

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

СИБИРСКИЙ ВЕСТНИК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ

УЧРЕДИТЕЛИ: СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР АГРОБИОТЕХНОЛОГИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ОСНОВАН В 1971 г.

Том 50, № 3 (274)



2020

май – июнь

Главный редактор академик РАН А.С. ДОНЧЕНКО
Заместитель главного редактора О.Н. ЖИТЕЛЕВА

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В.В. Альт	академик РАН, Новосибирск, Россия
О.С. Афанасенко	академик РАН, Санкт-Петербург, Россия
А.Н. Власенко	академик РАН, Новосибирск, Россия
Н.Г. Власенко	академик РАН, Новосибирск, Россия
Н.П. Гончаров	академик РАН, Новосибирск, Россия
И.М. Горобей	доктор сельскохозяйственных наук, Новосибирск, Россия
М.И. Гулюкин	академик РАН, Москва, Россия
В.Н. Десягин	доктор технических наук, Новосибирск, Россия
И.М. Донник	академик РАН, Москва, Россия
Н.А. Донченко	член-корреспондент, Новосибирск, Россия
Н.М. Иванов	член-корреспондент, Новосибирск, Россия
А.Ю. Измайлов	академик РАН, Москва, Россия
В.К. Каличкин	доктор сельскохозяйственных наук, Новосибирск, Россия
Н.И. Кашеваров	академик РАН, Новосибирск, Россия
С.Н. Магер	доктор биологических наук, Новосибирск, Россия
С.П. Озорнин	доктор технических наук, Чита, Россия
В.Л. Петухов	доктор биологических наук, Новосибирск, Россия
Р.И. Полюдина	доктор сельскохозяйственных наук, Новосибирск, Россия
М.И. Селионова	доктор биологических наук, Ставрополь, Россия
В.А. Солошенко	академик РАН, Новосибирск, Россия
Н.А. Сурин	академик РАН, Красноярск, Россия
И.Ф. Храмов	академик РАН, Омск, Россия
И.Н. Шарков	доктор биологических наук, Новосибирск, Россия

Иностранные члены редколлегии:

В.В. Азаренко	доктор технических наук, член-корреспондент НАН Беларуси, академик-секретарь Отделения аграрных наук НАН Беларуси, Минск, Беларусь
Б. Бямбаа	доктор ветеринарных наук, академик Академии наук Монголии, президент Монгольской академии аграрных наук, Улан-Батор, Монголия
А.М. Наметов	доктор ветеринарных наук, член-корреспондент Национальной академии наук Республики Казахстан, ректор Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана, Астана, Казахстан
В.С. Николов	доктор ветеринарных наук, председатель Сельскохозяй- ственной академии Республики Болгария, София, Болгария

Научный журнал «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» включен в утвержденный ВАК Перечень периодических научных и научно-технических изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны публиковаться основные научные результаты диссертационных работ на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

Журнал представлен в международной библиографической базе данных Agris, включен в международный каталог периодических изданий “Ulrich’s Periodicals Directory” (издательство “Bowker”, США).

«Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» входит в Russian Science Citation Index (RSCI) на базе Web of Science.



www.sibvest.elpub.ru



Редакторы Е.В. Мосунова, Г.Н. Ягунова

Корректор В.Е. Селянина. Оператор электронной верстки Н.Ю. Бориско

Переводчик Е.А. Романова

Свидетельство о регистрации средств массовой информации ПИ ФС77-64832 выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций 2 февраля 2016 г.

Издатель: Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук

Адрес редакции: 630501, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, р.п. Краснообск, здание СФНЦА РАН, к. 456, а/я 463.

Тел./факс (383)348-37-62

e-mail: vestnik.nsk@ngs.ru; www.sibvest.elpub.ru

Подписано в печать 21.07.2020. Формат 60 × 84¹/₈. Бумага тип. № 1. Печать офсетная. Печ. л. 16,75.

Уч-изд. л. 12,0. Тираж 300 экз. Цена свободная.

Отпечатано в Сибирском федеральном научном центре агробιοтехнологий Российской академии наук

© ФГБУ «Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук», 2020

© ФГБУ «Сибирское отделение Российской академии наук», 2020



СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И ХИМИЗАЦИЯ

AGRICULTURE AND CHEMICALIZATION

Власенко Н.Г., Теплякова О.И., Евсеенко В.И., Душкин А.В. Влияние обработки посевов мягкой яровой пшеницы супрамолекулярными комплексами тебуконазола на качество семян

5 Vlasenko N.G., Teplyakova O.I., Evseenko V.I., Dushkin A.V. Effect of treatment of common spring wheat crops with supramolecular complexes of tebuconazole on seed quality

Пакуль А.Л., Лапшинов Н.А., Пакуль В.Н., Божанова Г.В. Засоренность посевов яровой мягкой пшеницы в зависимости от системы обработки почвы

16 Pakul A.L., Lapshinov N.A., Pakul V.N., Bozhanova G.V. Weed infestation of soft spring wheat crops depending on the soil tillage system

КОРМОПРОИЗВОДСТВО

FODDER PRODUCTION

Андреева О.Т., Пилипенко Н.Г., Сидорова Л.П., Харченко Н.Ю. Зернофуражные культуры в кормопроизводстве

28 Andreeva O.T., Pilipenko N.G., Sidorova L.P., Kharchenko N.Yu. Grain crops in fodder production

Мотовилов К.Я., Волончук С.К., Науменко И.В., Резепин А.И. Разработка системы контроля качества и безопасности в технологии получения белково-углеводного композита

36 Motovilov K.Ya., Volonchuk S.K., Naumenko I.V., Rezepin A.I. Development of the quality and safety control system in the technology of producing a protein-carbohydrate composite

***ЖИВОТНОВОДСТВО
И ВЕТЕРИНАРИЯ***

***ANIMAL HUSBANDRY
AND VETERINARY SCIENCE***

Глотов А.Г., Глотова Т.И. Коронавирусы жвачных животных

49 Glotov A.G., Glotova T.I. Coronaviruses in ruminant animals

Инербаев Б.О., Храмцова И.А., Инербаева А.Т. Влияние степени родства и генетического сходства на продуктивность герефордов Сибири

62 Inerbayev B.O., Khramtsova I.A., Inerbayeva A.T. Influence of degree of kinship and genetic similarity on productivity of Siberian Herefords

Монгуш С.С. Шерстная продуктивность овцематок различного происхождения

69 Mongush S.S. Wool productivity of ewes of different origin

Дягилев Г.Т. Анализ интенсивных показателей сибирской язвы среди домашних животных в Якутии

75 Dyagilev G.T. Analysis of intensive anthrax indicators among domestic animals in Yakutia

ПРОБЛЕМЫ. СУЖДЕНИЯ

PROBLEMS. SOLUTIONS

Чепурин Г.Е. Принцип идентичности условий при зональных испытаниях зерноуборочных комбайнов

83 Chepurin G.E. The principle of identity of conditions for zonal tests of grain harvesters

Иванов Р.В., Захарова Л.Н. Проблемы адаптации завозных специализированных пород крупного рогатого скота

94 Ivanov R.V., Zakharova L.N. Problems of adaptation of imported specialized breeds of cattle

НАУЧНЫЕ СВЯЗИ

SCIENTIFIC RELATIONS

- Кененбаев С.Б.** Роль биологических средств в органическом земледелии **103** **Kenenbaev S.B.** The role of biological means in organic agriculture
- Ержебаева Р.С., Таджибаев Д., Абугалиева А.И.** Качество зерна коллекционных образцов яровой тритикале (× Triticosecale Wittmack) **111** **Yerzhebayeva R.S., Tajibaev D., Abugalieva A.I.** Grain quality of samples of the spring triticale collection (× Triticosecale Wittmack)

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

OUR JUBILJARS

- Владимир Климентьевич Каличкин** **122** **Vladimir Klimentievich Kalichkin**
- К юбилею Виктора Ефимовича Синешкова** **125** **To the anniversary of Vikyor Efimovich Sineshekov**

ПАМЯТИ УЧЕНОГО

**IN COMMEMORATION
OF SCIENTIST**

- Петр Михайлович Першукевич** **127** **Petr Mikhailovich Pershukevich**
-



DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-1

УДК: 632.952:621.926.47

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПОСЕВОВ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ ТЕБУКОНАЗОЛА НА КАЧЕСТВО СЕМЯН

¹Власенко Н.Г., ¹Теплякова О.И., ²Евсеев В.И., ²Душкин А.В.

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения
Российской академии наук
Новосибирск, Россия

Для цитирования: Власенко Н.Г., Теплякова О.И., Евсеев В.И., Душкин А.В. Влияние обработки посевов мягкой яровой пшеницы супрамолекулярными комплексами тебуконазола на качество семян // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 3. С. 5–15. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-1.

For citation: Vlasenko N.G., Teplyakova O.I., Evseenko V.I., Dushkin A.V. Vliyanie obrabotki posevov myagkoi yarovoi pshenitsy supramolekulyarnymi kompleksami tebuconazole na kachestvo semyan [Effect of treatment of common spring wheat crops with supramolecular complexes of tebuconazole on seed quality]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2020, vol. 50, no. 3, pp. 5–15. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-1.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Изучено влияние обработки посевов супрамолекулярными комплексами тебуконазола с растительными полисахаридами на зараженность и всхожесть зерна яровой пшеницы нового урожая. Эксперимент проведен в 2018, 2019 гг. на посевах сортов Новосибирская 31 и Обская 2 в лесостепной зоне Западной Сибири. Посевы в фазе колошения обрабатывали механокомплексами тебуконазола с экстрактом корней солодки (соотношение 1 : 5, 1 : 10) и арабиногалактаном (1 : 10) с нормой расхода 0,5 кг/га. Отмечено снижение развития септориоза колоса у Новосибирской 31 на 97,6–98,5%, у Обской 2 на 78,6–98,9%. Биологическая эффективность применения коммерческого фунгицида Фоликур, КЭ (д.в. тебуконазол, 250 г/л, норма расхода 1 л/га) была на сопоставимом уровне – 98,5 и 96,8–99,6% соответственно. Комплексы тебуконазола с растительными полисахаридами показали эффективность в подавлении заражения

EFFECT OF TREATMENT OF COMMON SPRING WHEAT CROPS WITH SUPRAMOLECULAR COMPLEXES OF TEBUCONAZOLE ON SEED QUALITY

¹Vlasenko N.G., ¹Teplyakova O.I.,
²Evseenko V.I., ²Dushkin A.V.

¹Siberian Federal Scientific Centre
of AgroBioTechnologies of the Russian Academy
of Sciences

Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

²Institute of Solid State Chemistry and Mechano-
chemistry of the Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences
Novosibirsk, Russia

The effect of treatment of crops with supramolecular complexes of tebuconazole with plant polysaccharides on the infection and germination of spring wheat grain of a new harvest was studied. The experiment (2018, 2019) was conducted on the crops of varieties Novosibirskaya 31 and Obskaya 2 in the forest-steppe zone of Western Siberia. Crops were treated in the earing phase with tebuconazole mechanocomplexes with licorice root extract (ratio 1: 5, 1:10) and arabinogalactan (1:10) with a flow rate of 0.5 kg/ha. There was a decrease in the development of spike septoria in Novosibirskaya 31 by 97.6–98.5%, in Obskaya 2 – by 78.6–98.9%. The biological effectiveness of the application of commercial fungicide Follicur, CE (active ingredient tebuconazole, 250 g/l, consumption rate 1 l/ha) was at a comparable level – 98.5

зародыша зерновок. Ежегодно меньшее в 1,54 и 1,50 раза у сорта Новосибирская 31 и в 1,4–1,2 раза – Обская 2 количество пораженных зерновок относительно варианта с обработкой Фоликуром, КЭ обнаруживалось в урожае, собранном с посевов, защищенных тебуконазолом в комплексе с арабиногалактаном. Обработки механокомплексами способствовали снижению зараженности семян фитопатогенами. Комплексы тебуконазола с экстрактом корней солодки и арабиногалактаном снизили интенсивность заражения гельминтоспориозом в 3,8 и 1,7 раза (Фоликур, КЭ – в 5,5 раза). Ежегодно меньшую в 8,3 и 3,7 раза, чем в контроле, зараженность семян грибами *Fusarium* spp. обеспечивала защита посевов тебуконазолом с арабиногалактаном и экстрактом корней солодки. В вариантах с применением механокомплексов снижалась инфицированность семян грибами *Penicillium* spp. Биологическая эффективность тебуконазола с экстрактом корней солодки (1 : 5) составила 69,9%, с арабиногалактаном (1 : 10) – 58,1%, Фоликур, КЭ – 67,7%. Лучший показатель всхожести (95,0 и 89%), превышающий таковой у эталона, у обоих сортов пшеницы получен в варианте с обработкой посевов комплексом тебуконазола с экстрактом корней солодки (1 : 5). Созданные механохимическим методом комплексы тебуконазола с веществами экстракта корней солодки и арабиногалактаном с целью защиты растений пшеницы от болезней листьев могут оказывать значительный оздоравливающий эффект и на формирующееся зерно, улучшая его посевные качества.

