Google-Формы [12], на которой нами была размещена авторская анкета «Оценка востребованности органической пищевой продукции». Материал для исследования – статистические данные потребительских предпочтений, полученные авторами статьи при проведении опроса. Анализ полученных данных выполнен с применением статистической обработки инструментов графической систематизации. При обобщении результатов использовались методы системного анализа.

Результаты исследований и их обсуждение

В исследовании приняли участие 220 человек в возрасте от 14 до 75 лет (рис. 1). Преобладающее число респондентов – возрастная группа от 25 до 44 лет (92 человека). При этом

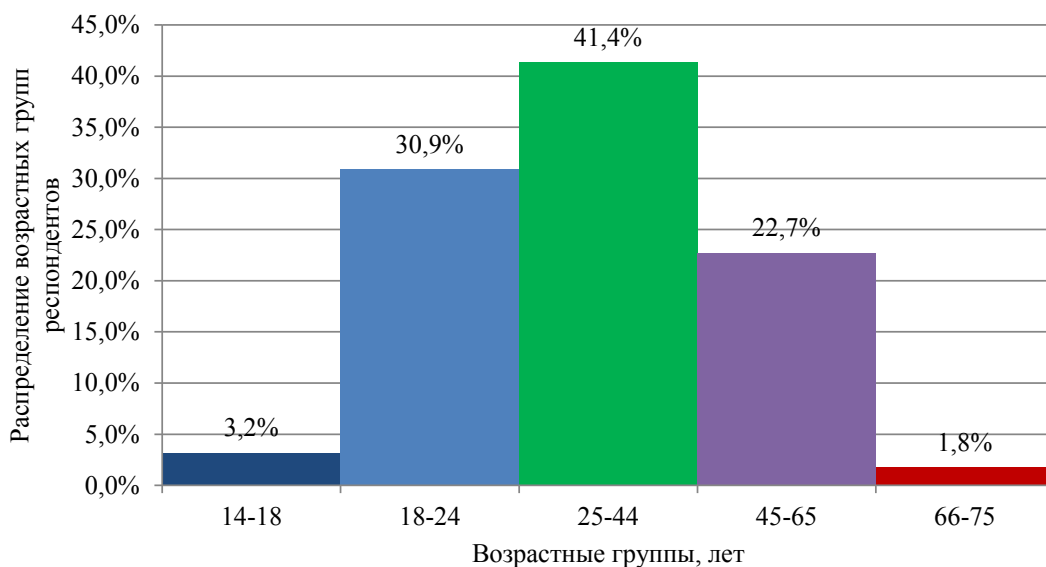


Рис. 1. Распределение возрастных групп респондентов

по гендерному признаку преобладали женщины (64,5%), что объясняется более активным их участием в маркетинговых опросах и более внимательным отношением к своему рациону питания. По социальному статусу большинство среди опрошенных составили работники государственного и бюджетного секторов (рис. 2). Следует отметить, что четвертую часть опрошенных составили студенты, что объясняется их активностью и умением быстро осваивать информационные ресурсы.

Большая часть респондентов – жители Оренбургской области (74,5%), из которых 157 человек проживают в Оренбурге (рис. 3). Возможности распространения информации в сети Интернет позволили опросить жителей Московской, Ленинградской, Самарской и других областей России. Кроме этого, в опросе уча-

ствовали жители республик Казахстана и Башкортостана.

Большинство респондентов (61,9%), как показали результаты опроса, внимательно относятся к своему здоровью. Однако каждый четвертый (25,1%) уделяет своему здоровью недостаточное внимание или вовсе безразличны к нему (13%). Практически половине респондентов (42,7%) известно о существовании органической продукции (рис. 4), хотя приобретают подобную продукцию незначительная часть опрошенных (6,9%). Примерно каждый пятый (21%) респондент впервые слышит о данном виде продукции. Установленный факт о недостаточно развитом спросе на органическую продукцию подтверждается и авторами других исследований, в частности, проведенными в ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского [13].

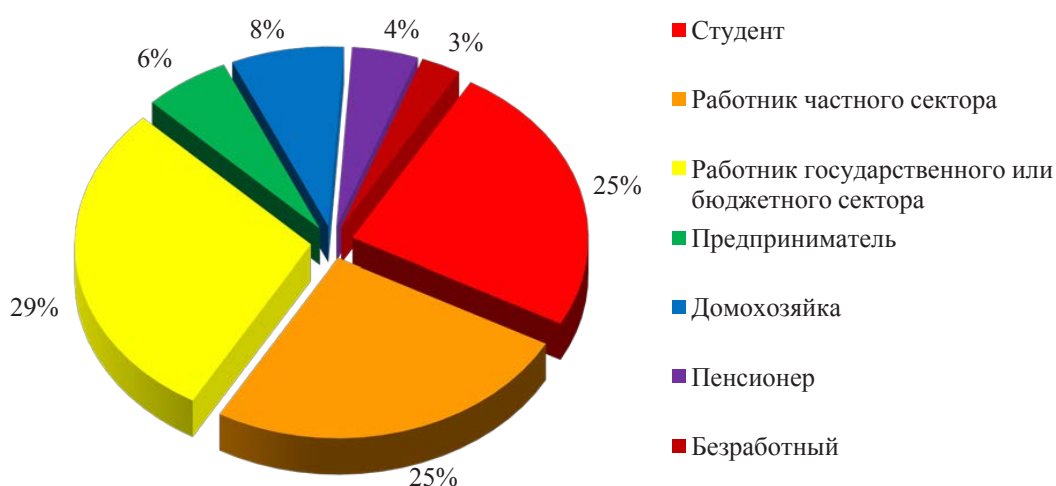


Рис. 2. Распределение респондентов по социальному статусу

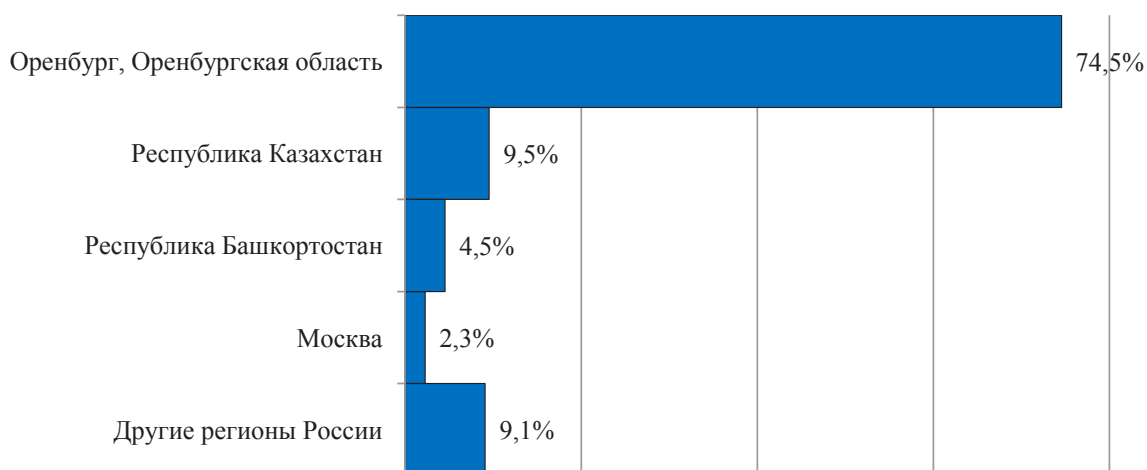


Рис. 3. Территориальное распределение респондентов



Среди всех представленных нами определений термина «органическая продукция» респонденты преимущественно (77,3%) выбрали «продукция, произведенная без использования ГМО, антибиотиков, агрохимикатов, гормонов и вредных технологий» (рис. 5), что и соответствует определению термина «органическая продукция», регламентированному в нормативной документации.

Следует отметить, что при проведенной ранее (2020 год) другими авторами оценке ос-

новных тенденций спроса потребителей при покупке органической продукции (на примере мяса и мясных изделий) установлено, что «для большинства респондентов фермерская продукция и органическая продукция – два равнозначных и взаимозаменяемых понятия» [14].

Можно предположить, что осведомленность населения о сущности (характерных признаках) органической продукции связана с активным развитием данной сферы производства в течение пяти лет и повышением степени

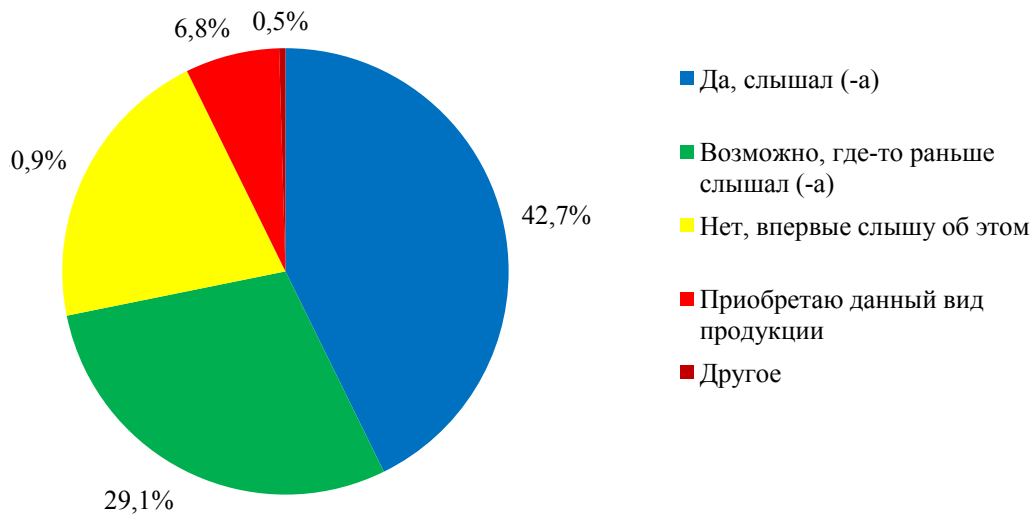


Рис. 4. Степень информированности респондентов о существовании органической пищевой продукции



Рис. 5. Определение термина «пищевая органическая продукция» в понимании респондентов

информированности населения об этом виде продукции.

По результатам опроса (рис. 6), продукцию сельского хозяйства чаще всего покупают на рынках (53,6%) и в крупных сетевых магазинах (50%). Примерно каждый четвертый потребитель приобретает продукцию сельского хозяйства в небольших продуктовых магазинах и специализированных продуктовых киосках. Не востребованы или недостаточно распространены случаи ее приобретения в интернет-магазинах.

Исследования подтвердили, что органическая пищевая продукция пока не находит распространение у потребителя: ежедневно ее приобретает лишь 12% опрошенных. При этом преимущественно один или чаще чем один раз в неделю – 67,3%, реже одного раза в неделю – 10%. Определяющим фактором при выборе продукции сельского хозяйства для большинства респондентов является состав (70%) и срок годности (65,9%). При этом на цену обращают внимание половина (58,2%) участников опроса,



Рис. 6. Места приобретения продукции сельского хозяйства



Рис. 7. Характеристики, определяющие выбор пищевой продукции



почти столько же из них (55,9%) отдают предпочтение аромату и вкусу (рис. 7). Наименее значимыми факторами при выборе продукции сельского хозяйства, по мнению участников опроса, является упаковка и наличие сертификационных знаков на упаковке. Причем примерно каждый второй (51,4%) из респондентов ищет на упаковке знаки «био», «эко», «без ГМО» или «органик», в то же время почти 30% из них не обращают на это внимание.

Преобладающее большинство респондентов (66,8%) согласны приобретать органическую продукцию сельского хозяйства, при этом основным потребительским свойством они считают безопасность (80%). Немаловажным для потребителя при выборе продукции также является химический состав (68,6%) и срок годности (59,5%). Примерно каждый второй обращает внимание на цену этой категории продукции (рис. 8).

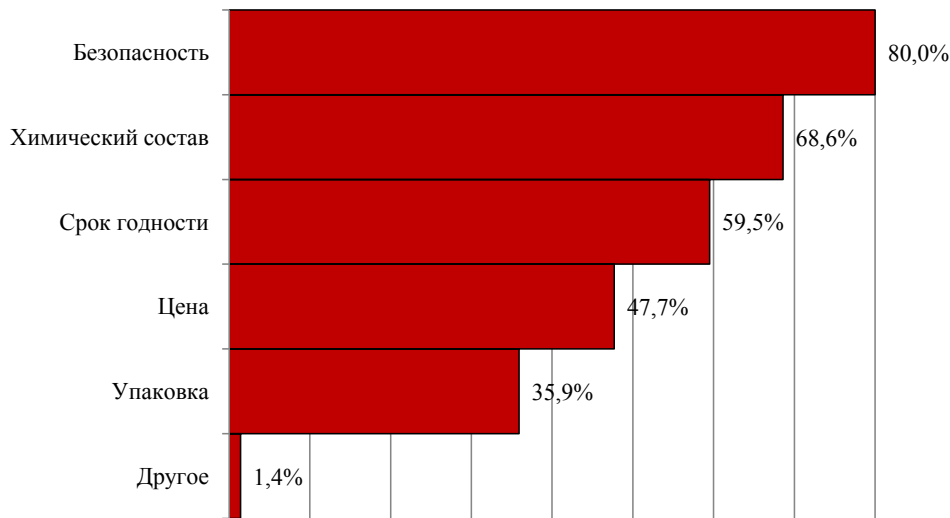


Рис. 8. Основные (по мнению респондентов) потребительские свойства органической продукции

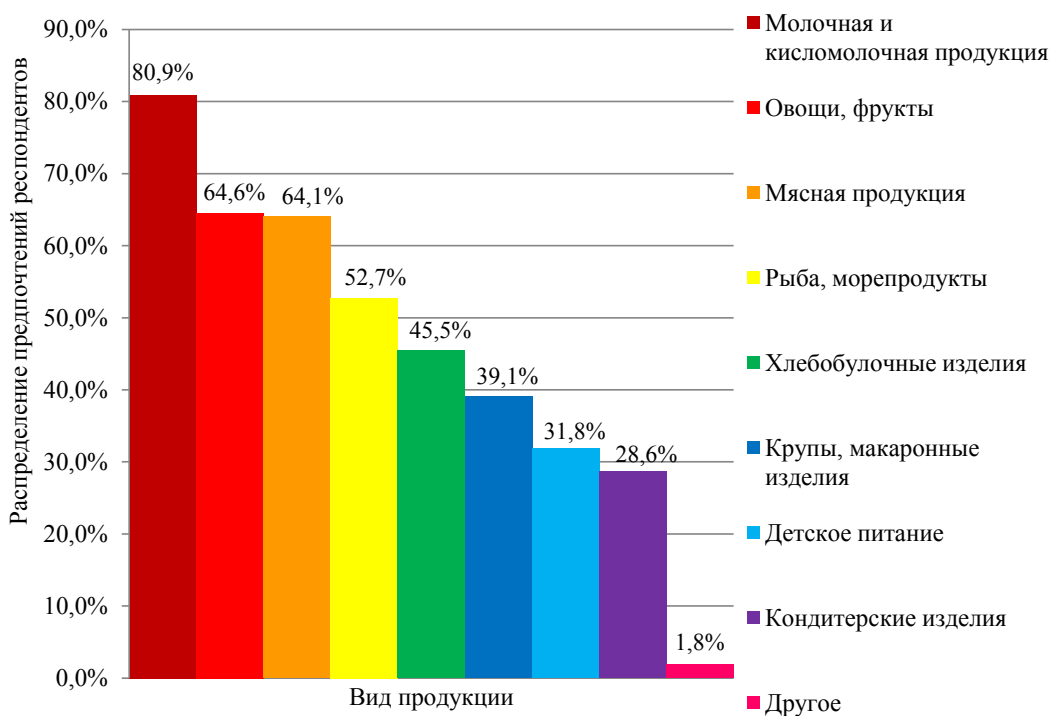


Рис. 9. Виды востребованной пищевой органической продукции

Наибольшее предпочтение среди органической продукции (рис. 9) потребители отдают молочной и кисломолочной продукции (80,9%). Помимо этого, высокий спрос сформирован на мясную продукцию (64,%), а также на овощи и фрукты (64,5%). Наименее востребованы у респондентов кондитерские изделия. Согласно результатам опроса, почти каждый второй из респондентов готов приобретать органическую продукцию, которая будет стоить на 20% дороже традиционной и иметь сертификаты соответствия на качество и безопасность. При этом 32% не определились с ответом. Лишь 22% не готовы переплачивать за данный вид продукции. Следует подчеркнуть, что вместе с повышением уровня знаний потребителей повышается и спрос на органические продукты.

Основной причиной отказа от приобретения органической продукции респонденты назвали отсутствие доказательств, что продукция действительно соответствует всем требованиям «органический» (рис. 10). Кроме этого, на их выборе отрицательно сказывается отсутствие информации о данном виде продукции и отличий между органической и традиционной продукцией. Этот факт еще раз доказывает необходимость информирования населения о преимуществах данной группы пищевой продукции.

Результаты исследования показали, что большинство людей заинтересованы в приобретении органической продукции. Так, примерно 50% опрошенных согласны приобретать органическую продукцию, имеющую сертификаты соответствия на качество и безопасность.

Кроме того, большинство потребителей, приобретая сельскохозяйственные товары на рынках и в крупных сетевых магазинах, особое внимание уделяют составу, сроку годности и цене.

Эти факторы указывают на желание покупателей приобретать качественный и натуральный товар. При этом большинство респондентов приобретают органическую пищевую продукцию 1 раз в неделю.