Ключевые слова: мягкая яровая пшеница, тебуконазол, экстракт корней солодки, арабиногалактан, механокомплекс, зараженность и всхожесть семян

ВВЕДЕНИЕ

Одна из основных задач при выращивании сельскохозяйственных культур – улучшение посевных качеств и урожайных свойств семян, поскольку качеству посевного материала принадлежит значительная роль в повышении урожайности [1]. Посевные качества семян – это совокупность признаков и свойств, характеризующих пригодность семян для посева. К ним относятся чистота семян (степень засоренности), энергия прорастания, всхожесть, влажность, масса 1000 семян, а также степень зараженности болезнями и вредителями [2]. Пора-

женные патогенной микрофлорой семена служат основным источником инфекции, теряют всхожесть, энергию прорастания, силу роста проростков, нарушают нормальное течение биохимических процессов, что часто приводит к гибели растений, особенно в первую половину вегетации [3]. Обработка посевов яровой пшеницы фунгицидами и инсектицидами предотвращает негативное влияние возбудителей болезней и вредителей, что ведет к повышению урожайности зерна и способствует улучшению посевных качеств и биологических свойств семян [4].

Keywords: common spring wheat, tebuconazole, licorice root extract, arabinogalactan, mechanocomplex, seed infection and germination

жженные патогенной микрофлорой семена служат основным источником инфекции, теряют всхожесть, энергию прорастания, силу роста проростков, нарушают нормальное течение биохимических процессов, что часто приводит к гибели растений, особенно в первую половину вегетации [3]. Обработка посевов яровой пшеницы фунгицидами и инсектицидами предотвращает негативное влияние возбудителей болезней и вредителей, что ведет к повышению урожайности зерна и способствует улучшению посевных качеств и биологических свойств семян [4].

Важными аспектами защиты пшеницы во время вегетации является контроль бо-

лезней колоса (септориоза и фузариоза), а также влияние обработки посевов фунгицидами на зараженность выращенного зерна фузариозом, гельминтоспориозом и альтернариозом. Заражение колоса и семян фитопатогенными грибами начинается с фазы цветения. Для борьбы с ними во время вегетации применяют системные фунгициды [5]. Их эффективность зависит от резистентности гриба к препарату¹. От действующего вещества и состава препарата зависит уровень подавления фитопатогенных грибов *Bipolaris sorokiniana* Shoemaker и *Fusarium* spp., выделенных из зерна пшеницы [6]. Оптимальным сроком применения фунгицидов для защиты колоса пшеницы считается период колошение – начало цветения [7].

Обработка посевов в фазе начала колошения пшеницы препаратами, полученными методом механохимической модификации действующего вещества (тебуконазола) с комплексообразователями (экстрактом корней солодки и арабиногалактаном), выявило их высокую фунгицидную активность в отношении листовых инфекций. В результате развитие септориоза, бурой ржавчины и мучнистой росы сдерживалось до окончания функционирования листового аппарата культуры. Применение механокомплексов тебуконазола с экстрактом корней солодки и арабиногалактаном при снижении норм расхода действующего вещества примерно в 2,9 и 5,6 раза в сравнении с коммерческим препаратом обеспечило увеличение массы 1000 зерен на 13,7–18,7%, урожайности зерна на 14,8–19,8%, что не ниже или даже выше, чем при применении фунгицида Фоликур, КЭ [8].

Цель исследований – выявить влияние обработки посевов в начале колошения мягкой яровой пшеницы супрамолекулярными комплексами тебуконазола с растительными полисахаридами на фитосанитарное состояние выращенного зерна.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Испытания фунгицидных композиций на основе тебуконазола проведены в 2018, 2019 гг. на двух сортах мягкой яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) – Новосибирская 31 и Обская 2. Полевые эксперименты закладывали на опытном поле Сибирского научно-исследовательского института земледелия и химизации СФНЦА РАН. Почва – чернозем выщелоченный среднесуглинистый. Посев проводили по паровому предшественнику в начале III декады мая с нормой высева 6 млн всхожих зерен/га.

Схема опыта включала следующие варианты:

- контроль – без обработки посевов пшеницы фунгицидами;
- обработка посевов фунгицидом Фоликур, КЭ (д.в. тебуконазол, 250 г/л) с нормой расхода 1 л/га;
- обработка посевов супрамолекулярным комплексом тебуконазола с растительными метаболитами – экстрактом корней солодки Уральской, *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. – в массовом соотношении 1 : 5; время механохимической обработки в мельнице ВМ 24 ч; норма расхода препарата 0,5 кг/га;
- обработка посевов супрамолекулярным комплексом тебуконазола с растительными метаболитами – экстрактом корней солодки Уральской в массовом соотношении 1 : 10; время механохимической обработки в мельнице ВМ 24 ч; норма расхода препарата 0,5 кг/га;
- обработка семян супрамолекулярным комплексом тебуконазола с полисахаридом арабиногалактаном, выделяемым из древесины лиственниц *Larix sibirica* и *Larix gmelinii*, в массовом соотношении 1 : 10; время механохимической обработки в мельнице ВМ 6 ч; норма расхода препарата 0,5 кг/га.

Приготовление сухих механохимически синтезированных фунгицидных композиций тебуконазола с растительными метаболитами осуществляли по технологии, описанной

¹Бучнева Г.Н. Эффективность фунгицидов Оптимо и Фоликур против грибов *Fusarium equiseti* и *Fusarium poae* – возбудителей фузариозов пшеницы // EurasiaScience: сб. ст. XXII междунар. науч.-практ. конф. М.: Научно-издательский центр «Актуальность. РФ», 2019. С. 3–4.

ранее [9, 10]. Обработку посевов фунгицидами проводили однократно в начале колошения культуры ручным опрыскивателем; норма расхода рабочей жидкости 300 л/га. Площадь делянки в 2018 г. 25,4 м² (Новосибирская 31) и 12,4 м² (Обская 2), повторность соответственно сортам четырех- и трехкратная; в 2019 г. – 15,0 м², повторность трехкратная, размещение систематическое. В фазе молочно-восковой спелости зерна пшеницы оценивали пораженность колоса септориозом. С каждого варианта отбирали по 100 колосьев. Оценку влияния фунгицидных комплексов на фитосанитарное состояние и всхожесть выращенных семян проводили методом рулонов (50 шт. × 4 повторности)^{2, 3}; пораженность зерновок чернотой зародыша – визуально (50 шт. × 4 повторности), используя условную шкалу А.Т. Троповой в изложении⁴. Статистическая обработка данных выполнена с помощью программ Shedecor⁵, Statistica 7.0 и Excel 13.

Пшеницу выращивали в годы с различающимися погодными условиями. В 2018 г. температура воздуха в мае была ниже нормы на 3,3 °С, осадки обильные с превышением среднееголетних значений в 2,3 раза. В июне температура воздуха превышала среднееголетние показатели на 2,4 °С, количество осадков было больше в 1,2 раза. Пониженный температурный фон в июле (на 1,1 и 2,8 °С) отмечен в I и III декадах, повышенный (на 2,5 °С) – во II. Основные осадки выпали в III декаде, их количество превысило норму в 2 раза, в I декаде ощущался недостаток влаги (ниже нормы в 1,9 раза), во II – дожди практически отсутствовали. В августе температура воздуха в I декаде опускалась ниже на 2,1 °С многолетних значений, во II и III – повышалась на 2,4 и 2,0 °С. Дефицит осадков (в 1,9 раза меньше нормы) наблюдали в I и II декадах, превышение

(в 1,3 раза больше нормы) – в III. В 2019 г. температура воздуха в мае практически соответствовала норме, незначительный недобор отмечен лишь во II декаде – на 1,3 °С. Выпавшие в III декаде месяца обильные осадки обеспечили превышение показателя месячной нормы в 1,2 раза. Июнь и июль по температурному режиму оказались близки к среднееголетним. Недобор тепла на 1,2 и 0,7 °С отмечен в III декадах июня и июля, превышение на 0,7 °С – в I и II декадах июля. Количество выпавших осадков в июне составило 45% нормы, особенно дефицитными (в 2,0 и 7,4 раза ниже среднееголетних значений) были I и III декады. В июле основные осадки, превысившие норму на 13,0 и 38,0 мм, выпали в I и II декадах. В августе на фоне пониженного увлажнения (в 15,0; 2,2 и 2,0 раза) подекадная температура воздуха превышала среднееголетние показатели на 3,1; 1,8 и 2,9 °С.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В сложившихся погодных условиях обработка посевов в начале колошения пшеницы изучаемыми препаратами показала, что они не только эффективно контролировали все аэрогенные инфекции, поражающие листья культуры [8], но и подавляли развитие септориоза колоса (см. табл. 1). Эта болезнь сильнее поражала посевы в 2018 г. с максимальным распространением 86% и индексом развития 8,43%. Механокомплекс тебуконазол : экстракт корней солодки (1 : 5) сдерживал развитие болезни на колосе Новосибирской 31 на 98,5%, тебуконазол : арабиногалактан (1 : 10) – на 97,6%, что сопоставимо с эффективностью коммерческого фунгицида Фоликур, КЭ – 98,5%.

В условиях 2019 г. колос пшеницы поражался септориозом слабо. Однако и при слабом развитии болезни с распространенностью 23% прослеживалась тенденция к

²ГОСТ 12044–93. Межгосударственный стандарт. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. М.: Стандартинформ. 2011.

³ГОСТ 12038–84. Межгосударственный стандарт. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М.: Стандартинформ. 2011.

⁴Койшыбаев М. Болезни пшеницы. Астана, 2018. 366 с.

⁵Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. 2-е изд. Новосибирск, 2012. 282 с.

Табл. 1. Влияние обработки яровой пшеницы механокомплексами тебуконазола с экстрактом корней солодки и арабиногалактаном на развитие септориоза колоса (2018, 2019 гг.)

Table 1. The effect of treatment of spring wheat with mechanocomplexes of tebuconazole with licorice root extract and arabinogalactan on the development of spike septoria (2018, 2019)

Показатель, %	Год	Контроль	Фоликур, КЭ, 1 л/га	Тебуконазол : экстракт корней солодки (1 : 5), 0,5 кг/га	Тебуконазол : экстракт корней солодки (1 : 10), 0,5 кг/га	Тебуконазол : арабиногалактан (1 : 10), 0,5 кг/га
<i>Новосибирская 31</i>						
Индекс развития болезни	2018	7,19	0,11	0,11	—	0,17
	2019	0,55	0,02	0,11	0,15	0,38
Распространенность болезни	2018	86,0	7,0	11,0	—	17,0
	2019	23,0	2,0	11,0	14,0	17,0
<i>Обская 2</i>						
Индекс развития болезни	2018	5,61	0,02	0,06	—	0,16
	2019	2,20	0,07	0,20	0,16	0,47
Распространенность болезни	2018	72,0	2,0	6,0	—	16,0
	2019	68,0	7,0	18,0	15,0	23,0

сдерживанию заражения колоса болезнью этими препаратами, биологическая эффективность которых составила 80 и 72,7%. Фоликур, КЭ подавил септориоз на 96,4%. В посевах Обской 2 распространенность септориоза колоса в оба года была практически одинаковой (72 и 68%) со снижением в 2,6 раза интенсивности поражения в условиях 2019 г. Биологическая эффективность комплексов тебуконазола с экстрактом корней солодки составила в 2018 г. 98,9%, в 2019 г. – 90,9 и 92,7%, с арабиногалактаном – 97,1 и 78,6% соответственно. Фоликур, КЭ подавил развитие болезни на посевах этого сорта на 99,6 и 96,8%.