Говоря о возможном маркетинговом позиционировании органической продукции на рынке, необходимо учитывать следующие особенности. Значительная часть опрошенных органической продукцией считают ту, которая произведена без использования ГМО, антибиотиков, агрохимикатов, гормонов и других вредных технологий. Определяющим потребительским свойством респонденты считают безопасность. Большое значение потребители придают химическому составу и сроку годности органических продуктов. Доминантное отношение к безопасности (как к потребительскому

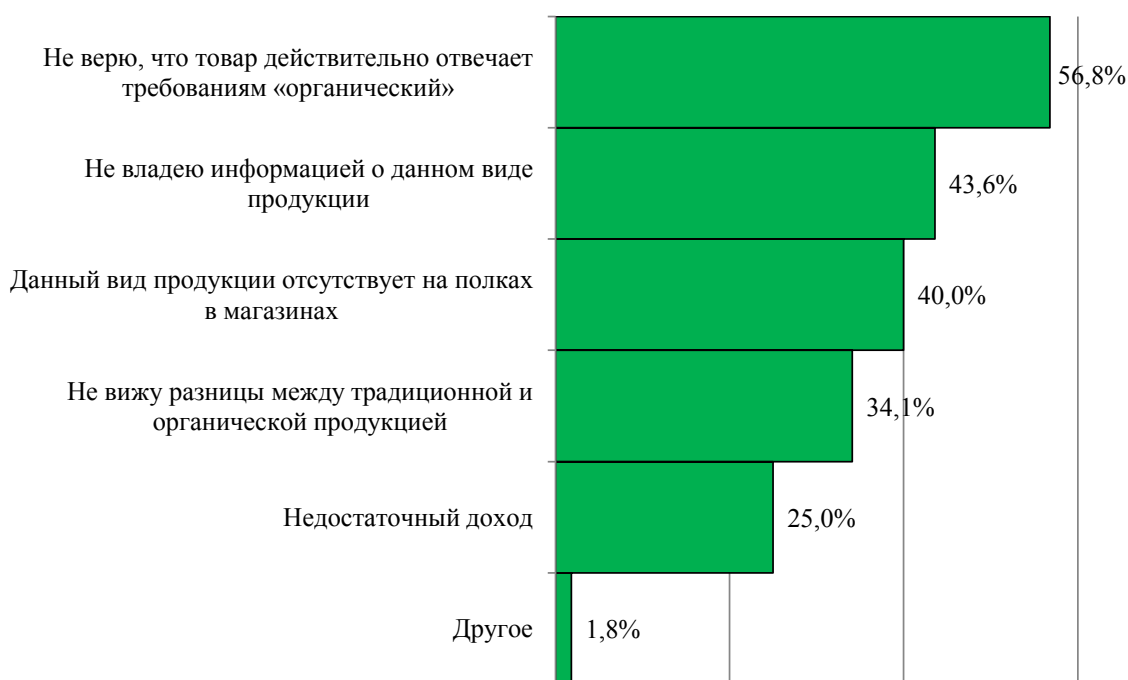


Рис. 10. Причины отказа респондентов от приобретения пищевой органической продукции



свойству) органической продукции, по мнению авторов, связано с преимущественным желанием и уверенностью приобретать прежде всего безопасную продукцию. Поэтому качество и безопасность в глазах потребителя – неразрывные атрибуты. Хотя известно, что с принятием ФЗ № «О Техническом регулировании» юридические поля терминов «качество» и «безопасность» разделены как с позиций нормирования требований, так и с учетом уровня ответственности за соблюдение этих требований: ответственность за безопасность возложена на производителя, а качество (в частности потребительские свойства) определяют его конкурентные преимущества. Это подчеркивает стремление людей потреблять безопасную и полезную для здоровья продукцию. Главной и решающей причиной, по которой люди не готовы приобретать органическую продукцию, является отсутствие информации о данном виде продукции и ее отличий от традиционной.

Для устранения информационной неопределенности о потребительских свойствах органической пищевой продукции кроме массового информирования потребителей о достоинствах этой группы пищевой продукции и проведения рекламных кампаний нами предлагается:

- проведение профильными кафедрами вузов ознакомительных бесед в форме открытых лекций;
- определение динамики информированности населения с учетом опыта онлайн-исследований и интернет-опросов;
- разработка информационных буклетов о необходимости потребления пищевой продукции органического происхождения.

Список литературы

1. Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года от 29.06.2016 года № 1364-р. Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/420363999> (дата обращения: 15.01.2022).
2. Воронцова Е. В., Воронцов А. Л. Обеспечение качества и безопасности пищевой продукции в контексте обеспечения национальной безопасности Российской Федерации: организационно-правовой аспект // Приоритетные направления развития правовой системы общества : матер. VIII Междунар. науч.-практ. конференции. Гомель, 2020. С. 29–33.

3. Сычева О. В., Кайшев В. Г. Критерии качества пищевой продукции необходимы для повышения ее качества // Современные достижения биотехнологии. Техника, технологии и упаковка для реализации инновационных проектов на предприятиях пищевой и биотехнологической промышленности : матер. VII Междунар. науч.-практ. конференции. Пятигорск, 2020. С. 119–122.

4. Купцова С. В., Гугля Г. Р. Анализ потребительского рынка и исследование потребительских предпочтений молочных консервов // Наука без границ. 2020. № 3 (43). С. 33–39.

5. Горелкина Т. Л. Оценка потребительских предпочтений жителей г. Благовещенска в отношении выбора молочных коктейлей // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : матер. Всерос. науч.-практ. конф. : в 2 частях / отв. редактор А. А. Муратов. Благовещенск, 2021. С. 352–357.

6. Пастушкова Е. В., Крюкова Е. В., Крюков А. В. Анализ потребительских предпочтений в отношении напитков на зерновой основе // Товаровед продовольственных товаров. 2022. № 1. С. 26–33.

7. Калькова Н. Н., Шишонина А. Д. Особенности потребительских предпочтений и потребительского выбора на региональном рынке рыбной продукции // Экономика предприятий, регионов, стран: актуальные вопросы и современные аспекты : матер. IV Междунар. науч.-практ. конференции. Пенза, 2021. С. 150–154.

8. Анализ востребованности обогащенных кисломолочных продуктов на примере йогурта / Л. Н. Третьяк, М. Б. Ребезов, А. О. Мордвинова, В. Н. Кравченко // Международный студенческий научный вестник. 2015. № 6. С. 54.

9. Анализ потребительских предпочтений при выборе обогащенных кисломолочных продуктов. Региональный аспект / Л. Н. Третьяк, М. Б. Ребезов, А. П. Антипова, А. О. Мордвинова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 12–6. С. 978–982.

10. Конъюнктура предложения обогащенных молочных продуктов на примере Челябинска / М. Б. Ребезов [и др.] // Молочная промышленность. 2011. № 8. С. 38–39.

11. Specialized sports nutrition foods: review / N. Gavrilova [et al.] // International Journal of Pharmaceutical Research. 2020. V. 12. № 2. P. 998–1003.

12. Оценка востребованности органической пищевой продукции: Анкета. Режим доступа : https://docs.google.com/forms/d/1qlkw0ZWnay1oUJfUMH93uSY5e_M6N2y5b-VFI7fhmN4/edit (дата обращения: 15.01.2022).

13. Митина Э. А. Диагностика потребительских предпочтений при выборе органиче-

ской продукции // РИСК: ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. 2017. № 4. С. 78–84.

14. Суркова Н. В., Бирюкова Т. В. Основные перспективы развития потребительских предпочтений на мясо и мясные изделия в России // Экономика сельского хозяйства России. 2020 г. № 3. С. 60–64.

Третьяк Людмила Николаевна, д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой метрологии, стандартизации и сертификации ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет».

E-mail: tretyak_ln@mail.ru.

Ребезов Максим Борисович, д-р с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» Российской академии наук.

E-mail: rebezov@ya.ru.

Гебель Валерия Леонидовна, магистрантка 2-го курса по направлению подготовки «Управление качеством», ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет».

E-mail: solontsovavl@gmail.com.

Мифтахутдинов Алевтин Викторович, д-р биол. наук, профессор, заведующий кафедрой морфологии, физиологии и фармакологии, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: nirugavm@mail.ru.

* * *



AGRICULTURAL SCIENCES

Analysis of the agro-climatic conditions of the Ural region for the 1966–2020 period and a long-term forecast of the average annual temperature changes until 2050

A. A. Vasiliev, D. Yu. Nokhrin, F. M. Gasimov, N. V. Glaz

The use of the mathematical modeling method for processing meteorological data from 13 weather stations in the Urals has shown that global warming has a significant impact on the climate of this region. For the 1966–2020 period the average annual air temperature in the Kurgan region has increased by an average of 1.97 °C, and the temperature of the growing season - by 1.39 °C, in the Sverdlovsk region - by 1.95 and 1.59 °C, in the Chelyabinsk region - 1.98 and 1.62 °C, respectively. The change in the amount of precipitation in the Urals has a different direction and intensity. In Zlatoust and Bredy, the amount of precipitation per year is decreasing (by 41.6 and 37.3 mm, respectively), in Troitsk, Kurgan and Makushino it is changing, while in the most part of the Urals this indicator is increasing, most intensively in Ivdel and Turinsk - by 72, 8 and 71.8 mm, in Verkhotur'ye and Yekaterinburg - by 55.4 and 51.6 mm, respectively (in Krasnoufimsk, Shadrinsk, Chelyabinsk and Verkhny Dubrovo - by 27.3–43.8 mm). The amount of precipitation during the growing season has increased in Ivdel (by 47.5 mm), Krasnoufimsk (by 37.0 mm), Shadrinsk (by 29.5 mm) and Verkhotur'ye (by 25.0 mm). In Chelyabinsk, Turinsk, Yekaterinburg, and Verkhniy Dubrovo, this indicator has changed insignificantly, while it has decreased in other observation points. The most significant precipitation decrease during the growing season was observed in Bredy (by 50.2 mm), Makushino (by 39.5 mm), Troitsk (by 25.0 mm), Zlatoust (by 23.4 mm) and Kurgan (by 23.3 mm). It is noted a tendency of the increased aridity in the Ural climate. The hydrothermal coefficient of the growing season in Zlatoust has decreased from 2.25 to 1.87 (by 0.38), in Bredy - from 0.87 to 0.60 (by 0.27), in Makushino - from 1.08 to 0.83 (by 0.25), in Upper Dubrovo - from 1.69 to 1.47 (by 0.22), in Kurgan - from 1.08 to 0.89 (by 0.19), in Yekaterinburg - from 1.58 to 1.39 (by 0.19), in Troitsk - from 1.00 to 0.82 (by 0.18), in Chelyabinsk - from 1.27 to 1.15 (by 0.12), in Turinsk - from 1.53 to 1.42 (by 0.11 units), in Verkhotur'ye - from 1.81 to 1.72 (by 0.09 units). And only in 3 zones (in Ivdel, Krasnoufimsk and Shadrinsk) this change is insignificant.

Keywords: climate change, temperature, precipitation, trend, hydrothermal coefficient.

References

1. Izmenenie klimata: fakty, gipotezy, mneniya. Dos'e. Rezhim dostupa: <http://www.tass.ru/info/2445839> (data obrashcheniya 16.03.2022).
2. ZHigalin A. D. Izmenenie klimata: poteplenie ili pohlodanie? // Analiz, prognoz i upravlenie prirodnyimi riskami s uchetom global'nogo izmeneniya klimata «GEORISK-2018»: mater. X Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. po problemam snizheniya prirodnyh opasnostej i riskov: v 2 tomah. M., 2018. S. 44–49.
3. Woolf D., Solomon D., Lehmann J. Land restoration in food security programmes: synergies with climate change mitigation // *Climate Policy*. 2018. Vol. 18 (10). P. 1260–1270. DOI: 10.1080/14693062.2018.1427537.
4. SHajhulmardanova L. V., Gur'yanov V. V., Perevedencev YU. P. Izmenenie klimaticheskikh uslovij na territorii Privolzhskogo federal'nogo okruga v XIX – XXI vekah // *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Ser.: Estestvennyye nauki*. 2018. T. 160. Kn. 3. S. 531–541.
5. Climate change and diseases of food crops / J. Luck [et al.] // *Plant Pathology*. 2011. Vol. 60. № 1. P. 113–121. DOI: 10.1111/j.1365-3059.2010.02414.x.
6. Tkachenko O. B. Prognoz porazheniya snezhnoj plesen'yu ozimyh zernovyh v Sibiri v svyazi s izmeneniyami klimata // *Mikologiya i fitopatologiya*. 2018. T. 52. № 6. S. 382–385. DOI: 10.1134/S0026364818060077.
7. Ludwig F., Milroy S. P., Asseng S. Impacts of recent climate change on wheat production systems in Western Australia // *Climatic Change*. 2009. Vol. 92. P. 495–517. DOI: 10.1007/s10584-008-9479-9.

8. Belolyubcev A. I. *Izmenenie agrofizicheskikh pokazatelej plodorodiya erodirovannyh pochv pod vliyaniem global'nogo potepleniya klimata // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2009. Vyp. 4. S. 31–42.*

9. Safina G. R., Golosov V. N. *Vliyanie izmenenij klimata na vnutrigodovoe raspredelenie stoka mal'nyh rek yuzhnoj poloviny Evropejskoj territorii Rossii // Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Ser. : Estestvennyye nauki. 2018. T. 160. Kn. 1. S. 111–125.*

10. *Ocenka i prognoz effektivnosti mineral'nyh udobrenij v usloviyah izmenyayushchegosya klimata / O. D. Sirotenko, V. A. Romanenkov, V. N. Pavlova, M. P. Listova // Agrohimiya. 2009. № 7. S. 26–33.*

11. Fedotova L. S., Kravchenko A. V. *V izmenyayushchih klimaticeskikh usloviyah nuzhny novye podhody k vozdeyviyuyemu kartofelya // Kartofel' i ovoshchi. 2011. № 2. S. 20–22.*

12. Panfilov A. E., Ovchinnikov P. YU. *Regional'nye izmeneniya klimata i tekhnologiya vyrashchivaniya kukuruzy na zerno na YUzhnom Urale // Zemledelie. 2022. № 1. S. 30–34. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-1-30-34.*

13. Battisti D. S., Naylor R. L. *Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat // Science. 2009. Vol. 323. № 5911. P. 240–244. DOI: 10.1126/science.1164363.*

14. Ivanov A. L. *Global'noe izmenenie klimata i ego vliyanie na sel'skoe hozyajstvo // Zemledelie. 2009. № 1. S. 3–5.*

15. *Global'nye i regional'nye izmeneniya klimata na rubezhe XX i XXI stoletij / YU. P. Perevedencev, F. V. Gogol', E. P. Naumov, K. M. SHantalinskij // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. : Geografiya. Geoekologiya. 2007. № 2. S. 5–12.*

16. *Nitrogen fertiliser rate and post-anthesis waterlogging effects on carbohydrate and nitrogen dynamics in wheat / D. Jiang, X. Fan, T. Dai, W. Cao // Plant and Soil. 2008. Vol. 304. P. 301–314. DOI: 10.1007/s11104-008-9556-x.*

17. *Long-term tendencies in climate change of the Urals due to global warming / A. A. Vasiliev, L. V. Ufimtseva, N. V. Glaz, D. Y. Nokhrin // E3S Web of Conferences. Ser. "International Scientific and Practical Conference "Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad", DAIC 2020" 2020. DOI: 10.1051/e3s-conf/202022205001. Access mode : https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/82/e3s-conf_daic2020_05001.pdf (date of application 12.12.2021).*

18. *Opisanie massiva dannyh srednemesyachnoj temperatury vozduha na stanciyah Rossii / O. N. Bulygina, V. N. Razuvaev, L. T. Trofimenko, N. V. SHvec. Rezhim dostupa : <http://meteo.ru/data/156-temperature#opisanie-massiva-dannyh> (data obrashcheniya 12.12.2021).*

19. *Opisanie massiva dannyh mesyachnyh summ osadkov na stanciyah Rossii / O. N. Bulygina, V. N. Razuvaev, N. N. Korshunova, N. V. SHvec. Rezhim dostupa : <http://meteo.ru/data/158-total-precipitation#opisanie-massiva-dannyh> (data obrashcheniya 12.12.2021).*

20. *Dinamicheskoe modelirovanie pri obrabotke eksperimental'nyh dannyh / N. A. Polev, V. V. YUrashev, I. S. SHatilov, A. G. Zamaraev // Agrohimicheskij vestnik. 2001. № 1. S. 34–36.*

Vasiliev Aleksandr Anatolyevich, D. Sc. (Agriculture), chief researcher of the Potato Growing Department, Ural Federal Agrarian Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia.

E-mail: kartofel_chel@mail.ru.

Nokhrin Denis Yuryevich, Cand. Sc. (Biology), leading researcher of the Laboratory of Instrumental Research Methods, Ural Federal Agrarian Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia.

E-mail: nokhrin8@mail.ru.

Gasymov Firudin Mamedaga ogly, Cand. Sc. (Agriculture), leading researcher of the Gardening Department, Ural Federal Agrarian Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia.

E-mail: lstp@mail.ru.



Glaz Nikolay Vladimirovich, Cand. Sc. (Agriculture), leading researcher, the Gardening Department, Ural Federal Agrarian Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia.

E-mail: uyniisk@mail.ru.

Comparative study of the relationship between yield and morphological traits of collection of peas samples

L. I. Likhacheva, L. B. Sergeeva, A. V. Moskalev

The study of new sources of selection traits was carried out in the Selection Center Krasnoufimsk in the 2018–2020 period. Its purpose was to increase the gene pool of the source material necessary for the creation of new pea varieties with valuable economic traits: high protein content, lodging resistance, seed shattering, productivity in the conditions of the Middle Urals. The studied collection of pea varieties consisted of samples of N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR) and promising varieties of various Russian selection institutions in the amount of 127 numbers. According to the results of a three-year study of varieties from the VIR collection under different weather conditions, numbers of peas with a high yield potential, lodging resistance were identified. Varieties of peas with a mustachioed morphotype: Premier, Rocket, Astronaut, Alvesta, Madonna, Oplot, Sotnik have shown high productivity compared to the standard from 5.7 to 12.7%. The excess was due to the greater mass of 1000 grains and the mass of grain per plant, as well as the greater grain content of beans. All the studied pea varieties of the mustachioed morphotype had smooth seeds, but due to lodging resistance, it did not affect their yield. Among the pea varieties of the leaf morphotype, the highest productivity was shown by the low - growing varieties: Edem, Talovets 65, Venets, Krasnoufimsky nonshattering and line 13-24 (exceeding from 5.1% to 16.9% to the standard). The elected pea varieties of the leafy morphotype had the gene for non-shattering seeds (*def*), which indicates their competitiveness compared to varieties with smooth seeds. These varieties can be used as starting material for the creation of new peas varieties in the conditions of the Middle Urals.

Keywords: selection, productivity, variety, variety testing, seeds of peas, collection, yield.

References

1. Vasyakin N. I. Selekcija zernobovovyh kul'tur v Zapadnoj Sibiri: dis. ... d-ra s.-h. nauk. Novosibirsk, 2003. 74 s.
2. Likhacheva L. I., Kozionova E. G. Izuchenie kollekcionnogo materiala goroha v usloviyah Srednego Urala // Teoriya i praktika mirovoj nauki. 2017. № 6. S. 23–26.
3. Ekspertno-analiticheskij centr «AB-Centr». Rezhim dostupa : www.ab-centre.ru.
4. Sortovaya politika i tekhnologii proizvodstva zerna na Srednem Urale // Ural'skij NIISKH / pod obshch. red. N. N. Zezina. Ekaterinburg, 2008. S. 116–126.
5. Vance C. P. Symbiotic nitrogen fixation and phosphorus acquisition. Plant nutrition in a world of declining renewable resources // Plant Physiol. 2001. Bd. 127. P. 390–397.
6. Churakov A. A., Valiulina L. I. Rezul'taty i perspektivy selekcii goroha usatogo morfotipa v Krasnoyarskom krae // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2014. № 6. S. 24–26.
7. Kondykov I. V., Bobkov S. V. Urozhajnost' i kachestvo zerna u sortov goroha s razlichnym sochetaniem recessivnyh mutantnyh genov // Agrarnaya Rossiya. 2012. №8. S. 2–6. DOI: 10.30906/1999-5636-2012-8-2-6.
8. Fadeeva A. N. Osnovnye dostizheniya i napravleniya selekcii goroha v Tatarskom NIISKH // Zernobovovye i Krupyanye kul'tury. 2012. № 1. S. 65–68.
9. Semenov V. A. Sovremennoe sostoyanie i napravlenie razvitiya issledovanij po selekcii goroha na 2011–2015 gg. // Zernobovovye i krupyanye kul'tury. 2012. № 2. S. 46–50.

10. Omel'yanyuk L. V., Asanov. A. M. Izuchenie sortoobrazcov goroha mirovoj kollekcii vir v usloviyah yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri // Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. 2006. № 1 (161). S. 17–23.

11. Habibullin K. N., Ashiev A. R., Skulova M. V. Ocenka adaptivnosti produktivnosti rastenij kollekcii goroha posevnogo // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2020. № 1 (67). S. 30–36. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-33-36.

12. Lihacheva L. I., Gimaletdinova V. S. Rezul'taty izucheniya kollekcionnogo materiala goroha v usloviyah Srednego Urala // IV Vavilovskaya mezhdunarodnaya konferenciya «Idei N. I. Vavilova v sovremennom mire»: tez. doklada. SPb., 2017.

13. Kosev V., Vasileva V., Kusvuran A. Orthogonal regressions of pea (*Pisum L.*) varieties // Turkish Journal Of Field Crops. 2018. № 23 (2). R. 159–166. DOI: 10.17557/tjfc.484985.

14. Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu ustojchivosti zernovyh bobovyh kul'tur k boleznyam. L., 1976. 125 s.

Likhacheva Lyubov Ivanovna, senior researcher, Ural Federal Agrarian Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia.

E-mail: selektsiya@bk.ru.

Sergeeva Ludmila Borisovna, Cand. Sci. (Agriculture), senior researcher, Ural Federal Agrarian Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia.

E-mail: uralniishoz@list.ru.

Moskalev Alexey Viktorovich, researcher, Ural Federal Agrarian Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia.

E-mail: selektsiya@bk.ru.

TECHNICAL SCIENCES

Analysis of design features and operating modes of a double-circuit electrode water heater

I. T. Aldibekov, N. S. Toyshiev, A. B. Bolat, A. E. Beimuratova

The paper deals with the problem of the functionality expansion of electrode water heaters. This paper gives the description of the design and analysis of the operating modes of a double-circuit water heater with built-in heat exchangers, adapted for connecting two heat-using installations if it is required simultaneous and separate heating of technological water for hot water supply and heating systems. It is dealt with various schemes for connecting a heating system to a water heater depending on which direct electrode or indirect heating of the coolant can take place. It is substantiated the possibility of stepwise regulation of the water heater power by switching the heating system connection scheme and smooth self-regulation based on changing the boiler water level in the interelectrode space in accordance with the dynamics of changes in the heat load of heat-using installations. It is presented mathematical model that describes the operation of the heating system with direct electrode heating of the coolant and allows optimizing the design parameters of its main elements and the water heater.

Keywords: hot water supply, heating, electrode water heater, electrode systems, heat exchangers, power regulation.

References

1. Elektrotermicheskoe oborudovanie dlya sel'skohozyajstvennogo proizvodstva / N. B. Kagan, V. G. Kaufman, M. G. Pron'ko, G. D. YAnevskij. M.: Energiya, 1980. 192 s.



2. Borisov S. A. Tekhnicheskie sredstva nagreva vody, primenyaemye v sel'skom hozyajstve // Vestnik NGIEI. 2011. № 2 (3). Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnicheskie-sredstva-nagreva-vody-rimenaemye-v-selskom-hozyajstve> (data obrashcheniya: 24.01.2022).
3. Keshuov S. A., Aldibekov I. T., Barkov V. I. Resursosberegayushchie sistemy i ustanovki dlya elektroteploobespecheniya v malom molochnom zhivotnovodstve. Almaty: Nyr-DiAs, 2012. 320 s.
4. Elektroodnyj vodonagrevatel' / V. F. Kalinin, A. M. SHuvalov, V. F. Guduhin, O. V. Terent'ev // Tekhnika v sel'skom hozyajstve. 2002. № 2. S. 43–44.
5. Kalinin C. I., Gorshenin V. G. Sistemy elektropitaniya i upravleniya elektroodnymi vodonagrevatelyami // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010. № 3 (65). S. 82–87.
6. Zaharov A. A. Primenenie teploty v sel'skom hozyajstve. M.: Agropromizdat, 1986. 288 s.

Aldibekov Isabay Tanirbergenovich, D. Sc. (Engineering), Professor of the Department «Electricity and renewable energy», Non-profit joint-stock company «Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeyev».

E-mail: ait_53@mail.ru.

Toyshiev Nursultan Saparbaevich, assistant, the Department of Energy Saving and Automation, Kazakh National Agrarian Research University.

E-mail: toyshiev@yandex.ru.

Bolat Alpamys Bauyrzhanuly, master student, Non-profit joint-stock company «Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeyev».

E-mail: bolat.alpamys@gmail.com.

Beimuratova Anisa Ersainovna, master student, Non-profit joint-stock company «Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeyev».

E-mail: arstananissa@gmail.com.

A method for improving the quality of repair of turbocharger shafts by electro contact sintering

**S. A. Baryshnikov, A. M. Plaksin, A. V. Gritsenko, I. G. Galiev, I. Kh. Gimaltdinov,
A. Yu. Burtsev, Zh. S. Rakhimov**

Based on the analysis of works devoted to the issues of wear of parts of agricultural machinery, it was found that the largest number of rejected parts coming for repair have wear of up to 0.3 mm. At the same time, promising technologies make it possible to ensure a long service life of parts by restoration and reusing them for their intended purpose. As the practice of control shows, the basis is shafts, axles and rotation parts, the share of which is up to 60% of all repaired parts. The proposed recovery technology by means of electro contact sintering with mixtures of metal powders will solve the problem of wear of the shafts of turbochargers of agricultural machines. Moreover, about 80% of defects in turbocharger shafts can be eliminated due to the electro contact sintering technology. The purpose of the research is to develop technology and study the process of restoring the turbocharger rotor shaft by the electro contact sintering method. To achieve the goal, an experimental setup for electro contact sintering of metal powders was developed. During the experiment, the following parameters were taken as variable parameters: the percentage of cast iron chips in the sintering mixture (up to 65%) and the sintering speed (0.6 ... 1.0 m / min). At the output, the following parameters were controlled: hardness before and after hardening, wear rate of the sample, counter-sample and mating. As a result of the research, it was found that the hardness of the pre-hardening state varied within 38–45 HRC, and that of the post-hardening state, 46–51 HRC. Analysis of the results of the study of the wear rate of the sample showed that the maximum wear of 30-34 mg/10 h is achieved by varying the percentage of cast-iron chips in the sintering mixture by 30-40%. An increase in the percentage of iron chips to 75% leads to a sharp decrease in the wear rate

of the sample, which amounted to 22–23 mg/10 h. 50...60%. Controlling the wear rate of the counter-sample showed the presence of min 106...107 mg/10 h, which is observed in the zone of variation in the percentage of iron chips - 50...60%. A technique has been developed for assessing the quality of adhesion and strength of the applied coating with the worn surface of the part by tearing off the coating under the influence of inertial loads from centrifugal forces. The application of the technique has shown that the destruction of the coating occurred with a variation in the rotational speed of the turbocharger's rotor - 45,000 ... 47,000 min⁻¹. After quenching by high frequency currents – 62000...64000 min⁻¹. The use of the developed technology makes it possible to reduce material costs by 94–98%, reduce the recovery process time by 48–55% compared to the existing technology of cutting off a shaft and welding a new one.

Keywords: wear, restoration, turbocharge, turbocharger, rotor shaft, sintering, modes, parameters.

References

1. Gimaltdinov I. H., Shajhetdinova R. S. Reshenie inzhenernoj zadachi pri razrabotke pribora dlya vychisleniya ostatochnogo resursa podshipnikov kacheniya // Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta. 2016. T. 19. № 7. S. 112–116.
2. Adigamov N. R., Gimaltdinov I. H., Shajhetdinova R. S. Analiz vibroakusticheskikh pokazatelej podshipnikovyh uzlov drobilok kormov // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2012. T. 15. № 7. S. 145–147.
3. Plaksin A. M., Gricenko A. V., Burcev A. YU. Rezul'taty eksperimental'nyh issledovanij vremeni vybega rotora turbokompressora TKR-11 // Vestnik CHGAA. 2014. T. 70. S. 130–135.
4. Mashrabov N., Gerenshtejn A. V., Gerenshtejn E. A. Obosnovanie metoda opredeleniya temperaturnogo polya pri naplavke, termicheskoj i mekhanicheskoj obrabotke // APK Rossii. 2015. T. 73. S. 69–75.
5. Metodika opredeleniya razmerov aktivnogo pyatna dugi / N. Mashrabov, E. V. SHamanova, E. A. Osennih, A. S. Men'shenin // APK Rossii. 2020. T. 27. № 3. S. 486–491.
6. Zadorozhnaya E. A., Hozenyuk N. A., Taranenko P. A. Rezul'taty rascheta dinamiki rotora turbokompressora TKR-8,5S // Vestnik YUUrGU. Ser. : Mashinostroenie. 2006. № 11 (66). S. 69–77.
7. Pirogova N. S., Taranenko P. A. Raschetno-eksperimental'nyj analiz sobstvennyh i kriticheskikh chastot i form vysokooborotnogo rotora mikrogazoturbinnoj ustanovki // Vestnik YUUrGU. Ser. : Mashinostroenie. 2015. T. 15. № 3. S. 37–47.
8. Gritsenko A. V., Plaksin A. M., Almetova Z. V. Development of combined ICE startup system by means of hydraulic starter // Procedia Engineering. 2017. T. 206. P. 1238–1245.
9. Gritsenko A. V., Plaksin A. M., Shepelev V. D. Studuing lubrication system of turbocompressor rotor with integrated electronic control // Procedia Engineering. 2017. T. 206. P. 611–616.
10. Plaksin A. M., Gritsenko A. V., Glemba K. V. Modernization of the turbocharger lubrication system of an Internal combustion engine // Procedia Engineering. 2015. T. 129. P. 857–862.
11. Burcev A. YU. Povyshenie ekspluatacionnoj nadezhnosti turbokompressorov dvigatelej vnutrennego sgoraniya // Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu : mater. LII Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. CHelyabinsk : CHGAA, 2013. S. 28–34.
12. Korotkov V. A., Anan'ev S. P., Shekurov A. V. Investigation of The Effect of The Cooling Rate on the Quality of the Surface Layer in Plasma Quenching // Welding International. 2013. Vol. 27. № 5. P. 407–410.
13. Mashrabov N., Erofeev V. V., Korotkov V. A. Plasma hardening of elements for soil cultivating instruments // Welding International. 2020. Vol. 34. № 4–6. P. 152–156. DOI: 10.1080/09507116.2021.1921386.
14. Mashrabov N., Erofeev V. V., Korotkov V. A. Plazmennaya zakalka elementov pochvoobrabatyvayushchih orudij // Svarochnoe proizvodstvo. 2018. № 12. S. 24–29.

Baryshnikov Sergey Aleksandrovich, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor of the Department “Technical Service of Machines, Equipment and Life Safety”, South Ural State Agrarian University. E-mail: 2serg_b@mail.ru.



Plaksin Alexey Mikhailovich, D. Sc. (Engineering), Professor, Professor of the Department “Operation of Machine and Tractor Fleet, Technology and Mechanization of Livestock”, South Ural State Agrarian University.

E-mail: plaksin.1944@mail.ru.

Gritsenko Aleksandr Vladimirovich, D. Sc. (Engineering), Professor of the Department of “Road Transport”, South Ural State University (National Research University); Professor of the Department “Technical Service of Machines, Equipment and Life Safety”, South Ural State Agrarian University.

E-mail: alexgrits13@mail.ru.

Galiev Ilgiz Gakifovich, D. Sc. (Engineering), Professor of the Department “Operation and Repair of Machines”, Kazan State Agrarian University.

E-mail: drGali@mail.ru.

Gimaltdinov Ildus Khafizovich, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor of the Department “Operation and Repair of Machines”, Kazan State Agrarian University.

E-mail: tskazgau@mail.ru.

Burtsev Aleksandr Yuryevich, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor of the Department “Special Disciplines”, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University.

E-mail: burceval2009@yandex.ru.

Rakhimov Zhanat Sagyndykovich, postgraduate student, Department “Operation of Machine and Tractor Fleet, and Technology and Mechanization of Animal Husbandry”, South Ural State Agrarian University.

E-mail: rahimov-96@mail.ru.

Interaction between productivity of combined seeding units with reliability indicators and maintainability

A. M. Plaksin, A. V. Gritsenko, D. B. Vlasov

Based on the generalization and analysis of long-term experimental materials on the study of the effectiveness of the use of combined sowing units in agricultural enterprises of the South Ural, the reasons for the discrepancy (decrease) in the main technical, economic and agrotechnological indicators of the operational properties of sowing units have been identified. It has been established that the structure of the components of the balance of the shift time of the combined seeding units (CSE), its rationing does not correspond to their constructive and technological complexity in terms of the magnitude of the daily technical and technological services and the duration of the idle transfers of the CSE and does not take into account the properties of reliability and maintainability of units during operation in ordinary conditions of agricultural enterprises. It predetermines decreasing of the coefficient τ_e of the useful time of using a shift by 5–10% ($\tau_e \ll \tau_H$). The traditional calculation of hourly productivity, taking into account the working width B_p , m, of the units determines the identity of the work performed by simple and combined units, which obviously does not correspond to the physical essence of measuring their work with energy costs $A = \text{kJ/ha}$. And they are 3–5 times higher for CSE compared to single-operation machine-tractor units (MTU), they practically became equal to the specific energy consumption of arable units. It has been established that by designing of mechanized processes in crop production, the coefficient of readiness for the realization of the upcoming cycles of field work KG.R.P, which is the main criterion for the efficiency of production processes, is not standardized and not established. Practice and theoretical studies have shown that with a value of KG.R.P = 0.90–0.95, the productivity of machine operators when using CSE is 4–5 times or more compared to single-operation units. The proposed mathematical model for establishing this indicator in conjunction with the main param-

eters of the operational properties of combined sowing units is a scientific and practical basis for the design and realization of mechanized processes in agriculture.

Keywords: combined seeding units, productivity, reliability and maintainability of units, regulation, coefficient of readiness for the realization of mechanized processes.

References

1. GOST 27.02-89 «Nadezhnost' v tekhnike. Osnovnye ponyatiya. Terminy i opredeleniya» (Vostanovlen na territorii RF s 1.XII.2012 g. Prikaz Rosstandarta ot 29.XI.2012 g. № 649-st.)
2. GOST 18322-2016 «Sistema tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta tekhniki. Terminy i opredeleniya». Vveden v dejstvie s 1.IX.2017 g.
3. ZHalnin E. V. Sistemno-analiticheskij metod formirovaniya tekhnicheskoy politiki v APK Rossii // Traktory i sel'hozmashiny. 2012. № 6. S. 3–8.
4. Ivanova R. P., Simonov A. L. Realizaciya metodologicheskoy funkicii filosofii v nauchnom poznanii i praktike. Novosibirsk : Nauka, 1984.
5. Kachurin V. V. Obosnovanie kolichestva mobil'nyh zven'ev dlya vosstanovleniya rabotosposobnosti posevnyh kombinirovannyh agregatov : dis. ... kand. tekhn. nauk. CHelyabinsk, 2014. S. 150.
6. Rezul'taty raschetno-eksperimental'nogo metoda ustanovleniya pokazatelej ispol'zovaniya i nadezhnosti agregatov v rastenievodstve / A. M. Plaksin [i dr.] // APK Rossii. 2022. T. 29. № 1. S. 54–61.
7. Plaksin A. M., Gulyarenko A. A. Upravlenie urovnem bezotkaznosti s.-h. traktorov na osnove ocenki izderzhkek na izgotovlenie, obsluzhivanie i remont // Traktory i sel'hozmashiny. 2012. № 4. S. 52–55.
8. Plaksin A. M., Gricenko A. V. Resursy rastenievodstva. Energetika mashinno-traktornyh agregatov. CHelyabinsk, 2015. S. 306.
9. Sistemnye issledovaniya. Metodologicheskie problemy / AN SSSR, VNIISI. M. : Nauka, 1986.
10. Selivanov A. I., Artem'ev YU. N. Teoreticheskie osnovy remonta i nadezhnosti sel'skohozyajstvennoj tekhniki. Kolos, 1978. S. 247.
11. Solomkin A. P., Marlamov E. G. Teoreticheskoe obosnovanie postroeniya sistem tekhservisa sel'skohozyajstvennoj tekhniki v APK Sibiri. Ulan-Ude, 2018. S. 179.

Plaksin Alexey Mikhailovich, D. Sc. (Engineering), Professor, Professor of the Department “Operation of Machine and Tractor Fleet, Technology and Mechanization of Livestock”, South Ural State Agrarian University.

E-mail: plaksin.1944@mail.ru.

Gritsenko Aleksandr Vladimirovich, D. Sc. (Engineering), Professor of the Department of “Road Transport”, South Ural State University (National Research University); Professor of the Department “Technical Service of Machines, Equipment and Life Safety”, South Ural State Agrarian University.

E-mail: alexgrits13@mail.ru.

Vlasov Dmitry Borisovich, Cand. Sc. (Engineering), senior lecturer of the Department “Technical Service of Machines, Equipment and Life Safety”, South Ural State Agrarian University.

E-mail: dimon.vlasoff2012@yandex.ru.

Justification of the parameters of the universal semi-trailer for spreading organic fertilizers

R. S. Rakhimov, A. R. Yalaletdinov, I. R. Rakhimov, D. A. Yalaletdinov, A. R. Patskan

With an increase in the productivity of sowing and harvesting units, as well as with an increase in the yield of cultivated grain and fodder crops, the issues of transporting various agricultural goods, refueling seeding complexes with seeds and fertilizers, spreading organic fertilizers and lime and other works, the problem of creating universal semi-trailers of various carrying capacities with the ability to perform the above work are increasing. Both domestic and foreign firms and factories are working on the creation of such



semi-trailers. However, these semi-trailers do not always correspond to the traction class and tractor engine power, which leads to decreasing of the work quality and the productivity of the unit. In this regard, the paper gives a method for calculating the carrying capacity of a semi-trailer corresponding to the tractor traction class and determining the power of the tractor engine, which ensures that all technological operations are performed in accordance with agrotechnical requirements. The paper shows that the possible gravity of a loaded semi-trailer depends on the tangential gravity of the tractor, considering the load on the tractor hitch from the side of the semi-trailer when it is fully loaded. It is given a method for determining the required power of the tractor engine, considering the power costs for moving the unit, for unloading organic fertilizers, which allows you to calculate the required engine power for optimal loading of the tractor. Rational parameters of a semi-trailer for a tractor with an engine power of 157 kW have been established, which make up the body capacity of 18 ... 20 m³, the gravity of the semi-trailer is 70 ... The productivity of the unit at B = 8...20 m, speed $V_a = 2...3.5$ m/s and the distance of fertilizer heaps is in the range from 4 to 15 ha/h.