При выращивании пшеницы важно получить зерно с хорошими качественными показателями. Одной из причин, вызывающей снижение качества зерновой продукции, является поражение зародыша зерновок фитопатогенными грибами. В муке и семолине из зараженной «чернотой зародыша» твердой пшеницы повышается число спексов, снижается степень ее белизны, ухудшается питательная ценность произведенной продукции. Цена на зараженные партии зерна снижается. Для устранения экономических рисков изучают возможность контроля заболевания химическими фунгицидами на этапе колошения культуры. Обнадежива-

ющие результаты показывает защита пшеницы фунгицидами из класса триазолов в комплексе с протравителями [11]. Выращенное зерно с пораженным зародышем может иметь пониженную всхожесть, становится причиной развития обыкновенной корневой гнили в следующем сельскохозяйственном сезоне [12, 13]. На распространенность «черноты зародыша» в лесостепной зоне Новосибирской области влияют сорт культуры, технология его возделывания и гидро-термические условия вегетационного сезона [14]. Воздействие сорта, фунгицидов и погодного фактора обнаружилось в проводимых нами полевых экспериментах. В среднем за 2018, 2019 гг. более высокая частота встречаемости пораженных зерновок выявлена в урожае пшеницы Обская 2 – 14–42%; Новосибирская 31 – 6–38,8% (ЭПВ = 5%). Более заметная разница в распространении «черноты зародыша» на сортах пшеницы проявилась в погодных условиях 2019 г. (см. табл. 2).

Повышению пораженности зародыша зерновок Новосибирской 31 в 1,44 раза способствовали условия 2018 г., особенно при обработке посевов коммерческим фунгицидом Фоликур, КЭ. По сравнению с этим вариантом защита пшеницы тебуконазолом в комплексе с экстрактом корней солодки (1 : 5) и

Табл. 2. Влияние обработки яровой пшеницы механокомплексами тебуконазола с экстрактом корней солодки и арабиногалактаном на распространенность «черноты зародыша» (2018, 2019 гг.), %

Table 2. The effect of treatment of spring wheat with mechanocomplexes of tebuconazole with licorice root extract and arabinogalactan on the prevalence of black point disease (2018, 2019), %

Сорт пшеницы	Год	Контроль	Фоликур, КЭ, 1 л/га	Тebuконазол : экстракт корней солодки (1 : 5), 0,5 кг/га	Тebuконазол : экстракт корней солодки (1 : 10), 0,5 кг/га	Тebuконазол : арабиногалактан (1 : 10), 0,5 кг/га
Новосибирская 31	2018	26,9	38,8	27,4	—	25,2
	2019	13,0	9,0	11,0	11,0	6,0
Обская 2	2018	21,0	19,0	19,0	—	14,0
	2019	32,0	36,0	42,0	33,0	29,0

арабиногалактаном (1 : 10) способствовала снижению заболеваемости зародыша семян в 1,4–1,5 раза. В следующем году зерновки сорта Новосибирская 31 заражались фитопатогенами слабее в 2,1–4,3 раза. В данной фитосанитарной ситуации заметное снижение заражения зародыша вызывала обработка механокомплексом тебуконазол : арабиногалактан (1 : 10). Его биологическая эффективность (53,8%) превысила таковую эталонного фунгицида (30,8%). Защита комплексами тебуконазола с экстрактом корней солодки (1 : 5 и 1 : 10) ослабляла заражение зародыша фитопатогенами в 1,2 раза. Более эффективным приемом защиты зерна Обской 2 от поражения возбудителями «черноты зародыша» стала обработка тебуконазолом в комплексе с арабиногалактаном (1 : 10) с нормой расхода 0,5 кг/га. Его использование в 2018 г. привело к снижению частоты встречаемости зерновок с пораженным зародышем в 1,5 раза относительно чистого контроля и в 1,4 раза – фунгицида Фоликур, КЭ. В 2019 г. этот механокомплекс в отличие от других фунгицидов усиления поражения зародышей не вызывал.

Головневые заболевания и распространенное вредоносное заболевание – фузариоз колоса – в оба года проведения экспериментов в посевах пшеницы не отмечены. Известно, что все сорта пшеницы в той или

иной степени поражаются этим заболеванием, а заражение зерна, даже значительное, может сопровождаться полным отсутствием симптомов заболевания. При использовании зерна в хлебопекарной промышленности и на фуражные цели не допускается содержание фузариозных зерен более 1%⁶. Для установления наличия фузариоза зерна, определения комплекса фитопатогенов, влияющих на всхожесть семян, проведена фитоэкспертиза, выявившая зависимость заражения семян от погодных условий, сорта пшеницы и степени ее защиты. Высокий фунгицидный эффект препаратов по снижению инфицированности зерновок грибами, вызывающими заболевание корней и прикорневой части растений, получен на сорте Новосибирская 31 (см. табл. 3). При высокой зараженности зерна гелиминтоспориозом (ЭПВ = 15–20% инфицированных семян), собранного в 2018 г. с незащищенных посевов Новосибирской 31, обработка тебуконазолом в комплексе с экстрактом корней солодки и арабиногалактаном способствовала снижению заражения зерновок в 3,8 и 1,7 раза, Фоликуром, КЭ – в 5,5 раза. Ежегодно меньшую (в 8,3 и 3,7 раза), чем в контроле (ЭПВ = 10–15% инфицированных семян [15]), зараженность семян грибами *Fusarium* spp. обеспечивала защита посевов тебуконазолом в комплексе с арабиногалак-

⁶Экономические пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур: справочник. М.: Росинформагротех, 2016. 76 с.

Табл. 3. Влияние механокомплексов тебуконазола с экстрактом корней солодки и арабиногалактаном на формирование комплекса семенной инфекции выращенного зерна яровой мягкой пшеницы (2018, 2019 гг.), %

Table 3. The effect of mechanocomplexes of tebuconazole with licorice root extract and arabino-galactan on the formation of seed infection of cultivated common spring wheat grain (2018, 2019), %

Фунгицид	<i>Bipolaris sorokiniana</i>		<i>Fusarium</i>		<i>Penicillium</i>		<i>Alternaria</i>		Бактериоз	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
<i>Новосибирская 31</i>										
Контроль	19,1	1,4	16,5	11,4	9,3	0	53,6	84,3	1,5	2,9
Фоликур, КЭ, 1 л/га	3,5	6,8	15,7	5,4	3,0	0	71,7	83,8	6,1	4,1
Тебуконазол : экстракт корней солодки (1 : 5), 0,5 кг/га	5,1	6,2	2,8	2,5	2,8	3,7	80,8	87,7	8,5	0
Тебуконазол : экстракт корней солодки (1 : 10), 0,5 кг/га	–	14,0	–	7,0	–	0	–	75,4	–	3,5
Тебуконазол : арабиногалактан (1 : 10), 0,5 кг/га	11,3	1,6	2,0	3,1	3,9	0	77,8	92,2	4,9	3,1
<i>Обская 2</i>										
Контроль	2,1	1,3	3,6	8,0	1,6	0	91,1	74,7	1,6	16,0
Фоликур, КЭ, 1 л/га	1,0	9,9	5,5	17,3	2,5	1,2	87,5	64,2	3,5	7,4
Тебуконазол : экстракт корней солодки (1 : 5), 0,5 кг/га	2,5	0	2,5	27,0	9,5	0	82,9	69,8	2,5	3,2
Тебуконазол : экстракт корней солодки (1:10), 0,5 кг/га	–	1,5	–	14,9	–	0	–	80,6	–	3,0
Тебуконазол : арабиногалактан (1 : 10), 0,5 кг/га	1,0	1,5	5,6	15,4	1,0	0	92,3	75,4	0	7,7

таном (1 : 10), которая снижала инфицированность семян на 87,9 и 72,8%, с веществами экстракта корней солодки (1 : 5) – на 83,0 и 78,1%.

Тебуконазол : экстракт корней солодки (1 : 10) был менее эффективным, подавив возбудителя на 38,6%, но и его применение в 2019 г. понизило уровень семенной фузариозной инфекции до 0,5 ЭПВ, или в 1,6 раза. Фоликур, КЭ снизил зараженность зерновок фузариями на 52,6% лишь в 2019 г. Зараженность семян Обской 2 грибами *Bipolaris sorokiniana* (2,1 и 1,3%) и *Fusarium* spp. (3,6 и 8,0%) не превысила ЭПВ. Все опытные препараты, примененные на этом сорте, не увеличивали зараженность зерна гельминтоспориозом, но не защищали от заражения грибами *Fusarium* spp., особенно зерно урожая 2019 г. На колосе и пораженных зерновках видимые симптомы фузариоза отсутствовали.

Грибы, относящиеся к плесеням хранения (*Penicillium* spp.), выделялись из зерновок с посевов 2018 г. Их инфицированность

в вариантах с применением комплексных фунгицидов снижалась: биологическая эффективность тебуконазола с экстрактом корней солодки (1 : 5) составила 69,9%, с арабиногалактаном (1 : 10) – 58,1%, Фоликура, КЭ – 67,7% при зараженности 9,3% семян в контроле. Против бактериозов, как показала фитоэкспертиза семян Новосибирской 31, фунгицидные композиции, как и коммерческий препарат Фоликур, КЭ, в оба года были не эффективны, но на пшенице Обская 2 в 2019 г. их оздоравливающая направленность прослеживалась. Зерно с посевов, обработанных механокомплексом тебуконазол : экстракт корней солодки (1 : 5 и 1 : 10), оказалось заметно слабее (в 5 раз) поражено бактериозом, чем в контроле (16%). Фитосанитарный эффект комплекса с арабиногалактаном (1 : 10) соответствовал уровню коммерческого препарата Фоликур, КЭ. В вариантах с их применением бактериоз семян относительно контрольного варианта встречался реже в 2,1–2,6 раза.

Табл. 4. Всхожесть выращенных семян яровой мягкой пшеницы, защищенной механо-комплексами тебуконазола с экстрактом корней солодки и арабиногалактаном, метод рулонов (2018, 2019 гг.)

Table 4. Germination of grown seeds of common spring wheat, protected by tebuconazole mechanocomplexes with licorice root extract and arabinogalactan, roll method (2018, 2019)

Вариант защиты	Новосибирская 31		Обская 2	
	2018	2019	2018	2019
Контроль (без обработки фунгицидами)	65,6	81,8	75,0	77,0
Фоликур, КЭ, 1 л/га	71,6	85,0	80,0	88,0
Тebuконазол : экстракт корней солодки (1 : 5), 0,5 кг/га	71,7	95,0	78,0	89,0
Тebuконазол : экстракт корней солодки (1 : 10), 0,5 кг/га	–	84,2	–	85,0
Тebuконазол : арабиногалактан (1 : 10), 0,5 кг/га	76,4	84,0	90,5	85,0

Фузариозная, гельминтоспориозная, в единичных случаях – альтернариозная инфекции и в 100% случаев – плесени хранения и бактериоз снижали всхожесть семян. Их сильному развитию в 2018 г. способствовало полегание пшеницы Новосибирская 31. Это стало основной причиной низкой всхожести выращенных семян (см. табл. 4). Защищенные посевы этого сорта в оба года исследований формировали семена с лучшими посевными качествами. Во всех опытных вариантах количество нормально проросших зерновок Новосибирской 31 увеличивалось на 6,0–10,8 (2018 г.) и 2,2–13,2% (2019 г.). В 2018 г. обработка растений тебуконазолом в комплексе с арабиногалактаном (1 : 10), сдерживая инфицированность зерновок обоих сортов, обеспечила повышение их всхожести, которая относительно чистого контроля увеличилась на 10,5% у Новосибирской 31 и на 15,5% у Обской 2. Фоликур, КЭ повысил показатель на 6 и 5% соответственно.