Keywords: semi-trailer, constructive scheme, parameters, transporting goods, spreading of fertilizers, refueling seeding complexes, productivity, work quality, carrying capacities, traction tractor class.

References

1. Informacionnyj portal itexn.com. Mashiny dlya vneseniya udobrenij. Vidy, harakteristiki i tendencii razvitiya mashin. Rezhim dostupa : https://itexn.com/1169_mashiny-dlja-vneseniya-udobrenij-vidy-harakteristiki-i-tendencii-razvitija-mashin.html.
2. PK YAroslavich. Polupricepy traktornye // Katalog produkcii 2021. Rezhim dostupa:https://pk-yar.ru/bundles/AppBundle/files/catalog/categories/booklet/2021_04_19_11_07_55_884000.pdf.
3. ООО «CHelyabinskij kompressornyj zavod» // Katalog produkcii 2022. Rezhim dostupa : <https://disk.yandex.ru/i/elKToiOfh35pTw>.
4. Pat. na izobr. RU2717507C1. Universal'nyj polupricep / R. S. Rahimov [i dr.]. 2020.
5. AS № A01S15/12. SU 1702911 A2.
6. Kuznecov N. A., YUlsanov M. A. Obosnovanie parametrov transportnogo agregata dlya perevozki silosnyh i senazhnyh kul'tur // Vestnik CHGAA. 2013. T. 64. S. 34–42.
7. Kleckin M. I. Spravochnik konstruktora sel'skohozyajstvennyh mashin : v 4 tomah. M. : Mashinostroenie. T. 1.
8. GOST 28718-2016. Tekhnika sel'skohozyajstvennaya. Mashiny dlya vneseniya tverdyh organicheskikh udobrenij. Metody ispytanij. M. : Standartinform, 2017.

Rakhimov Rais Saitgaleevich, D. Sc. (Engineering), Professor of the Department “Tractors, agricultural machines and agriculture”, South Ural State Agrarian University.

E-mail: ildarr@bk.ru.

Yalaletdinov Albert Raisovich, Cand. Sc. (Engineering), general director of Chelyabinsk Compressor Plant LLC.

E-mail: chkz@chkz.ru.

Rakhimov Ildar Raisovich, Cand. Sc. (Engineering), senior researcher, Research and Innovation Center, South Ural State Agrarian University; head of the agricultural machinery department, Chelyabinsk Compressor Plant LLC.

E-mail: ildarr@bk.ru.

Yalaletdinov Denis Albertovich, postgraduate student, South Ural State Agrarian University; executive director, Chelyabinsk Compressor Plant LLC.

E-mail: den@chkz.ru.

Patskan Andrey Romanovich, postgraduate student, South Ural State Agrarian University; chief engineer, Chelyabinsk Compressor Plant LLC.

E-mail: patskan@chkz.ru.

VETERINARY SCIENCES

Comparative evaluation of bursitis treatment methods in highly productive cows

A. N. Bezin, E. P. Tsiulina, R. R. Idrisova, C. B. Kusheev

Under conditions of intensive industrial animal husbandry against the impact of various etiological factors in cows, the most common diseases are diseases of the limbs, which negatively affect all systems of the animal's body and their productivity. The aim of the paper was to study the comparative evaluation of various treatment regimens for bursitis in cows. The paper analyzes the results of clinical and orthopedic medical examination of 200 cows belonging to Belonosovskoye LLC, Etkulsky district of the Chelyabinsk region, which indicate that 80 cows (40% of animals) had limb diseases, among which bursitis was detected in 24 cows, which amounted to 30.0% of the total number of orthopedically sick animals. It is presented the clinical manifestation of acute aseptic inflammation of the precarpal mucosal sac in sick cows. The main etiological factors of the disease occurrence are identified. It is studied therapeutic efficacy of the complex treatment of cows with acute aseptic inflammation of the precarpal mucosal sac using hydrocortisone, diprospan and kenalog. Analyzing the results of curation of sick animals, it was found that the use of diprospan has advantages, providing a therapeutic effect with a prolonged action and requires less time spent by a veterinary specialist.

Keywords: cows, bursitis, hydrocortisone, diprospan, kenalog, aspiration.

References

1. Bezin A. N., Ciulina E. P., Idrisova R. R. Effektivnost' fortiklin spreya i biohelat-gelya v kompleksnom lechenii zabelevanij kopytec u korov // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny imeni Baumana. Kazan'. 2019. T. 237. S. 27–31.
2. Ispol'zovanie helatnyh soedinenij medi i cinka v kompleksnom lechenii pododermatitov u vysokoproduktivnyh korov / A. N. Bezin [i dr.] // APK Rossii. 2021. T. 28. № 3. S. 385–390.
3. Veremej E. I., Rukol' V. M., ZHurba V. A. Tekhnologicheskie trebovaniya veterinarnogo obsluzhivaniya, lecheniya krupnogo rogatogo skota i profilaktiki hirurgicheskoy patologii na molochnyh kompleksah : rekomendacii. Vitebsk, 2011. 27 s.
4. Sostoyanie belkovogo i uglevodnogo obmena pri pododermatitah u korov / A. M. Gertman, A. N. Bezin, E. P. Ciulina, T. B. Gumerov / Aktual'nye voprosy biotekhnologii i veterinarnykh nauk: teoriya i praktika : mater. Nac. nauch. konf. Instituta veterinarnoj mediciny. Chelyabinsk, 2019. S. 29–34.
5. Kuznecova E. A., Pavlenko A. S. Sovremennyy podhod k snizheniyu klinicheskikh proyavlenij boleznij konechnostej vysokoproduktivnyh zhivotnyh // Mater. III Mezhdunar. kongr. vet. farmakologov i toksikologov. SPb., 2014. S. 147–149.
6. Nadein K. A., Semenov B. S. Morfologicheskaya ocenka narushenij krovoobrashcheniya bursy tarsal'nogo sustava u korov // Voprosy norm.-prav. regulirovaniya v veterinarii. 2013. № 3. S. 82–84.
7. Nadein K. A. Vliyanie primeneniya gelya s trekrezanom pri lechenii gnojnyh ran na pokazateli perekisnogo okisleniya lipidov // Vestnik KrasGAU. 2015. № 1. S. 159–162.
8. Persistent analgesic effect of sustained release diclofenac sodium preparation on bovine type II collagen-induced arthritis / T. U. Masami [et al.] // J. Health Sci. 2002. Vol. 48. № 1. P. 48–54.
9. Valoshin A. V. Protein exchange and localization in the organism of fattened bull-calves after the introduction of various dosages of vitamin A into the diets with bagasse pellets // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (Bhopal). 2019. Vol. 8. Is. 7. P. 659–662.
10. Characterisation of a dendritic cell subset in synovial tissue which strongly expresses Jak/STAT transcription factors from patients with rheumatoid arthritis / J. G. Walker [et al.] // Ann. Rheum. Dis. 2007. Vol. 66. № 8. P. 992–999.

Bezin Alexander Nikolayevich, D. Sc. (Veterinary), Professor of the Department of Non-communicable Diseases, South Ural State Agrarian University.

E-mail: bezin74@mail.ru.



Tsiulina Elena Petrovna, Cand. Sc. (Veterinary), Associate Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: elenaciulina@mail.ru.

Idrisova Roza Ravilyevna, Cand. Sc. (Veterinary), South Ural State Agrarian University.

E-mail: idrisova78@inbox.ru.

Kusheev Chingis Beliktuevich, D. Sc. (Veterinary), Professor of the Department of Special Veterinary Disciplines, Irkutsk State Agrarian University.

E-mail: kusheevchin@mail.ru.

Features of the ecological and sanitary state of fishery reservoirs in the conditions of the forest-steppe zone of Chelyabinsk region

M. A. Derkho, L. V. Chernyshova, T. N. Makarova, O. S. Ulitina, S. N. Burylov

It is given an assessment of the ecological and sanitary state of the “crucian” lake in terms of water quality, varieties of coastal aquatic vegetation, zooplankton and ichthyofauna in the conditions of the forest-steppe zone of Chelyabinsk region. The object of the study is Lake Markovo, located in the Troitsk district of Chelyabinsk region. It has been established that the quality of lake water is determined by the combined impact of natural and technogenic factors. The water saprobity class varies from beta to alpha meso (bm to am) saprobity, shifting towards am. The saprobity index is 10.22–15.38% (weak saprobic pollution). The coastal aquatic vegetation of the lake is dominated by emerged plants (tier I), represented by lake reed (*Scirpus lacustris*), narrow-leaved cattail (*Typha latifolia*), lake cane (*Schoenoplectus lacustris*) and making up 67.00% of the total species composition of vegetation. The zooplankton of the lake is represented by species from the systematic groups of rotifers (Rotifera), cladocerans (Cladocera), and copepods (Copepoda), which correspond to the water saprobity index in the lake and can exist under conditions of bm and am. The native ichthyofauna includes Prussian carp (*Carassius auratus gibelio*), Amur sleeper (*Perccottus glenii*), Tench (*Tinca tinca*), Common pike (*Esox lucius*), which are adapted to existence in water with a saprobity level of beta- and alpha-mesosaprobity.

Keywords: lake, water saprobity, coastal aquatic vegetation, zooplankton, ichthyofauna.

References

1. Chernyshova L. V., Velichko N. YU. Tyazhelye metally v sisteme «pochva-rastenie // Innovacionnye tekhnologii zashchity okruzhayushchej sredy v sovremennom mire : mater. Vseros. nauch. konf. Kazan' : Kazanskij nacional'nyj issledovatel'skij tekhnologicheskij universitet, 2021. S. 1732–1738.
2. Lian G., Lee X. Concentrations, Distribution, and Pollution Assessment of Metals in River Sediments in China // Int J Environ Res Public Health. 2021. Vol. 18 (13). P. 6908. DOI: 10.3390/ijerph18136908.
3. Ocenka ekologicheskogo sostoyaniya vody v vodohranilishche ozernogo tipa / A. V. ZHivetina, M. A. Derho, L. G. Muhamed'yarova, D. YU. Nohrin // Astrahanskij vestnik ekologicheskogo obrazovaniya. 2021. № 3 (63). S. 15–24.
4. Struktura izmenchivosti gidrohimicheskogo sostava vody v vodohranilishche ozernogo tipa / D. YU. Nohrin, M. A. Derho, L. G. Muhamed'yarova, A. V. ZHivetina // Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Biologiya. Himiya. 2021. T. 7. № 2. S. 117–133.
5. Artaev O. N., Grishutkin O. G., Vargot E. V. Harakteristika proval'nyh i prosadochnyh ozer severnoj chasti Mokshanskogo bassejna // Trudy Mordovskogo gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika im. P. G. Smidovicha. 2013. Vyp. III. S. 75–88.
6. Sezonnnye osobennosti himicheskogo sostava i kachestva vody v vodohranilishche ruslovogo tipa / A. V. ZHivetina, D. YU. Nohrin, M. A. Derho, L. G. Muhamed'yarova // Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Biologiya. Himiya. 2021. T. 7 (73). № 1. S. 259–276.

7. Features of catode-anion composition of water in the reservoir subject to anthropogenic contamination / M. A. Derkho [et al.] // E3S Web of Conferences. International Conference “Ensuring Food Security in the Context of the COVID-19 Pandemic” (EFSC2021). 2021. P. 07003.
8. A Fuzzy Comprehensive Assessment and Hierarchical Management System for Urban Lake Health: A Case Study on the Lakes in Wuhan City, Hubei Province, China / T. Wang [et al.] // *Int J Environ Res Public Health*. 2018. Vol. 15 (12). P. 2617. DOI: 10.3390/ijerph15122617.
9. Shabanov V. A., Shabanova A. V. Ocenka ekologicheskoy bezopasnosti vody rekreacionnyh vodoemov urbanizirovannyh i hozyajstvenno-preobrazovannyh territorij Samarskoj oblasti po pokazatelyam saprobnosti // *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*. 2016. № 7 (49). CH. 4. S. 168–172.
10. Spatio-temporal distribution of TN and TP in water and evaluation of eutrophic state of Lake Nansi / L. Yang, X. Zhao, S. Peng, G. Zhou // *Environ Monit Assess*. 2015. Vol. 187 (1). P. 4169. DOI: 10.1007/s10661-014-4169-8.
11. GOST 17.1.2.04-77. Ochrana prirody. Gidrosfera. Pokazateli sostoyaniya i pravila taksacii rybohozyajstvennyh vodnyh ob'ektov. Rezhim dostupa : <https://docs.cntd.ru/document/1200026772> (data obrashcheniya 11.11.2021).
12. GOST 51592–2000. Voda. Obshchie trebovaniya k otboru prob. M. : Izd-vo standartov, 2000. S. 5.
13. RD 52.24.496–2018. Metodika izmerenij temperatury, prozrachnosti i opredeleniya zapaha vody. Rezhim dostupa : <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293736/4293736072.htm> (data obrashcheniya 25.02.2021).
14. PND F 14.1:2.101-97. Kolichestvennyj himicheskij analiz vod. Metodika vypolneniya izmerenij massovoj koncentracii rastvorenogo kisloroda v probah prirodnyh i ochishchennyh stochnyh vod jodometricheskim metodom. Rezhim dostupa : <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293846/4293846286.htm> (data obrashcheniya 20.10.2021).
15. NDP 10.1:2:3.131-2016. Metodika opredeleniya biohimicheskogo potrebleniya kisloroda posle 5 dnejj inkubacii (BPK5) v probah pit'evykh, prirodnyh i stochnyh vod ampermetricheskim metodom. M., 2016. 23 s.
16. PND F 14.1:2:3:4.123-97. Kolichestvennyj himicheskij analiz vod. Metodika vypolneniya izmerenij biohimicheskogo potrebleniya kisloroda posle n-dnej inkubacii (BPKpoln) v poverhnostnyh presnyh, podzemnyh (gruntovyh), pit'evykh, stochnyh i ochishchennyh stochnyh vodah. Rezhim dostupa: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293832/4293832514.htm> (data obrashcheniya 20.10.2021).
17. GOST 33045-2014 Voda. Metody opredeleniya azotsoderzhashchih veshchestv. Rezhim dostupa : <http://docs.cntd.ru/document/1200115428> (data obrashcheniya: 15.12.2021).
18. PND F 14.1:2:4.154-99. Kolichestvennyj himicheskij analiz vod. Metodika vypolneniya izmerenij permanganatnoj okislyaemosti v probah pit'evykh, prirodnyh i stochnyh vod titrimetricheskim metodom. Rezhim dostupa : <http://docs.cntd.ru/document/1200056567> (data obrashcheniya: 26.10.2021).
19. PND F 14.1:2:4.112-97. Kolichestvennyj himicheskij analiz vod. Metodika vypolneniya izmerenij massovoj koncentracii fosfat-ionov v pit'evykh, poverhnostnyh i stochnyh vodah fotometricheskim metodom s molibdatom ammoniya. Rezhim dostupa : <https://base.garant.ru/70981262> (data obrashcheniya 20.10.2021).
20. PND F 14.1:2.109-97. Kolichestvennyj himicheskij analiz vod. Metodika vypolneniya izmerenij massovykh koncentracii serovodoroda i sul'fidov v probah prirodnyh i ochishchennyh stochnyh vod fotometricheskim metodom s N,N-dimetil-p-fenildiaminom. Rezhim dostupa : <https://docs.cntd.ru/document/1200056715> (data obrashcheniya 20.10.2021).
21. Katanskaya V. M. Vysshaya vodnaya rastitel'nost' kontinental'nykh vodoemov SSSR. L. : Nauka, 1981. 188 s.
22. Metodicheskie rekomendacii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyah na presnovodnykh vodoemah. Zooplankton i ego produkcija. Rezhim dostupa : <https://docs.cntd.ru/document/1200060089> (data obrashcheniya 20.10.2021).
23. Nomokonova V. I. Gidrohimicheskij rezhim i troficheskoe sostoyanie ozer Samarskoj luki i sopredel'noj territorii // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*. 2009. T. 11. № 1. S. 155–164.



24. Hidrohimicheskij režim i mikroelementnyj sostav vod Chernorechenskogo vodohranilishcha v 1991–2004 gg. / V. M. Artemenko [i dr.] // Ekologicheskaya bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon i kompleksnoe ispol'zovanie resursov shel'fa. 2005. № 12. S. 129–148.

25. Rachenkova E. G. Vodnaya i pribrezhno-vodnaya rastitel'nost' ozera Beluzh'e // Vestnik Orenburgskogo GU. 2008. № 87. S. 101–106.

26. Eutrophication of lake waters in China: cost, causes, and control / C. Le [et al.] // Environ Manage. 2010. Vol. 45 (4). P. 662–668. DOI: 10.1007/s00267-010-9440-3.

Derkho Marina Arkadyevna, D. Sc. (Biology), Professor, Head of the Department of Natural Sciences, South Ural State Agrarian University.

E-mail: derkho2010@yandex.ru.

Chernyshova Larisa Vladimirovna, Cand. Sc. (Biology), Associate Professor of the Department of Biology, Ecology, Genetics and Animal breeding, South Ural State Agrarian University.

E-mail: kbioecugavm@inbox.ru.

Makarova Tatyana Nikolaevna, Cand. Sc. (Biology), Associate Professor of the Department of Biology, Ecology, Genetics and Animal breeding, South Ural State Agrarian University.

E-mail: kbioecugavm@inbox.ru.

Ulitina Olesya Sergeevna, senior lecturer of the Department of Pedagogics and Socio-economic Disciplines, South Ural State Agrarian University.

E-mail: ulitina-olesya@mail.ru.

Burylov Sergey Nikolaevich, specialist in biology and hunting, head of the peasant farm “Markovo”, Troitsk district, Chelyabinsk region.

E-mail: kbioecugavm@inbox.ru

Evaluation of the effectiveness of Chlorapine disinfectant for surface disinfection in poultry processing enterprises

S. S. Kozak

Despite the increase in the number of works on the research and study of new disinfectants, veterinary practitioners still feel the lack of available means for disinfection of veterinary facilities in the food industry. Considering this, the purpose of this study was to investigate the disinfectant properties of the means based on the sodium salt of dichlorizocyanuric acid “Chlorapin” (CP) and the possibility of using it to disinfect surfaces in the poultry slaughter workshop. Disinfecting activity and efficacy were determined according to the methods of laboratory research and testing of disinfectants to assess their effectiveness and safety, using CP solutions (t 18–20 ° C), at an exposure of 20 minutes. *E. coli* strain 1257 (EC) was used as a test culture, sterile batiste test objects were used as test objects. In the disinfectant efficacy study, stainless steel plates were used as test objects, on which EC (0.5 ml of 2 billionth suspension/100 cm²) was applied. During production tests, solutions of CP with a temperature of 18–20 ° C were applied to the surface by irrigation at the rate of 500 ml per 1 m² of the treated surface, the exposure was 20 minutes. Microbiological studies were carried out according to: GOST 7702.2.1-2017, GOST R 50454-92 and GOST 31747-2012. The CP disinfectant was found to have high disinfecting activity y6gand efficacy against EC. The presence of protein protection reduces the disinfecting effectiveness of CP solutions. The use of 0.05% (as per AC) solution of CP with a temperature of 18–20 ° C for disinfection in the poultry slaughter shop at an exposure of 20 minutes at the rate of 0.5 l/m² ensures the reduction of microbial contamination (QMAFAnM) to regulatory indicators and disinfects surfaces from bacterium of intestinal

bacillus. Working solutions of CP are completely washed off the treated surfaces, do not leave stains and streaks, can be recommended for disinfection in the workshops of sanitary poultry slaughter.

Keywords: poultry slaughter workshop, disinfection, Chlorapine.

References

1. The environmental impact of poultry production / V. Rodić, L. Perić, M. Đukić-Stojčić // *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2011. Vol. 27. Is. 4. P. 1673–1679.
2. Kachestvo i bezopasnost' myasa cyplyat-brojlerov pri korrekcii predubojnogo stressa / A. V. Miftahutdinov, E. R. Sajful'mulyukov, E. A. Nogovicina // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2020. T. 34. № 3. S. 71–74. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10314.
3. Seregin I., Kozak YU., Semenov V. Problemy proizvodstvennogo veterinarno-sanitarnogo kontrolya syr'ya i produkcii na predpriyatiyah myasnoj promyshlennosti // *Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Bauman*. 2021. № 246. № 2. S. 202–209. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-246-2-202-210.
4. Authority E. F. S. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2015 // *EFSA J*. 2016. Vol. 14. Is. 12. R. 4634. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4634>.
5. Kozak S. S., Zabolotnyh M. V., Kozak YU. A. Sredstva dlya provedeniya sanitarnoj obrabotki v pticepererabatyvayushchej promyshlennosti na osnove hlora, CHAS i perekisi vodoroda // Aktual'nye problemy veterinarnoj nauki i praktiki : mater. Nac. nauch.-prakt. onlajn-konferencii fakul'teta veterinarnoj mediciny IVMiB / FGBOU VO Omskij GAU (g. Omsk, 13 noyabrya 2020). S. 229–233.
6. Kozak S. S., Dogadova N. L., Teternik N. A. Sovremennye dezinficiruyushchie sredstva na osnove hlora, CHAS i perekisi vodoroda v pticepererabatyvayushchej promyshlennosti // *Ptica i pticeprodukty*. 2020. № 5. S. 42–45.
7. R 4.2.2643–10. Metody laboratornyh issledovaniy i ispytaniy dezinfekcionnyh sredstv dlya ocenki ih effektivnosti i bezopasnosti: utv. ruk. Federal'noj sluzhby po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitelej i blagopoluchiya cheloveka, Gl. gos. san. vrachom RF 01.06.2010.
8. GOST 7702.2.1-2017. Produkty uboya pticy, produkciya iz myasa pticy i ob'ekty okruzhayushchej proizvodstvennoj sredy. Metody opredeleniya kolichestva mezofil'nyh aerobnyh i fakul'tativno-aerobnyh mikroorganizmov. Vved. 2019-01-01. M. : Standartinform, 2016. 6 s.
9. GOST R 50454-92. Myaso i myasnye produkty. Obnaruzhenie i uchet predpolagaemyh koliformnyh bakterij i E. coli (arbitrazhnyj metod). Vved. 1994-01-01. M. : Standartinform, 2010. 8 s.
10. GOST R 54374-2011. Myaso pticy, subprodukty i polufabrikaty iz myasa pticy. Metody vyavleniya i opredeleniya kolichestva bakterij gruppy kishechnykh palochek (koliformnyh bakterij). Vved. 2012-01-07. M. : Standartinform, 2012. 10 s.

Kozak Sergey Stepanovich, D. Sc. (Biology), Head of the VNIIPP Testing Laboratory Center, All-Russian Research Institute of the Poultry Processing Industry (VNIIPP) - a branch of the Federal State Budgetary Scientific Research and Technological Institute of Poultry Industry of the Russian Academy of Sciences.

E-mail: vniippkozak@gmail.com.

Promising methods of prevention and therapy of cow mastitis

A. V. Luzova, V. G. Semenov

The paper presents the results of studies on increasing the productive potential of cattle, preventing and treating clinical mastitis using biological products developed by scientists from the Chuvash State Agrarian University (V.G. Semenov et al.): Prevention-N-E and Prevention-N-B -S, as well as Mastinol, a homeopathic drug for the treatment of mastitis. The objects of the study were dry (45 days before calv-



ing) and newly calved cows (3-5 days after calving) of Russian Black Pied cattle. In the scientific and economic experiment, four groups of cows, 10 animals in each, were selected according to the principle of peer groups, considering the clinical and physiological condition, age and body weight. As a result of our research, we found that the studied biological preparations did not affect the physiological state of animals, but activated the cellular factors of nonspecific defense of the body. In the prevention of mastitis of cows, Prevention-N-B-S demonstrated the most obvious corresponding effect among the tested biopreparations than Prevention-N-E, but this difference was insignificant ($P > 0.05$). It is noteworthy that only in the 2nd experimental group where Prevention-N-B-S was used, no patients with clinical mastitis of cows before and after calving were observed. Treatment of cows, whose mastitis prevention with the use of immunostimulants was ineffective, was carried out in the 1st and 3rd experimental groups. Therapy of cows with mastitis showed that the recovery of the cow of the 1st experimental group, which was treated with Prevention-N-E, occurred after 4 ± 0.08 days, which is 7 ± 0.52 days less than in the 3rd experimental group where Mastinol was used. Atrophy of the udder lobe was observed in one cow in the 3rd experimental group. It was found that the treatment of cows with mastitis with the biological preparation Prevention-N-E was more effective than the homeopathic drug Mastinol.

Keywords: cattle, mastitis, atrophy of the udder lobe, immunotropic agents, prevention.

References

1. Stepanova A. V. K probleme profilaktiki i terapii mastita korov // *Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya veterinarnoj i zootekhnicheskoy nauki* : mater. Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem. CHEboksary, 2020. S. 183–190.
2. Systemic inflammatory biomarkers and somatic cell count in dairy cows with subclinical mastitis / T. C. F. CarvalhoSombra, D. D. Fernandes, B. M. O. Bezerra, D. C. S. Nunes-Pinheiro // *Veterinary and Animal Science*. 2021. Vol. 11. DOI: 10.1016/j.vas.2021.100165.
3. Exotoxin diversity of *Staphylococcus aureus* isolated from milk of cows with subclinical mastitis in Central / K. K. Fursova [et al.] // *Russia Journal of Dairy Science*. 2018. Vol. 101 (5). P. 4325–4331. DOI: 10.3168/jds.2017-14074.
4. Vliyanie razlichnyh faktorov na rezistentnost' korov k mastitu / A. E. Bolgov [i dr.] // *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2009. № 5. S. 73–81.
5. Realizaciya vosproizvoditel'nyh kachestv korov i produktivnogo potenciala telyat biopreparatami / V. G. Semenov, D. A. Nikitin, N. I. Gerasimova, V. A. Vasil'ev // *Izvestiya Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya*. 2017. № 33. S. 172–175.

Luzova Anna Vyacheslavovna, 2nd year postgraduate student, Department of Morphology, Obstetrics and Therapy, Chuvash State Agrarian University.

E-mail: annuutochka1@mail.ru.

Semenov Vladimir Grigorievich, D. Sc. (Biology), Professor, Head of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education Chuvash State Agrarian University.

E-mail: semenov_v.g@list.ru.

Evaluation of thermal load parameters for broiler chickens in summer period and study of the effect of individual pharmacological agents on body thermoregulation

**A. V. Miftakhutdinov, E. R. Sayfulmulyukov, E. A. Nogovitsina, D. V. Bannov,
P. G. Filippov, V. S. Kulemzin, V. A. Zavgorodny, M. A. Lazareva**

The purpose of the experiment was to assess the danger of thermal load on broiler chickens in the summer and to study the possibility of pharmacological support of the body's thermoregulation.

The experience was conducted in a poultry house with caged broilers. 5 days before slaughter at the age of 34 days, 6 groups of broiler chickens were formed, which were evaporated with pharmacological compositions combined from acetylsalicylic acid (ASA), a mixture of organic acids (OC), vitamin C (C), amino acids (AK), paracetamol (PCM), a CRS complex (CRS) and potassium chloride (KC). During the experiment, the poultry experienced a significant thermal load, being in the 2nd phase of overheating, with possible signs of soft alkalosis on the 36th day of cultivation. The tests revealed that on the 35th day there were no statistically expressed changes in the morning hours, while in the evening period there was a temperature decrease in the 2nd experimental group (PCM + C + AK). On the 36th day of cultivation, all groups showed a decrease in body temperature in the morning hours was observed in all the groups, the greatest difference was noted in the 5th experimental group (ASA + C + HC + AK). The trend continued in the evening, with the most severe decrease in temperature observed in the 2nd experimental group (PCM + C + AK). The overall pattern of body temperature in the experimental groups changed on the 37th day, in the morning in the 2nd (PCM + C + AC) and 3rd (CRS + ASK + AC) groups there was a decrease in temperature, in the 1st (ASK + C + AC), 4th (CRS + PCM + AC) and in the evening, on the 38th day of cultivation, statistically significant changes were recorded only in 2nd (PCM + C + AC) and 3rd (CRS + ASK + AC) experimental groups.

Keywords: thermal load, broiler chickens, industrial poultry farming, pharmacological support, thermoregulation.

References

1. Poultry Response to Heat Stress: Its Physiological, Metabolic, and Genetic Implications on Meat Production and Quality Including Strategies to Improve Broiler Production in a Warming World / A. H. Nawaz [et al.] // *Front. Vet. Sci.* 2021. Vol. 8. P. 699081. DOI: 10.3389/fvets.2021.699081.
2. Kavtarashvili A. Sh., Kolokol'nikova T. N. Physiology and productivity of the birds under stress (review) // *Agricultural Biology.* 2010. № 4. P. 25–37.
3. Acetyl salicylic acid protected against heat stress damage in chicken myocardial cells and may associate with induced Hsp27 expression / D. Wu [et al.] // *Cell Stress and Chaperones.* 2015. Vol. 20. P. 687–696. DOI: 10.1007/s12192-015-0596-x.
4. Kavtarashvili A. Kachestvo vody – vazhnejshee uslovie dlya zdorov'ya i produktivnosti pticy // *Pticevodstvo.* 2013. № 3. S. 17–25.
5. Fisinin V. I., Kavtarashvili A. SH. Teplovoj stress u pticy. Soobshchenie I. Opasnost', fiziologicheskije izmeneniya v organizme, priznaki i proyavleniya // *Sel'skohozyajstvennaya biologiya.* 2015. T. 50. № 4. S. 431–443.
6. Abidin Z., Khatoun A. Heat stress in poultry and the beneficial effects of ascorbic acid (vitamin C) supplementation during periods of heat stress // *World's Poultry Science Journal.* 2013. Vol. 69. № 1, P. 135–152. DOI: 10.1017/S0043933913000123.
7. Effect of supplementation of acetaminophen on the intake and growth of Hanwoo steers in summer / M. Lee [et al.] // *Korean Journal of Agricultural Science.* Institute of Agricultural Science, Chungnam National University, 2019. Vol. 46. № 3. P. 451–460. DOI: 10.7744/KJOAS.20190029.
8. Pat. № 2580761 C1 Rossijskaya Federaciya, MPK A61K 31/00, A61K 31/70, A61K 31/194. Sredstvo dlya profilaktiki stressa u kur / A. V. Miftahutdinov [i dr.] ; zayavitel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya «Ural'skaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». № 2015115387/15 ; zayavl. 23.04.2015 ; opubl. 10.04.2016.
9. Balans elektrolitov v racionah brojlerov / V. A. Manukyan [i dr.] // *Pticevodstvo.* 2017. № 3. S. 33–36.
10. Anderson K. E., Carter T. A. Hot weather management of poultry // *Poultry Science and Technology Guide,* 2004. Vol. 30. № 6.
11. Physiological responses of broiler chicken to heat stress and electrolyte balance (sodium plus potassium minus chloride, milliequivalent per kilogram) / S. A. Borges [et al.] // *Poultry Science.* 2004. Vol. 83. P. 1551–1558. DOI: 10.1093/PS/83.9.1551.
12. Teplovoj stress: teoriya i praktika / YU. V. Markin [i dr.] // *Kombikorma.* 2011. Vol. 4. P. 59–60.



Miftakhutdinov Alevtin Viktorovich, D. Sc. (Biology), Professor, Head of the Department of Morphology, Physiology and Pharmacology, South Ural State Agrarian University.
E-mail: nirugavm@mail.ru.

Saifulmulyukov Ernest Raisovich, Cand. Sc. (Veterinary), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Infectious Diseases and Veterinary and Sanitary Expertise, South Ural State Agrarian University.
E-mail: ernest_saif@mail.ru.

Nogovitsina Elena Aleksandrovna, Cand. Sc. (Biology), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Morphology, Physiology and Pharmacology, South Ural State Agrarian University.
E-mail: madzuga74@mail.ru.

Bannov Dmitry Vladimirovich, postgraduate student of the Department of Morphology, Physiology and Pharmacology, South Ural State Agrarian University.
E-mail: nich_csaa@mail.ru.

Filippov Pavel Gennadievich, Cand. Sc. (Veterinary), doctoral student of the Department of Morphology, Physiology and Pharmacology, South Ural State Agrarian University.
E-mail: nich_csaa@mail.ru.

Kulemzin Vitaly Sergeevich, student, South Ural State Agrarian University.
E-mail: nich_csaa@mail.ru.

Zavgorodny Vladimir Alexandrovich, student, South Ural State Agrarian University.
E-mail: nich_csaa@mail.ru.

Lazareva Maria Pavlovna, student, South Ural State Agrarian University.
E-mail: nich_csaa@mail.ru.

PRODUCTION TECHNOLOGY OF LIVESTOCK PRODUCTS, ZOOTECHNY

Evaluation of quality indicators of meat obtained from over-repair heifers of different ages

O. V. Gorelik, M. B. Rebezov, A. S. Gorelik, M. V. Dyakov

At the present time more and more attention is given to solving the problems connected with the increase of beef production, as it is the most requested type of meat among red species. New data have been obtained on the quality indicators of milk from the heifers of modern Holstein black-motley cattle. It was established that the high rates of slaughter yield were fixed at the age of 24 months - 52.3%. Evaluation of the morphological composition of the carcass showed that with age, the mass of the carcass in both paired and chilled form increases. At the same time, with age, the difference between the mass of paired and cooled carcasses decreases from 6.8 (18 months) to 2.8% (24 months). At 27 months, this difference increased to 3.1%. The pulp yield in heifers was in the range of 76.8-79.6%, increasing with an increase in the age of heifers during slaughter. The difference in weight of pulp, bones, tendons and pulp yield per 100 kg of live weight is reliable in favor of heifers slaughtered at the age of 24 and 27 months, relative to earlier terms of slaughter at 18 and 21 months at $P \leq 0.05$. Coefficient of meatiness was higher when heifers were slaughtered at the age of 27 months - 4.63 kg. This is 0.32-0.53 kg higher than at other age periods. As the calf meat ages, moisture content decreases from $69,9 \pm 0,50\%$ to $66,8 \pm 0,25\%$ and dry substance content increases from $30,1 \pm 0,26\%$ to $33,2 \pm 0,26\%$. In parallel, there is a slight increase in the content of protein and fat in the dry substance. Thus, the age of the animal affects the slaughter qualities,

morphological and chemical composition of meat. The nutritional and energy value of meat increases with the age of the animals. It is most effective to breed over-repair heifers of Holstein black-motley cattle for meat up to the age of 24 months.

Keywords: cattle, over-repair young cattle, age, beef, quality, morphological composition, chemical composition.

References

1. Rossijskij APK – ot importa sel'skohozyajstvennoj produkcii k eksportno-orientirovannomu razvitiyu / I. M. Donnik [i dr.] // Agrarnyj vestnik Urala. 2017. № 3 (157). S. 12.
2. Donnik I. M., Voronin B. A., Loretc O. G. Obespechenie prodovol'stvennoj bezopasnosti: nauchno-proizvodstvennyj aspekt (na primere Sverdlovskoj oblasti) // Agrarnyj vestnik Urala. 2017. № 7. S. 81.
3. Donnik I. M., Voronin B. A. Proizvodstvo organicheskoj sel'skohozyajstvennoj produkcii kak odno iz vazhnejshih napravlenij razvitiya APK // Agrarnyj vestnik Urala. 2016. № 1 (143). S. 77–81.
4. Kayumov F. G., SHEvhuzhev A. F. Sostoyanie i perspektivy razvitiya myasnogo skotovodstva v Rossii // Zootekhniya. 2016. № 11. S. 2–6.
5. Sostoyanie myasnogo skotovodstva v Rossijskoj Federacii / I. M. Dunin [i dr.] // Ezhegodnik po plemennoj rabote v myasnom skotovodstve v hozyajstvah Rossijskoj Federacii (2018 god). Lesnye Polyany, 2019. S. 3–16.
6. Resursosberegayushchie innovacionnye tekhnologii proizvodstva moloka i govyadiny : monografiya / A. T. Varakin [i dr.]. Volgograd : FGBOU VPO Volgogradskij GAU, 2015. 204 s.
7. Vliyanie dvuh-trekhporodnogo skreshchivaniya na kachestvo myasnoj produkcii bychkov-kastratov / V. I. Kosilov [i dr.] // Michurinskij agronomicheskij vestnik. 2021. № 1. S. 42–47.
8. D'yakov M. V., Gorelik O. V., Gorelik A. S. Morfologicheskij i himicheskij sostav myasa golshtinizirovannyh bychkov raznyh srokov uboya // Vse o myase. 2020. № 5S. S. 107–110.
9. Vliyanie skreshchivaniya skota cherno-pestroj porody s golshtinami na kachestvennye pokazateli otrubov polutushi molodnyaka / V. I. Kosilov [i dr.] // Michurinskij agronomicheskij vestnik. 2021. № 2. S. 77–84.
10. Gizatullin R. S. Sedyh T. A. Vliyanie prodolzhitel'nosti otkorma bychkov na effektivnost' proizvodstva govyadiny // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P. A. Kostycheva. 2016. № 1 (29). S. 14–18.
11. Vliyanie skreshchivaniya skota cherno-pestroj i kazahskoj belogolovoj porod na myasnye kachestva pomesej / V. I. Kosilov [i dr.] // Michurinskij agronomicheskij vestnik. 2020. № 4. S. 18–23.
12. Gubajdullin N. M., Iskhakov R. S., Asylbaeva G. R. Produktivnye kachestva molodnyaka cherno-pestroj porody i ee pomesej s limuzinami // Agrarnaya nauka v innovacionnom razvitii APK : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. v ramkah XXVI Mezhdunar. specializirovannoj vystavki «Agrokompleks-2016». 2016. S. 83–90.
13. Vliyanie pola i genotipa na vesovoj rost molodnyaka, poluchennogo pri dvuh-trekhporodnom skreshchivanii / V. I. Kosilov [i dr.] // Michurinskij agronomicheskij vestnik. 2020. № 2. S. 39–47.
14. Himicheskij sostav myasa bychkov raznyh genotipov / M. D. Kadyshcheva [i dr.] // Agrarnyj vestnik Urala. 2019. № 6 (185). S. 29–33.
15. Ubojnye kachestva chistoporodnogo i pomesnogo molodnyaka krupnogo rogatogo skota / V. I. Kosilov [i dr.] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 2 (88). S. 238–242.
16. The effect of snp polymorphisms in growth hormone gene on weight and linear growth in crossbred red angus × kalmyk heifers / F. G. Kayumov, V. I. Kosilov, N. P. Gerasimov, O. A. Bykova // Digital agriculture – development strategy. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (ISPC 2019). “Advances in Intelligent Systems Research” 2019. P. 325–328.
17. The association of polymorphic variants of growth hormone gene with slaughter traits and carcass composition in crossbred red angus × kalmyk bull-calves / F. G. Kayumov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The proceedings of the conference AgroCON-2019. 2019. P. 012065.