В условиях 2019 г. лучший показатель всхожести у обоих сортов пшеницы получен в варианте с обработкой посевов комплексом тебуконазола с экстрактом корней солодки (1 : 5). Эффект от обработки комплексом тебуконазол : экстракт корней солодки (1 : 10) по показателю всхожести семян был сопоставим с полученным от обработки тебуконазолом в комплексе с арабиногалактаном (1 : 10).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях лесостепной зоны Новосибирской области защита мягкой яровой пшеницы в период ее генеративного развития фунгицидными механокомплексами тебуконазола с растительными полисахаридами – веществами экстракта корней солодки и арабиногалактаном (массовое соотношение 1 : 5 и 1 : 10) с нормой расхода препарата 0,5 кг/га способна влиять на фитосанитарные и посевные качества выращенного зерна. Разработанная препаративная форма фунгицида тебуконазол оказалась эффективной при защите пшеницы от септориоза колоса. Зараженность семян грибами *B. sorokiniana* и *Fusarium* spp. в условиях полегания посевов снижалась в 5,5 и 5,9 раза от обработки посевов тебуконазолом в комплексе с веществами экстракта корней солодки (1 : 5) и 1,7 и 8,3 раза – арабиногалактаном (1 : 10). Поражение зародыша фитопатогенными грибами, вызывающими его почернение, зависело от условий выращивания и сорта пшеницы. В сезон сильного распространения «черноты зародыша» тебуконазол в комплексе с веществами экстракта корней солодки (1 : 5) и арабиногалактаном (1 : 10) с нормой расхода 0,5 кг/га ограничивал распространение заболевания эффективнее, чем коммерческий фунгицид Фоликур, КЭ с более высоким содержанием действующего вещества. Применение созданных механохимическим методом супрамолекулярных комплексов тебуконазола с экстрактом корней солодки

и арабиногалактаном при снижении норм расхода действующего вещества с целью защиты яровой мягкой пшеницы в начале кошения может оказывать значительный оздоравливающий эффект на формирующиеся зерно и улучшать его посевные качества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пушкарёв В.И., Кузьмин О.Г. Оценка способов повышения посевных качеств семян в степной зоне Омской области // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2008. № 9. С. 14–23.
2. Игольникова Л.В., Неймышева А.Н. Посевные и сортовые качества семян – гарант высоких урожаев // Научно-агрономический журнал. 2012. № 2-1(92). С. 47–49.
3. Полунина Т.С., Евсеева И.М., Лавринова В.А. Зависимость зараженности семян яровой пшеницы и эффективности фунгицида от климатических факторов // Вестник ТГУ. 2017. Т. 22, вып. 2. С. 392–396. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-2-392-398.
4. Судденко В.Ю., Каленская С.М. Влияние пестицидов на урожайность и посевные качества семян пшеницы мягкой яровой // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 2 (30). С. 28–33. DOI 10.18286/1816-4501-2015-2-28-33.
5. Анаева Н.Н. Агроэкологическая характеристика болезней зерна в зависимости от применения средств защиты растений // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2015. № 4 (4). С. 15–19.
6. Хижняк С.В. Чувствительность фитопатогенных грибов рр. *Bipolaris* и *Fusarium* к фунгицидам разного химического состава // Вестник КрасГАУ. 2015. № 12. С. 3–10.
7. Гришечкина Л.Д. Фунгициды на основе тебуконазола в борьбе с фузариозом колоса хлебных злаков // Зерновое хозяйство России. 2012. № 4. С. 59–64.
8. Власенко Н.Г., Теплякова О.И., Душкин А.В. Применение механокомплексов тебуконазола с полисахаридами растительного происхождения для защиты яровой пшеницы от болезней листьев // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 6. С. 5–15. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-6-1.

9. Халиков С.С., Душкин А.В., Давлетов Р.Д., Евсеенко В.И. Создание инновационных фунгицидных средств на основе тебуконазола с привлечением механохимических процессов // Фундаментальные исследования. 2013. № 10 (часть 12). С. 2695–2700.
10. Душкин А.В., Метелева Е.С., Хомиченко Н.Н., Власенко Н.Г., Теплякова О.И., Халиков М.С., Халиков С.С. Новый пестицидный препарат на основе комплексов тебуконазола и производных глицирризина // Успехи современного естествознания. 2016. № 11. С. 296–300. DOI: 10.17513/use36227.
11. Гапонов С.Н., Попова В.М., Шутарева Г.И., Цетва Н.М., Паришкова Т.М., Щукин С.А. Проблема «черного зародыша» и особенности технологии возделывания яровой твердой пшеницы // Аграрный вестник Юго-Востока. 2016. № 1-2. С. 27–28.
12. Тюнин В.А., Шрейдер Е.Р. Природа и значимость «черного зародыша» семян мягкой яровой пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2010. № 5 (209). С. 57–61.
13. Лавринова В.А. Чернота зародыша ярового ячменя // Защита и карантин растений. 2012. № 11. С. 20–22.
14. Тепляков Б.И., Теплякова О.И. Проявление «черноты зародыша» на зерне яровой мягкой пшеницы в условиях разного агрофона // Вестник НГАУ. 2011. № 3 (19). С. 29–36.
15. Гагкаева Т.Ю., Гаврилова О.П., Леви́тин М.М., Новожилов К.В. Фузариоз зерновых культур // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». 2011. № 5. С. 70–112.

REFERENCES

1. Pushkarev V.I., Kuz'min O.G. Otsenka sposobov povysheniya posevnykh kachestv semyan v stepnoi zone Omskoi oblasti [Evaluation of methods of improving sowing qualities of seeds in the steppe zone of the Omsk region]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agricultural University], 2008, no. 9, pp. 14–23. (In Russian).
2. Igol'nikova L.V., Neimysheva A.N. Posevnye i sortovye kachestva semyan – garant vysokikh urozhayev [Sowing and varietal qualities of seeds is a guarantee of high yields]. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal* [Scientific and Agro-

- nomical Journal], 2012, no. 2-1 (92), pp. 47–49. (In Russian).
3. Polunina T.S., Evseeva I.M., Lavrinova V.A. Zavisimost' zarazhennosti semyan yarovoi pshenitsy i effektivnosti fungitsida ot klimaticheskikh faktorov [The dependence of infectious rate of spring wheat seeds and the efficiency of fungicide on climatic factors]. *Vestnik TGU* [Tomsk State University Journal], 2017, vol. 22, issue. 2, pp. 392–396. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-2-392-398. (In Russian).
4. Suddenko V.Yu., Kalenskaya S.M. Vliyaniye pestitsidov na urozhainost' i posevnye kachestva semyan pshenitsy myagkoi yarovoi [The influence of pesticides on the yield and sowing qualities of soft spring wheat seeds]. *Vestnik Ulyanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy], 2015, no. 2 (30), pp. 28–33. DOI 10.18286/1816-4501-2015-2-28-33. (In Russian).
5. Apaeva N.N. Agroekologicheskaya kharakteristika boleznei zerna v zavisimosti ot primeneniya sredstv zashchity rastenii [Agroecological characteristics of grain diseases depending on the use of plant protection products]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennyi universiteta. Seriya: Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki* [Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"], 2015, no. 4 (4), pp. 15–19. (In Russian).
6. Khizhnyak S.V. Chuvstvitel'nost' fitopatogen-nykh gribov pp. Bipolaris i Fusarium k fungitsidam raznogo khimicheskogo sostava [The sensitivity of phytopathogenic fungi of genera pp. Bipolaris and Fusarium to fungicides of different chemical composition]. *Vestnik KrasGAU* [The Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University], 2015, no. 12, pp. 3–10. (In Russian).
7. Grishechkina L.D. Fungitsidy na osnove tebuconazola v bor'be s fuzariozom kolosa khlebo-nykh zlakov [Tebuconazole-based fungicides in the fight against cereal fusariosis]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain Economy of Russia], 2012, no. 4, pp. 59–64. (In Russian).
8. Vlasenko N.G., Teplyakova O.I., Dushkin A.V. Primenenie mekhanokompleksov tebukonazola s polisakharidami rastitel'nogo proiskhozhdeniya dlya zashchity yarovoi pshenitsy ot boleznei list'ev [Application of mechano-complexes of tebukonazole with vegetable or-
ganic polysaccharides for protection of spring wheat from leaf diseases]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 6, pp. 5–15. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-6-1. (In Russian).
9. Khalikov S.S., Dushkin A.V., Davletov R.D., Evseenko V.I. Sozdanie innovatsionnykh fungitsidnykh sredstv na osnove tebukonazola s privilecheniem mekhanokhimicheskikh protsessov [The creation of innovative fungicides based on tebuconazole and mechanochemical processes]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Research], 2013, no. 10 (part 12), pp. 2695–2700. (In Russian).
10. Dushkin A.V., Meteleva E.S., Khomichenko N.N., Vlasenko N.G., Teplyakova O.I., Khalikov M.S., Khalikov S.S. Novyi pestitsidnyi preparat na osnove kompleksov tebukonazola i proizvodnykh glitsirrizina [New pesticide product based on complexes of tebuconazole and glycyrrhizin derivatives]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in Current Natural Sciences]. 2016, no. 11, pp. 296–300. DOI: 10.17513/use36227. (In Russian).
11. Gaponov S.N., Popova V.M., Shutareva G.I., Tsetva N.M., Parshikova T.M., Shchukin S.A. Problema «chernogo zarodysha» i osobennosti tekhnologii vozdel'yvaniya yarovoi tverdoi pshenitsy [The problem of the black point disease and features of the technology of cultivation of spring durum wheat]. *Agrarnyi vestnik Yugo-Vostoka* [Agrarian Bulletin of the South-East], 2016, no. 1-2, pp. 27–28. (In Russian).
12. Tyunin V.A., Shreider E.R. Priroda i znachimost' "chernogo zarodysha" semyan myagkoi yarovoi pshenitsy [The nature and significance of the black point disease of common spring wheat grain]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2010, no. 5 (209), pp. 57–61. (In Russian).
13. Lavrinova V.A. Chernota zarodysha yarovogo yachmenya [Black point at the germ of spring barley]. *Zashchita i karantin rastenii* [Board of Plant Protection and Quarantine], 2012, no. 11, pp. 20–22. (In Russian).
14. Teplyakov B.I., Teplyakova O.I. Proyavlenie "chernoty zarodysha" na zerne yarovoi myagkoi pshenitsy v usloviyakh raznogo agrofona [Signs of the black point disease on soft spring wheat grain under different agricultural conditions]. *Vestnik NGAU* [Bulletin of Novosibirsk

- State Agrarian University], 2011, no. 3 (19), pp. 29–36. (In Russian).
15. Gagkaeva T.Yu., Gavrilova O.P., Levitin M.M., Novozhilov K.V. Fuzarioz zernovykh kul'tur [Fusarium wilt disease of grain crops].

Prilozhenie k zhurnalu «Zashchita i karantin rastenii» [Supplement to the journal “Board of Plant Protection and Quarantine”], 2011, no. 5, pp. 70–112. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Власенко Н.Г.**, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией защиты растений; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, СФНЦА РАН, а/я 463; e-mail: vlas_nata@ngs.ru

Теплякова О.И., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Евсеенко В.И., кандидат химических наук, научный сотрудник

Душкин А.В., доктор химических наук, главный научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Vlasenko N.G.**, Doctor of Science in Biology, Head Researcher, Head of the Plant Protection Laboratory; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: vlas_nata@ngs.ru

Teplyakova O.I., Candidate of Science in Biology, Senior Researcher

Evseenko V.I., Candidate of Science in Chemistry, Researcher

Dushkin A.V., Doctor of Science in Chemistry, Head Researcher

Финансовая поддержка

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и правительства Новосибирской области (проект 18-416-540007/19).

Дата поступления статьи 10.04.2020
Received by the editors 10.04.2020

ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Пакуль А.Л., Лапшинов Н.А., Пакуль В.Н., Божанова Г.В.

Кемеровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал
Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий Российской академии наук
Кемеровская область, пос. Новостройка, Россия

Для цитирования: Пакуль А.Л., Лапшинов Н.А., Пакуль В.Н., Божанова Г.В. Засоренность посевов яровой мягкой пшеницы в зависимости от системы обработки почвы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 3. С. 16–27. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-2.

For citation: Pakul A.L., Lapshinov N.A., Pakul V.N., Bozhanova G.V. Zasorennost' posevov yarovoi myagkoi pshenitsy v zavisimosti ot sistemy obrabotki pochvy [Weed infestation of soft spring wheat crops depending on the soil tillage system]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2020, vol. 50, no. 3, pp. 16–27. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-2.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлены результаты исследований по влиянию различных систем обработки почвы на засоренность посевов яровой мягкой пшеницы сорта Сибирский Альянс. Исследования проведены в длительном стационаре (2015–2019 гг.) по предшественникам чистый и сидеральный пары (рапс, донник) в Кемеровской области. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый. Изучены следующие системы обработки почвы: отвальная глубокая, комбинированная глубокая, комбинированная минимальная, отвальная минимальная. Погодные условия в период проведения исследований были различны. Недостаточная влагообеспеченность в первый период вегетации (всходы – выход в трубку) яровой мягкой пшеницы отмечена в 2015–2017 гг., ГТК (гидротермический коэффициент) составил от 0,37 до 0,56, переувлажнение отмечено в 2018 г. (ГТК = 2,41) и умеренное увлажнение в 2019 г. (ГТК = 1,12). В условиях каждого года засоренность посевов различна. Влияние фактора «система обработки почвы» на численность сорняков в период вегетации яровой мягкой пшеницы составило 21,6–90,4%, на их долю в общей надземной массе фитоценоза – 39,9–68,3%. Сегетальная флора в посевах яровой мягкой пшеницы представлена однодольными и двудольными видами на всех изучаемых системах обработки

WEED INFESTATION OF SOFT SPRING WHEAT CROPS DEPENDING ON THE SOIL TILLAGE SYSTEM

Pakul A.L., Lapshinov N.A., Pakul V.N., Bozhanova G.V.