18. Evaluation of the effects of plant extracts on cattle rumen microbiome / E. V. Yausheva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The proceedings of the conference AgroCON-2019. 2019. P. 012165.

19. Method for producing environmentally safe meat in radioactively contaminated area / I. F. Gorlov [et al.] // Asian Journal of Animal Sciences. 2016. 10. № 1. P. 99–105.

20. Gorelik O. V., Harlap S. YU., D'yakov M. V. Vliyanie vozrasta uboia molodnyaka na effektivnost' proizvodstva govyadiny // Nauka i obrazovanie. Specvypusk, posvyashch. mezhdunar. forumu «Innovacionnoe razvitie zhivotnovodstva». Nauchno-prakticheskij zhurnal Zapadno-Kazahstanskogo agrarno-tekhnicheskogo universiteta imeni ZHAngir hana. Ural'sk, 2018. S. 35–41.

21. The state of polymorphism of genes affecting the meat quality in micropopulations of meat simmentals / S. D. Tyulebaev, M. D. Kadysheva, V. I. Kosilov, V. M. Gabidulin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. “International Conference on World Technological Trends in Agribusiness” 2021. P. 012045.

22. Pishchevaya cennost' myasnoj produkcii molodnyaka chernopetroj porody i ee pomesej s golshtinami / YU. A. YUldyshbaev [i dr.] // Agrarnaya nauka. 2021. № 7–8. S. 37–40

Gorelik Olga Vasilievna, D. Sc. (Agriculture), Professor, FSBEI HE “Ural State Agrarian University”.

E-mail: olgao205en@yandex.ru.

Rebezov Maksim Borisovich, D. Sc. (Agriculture), Professor, Chief Researcher V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences; professor Ural State Agrarian University.

E-mail: rebezov@ya.ru.

Gorelik Artem Sergeevich, Cand. Sc. (Biology), FSBEI HE “Ural Institute of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia”.

E-mail: temae077ex@mail.ru.

Dyakov Maxim Viktorovich, Cand. Sc. (Agriculture), FSBEI HE “Ural Institute of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia”.

E-mail: kapral96-86@mail.ru.

Comparative analysis of the chemical composition of meat of cross-country turkeys Broad Breasted White and Hybrid

Ya. M. Rebezov, O. V. Gorelik, M. B. Rebezov, S. Yu. Kharlap

Turkey farming is an efficient branch of poultry farming that supplies the most valuable and high-quality meat of all kinds of farm poultry for human nutrition. As a result of the conducted research, new data have been obtained on the chemical composition of the new breed group of turkeys for the region - Hybrid. It has been found that the white meat of Hybrid turkeys has a higher protein content and a lower fat content. With age, the dry matter content increases and the moisture content decreases. The energy value turned out to be higher in the meat of turkeys of heavy crosses - group III and IV, in comparison with the medium crosses. Among medium crosses it was higher in the meat of turkeys of group II by 1.9 kcal, and among heavy - in the meat of turkeys of group III by 2.3 kcal. The red meat of turkeys of groups II and IV (medium and heavy Hybrid crosses) was 1.8 and 2.6% ($P \leq 0.01$) higher in protein content than in groups I and III (medium and heavy White broad-breasted), respectively. Greater fat content was found when analyzing the meat of groups I and III, compared with the results of groups II and IV by 0.9 and 1.3% ($P \leq 0.01$), respectively. Moisture content was greater in the meat of turkeys of groups I and III than in the meat of turkeys of groups II and IV by 1.2 and 1.5% ($P \leq 0.05$), respectively. Breed

and breed affiliation influence the chemical composition of turkey meat, as well as the amino acid ratio and fatty acid composition of turkey meat. The best indicators are established in the meat obtained from medium and heavy cross-country of Hybrid turkeys.

Keywords: farm poultry, turkeys, crosses, meat, quality, chemical composition.

References

1. Mirovoj rynek myasa indejki rasshiraetsya. rezhim dostupa : <https://meatinfo.ru/news/mirovoy-rinok-myasa-indeyki-rasshiraetsya-386655> (data obrashcheniya: 11.01.2019).
2. Kuzmicheva M. B. Sostoyanie i tendencii razvitiya rossijskogo rynka myasa indejki // *Myasnaya industriya*. 2013. № 1. S. 48–50.
3. Nefedova V. N., Majorova S. V. Rossijskij rynek myasa pticy v 2001–2017 // *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika*. 2017. № 8. S. 60–64.
4. Kanivec V. Indejke v Rossii byt' // *Pticevodstvo*. 2009. № 2. S. 23–24.
5. Noskov S. N. Sravnitel'naya harakteristika indyushat krossov «BIG-6» i «Hajbrid Konverter» // *Nauchno-tehnicheskij progress: aktual'nye i perspektivnye napravleniya budushchego : sb. mater. XI Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii*. Kemerovo, 2019. S. 141–142.
6. Morar' M. A., Vajskrobova E. S., Rebezov YA. M. Myaso indejki, kak lechebno-profilakticheskij produkt v pitanii // *Kachestvo produkcii, tekhnologij i obrazovaniya : mater. XII Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii*. Magnitogorsk, 2017. S. 53–56.
7. Mulder R. Razvitie mirovogo pticevodstva i rol' VNAP // *Innovacionnye razrabotki i ih osvoenie v promyshlennom pticevodstve : mater. XVII Mezhdunar. konferencii*. Sergiev Posad : VNAP, 2010. S. 17–24.
8. Erastov G. M. Pishhevaya cennost' myasa pticy // *Pticevodstvo*. 2014. № 3. S. 28–30.
9. Myasnaya produktivnost' indek «hajbrid konverter» i «shirokogrudaya belaya» / E. N. Arakcheeva, N. N. Zabashta, E. N. Golovko, I. A. Sinel'shchikova // *Innovacionnye tekhnologii v sel'skom hozyajstve, veterinarii i pishchevoj promyshlennosti : sb. nauch. st. po mater. 86-j Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Agrarnaya nauka – Severo-Kavkazskomu federal'nomu okrugu»*. 2021. S. 17–23.
10. Gasilina V. A., Tararina L. I. Izuchenie pokazatelej himicheskogo sostava belogo i krasnogo myasa indek v promyshlennyh usloviyah krasnoyarskogo kraja // *Vestnik KrasGAU*. 2010. № 9 (48). S. 143–147.
11. Analysis of the efficiency of production of whole-muscle turkey products with vegetable sprinkles / I. F. Gorlov [et al.] // *Theory and Practice of Meat Processing*. 2021. № 6 (4). P. 343–353. DOI: 10.21323/2414-438X-2021-6-4-343-353.
12. Effect of Feeding Diet Containing Probiotics on Growth Rate and Hematological Changes in the Blood of Turkeys / A. Khabirov [et al.] // *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2020. Vol 12. P. 1454–1458. DOI: 10.31838/ijpr/2020.12.01.241.
13. Himicheskij sostav myasa indek raznyh porodnyh grupp / YA. M. Rebezov, O. V. Gorelik, M. B. Rebezov, S. YU. Harlap // *Ot inercii k razvitiyu: nauchno-innovacionnoe obespechenie razvitiya zhivotnovodstva i biotekhnologij : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii*. 2020. S. 180–182.
14. Influence of Vitafort and Lactobifadol Probiotics on Excremental Microbiocenoses of Turkey Poults / A. Khabirov [et al.] // *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*. 2020. Vol. 14. № 3. P. 1041–1046.
15. Rebezov YA. M., Gorelik O. V., Harlap S. YU. Ocenka bezopasnosti myasa indek // *Vse o myase*. 2020. № 55. S. 292–297..
16. Using biological protective agents in turkey farms / M. K. Gainullina [et al.] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. conference proceedings*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. P. 82011.
17. Grigor'ev M. E., YAKimov O. A., Salyahov A. SH. Sovershenstvovanie tekhnologii proizvodstva myasa indyushat pri ispol'zovanii v ih racionah fermentno-mineral'nogo kompleksa // *Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Baumana*. 2019. T. 238. № 2. S. 61–64.



18. Yakimov O. A., Ajmetov R. V. Vliyanie mineral'noj dobavki «Ceostimul» na myasnuyu produktivnost' indyushat // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Baumana. 2016. T. 227. № 3. S. 90–92.

Rebezov Yaroslav Maksimovich, Cand. Sc. (Biology), FSBEI HE “Ural State Agrarian University”.
E-mail: yaroslavreb@yandex.ru.

Gorelik Olga Vasilievna, D. Sc. (Agriculture), Professor, FSBEI HE “Ural State Agrarian University”.
E-mail: olgao205en@yandex.ru.

Rebezov Maksim Borisovich, D. Sc. (Agriculture), Professor, Chief Researcher V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences; professor Ural State Agrarian University.
E-mail: rebezov@ya.ru.

Kharlap Svetlana Yurievna, Cand. Sc. (Biology), Associate Professor FGBOU VO “Ural State Agrarian University”.
E-mail: proffuniver@yandex.ru.

FOOD BIOTECHNOLOGY, STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

Influence of technological additives on thermal stability properties of fruit and vegetable fillings

I. R. Gafurova, A. R. Abushaeva, M. K. Sadygova

The article presents the results of the study of thermostable fruit and vegetable fillings for flour products. The purpose of the study is to study the influence of technological additives on the thermostable properties of fruit and vegetable fillings. Natural, cheap regional raw materials (carrots, zucchini, scallops, pumpkins, watermelon, lemon and plums) were used as the main raw materials. Sodium alginate (AN) and carboxymethyl cellulose (CMC) were used technological additives. The content of thickeners in fruit-and-vegetable fillings formula is different and varies within the range from 1 to 1.8%. The content of dry substances in thermostable fillings is determined using the IRF-454B2M refractometer. The method for determining the titratable acidity of thermostable fillings is based on titration of the test solution with sodium hydroxide solution. Thermal stability of fruit and vegetable fillings was determined by an empirical method based on the principle of simulating temperature impact, as well as its duration on the test product under certain conditions. The tendency of fruit and vegetable fillings to syneresis, which negatively affects the quality of finished flour products, was investigated. The optimal amount of thickening agent in fruit and vegetable fillings 1-1.8% of the raw material mass was revealed by experimental method. We studied a decrease in the white sugar content for watermelon and carrot and lemon fillings by 50%, for courgette and plum fillings by 40%, which favorably affects the taste and aroma of the products. Products with reduced carbohydrate content and improved taste properties are obtained. Reducing the proportion of sugar in the filling formula also allows you to save on production raw materials. The use of thermostable fruit and vegetable fillings in the technology of flour products serves as an additional source of improving the assortment of finished products, they improve the quality of baking, contribute to cleansing the body from slags and radionuclides. These types of fillings have useful properties and are recommended for industrial application.

Keywords: thermostable fillings, sodium alginate (AN), carboxymethylcellulose (CMC), physico-chemical indices, thermostability, syneresis.

References

1. GOST 32741-2014. Polufabrikaty. Nachinki i podvarki fruktovye i ovoshchnye. Obshchie tekhnicheskie usloviya. M. : Standartinform, 2019. 12 s.
2. Ocenka kachestva termostabil'nyh nachinok razlichnogo sostava / G. O. Magamedov [i dr.] // Materialy XI mezhdunarodnoj konferencii «Konditerskie izdeliya XXI veka», 2017. 82 s.
3. Razrabotka tekhnologii termostabil'nyh fruktovyh nachinok / O. N. Pershina [i dr.] // Pishchevaya promyshlennost'. 2014. № 11. S. 32–36.
4. Marh A. T., Zykina T. F., Golubev V. N. Tekhnohimicheskij kontrol' konservnogo proizvodstva. M. : Agropromizdat, 1989. 304 s.
5. Tiwari A. K. Current Science. Vol. 81. № 9. P. 1179–1187 (10.11.2001).

Gafurova Ilmira Rashitovna, Master student, Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov.

E-mail: ilmira.gafurova.97@mail.ru.

Abushaeva Asia Rafailyevna, postgraduate student, Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov.

E-mail: asiyatugush@mail.ru.

Sadygova Madina Karipullova, D. Sc. (Engineering), Professor of the Department of Food Technology, Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov.

E-mail: sadigova.madina@yandex.ru.

Study of the kinetics of enzymatic hydrolysis of plant polymers to increase the bioavailability of cereal-based beverage

I. Yu. Sergeeva, L. V. Permyakova, V. S. Rainik, O. A. Rybintseva

The stage of enzymatic processing of a semi-finished product for cereal-based beverage (vegetative base from rice and buckwheat) was studied in order to modify the carbohydrate composition of the drink. For biocatalysis, enzyme preparations from Novozymes (Denmark) Termamyl (thermostable α amylase) and OndeaPRO (mixture of pululanase, α amylase, cellulase, xinalase, protease, and lipase) were used. To determine the limiting rate of biocatalysis and the Michaelis constant, the dosage of enzyme preparations and the initial concentration of the substrate (hydromodulus) varied: hydromodules 1:6, 1:8, 1:10 were used and the dosage of preparations was 0.25; 0.5; 0.75; 1.00% by weight of grain products. Hydrolysis was carried out in a thermostatically controlled shaker with constant stirring at 120 rpm for 180 min at optimal temperatures: 85°C (for Termamyl hydrolysis) and 60°C (for OndeaPRO hydrolysis), periodically taking samples of the hydrolyzate to determine reducing sugars. A rational dosage of the studied biocatalysts has been established - 0.75% by weight of grain products. At the same time, the optimal taste characteristics of the resulting vegetative base were also stated - the absence of a starchy aftertaste, a harmonious moderate sweetness. Kinetic curves of the process were plotted (dependence of hydrolysis rate on substrate concentration). The Michaelis constants (K_m (mg/cm³)) and the limiting reaction rate (V_{max} (mg/(cm³min))) were determined for preparations used for enzymatic lysis of plant bases from rice and buckwheat: Termamyl (buckwheat) - 40.0 and 0.14 ; Termamyl (rice) - 35.0 and 0.16; OndeaPRO (buckwheat) - 35.0 and 0.15; OndeaPRO (rice) - 30.0 and 0.17, respectively. It was found that the smallest Michaelis constant is typical for the enzyme preparation OndeaPRO. The combination of enzymatic activities of the preparation contributes to the effective hydrolysis of the attacked substrate - starch, releasing it from binding compounds of protein and non-starch origin of the shells of starch grains of cereals. As a result, the enzyme-substrate complex is more stable in comparison with the option of using an individual amylolytic enzyme.

Keywords: enzymatic hydrolysis, kinetics of hydrolysis, enzyme preparations, cereal-based beverage, vegetative base.



References

1. Birch C. S., Bonwick G. A. Ensuring the future of functional foods // *International Journal of Food Science & Technology*. 2018. Vol. 54. № 5. P. 1467–1485.
2. Production of highly nutritious functional food with the supplementation of wheat flour with lysine / C. Albert [et al.] // *Acta Universitatis Sapientiae, Alimentaria*. 2017. Vol. 10. № 1. P. 5–20.
3. Dietary fructooligosaccharides and potential benefit on health / M. Sabater-Molina, E. Largue, F. Torella, S. Zamora // *Physiol. Biochem*. 2009. Vol. 65. № 3. P. 315–328.
4. Rol' pishchevyykh volokon v pitanii cheloveka / V. A. Tutel'yan [i dr.]. M. : Novoe tsysyacheletie, 2008. 325 s.
5. Glycemic index, glycemic load, and chronic disease risk – a meta-analysis of observational studies / A. W. Barclay [et al.] // *Am. J. Clin. Nutr*. 2008. Vol. 87. P. 627–637.
6. Low glycemic index diets and blood lipids: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials / L. M. Goff, D. E. Cowland, L. Hooper, G. S. Frost // *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis*. 2013. Vol. 23. № 1. P. 1–10.
7. Pat. № 2444905 CHastichno gidrolizovannyj zernovoj belok A23J3/14, A23J3/34, A23J3/18 / De sadeler Jos Villi Gislen Kornel (BE), Karleskind Daniel' Mari-Antuanett (BE), Makkræ Katarina Hillagonda (BE), Mekheus Eliza Margrit Mariya (BE) ; zayavl. 07.03.2008 ; opubl. 20.03.2012. Rezhim dostupa : <https://www.freepatent.ru/patents/2444905>.
8. Development of a specialized high protein product for adaptive nutrition / E. I. Reshetnik, Yu. I. Derzhapolskaya, S. L. Gribanova, I. V. Khamaganova // *Prensa Medica Argentina*. 2019. T. 105. № 4. C. 197–204.
9. Teoreticheskie aspekty formirovaniya sostava napitka dlya profilakticheskogo pitaniya / I. YU. Sergeeva, V. S. Rajnik, A. S. Markov, E. A. Vechtomova // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevyykh proizvodstv*. 2019. T. 49. № 3. S. 356–366. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-3-356-366.
10. Izuchenie kinetiki fermentativnogo gidroliza rastitel'nykh materialov na primere ovsyanoj muki / K. V. Dome [i dr.] // *Tekhnologii i oborudovanie himicheskoy, biotekhnologicheskoy i pishchevoj promyshlennosti : mater. XIV Vseros. nauch.-prakt. konf. studentov, aspirantov i molodykh uchenyykh s mezhdunar. uchastiem, posvyashch. 90-letnemu yubileyu akad. Sakovicha G.V. Bijsk : Altajskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet im. I. I. Polzunova, 2021. S. 263–266. DOI: 10.25699/tohbipp.2021.99.56.010.*

Sergeeva Irina Yuryevna, D. Sc. (Engineering), Associate Professor, Head of the Department of Plant-based Food Technology, Kemerovo State University.

E-mail: sergeeva.76@list.ru.

Permyakova Larisa Viktorovna, D. Sc. (Engineering), Associate Professor of the Department of Plant-based Food Technology, Kemerovo State University.

E-mail: delf-5@yandex.ru.

Rainik Vitaliy Sergeevich, postgraduate student, Department of Plant-based Food Technology, Kemerovo State University.

E-mail: rainikwit@mail.ru.

Rybintseva Olga Anatolyevna, student, Department of Plant-based Food Technology, Kemerovo State University.

E-mail: rybintseva1985@mail.ru.

Systematization of scientific knowledge about the production technology and mechanism of action of certain biologically active peptides

S. L. Tikhonov, N. V. Tikhonova, N. A. Kolberg, L. S. Kudryashov

The article deals with technologies of peptides production on the example of organic synthesis, microwave extraction, chemical and enzymatic protein hydrolysis and their subsequent purification

by membrane filtration, gel electrophoresis, ion-exchange column and high-performance liquid chromatography. The mechanisms of action of biologically active peptides were systematized. Antiviral or membrane active peptides are considered, which are divided into various categories according to mechanisms of action, including binding/attachment inhibitors, fusion and entry inhibitors, viral enzyme inhibitors, replication inhibitors and peptides with direct and indirect effects on viruses. New strategies in the development of WH1C inhibitor peptides are shown. Data are presented on antifungal peptides that are able to bind to the cell wall, penetrate membranes and cause the death of bacterial cells. The possibility of immunotherapy of cancer with peptides by their interaction with hexokinase (HK), Bcl-2 and Bcl-xL is shown, which leads to the destruction of cancer cells in leukemia and glioblastoma. Other mechanisms of action on tumor cells are considered. The presented review shows that peptides can be selected as potential biomarkers in early diagnosis of cancer.

Keywords: peptide production technology, mechanism of action, antiviral, antibacterial and antitumor activity, biomarkers.

References

1. Bolatchiev A. Antibacterial activity of human defensins against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* // *Biology, Medicine*. 2020. Vol. 25. P. 1–14. DOI:10.7717/peerj.10455.
2. Agyei D., Ongkudon C. M., Wei C. Y. Danquah, Bioprocess challenges to the isolation and purification of bioactive peptides // *Food and Bioprocess Processing*. 2016. Vol. 98. P. 244–256.
3. Solvent free microwave-assisted extraction of antioxidants from sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) food by-products / S. Perino-Issartie, Zill-e-Huma, M. Abert-Vian, F. Chemat // *Food and Bioprocess Technology*. 2011. Vol. 4. № 6. P. 1020–1028.
4. Cell viability assays / T. L. Riss, R. A. Moravec, A. L. Niles, L. Minor // *Assay Guidance Manual*. 2016. Vol. 3. № 5. P. 1031–1049.
5. Alternative and efficient extraction methods for marine-derived compounds / C. Grosso, P. Valentao, F. Ferreres, P. B. Andrade // *Marine Drugs*. 2015. Vol. 13. № 5. P. 3182–3230.
6. Evolution and diversity of plant cell walls: from algae to flowering plants / Z. A. Popper [et al.] // *Annual Review of Plant Biology* Eds. 2011. Vol. 62. P. 567–588.
7. Belanger J. M. R., Par J. R. J. Applications of microwave-assisted processes (MAP) to environmental analysis // *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2006. Vol. 386. № 4. P. 1049–1058.
8. Vijaykrishnaraj M., Prabhasankar P. Marine protein hydrolysates: their present and future perspectives in food chemistry – a review // *RSC Advances*. 2015. Vol. 5. № 44. P. 34864–34877.
9. Lee J., Jeffries T. W. Efficiencies of acid catalysts in the hydrolysis of lignocellulosic biomass over a range of combined severity factors // *Bioresource Technology*. 2011. Vol. 102. № 10. P. 5884–5890.
10. Typical conversion of lignocellulosic biomass into reducing sugars using dilute acid hydrolysis and alkaline pretreatment / Y.-L. Loow [et al.] // *Cellulose*. 2016. Vol. 23. № 3. P. 1491–1520.
11. Xu Z., Huang F. Pretreatment methods for bioethanol production // *Applied biochemistry and biotechnology*. 2014. Vol. 174. № 1. P. 43–62.
12. Kristinsson H. G., Rasco B. A. Fish protein hydrolysates: production, biochemical, and functional properties // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2000. Vol. 40. № 1. P. 43–81.
13. Proteolytic and peptidolytic activities in commercial pancreatic protease preparations and their relationship to some whey protein hydrolysate characteristics / M. M. Mullally [et al.] // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1994. Vol. 42. № 12. P. 2973–2981.
14. Selective induction of cancer cell death by VDAC1-based peptides and their potential use in cancer therapy / A. Shteinifer-Kuzmine [et al.] // *Mol Oncol*. 2018. № 12 (7). P. 1077–1103.
15. Antioxidant and antihypertensive protein hydrolysates produced from tuna liver by enzymatic hydrolysis / J.-Y. Je, K.-H. Lee, M. H. Lee, C.-B. Ahn // *Food Research International*. 2009. Vol. 42. № 9. P. 1266–1272.
16. Study on the Preparation of Oyster Antioxidant Hydrolysates with Different Enzymatic Methods / V. Y. Liu [et al.] // *Proceedings of the 4th International Conference on Energy and Environmental Protection (Icep '15)*. 2015. P. 4225–4233.



17. Hydrolysis and purification of ACE inhibitory peptides from the marine microalga *Isochrysis galbana* / H. Wu [et al.] // *Journal of Applied Phycology*. 2014. Vol. 27. № 1. P. 351–361.
18. Ko S.-C., Kim D., Jeon Y.-J. Protective effect of a novel antioxidative peptide purified from a marine *Chlorella ellipsoidea* protein against free radical-induced oxidative stress // *Food and Chemical Toxicology*. 2012. Vol. 50. № 7. P. 2294–2302.
19. In vitro antiviral activities of enzymatic hydrolysates extracted from byproducts of the Atlantic holothurian *Cucumaria frondosa* / L. Tripoteau, G. Bedoux, J. Gagnon, N. Bourgoignon // *Process Biochemistry*. 2015. Vol. 50. № 5. P. 867–875.
20. Functional and potential therapeutic ACE-inhibitory peptides derived from bromelain hydrolysis of trevally proteins / J. Salamessy, N. Reddy, K. Kailasapathy, M. Phillips // *Journal of Functional Foods*. 2015. Vol. 14. P. 716–725.
21. Physical and oxidative stability of fish oil-in-water emulsions stabilized with fish protein hydrolysates / P. J. Garc'ia-Moreno, A. Guadix, E. M. Guadix, C. Jacobsen // *Food Chemistry*. 2016. Vol. 203. P. 124–135.
22. Optimization of the extraction and stability of antioxidative peptides from mackerel (*Pneumatophorus japonicus*) protein / X. Wang [et al.] // *BioMed Research International*. 2017. Vol. 2017. P. 14.
23. Recent advances in separation of bioactive natural products / Q. Ren [et al.] // *Chinese Journal of Chemical Engineering*. 2013. Vol. 21. № 9. P. 937–952.
24. Separation of chito-oligomers with several degrees of polymerization and study of their antioxidant activity / K. Li [et al.] // *Carbohydrate Polymers*. 2012. Vol. 88. № 3. P. 896–903.
25. Purification and characterization of novel antioxidant peptides from enzymatic hydrolysates of tilapia (*Oreochromis niloticus*) skin gelatin / Y. Zhang, X. Duan, Y. Zhuang // *Peptides*. 2012. Vol. 38. № 1. P. 13–21.
26. Partial purification and identification of three antioxidant peptides with hepatoprotective effects from blue mussel (*Mytilus edulis*) hydrolysate by peptic hydrolysis / S. Y. Park, Y.-S. Kim, C.-B. Ahn, J.-Y. Je // *Journal of Functional Foods*. 2016. Vol. 20. P. 88–95.
27. Functional significance of bioactive peptides derived from soybean / B. P. Singh, S. Vij, S. Hati // *Peptides*. 2014. Vol. 54. P. 171–179.
28. Peptides to combat viral infectious diseases / S. Al-Azzam [et al.] // *Peptides*. 2020. № 134. P. 170402.
29. Antiviral peptides against Coronaviridae family: A review / H. Heydari [et al.] // *Peptides*. 2021. № 139. P. 170526.
30. Peptide Assembly on the Membrane Determines the HIV-1 Inhibitory Activity of Dual-Targeting Fusion Inhibitor Peptides / M. J. Gomara [et al.] // *Sci Rep*. 2019. № 9 (1). P. 3257.
31. Membrane Active Peptides and Their Biophysical Characterization / F. G. Avci, B. S. Akbulut, E. Ozkirimli // *Biomolecules*. 2018. № 8 (3). P. 77.
32. Broad-Spectrum Antiviral Entry Inhibition by Interfacially Active Peptides / A. R. Hoffmann [et al.] // *J Virol*. 2020. № 94 (23). P. e01682-20.
33. An enzymatic assay based on luciferase Ebola virus-like particles for evaluation of virolytic activity of antimicrobial peptides / M. Peskova [et al.] // *Peptides*. 2017. № 88. P. 87–96.
34. Lantibiotics: insight and foresight for new paradigm / J. I. Nagao [et al.] // *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2006. № 102 (3). P. 139–149. Access mode : <https://doi.org/10.1263/jbb.102.139>.
35. Antimicrobial and human cancer cell cytotoxic effect of synthetic angiotensin-converting enzyme (ACE) inhibitory peptides // *Food Chemistry*. № 107 (1). P. 327–336. Access mode : <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.036>.
36. Insight into the Antifungal Mechanism of Action of Human RNase N-terminus Derived Peptides / V. A. Salazar [et al.] // *Int J Mol Sci*. 2019. № 20 (18). P. 4558.
37. Insight into the Antifungal Mechanism of Action of Human RNase N-terminus Derived Peptides / V. A. Salazar [et al.] // *Int J Mol Sci*. 2019. № 20 (18). P. 4558.
38. Furukawa N., Popel A. S. Peptides that immunoactivate the tumor microenvironment // *Biochim Biophys Acta Rev Cancer*. 2021. № 1875 (1). P. 188486.
39. Selective induction of cancer cell death by VDAC1-based peptides and their potential use in cancer therapy / A. Shteinifer-Kuzmine [et al.] // *Mol Oncol*. 2018. № 12 (7). P. 1077–1103.
40. POTN: A Human Leukocyte Antigen-A2 Immunogenic Peptides Screening Model and Its Applications in Tumor Antigens Prediction / Q. Meng [et al.] // *Front Immunol*. 2020. № 11. P. 02193.

41. POTN: A Human Leukocyte Antigen-A2 Immunogenic Peptides Screening Model and Its Applications in Tumor Antigens Prediction / Q. Meng [et al.] // *Front Immunol.* 2020. № 11. P. 02193.

42. Interaction of two antitumor peptides with membrane lipids – Influence of phosphatidylserine and cholesterol on specificity for melanoma cells / C. Wodlej [et al.] // *PLoS One.* 2019. № 14 (1). P. e0211187.

43. Tumor-targeting peptides from combinatorial libraries / R. Liu, X. Li, W. Xiao, K. S. Lam // *Published correction appears Adv Drug Deliv Rev.* 2017. № 110–111. P. 13–37.

44. Identification of Tumor Antigens Among the HLA Peptidomes of Glioblastoma Tumors and Plasma / Shraibman [et al.] // *Molecular & cellular proteomics : MCP.* 2019. Vol. 18,6. P. 1255–1268.

Tikhonov Sergey Leonidovich, D. Sc. (Engineering), Professor, Head of the Department of Food Engineering, Ural State University of Economics.

E-mail: tihonov75@bk.ru.

Tikhonova Natalya Valeryevna, D. Sc. (Engineering), Professor, Professor of the Department of Food Engineering, Ural State University of Economics.

E-mail: tihonov75@bk.ru.

Kolberg Natalya Alexandrovna, Cand. Sc. (Veterinary), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Food Engineering, Ural State University of Economics.

E-mail: innomed13@mail.ru.

Kudryashov Leonid Sergeevich, D. Sc. (Engineering), Professor, State Budget Scientific Institution “The Federal Scientific Center for Food Systems named after V. M. Gorbатов” of the Russian Academy of Sciences.

E-mail: lskudryashov@yandex.ru.

Analysis of consumer preferences and evaluation of the properties of organic food products

L. N. Tretyak, M. B. Rebezov, V. L. Gebel, A. V. Miftakhutdinov

The article emphasizes the importance of implementing the Strategy of improving food quality in the Russian Federation until 2030, aimed at providing a healthy diet and improving the quality of life of the population. The results of evaluation of consumer preferences by properties of organic food products are presented. The assessment is based on the results of a questionnaire survey conducted by the authors through the Google-Form platform. A relatively low degree of awareness of respondents (42.7%) about the existence of organic food products was revealed. It has been confirmed that organic food products are not yet used by the consumer: only 12% of respondents acquire it every day. It has been established that composition, shelf life, aroma and taste are the most significant factors in the choice of agricultural products. Almost half (58.2%) of the survey participants pay attention to the price. The vast majority of consumers prefer dairy and fermented milk products (80.9%). Among the identified reasons for refusing to purchase organic products, the respondents named: the lack of evidence of the product belonging to the “organic,” the lack of information about this type of product and the differences between organic and traditional products. The need to inform the population about the benefits of organic food products has been confirmed. Among the main ones, mass informing consumers about the advantages of this group of food products, and conducting advertising campaigns are recommended.

Keywords: organic food products, sociological research, consumer preferences, respondents.

References

1. Strategii povysheniya kachestva pishchevoj produkcii v Rossijskoj Federacii do 2030 goda ot 29.06.2016 goda № 1364-r. Rezhim dostupa : <https://docs.cntd.ru/document/420363999> (data obrashcheniya: 15.01.2022).



2. Voroncova E. V., Voroncov A. L. Obespechenie kachestva i bezopasnosti pishchevoj produkcii v kontekste obespecheniya nacional'noj bezopasnosti Rossijskoj Federacii: organizacionno-pravovoj aspekt // *Prioritetnye napravleniya razvitiya pravovoj sistemy obshchestva* : mater. VIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii. Gomel', 2020. S. 29–33.

3. Sycheva O. V., Kajshev V. G. Kriterii kachestva pishchevoj produkcii neobhodimy dlya povysheniya ee kachestva // *Sovremennye dostizheniya biotekhnologii. Tekhnika, tekhnologii i upakovka dlya realizacii innovacionnyh proektov na predpriyatiyah pishchevoj i biotekhnologicheskoy promyshlennosti* : mater. VII Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii. Pyatigorsk, 2020. S. 119–122.

4. Kupcova S. V., Guglya G. R. Analiz potrebitel'skogo rynka i issledovanie potrebitel'skih predpochtenij molochnyh konservov // *Nauka bez granic*. 2020. № 3 (43). S. 33–39.

5. Gorelkina T. L. Ocenka potrebitel'skih predpochtenij zhitel'ev g. Blagoveshchenska v otnoshenii vybora molochnyh koktejl'ev // *Agropromyshlennyj kompleks: problemy i perspektivy razvitiya* : mater. Vseros. nauch.-prakt. konf. : v 2 chastyah / otv. redaktor A. A. Muratov. Blagoveshchensk, 2021. S. 352–357.

6. Pastushkova E. V., Kryukova E. V., Kryukov A. V. Analiz potrebitel'skih predpochtenij v otnoshenii napitkov na zernovoj osnove // *Tovaroved prodovol'stvennyh tovarov*. 2022. № 1. S. 26–33.

7. Kal'kova N. N., SHishonina A. D. Osobennosti potrebitel'skih predpochtenij i potrebitel'skogo vybora na regional'nom rynke rybnoj produkcii // *Ekonomika predpriyatij, regionov, stran: aktual'nye voprosy i sovremennye aspekty* : mater. IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii. Penza, 2021. S. 150–154.

8. Analiz vostrebovannosti obogashchennyh kislomolochnyh produktov na primere jogurta / L. N. Tret'yak, M. B. Rebezov, A. O. Mordvinova, V. N. Kravchenko // *Mezhdunarodnyj studencheskij nauchnyj vestnik*. 2015. № 6. S. 54.

9. Analiz potrebitel'skih predpochtenij pri vybore obogashchennyh kislomolochnyh produktov. Regional'nyj aspekt / L. N. Tret'yak, M. B. Rebezov, A. P. Antipova, A. O. Mordvinova // *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij*. 2015. № 12–6. S. 978–982.

10. Kon'yunktura predlozheniya obogashchennyh molochnyh produktov na primere CHelyabinska / M. B. Rebezov [i dr.] // *Molochnaya promyshlennost'*. 2011. № 8. S. 38–39.

11. Specialized sports nutrition foods: review / N. Gavrilova [et al.] // *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2020. V. 12. № 2. P. 998–1003.

12. Ocenka vostrebovannosti organicheskoy pishchevoj produkcii: Anketa. Rezhim dostupa: https://docs.google.com/forms/d/1qlkw0ZWnay1oUJfUMH93uSY5e_M6N2y5bVFI7fhmN4/edit (data obrashcheniya: 15.01.2022).

13. Mitina E. A. Diagnostika potrebitel'skih predpochtenij pri vybore organicheskoy produkcii // *RISK: resursy, informaciya, snabzhenie, konkurenciya*. 2017. № 4. S. 78–84.

14. Surkova N. V., Biryukova T. V. Osnovnye perspektivy razvitiya potrebitel'skih predpochtenij na myaso i myasnye izdeliya v Rossii // *Ekonomika sel'skogo hozyajstva Rossii*. 2020 g. № 3. S. 60–64.

Tretyak Lyudmila Nikolaevna D. Sc. (Engineering), Associate Professor, Head of the Department of Metrology, Standardization and Certification, Orenburg State University.

E-mail: tretyak_ln@mail.ru.

Rebezov Maksim Borisovich, D. Sc. (Agriculture), Professor, Chief Researcher V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences; professor Ural State Agrarian University.

E-mail: rebezov@ya.ru.

Gebel Valeria Leonidovna, 2nd year master student in the direction of preparation "Quality Management", Orenburg State University.

E-mail: solontsovavl@gmail.com.

Miftakhutdinov Alevtin Viktorovich, D. Sc. (Biology), Professor, Head of the Department of Morphology, Physiology and Pharmacology, South Ural State Agrarian University.

E-mail: nirugavm@mail.ru.

Порядок рецензирования статей, направленных в редакцию рецензируемого издания

1. Организация и порядок рецензирования

1.1. Статья принимается к рассмотрению только при условии, что она соответствует требованиям к авторским оригиналам статей (материалов), размещенным на сайте журнала.

1.2. Все статьи, поступившие в редакцию, подлежат рецензированию. Без рецензирования статьи в журнале не публикуются. Издание осуществляет рецензирование всех поступающих в редакцию материалов, соответствующих тематике журнала, с целью их экспертной оценки. Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов и имеют в течение последних 3 лет публикации по тематике рецензируемой статьи. Рецензии хранятся в издательстве и в редакции издания в течение 5 лет.

1.3. Статья направляется на рецензирование члену редакционно-издательского совета, курирующему соответствующее направление / научную дисциплину.