Kemerovo Research Institute of Agriculture –
Branch of the Siberian Federal Scientific
Centre of Agro-BioTechnologies of the
Russian Academy of Sciences
Novostroika, Kemerovo region, Russia

The paper presents the results of the study on the influence of various tillage systems on the weed infestation of soft spring wheat of the Siberian Alliance variety. The study was carried out in a long-term stationary experiment (2015–2019) preceded by bare and green-manured fallow (rapeseed, melilot) in Kemerovo region. The soil of the experimental plot is classified as leached, medium-textured, medium-humus, heavy-loam chernozem. The following soil tillage systems were studied: deep moldboard, deep combined, minimum combined and minimum moldboard. Weather conditions during the research period were varied. Insufficient water supply during the first vegetation period of soft spring wheat (seedlings – leaf-tube formation) was noted in 2015–2017, with HTC (hydrothermal coefficient) being from 0.37 to 0.56. Excessive water content was observed in 2018 (HTC = 2.41) and moderate hydration – in 2019 (HTC = 1.12). Weed infestation was different in the conditions of each year. The impact of the soil tillage system on the number of weeds during the growing season of common spring wheat accounted for 21.6–90.4%, and their share in the total aboveground mass of the phytocenosis was 39.9–68.3%. The segetal flora in soft spring wheat crops is represented by monocotyledonous and dicotyledonous species with all the studied tillage systems. The highest

почвы. Наибольшая плотность сорной растительности в фазу кущения яровой мягкой пшеницы зарегистрирована при отвальной глубокой системе обработки почвы (контроль). Уменьшение засоренности в сравнении с контролем выявлено при отвальной минимальной системе обработки почвы по предшественнику чистый пар в 2,3 раза, сидеральному пару рапс в 1,6 раза, сидеральному пару донник в 1,7 раза. Такая же тенденция отмечена по доле сорняков в общей надземной массе фитоценоза в фазу восковой спелости яровой мягкой пшеницы при отвальной глубокой системе обработки почвы (4,3%), при комбинированной глубокой (3,9), комбинированной минимальной (4,1), отвальной минимальной (2,6%).

Ключевые слова: система обработки почвы, предшественник, яровая мягкая пшеница, засоренность посевов

ВВЕДЕНИЕ

Засоренность посевов – один из сильнодействующих факторов, ограничивающих получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур [1]. Борьба с сорной растительностью – одна из главнейших задач научно обоснованных зональных систем земледелия, так как только чистые от сорняков поля являются гарантией получения высоких и устойчивых урожаев. Известно, что потеря потенциальной продуктивности посевов при сильной засоренности достигает 30% и более [2, 3].

Возделыванию культурных растений сопутствует процесс проникновения и приспособления к жизни в их посевах сорных растений. При длительном возделывании на одном поле культурных растений, мало отличающихся по биологии, приводит к увеличению засоренности почвы и посевов однотипными видами сорняков [4, 5]. Сорные растения расходуют много воды на создание своей биомассы, значительное отрицательное действие на культурные растения отмечается в засушливые годы, когда влага находится в первом минимуме [6].

Достичь высокой продуктивности и стабильной фитосанитарной ситуации в посевах можно только на основе использования высокоурожайных сортов и наукоемких техноло-

density of weed vegetation during the tillering phase of soft spring wheat was recorded with deep moldboard soil tillage system (control). A reduction in weed infestation by 2.3 times compared to the control was noted with minimum moldboard soil tillage system preceded by bare fallow, 1.6 times – preceded by green-manured fallow with rapeseed, and 1.7 times – preceded by green-manured fallow with melilot. The same trend was observed in the proportion of weeds in the total aboveground mass of the phytocenosis during the wax ripeness phase of soft spring wheat with deep moldboard tillage system (4.3%), deep combined (3.9), minimum combined (4.1), minimum moldboard (2.6%).

Keywords: soil tillage system, precede, soft spring wheat, weed infestation

гий их возделывания [7]. Системы обработки почвы оказывают значительное влияние на количество и биомассу сорняков [8–10]. Каждая система обработки почвы имеет положительные и отрицательные стороны. Это необходимо учитывать при адаптивном подходе и разрабатывать альтернативные решения в соответствии с уровнем интенсификации и условиями возделывания культуры. В современной научной и практической области развернулась широкая дискуссия об эффективности отвальных, плоскорезных, минимальных, нулевых и комбинированных систем обработок [11–14]. Опыт мирового и отечественного земледелия свидетельствует о том, что к наиболее перспективным почвозащитным и ресурсосберегающим приемам относятся минимальная и нулевая системы обработки почвы. Нулевая система обработки почвы (No-Till), включающая применение глифосатов до посева, по эффекту очищения зерновых культур от сорняков максимально приближается к действию комбинированных систем [15]. Один из важных аспектов освоения технологии прямого посева – трансформация сорно-полевых сообществ и методы их контроля [16].

Цель исследований – определить зависимость засоренности посевов яровой мягкой пшеницы от системы обработки почвы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Научно-исследовательская работа проведена в длительном стационаре по завершении третьей ротации (2007–2019 гг.) зернопарового севооборота: пар (чистый, сидеральный – рапс, донник) – пшеница – горох – ячмень (в чистом виде и ячмень с подсевом донника). Изучены следующие системы обработки почвы:

– отвальная глубокая (ежегодно под все культуры – основная обработка вспашка плугом ПН-4–35 на глубину 25–27 см, весной закрытие влаги БЗТ-1, С-11, предпосевная культивация Лидер-2,1);

– комбинированная глубокая (ежегодно под все культуры – плоскорезная основная обработка на глубину 25–27 см плоскорезом КПП-250, весной закрытие влаги БЗТ-1, С-11, предпосевная культивация КПС-4,2);

– комбинированная минимальная (ежегодно под все культуры – плоскорезная основная обработка на глубину 12–14 см плоскорезом КПП-250, весной закрытие влаги БЗТ-1, С-11, предпосевная культивация КПЭ-3,8);

– отвальная минимальная (ежегодно по предшественникам чистый и сидеральный пар (заделывание сидерата) – осенняя обработка БДТ-3, весной прямой посев посевным комплексом).

При всех системах обработки почвы посев проведен посевным комплексом Томь-5,1. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый среднегумусный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое 8,2%. Площадь опытных делянок по обработкам почвы 4720 м², учетная – 100 м², повторность четырехкратная. Объекты исследований – системы обработки почвы, яровая мягкая пшеница Сибирский Альянс. Поперек основных обработок почвы в фазу кущения яровой мягкой пшеницы проводили обра-

ботки гербицидами. В разные годы против мятликовых сорных растений применяли Грассер (0,6 л/га), Пума-супер (0,8–1,0 л/га), против двудольных – метурон (10 г/га), магнум (8), логран (10), ларен (10 г/га), диален супер (0,6 л/га), банвел (200 г/га), секатор (150 г/га). При отвальной минимальной системе обработки почвы до посева применяли глифосаты.

Учет сорняков проводили в фазу кущения яровой мягкой пшеницы и восковой спелости зерна методом абсолютного учета по методике Н.Г. Власенко, Н.А. Солосич, А.Н. Власенко¹, П.И. Кудашкина, количественно-весового обилия – на площадках 0,25 м². Статистическая обработка полученных данных проведена методами вариационного, дисперсионного анализов по методике Б.А. Доспехова² в обработке компьютерных программ О.Д. Сорокина³.

Недостаточная влагообеспеченность в первый период вегетации (всходы – выход в трубку) яровой мягкой пшеницы отмечена в 2015–2017 гг. (ГТК составил от 0,37 до 0,56). Переувлажнение отмечено в 2018 г. (ГТК = 2,41) и умеренное увлажнение – в 2019 г. (ГТК = 1,12) (см. табл. 1).

Среднесуточные температуры в период всходы – выход в трубку в 2015–2018 гг. превышали среднегодовую показатели от 2 до 3 °С (18,4–19,1 °С)

Табл. 1. Гидротермический коэффициент в период вегетации яровой мягкой пшеницы

Table 1. Hydrothermal coefficient during spring wheat growing

Год	Гидротермический коэффициент			
	Май	Июнь	Июль	Август
2015	1,45	0,56	1,07	0,96
2016	0,50	0,37	1,73	0,63
2017	0,47	0,46	1,80	1,10
2018	0,0	2,41	1,92	0,42
2019	1,25	1,12	1,22	1,15

¹Власенко Н.Г., Солосич Н.А., Власенко А.Н., Кудашкина П.И. Фитоценологические методы оценки засоренности посевов сельскохозяйственных культур: метод. пособие / РАСХН. Сиб. отделение. СибНИИЗХим. Новосибирск, 2000. 36 с.

²Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 351 с.

³Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2004. 162 с.

и только в 2019 г. отмечены в пределах нормы (16,3 °С). Период колошение – восковая спелость характеризовался в 2015 и 2019 гг. как умеренно увлажненный (ГТК составил 1,07 и 1,22), в 2016–2018 гг. как переувлажненный.

Среднесуточная температура в период налива зерна в 2015 и 2016 гг. имела показатели выше нормы на 1 и 2 °С соответственно, в остальные годы исследований она находилась на уровне среднесезонных показателей – 18,0–18,6 °С.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В видовом составе сегетального сообщества присутствовали как однодольные, так и двудольные сорные растения. В фазу кущения яровой пшеницы отмечено присутствие одно- и двудольных сорных растений (см. табл. 2). Из однодольных преобладали просо сорнополевое (посевное) (*Panicum miliaceum* L.), овсюг (*Avena fatua* L.), щетинник зеленый (*Setaria viridis* (L.) Beauv.).

Двудольные виды при различных системах обработки почвы представлены следующими видами: пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit* L.), торица полевая (*Spergula arvensis* L.), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), журавельник цикutowый (*Erodium cicutarium* (L.) L. Her.), молочай лозный (*Euphorbia virgata* Waldst. et Kit.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), паслен черный (*Solanum nigrum* L.), бодяк щетинистый (осот розовый) (*Cirsium setosum* (Wild.) Bess.), дымянкa аптечная (*Fumaria officinalis* L.).

Условия года оказали влияние на засоренность посевов яровой мягкой пшеницы в фазу кущения (54,8%). Недостаточная влагообеспеченность в фазу кущения яровой пшеницы в 2015–2017 гг. способствовала наименьшему прорастанию сорных растений, среднее их количество по опыту составило 17,8–38,8 шт./м², при значитель-

ном выпадении осадков в 2018 г. (ГТК = 2,41) отмечено значительное увеличение до 92,3 шт./м². Доля влияния системы обработки почвы на засоренность посевов яровой мягкой пшеницы в фазу кущения в условиях отдельно каждого года проведения исследований была различной и составила от 21,6 до 90,4%.

Выявлено, что общая численность сорняков при отвальной минимальной системе обработки почвы в среднем по опыту в 1,8 раза меньше, чем на контроле (59,2 шт./м² – отвальная глубокая). Засоренность в среднем за 2015–2019 гг. при отвальной минимальной обработке почвы снижалась в сравнении с отвальной глубокой (контроль) по предшественнику чистый пар – в 2,3 раза, сидеральный пар (рапс) – в 1,6, сидеральный пар (донник) – в 1,7 раза. Также отмечена тенденция снижения плотности сорняков при комбинированной глубокой системе обработки почвы, в сравнении с контролем, по предшественнику чистый пар на 33,0%, по сидеральному пару рапс на 14,6, по сидеральному пару донник на 12,8% и при комбинированной минимальной на 29,5; 35,1; 11,6% соответственно. Практически при всех системах обработки почвы по изучаемым предшественникам преимущество в фазу кущения яровой пшеницы имеют двудольные сорняки, за исключением комбинированной глубокой системы обработки почвы по предшественнику чистый пар, в данном случае число однодольных зарегистрировано больше на 24,8%.

Во все годы проведения исследований, несмотря на обработку посевов баковой смесью гербицидов (против одно- и двудольных), за счет выпадения осадков в июле отмечено прорастание сорняков на всех изучаемых вариантах (см. табл. 3).