1.4. Рецензирование рукописей осуществляется конфиденциально в целях защиты прав автора. Нарушение конфиденциальности возможно в случае заявления рецензента о фальсификации представленных материалов.

1.5. Все авторские рукописи проходят проверку на соответствие тематике журнала, требованиям оформления, уникальности и отсутствие некорректных заимствований, в том числе самозаимствований.

1.6. Все поступившие в редакцию материалы проходят обязательную электронную (программную) проверку на наличие некорректных заимствований и чрезмерного самоцитирования до направления рукописей рецензентам. При отсутствии рецензента-эксперта в соответствующем направлении редакция берет на себя обязательство приглашения внешнего независимого специалиста. Иницилируемые авторами рекомендации и отзывы принимаются к сведению, но вне зависимости от их наличия все присланные в редакцию научные статьи в равной мере проходят через рецензирование.

1.7. Рецензент оценивает соответствие статьи научному профилю журнала, ее актуальность, новизну, теоретическую и (или) практическую значимость, наличие выводов и рекомендаций, соответствие установленным правилам оформления.

1.8. На основе рецензирования принимается и сообщается автору решение: о приеме рукописи к публикации; возврате на доработку: замечания, рекомендации и сроки доводятся до сведения автора; отказе в публикации: автору направляется мотивированный отказ. Редакция издания в обязательном порядке направляет авторам представленных материалов копии рецензий или мотивированный отказ, а также обязуется направлять копии рецензий в Министерство образования и науки Российской Федерации при поступлении в редакцию издания соответствующего запроса. Сроки рецензирования статей определяются главным редактором журнала с учетом условия максимально оперативного ответа автору публикации и составляют не более 30 рабочих дней со дня их поступления к рецензенту. Редколлегия может отказать рецензенту в праве рецензирования.

1.9. Статья, принятая к публикации, но нуждающаяся в доработке, направляется автору с соответствующими замечаниями рецензента и/или главного редактора. Автор должен внести все необходимые исправления в окончательный вариант рукописи и предоставить его в редакцию на электронном и бумажном носителях вместе с первоначальным вариантом и сопроводительным письмом-ответом рецензенту. После доработки статья повторно рецензируется, и редакция принимает решение о возможности публикации. Статьи, отосланные авторам для исправления, должны быть возвращены в редакцию в срок, установленный редакцией. В случае возвращения статьи в более поздние сроки дата ее опубликования может быть изменена.

1.10. При получении положительной рецензии редакция информирует автора о допуске статьи к публикации с указанием сроков публикации.

1.11. Рецензентам не разрешается снимать копии с рукописей для своих нужд и запрещается отдавать часть рукописи на рецензирование другому лицу без разрешения редакции. Рецензенты, а также работники редакции не имеют права использовать информацию о содержании работы до ее опубликования в своих собственных интересах. Рукописи являются интеллектуальной собственностью авторов и относятся к сведениям, не подлежащим разглашению.



2. Требования к содержанию рецензии

2.1. Рецензия должна содержать квалифицированный анализ материала рукописи, его объективную аргументированную оценку и обоснованный вывод о публикации.

2.2. В рецензии особое внимание должно быть уделено освещению следующих вопросов:

- общий анализ научного уровня, актуальности темы, структуры статьи, терминологии;
- оценка соответствия оформления материалов статьи установленным требованиям: объема статьи в целом и отдельных ее элементов (текста, таблиц, иллюстративного материала, библиографических ссылок); целесообразность помещения в статье таблиц, иллюстративного материала и их соответствие излагаемой теме;
- научность изложения, соответствие использованных автором методов, методик, рекомендаций и результатов исследований современным достижениям науки и практики;
- достоверность изложенных фактов, аргументированность гипотез, выводов и обобщений;
- научная новизна и значимость представленного в статье материала;
- допущенные автором неточности и ошибки;
- рекомендации относительно рационального сокращения объема или необходимых дополнений к предлагаемым для опубликования материалам, поясняющим сущность представленных результатов исследования (указать, для какого элемента статьи);
- вывод о возможности публикации.

2.3. Подпись на рецензии должна быть заверена по месту работы рецензента. В случае, если рецензент известен редакции, его подпись может быть не заверена.

По желанию рецензента рецензии могут быть написаны в свободной форме с соблюдением требований п. 2.2 настоящего Положения.

3. Правила ретрагирования

3.1. Возможные основания для ретракции статьи.

Дублирование статьи в нескольких изданиях; обнаружение некорректного заимствования или значительного самоцитирования (самоплагиата).

Вскрытое нарушение пунктов публикационной этики автора.

Выявление фактов фальсификации или фабрикации, а также обнаружение значимых ошибок, ставящих под сомнение научную ценность статьи. При этом ошибочность может являться результатом как добросовестного заблуждения, так и осознанных нарушений авторов публикаций.

3.2. Автору(-ам) ретрагируемой статьи направляется уведомление с указанием основания для ретракции. Информация о статье и полный текст остаются на elibrary.ru, но дополняются информацией о ретракции. Отозванные статьи и ссылки из них исключаются из РИНЦ и не участвуют при расчете показателей.

3.3. Срока давности для процедуры ретракции не существует.

4. Политика хранения данных

Архив выпусков журнала доступен для ознакомления и скачивания

4.1. На официальном сайте журнала <https://rusapk.sursau.ru/arhive>.

4.2. В научной электронной библиотеке e-library <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=54020>.

Настоящий Порядок рецензирования рукописей статей разработан на основании Правил формирования Перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук (ПРИКАЗ от 12 декабря 2016 г. № 1586 Об утверждении правил формирования перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, и требований к рецензируемым научным изданиям для включения в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук).

Правила предоставления рукописей статей в научный журнал «АПК России»

Журнал публикует результаты завершенных оригинальных исследований (обзорные, теоретические и экспериментальные статьи), посвященных проблемам развития агропромышленного комплекса, агропродовольственного потенциала регионов (тракторное и сельскохозяйственное машиностроение, ветеринария и зоотехния, агрономия, пищевая и перерабатывающая промышленность), ранее нигде не публиковавшиеся и не представленные к публикации в другом издании.

За достоверность и оригинальность материалов ответственность несут авторы. Авторы гарантируют, что текст статьи оригинальный (не менее 75% оригинальности по системе Антиплагиат), публикуется впервые.

Представленная в электронном варианте статья должна соответствовать научному профилю журнала.

Объем текста статьи не должен превышать 15 стр. для доктора наук, для остальных авторов объем статьи составляет от 8 до 10 стр. Ответственность за использование данных, не предназначенных для открытой публикации, несут авторы статей в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Статья должна содержать: аннотацию, ключевые слова, основной текст, сведения об авторах (фамилия, имя, отчество авторов полностью; место работы, занимаемая должность; ученая степень, звание; адрес для переписки, e-mail и телефоны для связи, ORCID автора), список литературы.

Аннотацию необходимо представить как самостоятельный законченный материал, основанный на сведениях, изложенных в работе, размером 200–250 слов. Аннотация должна быть структурирована и содержать: цель исследований, часть оригинальной методики, результаты и их интерпретацию, обязательно с указанием количественных данных, выводы, которые отражают практическую значимость и перспективы исследования. Не следует давать ссылки и обсуждать литературные данные. Основная цель аннотации – показать результаты собственных исследований с использованием цифрового материала, условия и схемы экспериментов, в которых они получены, а не только актуальность этих работ. Для иностранных читателей аннотация является единственным источником информации о содержании статьи.

Ключевые слова должны отражать основное содержание статьи. Рекомендуем использовать термины, определяющие предметную область и включающие другие важные понятия, которые позволят облегчить и расширить возможности нахождения статьи средствами информационно-поисковой системы.

Статья должна содержать следующие основные разделы, выделяемые соответствующими заголовками:

1. Введение

Вводная часть, в которой авторы обосновывают актуальность работы, научную новизну, значимость, краткий обзор решаемой проблемы и четко формулируют цель работы и задачи, если цель требует решения сразу нескольких задач. Ссылки на цитированную литературу даются по порядку номеров в квадратных скобках. Сериальные ссылки не должны включать более 3 источников подряд. Научная новизна работы должна быть четко сформулирована во введении, она может быть не общенаучной, а отраслевой. Статья не должна иметь фактических ошибок, выводы и заключения не должны противоречить известным законам природы и общенаучным истинам.

2. Материал и методы исследования

Описание методики должно быть настолько подробным, чтобы обеспечить возможность воспроизведения исследований. При этом детально описывается лишь оригинальная часть методики; при упоминании стандартных методов следует ограничиться ссылками на их описание. При описании экспериментальных работ должны быть сведения об объектах исследования. Для работ экспериментального характера обязательно указание методов проверки статистических гипотез, статистических критериев и уровня значимости их критических значений.

Для научных реферативных обзоров должен быть подробно описан алгоритм поиска источников для обзора, какие базы для поиска были использованы (базы данных Scopus, Web of Science, Elibrary).



3. Результаты и обсуждение

Изложение результатов должно заключаться в выявлении обнаруженных закономерностей, а не в механическом пересказе содержания таблиц и графиков. Графики и таблицы не должны дублировать друг друга и текстовый материал. Графическое представление результатов оправдано в тех случаях, когда используется для наглядного представления выявленных и статистически доказанных тенденций. В остальных случаях предпочтительна табличная форма представления экспериментальных данных. В ходе обсуждения результатов рекомендуется сопоставить полученную авторами информацию с имеющейся в литературе и показать, в чем заключается ее новизна. При необходимости результаты и обсуждения могут быть вынесены в отдельные разделы.

4. Выводы (заключение)

Раздел включает несколько (2–5) конкретных предложений о выявленных в ходе исследований закономерностях в соответствии с заявленной целью, без дублирования основных разделов статьи.

5. Список литературы (ГОСТ Р 7.0.5–2008)

Библиография должна содержать ссылки на современные научные публикации давностью не более 10 лет (за исключением базовых основополагающих работ). При этом не менее 50 % ссылок делается на публикации в изданиях, входящих в ядро РИНЦ, не менее 30 % – на источники, индексируемые в базах цитирования Web of Science и Scopus. Следует ограничить ссылки на публикации из сборников конференций, авторефераты диссертаций. Допускаются ссылки только на рецензируемые электронные ресурсы.

При составлении списка литературы должны быть тщательно выверены фамилии и инициалы авторов, названия журналов или сборников, издательств, а также знаки, необходимые для библиографического описания цитируемой работы (точки, запятые, пробелы, дефисы, курсив и т.д.). Указываются как том, так и (при наличии) номер периодического издания. Желательно пользоваться рекомендациями по цитированию, размещенными на официальных сайтах журналов. При наличии у цитируемой публикации DOI его указание при оформлении ссылки обязательно. Для каждого источника указываются все авторы, без сокращений и др., et al.

Учебные издания, справочники, материалы, представленные в источниках без научного рецензирования, не используются в списке литературы.

Самоцитирование, как и цитирование других авторов, должно быть обоснованным и соответствовать тематике и задачам научной работы. В соответствии с этикой научных публикаций степень самоцитирования не должна превышать 25 %, по возможности на уровне 10 %.

Для научных реферативных обзоров

Автор не проводит экспериментов, не выдвигает теорий и не проверяет результаты других исследователей на достоверность. Он анализирует работы ученых и может включить в перечень источников свои статьи по теме.

В список литературы попадают только материалы, напечатанные в рецензируемых изданиях, или препринты, находящиеся в открытом доступе. Статьи из научно-популярных журналов, печатных и сетевых энциклопедий, СМИ, ссылки на учебные пособия недопустимы. Список литературы должен содержать не менее 40 источников в основном за последние 10 лет, приоритет отдается статьям и препринтам, опубликованным в высокорейтинговых научных журналах за последние 5 лет.

Обзоры пишутся в академическом стиле от 3-го лица, в прошедшем времени, с соблюдением четкой структуры, использованием принятой в отрасли терминологии. Не допускается наличие лирических отступлений, нарушения логики повествования, бытовой и жаргонной лексики, эмоциональных высказываний, грамматических и орфографических ошибок.

Вспомогательные материалы – инфографика, иллюстрации, таблицы – должны относиться к выбранной теме. Часто это вставки из рассматриваемых источников или результат авторской обработки изложенной в них информации.

Составитель(и) обзора не перечисляет по порядку найденные им материалы, а оценивает, как глубоко изучена тема и какие ее аспекты рассмотрены в отдельных источниках. В конце основной части автор делает выводы о значимости приведенных статей, указывает на вопросы, которые остались нераскрытыми, оценивает вклад коллег в освещение проблемы. Завершая обзор, автор

предлагает выводы и рекомендации по изучению темы в будущих работах, перечисляет направления и методы изысканий.

Автор (авторы) заполняет анкету при представлении в редакцию статьи.

Статьи от аспирантов и студентов могут быть опубликованы только после рассмотрения научным руководителем, который должен подтвердить одобрение работы для публикации в анкете.

Авторы обязательно предоставляют результаты проверки в системе «Антиплагиат», используя для проверки все имеющиеся проверочные модули. Редакционная коллегия вправе провести свою проверку на антиплагиат и при обнаружении несоответствия результатов проверки статья может быть отклонена.

Невыполнение вышеуказанных требований в полном объеме является поводом для отказа в приеме материала статьи.

Статьи, соответствующие указанным требованиям, регистрируются редакцией.

Решение о публикации статьи принимается по результатам рецензирования и обсуждения на редколлегии.

Информацию о прохождении статьи авторы могут уточнить по тел. редакции: +7 (351) 266-65-20, а также по электронной почте: gusapk@bk.ru.

Представляя свои материалы для опубликования, автор тем самым дает согласие на размещение электронной версии своей статьи на сайте и в научной библиотеке вуза, а также в электронной научной библиотеке eLibrary в открытом доступе.

Все статьи рецензируются, отклоненные статьи авторам не возвращаются, о причинах отклонения автор уведомляется на основании заключения редколлегии.

Гонорар за публикации не предусмотрен.

Правила оформления статьи

ФИО авторов полностью, место работы, занимаемая должность; ученая степень, звание, телефон и e-mail, ORCID (каждого автора).

Аннотация.

Ключевые слова.

Все поля – 2 см. Шрифт текста – Times New Roman. Размер шрифта – 14 пт, интервал – 1,5.

Буквы латинского алфавита – курсивного начертания, буквы греческого и русского алфавитов, индексы и показатели степени, математические символы \lim , \lg , const , \cos , \sin , \max , \min и др. – прямого начертания.

Набор формул в стандартных редакторах формул MathType либо Equation, шрифт Times New Roman. Нумеровать только те формулы, на которые есть ссылки в тексте. Номер формулы ставить с правой стороны в конце формулы с выравниванием по правой границе страницы. Обозначения в формулах: прямо – русские буквы, греческие символы, функции, цифры; курсив – латинские буквы.

Таблицы и рисунки помещать за первой ссылкой на них в тексте после окончания абзаца. Графики и диаграммы должны быть активны и сохранены в отдельной папке с обозначением каждого рисунка, согласно тексту статьи. Рисунки выполнять, используя программные продукты, и представлять в виде отдельного файла: в растровом формате Tiff, JPG, BMP (300 dpi); в векторных форматах CDR, EPS, wmf; рисунки Word – в формате DOC.

Фотографии выполнять с разрешением не менее 600 dpi.

Обозначения, термины и иллюстративный материал должны соответствовать действующим государственным стандартам.

Список литературы должен быть оформлен в соответствии с последовательностью ссылок в тексте согласно ГОСТ Р 7.0.5-2008 (для оформления можно использовать стиль EndNote GOST-Russian 2008). Для каждого источника указываются все авторы, без сокращения.

Все аббревиатуры необходимо расшифровать.

С уважением, редакция журнала

В редакцию журнала «АПК России»

Анкета автора*
представленной в редакцию рукописи статьи:

(название статьи)

ФИО (полностью)	
Ученая степень	
Ученое звание (при наличии)	
Должность	
Место работы, учебы (полное наименование организации)	
Адрес места работы, учебы (с указанием индекса)	
Контактный телефон (с указанием кода города)	
Адрес электронной почты	
Адрес, на который следует выслать авторский экземпляр журнала (с указанием индекса)	
Иные сведения	

* – В случае подготовки статьи в соавторстве сведения предоставляются каждым из авторов.

Вниманию читателей!

Подписку на журнал можно оформить
в почтовых отделениях ФГУП «Почта России».

Издание включено в объединенный
и электронный каталог «Пресса России».

Требования к статьям, представляемым
к публикации, размещены на сайтах журнала:
<http://www.rusapk.ru>, <http://rusapk.sursau.ru>

Полнотекстовая версия журнала «АПК России»
размещена на сайте электронной научной
библиотеки: <http://www.elibrary.ru>,
сайте журнала: <http://www.rusapk.ru>,
сайте Университетской библиотеки онлайн:
www.biblioclub.ru.

Dear Readers, attention, please!

Subscription to the journal can be obtained at post
offices «Russian Post».

The journal is included in the combined
and the electronic catalog «Press of Russia.»

Requirements for articles submitted for publication,
available on the websites:
<http://www.rusapk.ru>, <http://rusapk.sursau.ru>

The full-text version of the journal
«Agro-Industrial Complex of Russia» is available
online on the e-Science Library website:
<http://www.elibrary.ru>,
on the journal website: <http://www.rusapk.ru>,
on the University Library website: www.biblioclub.ru.



Верстка
М. В. Шингареева

Корректор
М. В. Вербина

Design
M. V. Shingareeva

Proof reader
M. V. Verbina

Перевод на англ. язык
Н. А. Ригина, Т. А. Пономарева

English rendering
N. A. Rigina, T. A. Ponomareva

Подписано в печать: 06.06.2022
Дата выхода в свет: 14.06.2022
Формат 60×84/8. Гарнитура Times
Усл. печ. л. 20,7. Тираж 300 экз.
Заказ № 63

Signed to print: 06.06.2022
Release date: 14.06.2022
Format 60×84/8. Times script
Conventional printed sheet 20,7
Circulation 300 copies
Order № 63

Адрес редакции: 454080, г. Челябинск,
пр. Ленина, 75. Тел.: 8(351) 266-65-20

Editors office: 454080, Chelyabinsk,
Lenin Avenue, 75. Phone: 8(351) 266-65-20

Адрес издателя: Южно-Уральский
государственный аграрный университет
457103, г. Троицк, ул. им. Ю. А. Гагарина, дом 13
Тел.: 8(35163) 2-00-10, факс: 8(35163) 2-04-72
E-mail: tvi_t@mail.ru

Publishers address: South-Ural State
Agrarian University
457103, Troitsk, Gagarin Str, 13
Phone: 8(35163) 2-00-10, Fax: 8(35163) 2-04-72
E-mail: tvi_t@mail.ru

Отпечатано: ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ,
Адрес: 454080, г. Челябинск, ул. Энгельса, 83

Printed in South-Ural State Agrarian University:
454080, Chelyabinsk, Engels Str., 83

Свободная цена

Free-market price