Проведение учета сорняков в фазу восковой спелости яровой мягкой пшеницы показало, что доля влияния системы обработки почвы на их количество в зависимости от условий года составляет от 12,1 до 69,1%. Наибольшее снижение засоренно-

Табл. 2. Численность сорных растений в фазу кущения яровой мягкой пшеницы в зависимости от системы обработки почвы, шт./м²**Table 2.** Number of weed plants in the phase of spring wheat tillering depending on soil tillage system, pcs/m²

Система обработки почвы и вид сорняков	Год					Среднее за 2015–2019 гг.
	2015	2016	2017	2018	2019	
<i>Предшественник – чистый пар</i>						
Отвальная глубокая (контроль):						
однодольные	10	35	0	76	0	24,2
двудольные	12	20	18	124	20	38,8
всего	22	55	18	200	20	63,0
Комбинированная глубокая:						
однодольные	9	56	0	20	36	24,2
двудольные	10	3	26	32	20	18,2
всего	19	59	26	52	56	42,4
Комбинированная минимальная:						
однодольные	6	27	0	24	20	15,4
двудольные	9	0	4	108	24	29,0
всего	15	27	4	132	44	44,4
Отвальная минимальная:						
однодольные	4	20	6	12	0	8,4
двудольные	10	2	12	24	44	18,4
всего	14	22	18	36	44	26,8
<i>Предшественник – сидеральный пар (рапс)</i>						
Отвальная глубокая (контроль):						
однодольные	10	29	8	92	10	29,8
двудольные	9	25	24	0	116	34,8
всего	19	54	32	92	126	64,6
Комбинированная глубокая:						
однодольные	3	40	2	60	8	22,6
двудольные	7	10	16	24	106	32,6
всего	10	50	18	84	114	55,2
Комбинированная минимальная:						
однодольные	3	19	2	32	20	15,2
двудольные	15	5	24	60	30	26,8
всего	18	24	26	92	50	42,0
Отвальная минимальная:						
однодольные	3	13	10	48	14	17,6
двудольные	13	8	16	32	50	23,8
всего	16	21	26	80	64	41,4
<i>Предшественник – сидеральный пар (донник)</i>						
Отвальная глубокая (контроль):						
однодольные	5	16	13	60	18	22,4
двудольные	22	30	10	40	36	27,6
всего	27	46	23	100	54	50,0
Комбинированная глубокая:						
однодольные	2	37	10	28	6	16,6
двудольные	12	15	10	64	34	26,6
всего	14	52	20	92	40	43,6
Комбинированная минимальная:						
однодольные	5	23	20	48	4	20,0
двудольные	11	14	18	36	42	24,2
всего	16	37	38	84	46	44,2
Отвальная минимальная:						
однодольные	3	9	16	28	0	11,2
двудольные	20	10	2	36	22	18,0
всего	23	19	18	64	22	29,2

Примечание. Среднее по факторам: система обработки почвы: отвальная глубокая – 59,2, комбинированная глубокая – 47,1, комбинированная минимальная – 43,5, отвальная минимальная – 32,5; годы исследований: 2015 – 17,8, 2016 – 38,8, 2017 – 22,3, 2018 – 92,3, 2019 – 56,7; предшественник: чистый пар – 44,2, сидеральный пар рапс – 50,8, сидеральный пар донник – 41,8; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 17,6, годы – 19,7, предшественник – 15,3.

Табл. 3. Численность сорных растений в фазу восковой спелости зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от системы обработки почвы, шт./м²

Table 3. Number of weed plants in the phase of wax ripeness of spring wheat grain depending on soil tillage system, pcs/m²

Система обработки почвы и вид сорняков	Год					Среднее за 2015–2019 гг.
	2015	2016	2017	2018	2019	
<i>Предшественник – чистый пар</i>						
Отвальная глубокая (контроль):						
однодольные	20	76	16	108	34	50,8
двудольные	34	52	28	134	18	53,2
всего	54	128	44	242	52	104,0
Комбинированная глубокая:						
однодольные	24	154	18	58	66	64,0
двудольные	34	25	34	96	42	46,2
всего	58	179	52	154	108	110,2
Комбинированная минимальная:						
однодольные	22	58	14	48	40	36,4
двудольные	28	32	32	148	56	59,2
всего	50	90	46	196	96	95,6
Отвальная минимальная:						
однодольные	8	46	8	26	22	22,0
двудольные	16	22	20	50	58	33,2
всего	24	68	28	76	80	55,2
<i>Предшественник – сидеральный пар (рапс)</i>						
Отвальная глубокая (контроль):						
однодольные	28	62	16	102	22	46,0
двудольные	20	54	52	62	92	56,0
всего	48	116	68	164	114	102,0
Комбинированная глубокая:						
однодольные	12	80	8	88	16	40,8
двудольные	28	24	44	32	82	42,0
всего	40	104	52	120	98	82,8
Комбинированная минимальная:						
однодольные	10	46	8	52	10	25,2
двудольные	36	16	56	104	30	48,4
всего	46	62	64	156	40	73,6
Отвальная минимальная:						
однодольные	12	42	22	66	18	32,0
двудольные	26	14	28	48	36	30,4
всего	38	56	50	114	54	62,4
<i>Предшественник – сидеральный пар (донник)</i>						
Отвальная глубокая (контроль):						
однодольные	14	32	18	128	24	43,2
двудольные	50	66	36	58	58	53,6
всего	64	98	54	186	82	96,8
Комбинированная глубокая:						
однодольные	12	48	20	42	10	26,4
двудольные	22	38	28	62	72	44,4
всего	34	86	48	104	82	70,8
Комбинированная минимальная:						
однодольные	12	30	44	86	8	36,0
двудольные	28	14	42	58	30	34,4
всего	40	44	86	144	38	70,4
Отвальная минимальная						
однодольные	14	24	30	36	8	22,4
двудольные	34	28	12	50	22	29,2
всего	48	52	42	86	30	51,6

Примечание. Среднее по факторам: система обработки почвы: отвальная глубокая – 100,9, комбинированная глубокая – 87,9, комбинированная минимальная – 79,9, отвальная минимальная – 56,4; годы исследований: 2015 – 45,3, 2016 – 90,3, 2017 – 52,8, 2018 – 145,2, 2019 – 72,8; предшественник: чистый пар – 91,3, сидеральный пар рапс – 80,2, сидеральный пар донник – 72,4; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 14,4, годы – 16,1, предшественник – 12,5.

сти отмечено при отвальной минимальной системе обработки почвы. При увеличении количества обработок почвы семена сорных растений имеют наиболее близкий контакт с почвой, что провоцирует их к прорастанию, тогда как на фоне минимализации обработок многие семена остаются на мульчирующем слое, что снижает количество их всходов.

По средним показателям по фактору «система обработки почвы» при отвальной минимальной выявлено снижение количества сорных растений в фазу восковой спелости яровой пшеницы по предшественнику чистый пар и сидеральный пар (донник) – в сравнении с контролем в 1,9 раза, по предшественнику сидеральный пар (рапс) – в 1,6 раза. По чистому пару на контроле (отвальная глубокая система обработки почвы) по средним показателям за 2015–2019 гг. количество одно- и двудольных сорных растений находилось на одном уровне (50,8 и 53,2 шт./м² соответственно). При комбинированной глубокой увеличилась численность однодольных (64,0 шт./м²) и двудольных (46,2 шт./м²) сорняков. При комбинированной минимальной и отвальной минимальной обработке зарегистрирована наиболее высокая плотность двудольных – 59,2 и 33,2 шт./м², однодольных соответственно 36,4 и 22,0 шт./м². По сидеральному пару (рапс) при комбинированной глубокой и отвальной минимальной системах обработки почвы отмечено одинаковое количество однодольных и двудольных сорных растений. При комбинированной минимальной и отвальной глубокой выявлено большее количество двудольных (48,4–56,0 шт./м²) по сравнению с однодольными (25,2–46,0 шт./м²). Смешанный тип засорения присутствовал также в посевах яровой мягкой пшеницы по предшественнику сидеральный пар (донник) с доминированием двудольных сорняков при отвальной глубокой и комбинированной глубокой системах обработки почвы. Сорняки находились в нижнем ярусе фи-

тоценоза и имели высокую конкуренцию с растениями яровой мягкой пшеницы. Их воздушно-сухая масса в целом по всем вариантам не имела высоких показателей и не превышала 10,8 г/м² (см. табл. 4).

С наименьшей массой сорных растений на единице площади отмечен вариант с отвальной минимальной системой обработки почвы по всем изучаемым предшественникам (6,0–7,1 г/м², контроль 9,7–10,8 г/м²). На фоне отвальной минимальной системы обработки почвы увеличилось количество одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.), фиалки полевой (*Viola arvensis* Murr.), подмаренника цепкого (*Galium aparine* L.), щетинника зеленого (*Setaria viridis* (L.) Beauv). Вредоносность сорняков определяется не только их количеством и флористическим составом, но их долей в общей надземной массе фитоценоза. Тенденции по динамике биомассы сорных растений повторяются при различных системах обработки почвы и при оценке их доли в общей надземной массе фитоценоза.

Доля сорных растений в общей надземной массе фитоценоза на всех изучаемых вариантах отмечена ниже экономического порога вредоносности 10%. Влияние фактора «система обработки почвы» на данный показатель в зависимости от условий года имело различия от 39,9 до 68,3%. Наибольшая доля сорняков в общей надземной массе фитоценоза в среднем по опыту зарегистрирована при отвальной глубокой системе обработки почвы 4,3%, при комбинированной глубокой – 3,9%, комбинированной минимальной – 4,1, отвальной минимальной – 2,6% (см. табл. 5).

Влияние предшественника на долю сорных растений в общей надземной массе фитоценоза составило при недостатке влаги всего периода вегетации 2015 г. 41,2%, при значительном увлажнении 2018 г. – 10,8%.

Табл. 4. Биомасса сорняков в фазу восковой спелости зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от системы обработки почвы, г/м².

Table 4. Weed biomass in the wax ripeness phase of spring wheat grain depending on soil tillage system, g/m²

Система обработки почвы и вид сорняков	Год					Среднее за 2015–2019 гг.
	2015	2016	2017	2018	2019	
<i>Предшественник – чистый пар</i>						
Отвальная глубокая (контроль):						
однодольные	1,4	8,5	1,6	7,0	3,1	4,3
двудольные	5,1	3,6	2,3	19,0	2,3	6,5
всего	6,5	12,1	3,9	26,0	5,4	10,8
Комбинированная глубокая:						
однодольные	1,8	10,4	1,1	5,2	5,5	4,8
двудольные	4,6	4,3	5,0	10,6	5,9	6,1
всего	6,4	14,7	6,1	15,8	11,4	10,9
Комбинированная минимальная:						
однодольные	2,0	4,2	1,1	3,4	3,2	2,8
двудольные	4,0	4,1	4,0	16,4	8,1	7,3
всего	6,0	8,3	5,1	19,8	11,3	10,1
Отвальная минимальная:						
однодольные	1,5	2,9	1,2	2,1	1,9	1,9
двудольные	2,4	1,9	2,9	6,1	7,8	4,2
всего	3,9	4,8	4,1	8,2	9,7	6,1
<i>Предшественник – сидеральный пар (рапс)</i>						
Отвальная глубокая (контроль):						
однодольные	2,6	4,6	1,2	9,2	2,7	4,1
двудольные	3,0	7,3	6,6	8,9	2,4	5,6
всего	5,6	11,9	7,8	18,1	5,1	9,7
Комбинированная глубокая:						
однодольные	1,0	5,6	0,7	7,1	4,4	3,8
двудольные	3,9	3,1	5,9	4,7	4,6	4,4
всего	4,9	8,7	6,6	11,8	9,0	8,2
Комбинированная минимальная:						
однодольные	0,8	3,7	0,5	3,8	3,6	2,5
двудольные	5,8	2,4	7,8	12,2	7,3	7,1
всего	6,6	6,1	8,3	16,0	10,9	9,6
Отвальная минимальная:						
однодольные	0,9	3,8	1,8	4,3	1,5	2,5
двудольные	3,7	2,3	3,4	7,3	6,4	4,6
всего	4,6	6,1	5,2	11,6	7,9	7,1
<i>Предшественник – сидеральный пар (донник)</i>						
Отвальная глубокая (контроль):						
однодольные	1,1	2,9	1,2	10,2	1,7	3,4
двудольные	7,2	10,7	5,5	7,0	6,4	7,4
всего	8,3	13,6	6,7	17,2	8,1	10,8
Комбинированная глубокая:						
однодольные	1,0	3,8	1,5	2,7	0,9	2,0
двудольные	3,5	5,7	3,3	8,7	9,4	6,1
всего	4,5	9,5	4,8	11,4	10,3	8,1
Комбинированная минимальная:						
однодольные	1,0	2,1	3,6	7,1	0,5	2,9
двудольные	3,9	1,8	6,2	8,6	3,3	4,7
всего	4,9	3,9	9,8	15,7	3,8	7,6
Отвальная минимальная:						
однодольные	1,3	1,8	2,7	3,2	0,7	1,9
двудольные	5,1	3,8	1,7	7,2	2,9	4,1
всего	6,4	5,6	4,4	10,4	3,6	6,0

Примечание. Среднее по факторам: система обработки почвы: отвальная глубокая – 10,4, комбинированная глубокая и комбинированная минимальная – 9,1, отвальная минимальная – 6,4; годы исследований: 2015 – 5,72, 2016 – 8,77, 2017 – 6,07, 2018 – 15,2, 2019 – 8,05; предшественник: чистый пар – 9,48, сидеральный пар рапс – 8,64, сидеральный пар донник – 8,15; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 1,56, годы – 1,75, предшественник – 1,36.

Табл. 5. Доля сорняков в общей надземной массе фитоценоза, 2015–2019 гг., %**Table 5.** Share of weeds in total aboveground mass of phytocenosis, 2015–2019, %

Система обработки почвы	Год					Среднее за 5 лет
	2015	2016	2017	2018	2019	
Пшеница по чистому пару						
Отвальная глубокая (контроль)	4,6	4,2	1,8	10,6	2,02	4,6
Комбинированная глубокая	5,3	5,1	2,9	6,6	4,3	4,8
Комбинированная минимальная	4,7	3,3	2,4	8,8	3,4	4,5
Отвальная минимальная	2,9	1,7	1,9	3,5	3,2	2,6
Пшеница по сидеральному пару (рапс)						
Отвальная глубокая (контроль)	2,8	4,8	3,2	6,0	1,5	3,7
Комбинированная глубокая	2,8	3,6	3,0	5,1	2,7	3,4
Комбинированная минимальная	3,3	2,6	4,2	6,1	3,1	3,9
Отвальная минимальная	2,2	2,2	2,3	4,9	2,3	2,9
Пшеница по сидеральному пару (донник)						
Отвальная глубокая (контроль)	4,5	4,4	2,7	7,8	3,0	4,5
Комбинированная глубокая	2,6	2,9	2,2	5,4	3,9	3,4
Комбинированная минимальная	2,2	1,5	4,2	6,9	4,3	3,8
Отвальная минимальная	3,1	2,0	1,7	4,4	1,1	2,5

Примечание. Среднее по факторам: система обработки почвы: отвальная глубокая – 4,3, комбинированная глубокая – 3,9, комбинированная минимальная – 4,1, отвальная минимальная – 2,6; годы исследований: 2015 – 3,4, 2016 – 3,2, 2017 – 2,7, 2018 – 6,3, 2019 – 2,9; предшественник: чистый пар – 2,6, сидеральный пар рапс – 2,8, сидеральный пар донник – 2,5; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 0,65, годы – 0,73, предшественник – 0,56.

ВЫВОДЫ

Установлено влияние системы обработки почвы на засоренность посевов яровой мягкой пшеницы:

1. Сегетальная флора в посевах яровой мягкой пшеницы представлена одно- и двудольными видами на всех изучаемых системах обработки почвы. Доля влияния системы обработки почвы на засоренность посевов яровой мягкой пшеницы в фазу кущения в условиях отдельно каждого года проведения исследований различна и составила от 21,6 до 90,4%.

2. Наибольшая плотность сорной растительности в фазу кущения яровой мягкой пшеницы отмечена при отвальной глубокой системе обработки почвы (контроль), уменьшение засоренности в сравнении с контролем выявлено при отвальной минимальной системе обработки почвы по предшественнику чистый пар в 2,3 раза, сидеральному пару (рапс) – в 1,6 раза, сидеральному пару

(донник) – в 1,7 раза. В фазу восковой спелости данная тенденция сохранялась. Тип засорения смешанный.

3. Отмечено снижение плотности сорняков в фазу кущения яровой мягкой пшеницы при комбинированной глубокой системе обработки почвы в сравнении с контролем по предшественнику чистый пар на 33,0%, по сидеральному пару (рапс) – на 14,6, по сидеральному пару (донник) – на 12,8 и при комбинированной минимальной – на 29,5, 35,1; 11,6% соответственно.

4. Выделен вариант с наименьшей массой сорных растений на единице площади в фазу восковой спелости яровой мягкой пшеницы с отвальной минимальной системой обработки почвы по всем изучаемым предшественникам 6,0–7,1 г/м², контроль – 9,7–10,8 г/м².

5. Наибольшая доля сорняков в общей надземной массе фитоценоза в среднем по опыту зарегистрирована в фазу восковой

спелости яровой мягкой пшеницы при отвальной глубокой системе обработки почвы 4,3%, при комбинированной глубокой – 3,9%, комбинированной минимальной – 4,1, отвальной минимальной – 2,6%. Влияние фактора "система обработки почвы" на данный показатель в зависимости от условий года имело различия от 39,9 до 68,3%. Предшественник оказал влияние на долю сорных растений в общей надземной массе фитоценоза при недостатке влаги всего периода вегетации 2015 г. – 41,2%, при значительном увлажнении 2018 г. – 10,8%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Миникаев Р.В., Сайфиева Г.С., Манюкова И.Г. Фитосанитарное состояние посевов в звене севооборота в зависимости от способа основной обработки серой лесной почвы // *Зерновое хозяйство России*. 2017. № 2 (50). С. 47–51.
2. Mhlangaa B., Cheesmanb S., Maasdorpa B., Muonia T., Mabasa S., Mangoshoc E., Thierfelder C. Weed community responses to rotations with cover crops in maize-based conservation agriculture systems of Zimbabwe // *Crop Protection*. 2015. Vol. 69. P. 1–8.
3. Тулькубаева С.А., Васин В.Г. Засоренность и структура урожая пшеницы в зависимости от предшественников // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2016. № 2. С. 23–29.
4. Моисеев А.Н., Моисеева К.В. Засоренность зернотравяного севооборота в северной лесостепи Тюменской области // *Аграрный вестник Урала*. 2017. № 12 (166). С. 44–47.
5. Замятин С.А., Ефимов А.Ю., Максуткин С.А. Сорные растения полевых севооборотов // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2018. № 5 (66). С. 98–103.
6. Замятин С.А., Измestьев В.М. Севооборот как способ контроля за сорняками // *Вестник Марийского государственного университета*. 2015. № 2 (2). С. 23–25.
7. Лихенко И.Е., Советов В.В., Аносов С.И., Лихенко Н.Н. Формирования урожая зерна сибирских сортов яровой мягкой пшеницы в условиях континентального климата Западной Сибири // *Достижения науки и техники АПК*. 2014. № 1. С. 27–30.
8. Власенко Н.Г., Кулагин О.В., Кудашкин П.И., Иванова И.А. Засоренность посевов новых сортов яровой пшеницы в зависимости от технологии возделывания // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2017. № 3 (149). С. 5–10.
9. Михайлова З.И., Михайлов А.А., Вакуленко О.В. Влияние способов обработки почвы на продуктивность зерновых культур // *Вестник КрасГАУ*. 2016. № 4. С. 10–15.
10. Борин А.А., Лощинина А.Э. Продуктивность севооборота и плодородие почвы при различных технологиях ее обработки // *Плодородие*. 2015. № 2. С. 25–27.
11. Едимечев Ю.Ф. Оптимизация и экологизация зональной системы обработки почвы в Красноярском крае // *Вестник КрасГАУ*. 2017. № 7. С. 16–23.
12. Шахова О.А., Харлагина О.С. Динамика засоренности при сокращении энергозатрат на обработку чернозема выщелоченного в северной лесостепи Тюменской области // *Агропродовольственная политика России*. 2017. № 10 (70). С. 118–122.
13. Ивченко В.К., Михайлова З.И. Влияние различных обработок почв и средств интенсификации на продуктивность зерновых культур // *Вестник КрасГАУ*. 2017. № 4. С. 3–10.
14. Турусов В.И., Гармашов В.М. Минимализация основной обработки почвы в почвенно-климатических условиях Центрально-Черноземного региона // *Сельскохозяйственный журнал*. 2019. № 3. (12). С. 37–46.
15. Агеев А.А., Анисимов Ю.Б., Вразнов А.В., Калюжина Е.Л. Оптимизация систем обработки почвы при производстве зерна высокого качества в Челябинской области // *АПК России*. 2017. Т. 24. № 4. С. 929–935.
16. Полин В.Д., Смелкова И.А. Изменение сорного компонента под действием ресурсосберегающих систем обработки почвы в зернопропашном севообороте и методы борьбы с ними // *Земледелие*. 2015. № 8. С. 29–32.

REFERENCES

1. Minikaev R.V., Saifeva G.S., Manyukova I.G. Fitosanitarное sostoyanie posevov v zvене sevooborota v zavisimosti ot sposoba osnovnoy obrabotki seroi lesnoi pochvy [Phytosanitary state of sowings in the crop rotation sequence depending on tillage technologies of grey forestry soil]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain

- Economy of Russia], 2017, no. 2 (50), pp. 47–51. (In Russian).
2. Mhlangaa B., Cheesmanb S., Maasdorpa B., Muonia T., Mabasa S., Mangoshoc E., Thierfelder C. Weed community responses to rotations with cover crops in maize-based conservation agriculture systems of Zimbabwe. *Crop Protection*, 2015, vol. 69, pp. 1–8.
3. Tul'kubaeva S.A., Vasin V.G. Zasorennost' i struktura urozhaya pshenitsy v za-visimosti ot predshestvennikov [The impurity and structure of wheat in dependence from predecessors]. *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Bulletin of Samara State Agricultural Academy]. 2016, no. 2, pp. 23–29. (In Russian).
4. Moiseev A.N., Moiseeva K.V. Zasorennost' zernotravyanogo sevooborota v se-vernoi lesostepi Tyumenskoi oblasti [Contamination of grain and grass crop rotation in the northern forest steppe of the Tyumen region]. *Agrarnyi vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals]. 2017, no. 12 (166), pp. 44–47. (In Russian).
5. Zamyatin S.A., Efimov A.Yu., Maksutkin S.A. Sornye rasteniya polevykh se-vooborotov [Weeds in field crop rotations]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural Science Euro-North-East]. 2018, no. 5 (66), pp. 98–103. (In Russian).
6. Zamyatin S.A., Izmet'sev V.M. Sevooborot kak sposob kontrolya za sornyakami [Crop rotation as a method of weed control]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta* [Vestnik of the Mari State University]. 2015, no. 2 (2), pp. 23–25. (In Russian).
7. Likhenko I.E., Sovetov V.V., Anosov S.I., Likhenko N.N. Formirovaniya urozhaya zerna sibirskikh sortov yarovoi myagkoi pshenitsy v usloviyakh kontinental'nogo klimata Zapadnoi Sibiri [Siberian spring wheat varieties grain yield formation under continental climate of Western Siberia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2014, no. 1, pp. 27–30. (In Russian).
8. Vlasenko N.G., Kulagin O.V., Kudashkin P.I., Ivanova I.A. Zasorennost' posevov novykh sortov yarovoi pshenitsy v zavisimosti ot tekhnologii vozdeleyvaniya [Weed infestation of crops of new spring wheat varieties depending on cultivation technologies]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agricultural University], 2017, no. 2 (50), pp. 47–51. (In Russian).
9. Mikhailova Z.I., Mikhailov A.A., Vakulenko O.V. Vliyanie sposobov obrabotki pochvy na produktivnost' zernovykh kul'tur [Soil cultivation and productivity influence on crops]. *Vestnik KrasGAU* [The Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University], 2016, no. 4, pp. 10–15. (In Russian).
10. Borin A.A., Loshchinina A.E. Produktivnost' sevooborota i plodorodie pochvy pri razlichnykh tekhnologiyakh ee obrabotki [Crop rotation productivity and soil fertility under various technologies of its tillage]. *Plodorodie* [Plodorodie], 2015, no. 2, pp. 25–27. (In Russian).
11. Edimeichev Yu.F. Optimizatsiya i ekologizatsiya zonal'noi sistemy obrabotki pochvy v Krasnoyarskom krae [Optimization and environmentalization of the zone system of soil processing in Krasnoyarsk region]. *Vestnik KrasGAU* [The Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University], 2017, no. 7, pp. 16–23. (In Russian).
12. Shakhova O.A., Kharlagina O.S. Dinamika zasorennosti pri sokrashchenii energozatrat na obrabotku chernozema vshchelochennogo v severnoi lesostepi Tyumenskoi oblasti [The dynamics of weed infestation while reducing energy costs for tillage of leached chernozem in the northern forest-steppe of Tyumen region]. *Agroproduktivnost' i politika Ros-sii* [Agro-food policy in Russia], 2017, no. 10 (70), pp. 118–122. (In Russian).
13. Ivchenko V.K., Mikhailova Z.I. Vliyanie razlichnykh obrabotok pochvy i sredstv intensifikatsii na produktivnost' zernovykh kul'tur [The effect of different soil treatment and funds of intensification on the productivity of grain crops]. *Vestnik KrasGAU* [The Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University], 2017, no. 4, pp. 3–10. (In Russian).
14. Turusov V.I., Garmashov V.M. Minimalizatsiya osnovnoi obrabotki pochvy v pochvenno-klimaticheskikh usloviyakh Tsentral'no-Chernozemnogo regiona [Minimization of the basic tillage of soil in climatic conditions of the Central Black Earth Region]. *Sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [Agricultural Journal], 2019, no. 3 (12), pp. 37–46. (In Russian).
15. Ageev A.A., Anisimov Yu.B., Vrazhnov A.V., Kalyuzhina E.L. Optimizatsiya sistem obrabotki pochvy pri proizvodstve zerna vysokogo kachestva v Chelyabinskoi oblasti [Optimization of systems of soil processing for the production of high quality grain in Chelyabinsk region]. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Chelyabinsk State University], 2017, no. 3 (149), pp. 5–10. (In Russian).

- tion of tillage systems to produce high quality grain in Chelyabinsk region]. *APK Rossii* [Agro-Industrial Complex of Russia], 2017, vol. 24, no. 4, pp. 929–935. (In Russian).
16. Polin V.D., Smelkova I.A. Izmenenie sornogo komponenta pod deistviem resursosberegayushchikh sistem obrabotki pochvy v zernopropashnom sevooborote i metody bor'by s nimi [Change in weed component under influence of resource-saving systems of tillage in grain-row crop rotation and control methods for it]. *Zemledelie* [Zemledelie], 2015, no. 8, pp. 29–32. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Пакуль А.Л., научный сотрудник

Лапшинов Н.А., доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник

✉ **Пакуль В.Н.**, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе, **адрес для переписки:** Россия, 6502510, Кемеровская область, Кемеровский район, пос. Новостройка, ул. Центральная, 47; e-mail: vpakyl@mail.ru

Божанова Г.В., научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

Pakul A.L., Researcher

Lapshinov N.A., Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher

✉ **Pakul V.N.**, Doctor of Science in Agriculture, Deputy Director on scientific work; **address:** 47 Centralnaya St., Novostroika, Kemerovo region, 650510, Russia; e-mail: vpakyl@mail.ru

Bozhanova G.V., Researcher

*Дата поступления статьи 19.04.2020
Received by the editors 19.04.2020*



DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-3

УДК: 633.13:631.52

ЗЕРНОФУРАЖНЫЕ КУЛЬТУРЫ В КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ

Андреева О.Т., Пилипенко Н.Г., Сидорова Л.П., Харченко Н.Ю.

Научно-исследовательский институт ветеринарии Восточной Сибири – филиал Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук
Забайкальский край, г. Чита, Россия

Для цитирования: Андреева О.Т., Пилипенко Н.Г., Сидорова Л.П., Харченко Н.Ю. Зернофуражные культуры в кормопроизводстве // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 3. С. 28–35. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-3.

For citation: Andreeva O.T., Pilipenko N.G., Sidorova L.P., Kharchenko N.Yu. Zernofurazhnye kul'tury v kormoproizvodstve [Grain crops in fodder production]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2020, vol. 50, no. 3, pp. 28–35. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-3.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Изучена возможность повышения урожайности злаковых зернофуражных культур в одновидовых агроценозах для обеспечения животноводства полноценными качественными кормами. Представлены результаты полевых и лабораторных исследований (2016–2018 гг.) по возделыванию традиционных (ячмень, овес, яровая и озимая рожь) и малораспространенных зернофуражных культур (тритикале, кукуруза) в одновидовых посевах в условиях лесостепной зоны Забайкалья. Объекты исследований – районированные сорта изучаемых культур: рожь озимая Житкинская местная, рожь яровая Онохойская, овес Метис, ячмень Анна, тритикале Укро, кукуруза гибрид Обский 150 СВ. Эксперимент проведен на лугово-черноземной мучнисто-карбонатной почве (гранулометрический состав – легкий суглинок). Дана оценка зернофуражным мятликовым культурам по адаптивности к условиям выращивания, урожайности и питательной ценности зерна, показаны хозяйственно ценные признаки. При возделывании традиционных и малораспространенных мятликовых культур на зернофураж в одновидовых посевах в среднем за годы исследований преиму-

GRAIN CROPS IN FODDER PRODUCTION

Andreeva O.T., Pilipenko N.G., Sidorova L.P., Kharchenko N.Yu.

Scientific Research Institute of Veterinary Medicine of Eastern Siberia – Branch of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Chita, Trans-Baikal Territory, Russia

The possibility of increasing the yield of fodder-grain crops in single-species agroecosystems to provide livestock with nutritious high-quality feed was studied. The results of field and laboratory studies (2016–2018) on the cultivation of traditional (barley, oats, spring and winter rye) and uncommon fodder crops (triticale, corn) sown as single crops in the forest-steppe zone of Trans-Baikal Territory are presented. The objects of the research were the following recognized varieties of the crops under study: local winter rye Zhitkinskaya, spring rye Onokhoyskaya, oats Metis, barley Anna, triticale Ukro, corn hybrid Obsky 150 CB. The experiment was conducted on meadow chernozem mealy-carbonate soil (light loam by particle size distribution). Poaceous fodder crops were assessed in terms of their adaptability to growing conditions, yield and nutritional value of grain. Their economically valuable characteristics were shown. On average over the years of research, when cultivating traditional and uncommon poaceous crops for fodder grain in single-crop sowings, triticale and

щество имели тритикале и кукуруза. Урожайность зерна в эксперименте составила 3,0–5,8 т/га, сбор кормовых единиц – 3,39–6,13 т/га, переваримого протеина – 287–494 кг/га, валовой энергии – 34,7–60,5 ГДж/га, обеспеченность одной кормовой единицы переваримым протеином – 85–77 г/к. ед. Посевы традиционных культур уступали малораспространенным по урожайности зерна (в среднем по вариантам опыта) на 0,5–3,3 т/га, по кормовым единицам на 0,99–3,73 т/га, по переваримому протеину на 85–292 кг/га, по валовой энергии на 0,99–35,7 ГДж/га.

Ключевые слова: зернофуражные культуры, одновидовые посевы, озимая и яровая рожь, ячмень, овес, тритикале, кукуруза, продуктивность

ВВЕДЕНИЕ

Зернофуражные культуры в Забайкалье – основа создания прочной кормовой базы животноводства и продовольственной безопасности региона. Основными злаковыми традиционными зернофуражными культурами являются овес, ячмень, яровая и озимая рожь, в перспективе – малораспространенные тритикале и кукуруза. Они возделываются не только для производства концентрированных, сочных и грубых кормов для всех видов животных, но и на продовольственные цели. В структуре посева зерновых овес занимает 84,9%, ячмень – 14,9, яровая, озимая рожь и кукуруза – 0,2%. Из-за недостатка фуражного зерна на кормовые цели часто используется зерно пшеницы, что приводит к перерасходу кормов и удорожанию продукции животноводства [1, 2].

Овес (*Avena sativa* L.) стал традиционной культурой разнообразного использования и имеет большое значение в производстве кормов и продовольствия в Забайкальском крае. Овес прекрасный концентрированный корм для всех видов животных. Эта культура отличается большой пластичностью и возделывается во всех почвенно-климатических зонах края. Урожайность зерна достигает от 2,5 до 3,5 т/га. Содержание белка в зерне 14,5% [3].

Ячмень (*Hordeum sativum* L.) – важная зернофуражная культура. Урожайность

corn had an advantage. The grain yield in the experiment was 3.0–5.8 t/ha, collection of fodder units – 3.39–6.13 t/ha, digestible protein – 287–494 kg/ha, gross energy – 34.7–60.5 GJ/ha, availability of digestible protein – 85–77 g per one feed unit. Traditional crops were inferior to uncommon crops in terms of grain yield by 0.5–3.3 t/ha, (on average for the variants of the experiment), feed units – by 0.99–3.73 t/ha, digestible protein – by 85–292 kg/ha, gross energy – by 0.99–35.7 GJ/ha.

Keywords: fodder-grain crops, single-crop sowings, winter and spring rye, barley, oats, triticale, corn, productivity

зерна в настоящее время составляет от 2,3 до 4,0 т/га. Ячмень включают в состав зерносмесей при посеве на зеленый корм, сенаж, силос, зерносенаж, зернофураж. Зерно ячменя богато белком и крахмалом, а также незаменимыми аминокислотами. Белка в зерне содержится 11,7–15,6%. Ячмень – важнейший компонент концентратов, влияющих на окупаемость кормов и продуктивность вскармливаемых животных [4–7].

Яровая рожь (*Secale cereale* L.) – ценная зерновая хлебная и зернофуражная культура. В 1 кг зерна яровой ржи содержится протеина 13,1–15,9%, жира 1,7–1,8, клетчатки 2,1–2,8, золы 1,8–2,0%. Яровая рожь имеет большое кормовое, пищевое и агротехническое значение [3].

Озимая рожь (*Secale cereale* L.) главным образом выращивается на зерно и в то же время широко используется на зеленый корм. В 1 кг зерна озимой ржи содержится 1,0–1,2 к. ед. и 85–100 г переваримого протеина [3].

Тритикале (*Triticale*) – новая для Забайкальского края культура, представляет межродовой аллоплоид, сочетающий в себе высокую продуктивность пшеницы и адаптивную устойчивость ржи к неблагоприятным условиям и болезням. В 100 кг зеленой массы содержится 22–25 к. ед., 2,3–2,7 кг переваримого протеина. Зерно и отруби используют на фураж как высокобелковый и

высоколизиновый корм для скота и птиц. Кормовые сорта тритикале дают до 500–600 ц зеленой массы и 50–60 ц зерна с 1 га (ИПС «Стерликов» Забайкальского края). Тритикале – это перспективная культура, которая может найти свое применение и дополнить производство зерна и кормов в Забайкальском крае [3, 8].

Кукуруза (*Zea mays* L.) стала одним из резервов увеличения производства зерна и укрепления кормовой базы животноводства. По урожайности зерна и многообразию кормовой продуктивности и высокой питательности она превосходит другие культуры. Кукуруза дает полноценный и дешевый корм для всех видов сельскохозяйственных животных. В зерне ее содержится 65–70% крахмала, 8–9% сырого протеина, а в зародыше до 40% жира, в 1 кг зерна – 1,34 к. ед. [2, 9].

В Забайкалье сложившиеся природно-климатические условия (короткий вегетационный период, недостаток тепла, засушливость большинства природных зон) ограничивают видовой и сортовой состав кормовых зернофуражных культур и снижают их продуктивность, приводят к большим перепадам урожайности, снижают возможность балансирования кормов по основным элементам питания. Дальнейший рост производства кормового зерна необходимо связывать с использованием эколого-биологического потенциала наиболее урожайных традиционных и малораспространенных зернофуражных культур [10–17].

Цель исследований – изучить и определить перспективы использования зернофуражных культур в кормопроизводстве Забайкалья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в 2016–2018 гг. в Ингодинско-Читинской лесостепи Забайкалья.

В годы исследований погодные условия в период вегетации различались. Вегетационный период (апрель – сентябрь) 2016 г. характерен для лесостепной зоны Забайкалья, выпало 194,7 мм осадков при средней многолетней норме 276 мм. Среднемесячная температура воздуха за этот период со-

ставляла 11,4 °С при средней многолетней норме 11,2 °С. Распределение осадков по месяцам вегетационных периодов отмечено неравномерным, в отдельные периоды зарегистрирована высокая температура воздуха и почвы. Вегетационные периоды 2017, 2018 гг. отличались повышенной влагообеспеченностью и умеренным увлажнением. Всего за апрель – сентябрь выпало 317,6 и 363,1 мм осадков. Отклонение от средне-многолетнего показателя (276,0 мм) составило 41,6 и 87,1 мм, или 15,1 и 31,5%. Среднесуточная температура воздуха в среднем за вегетационные периоды превышала норму на 3,3–4,2 °С. В целом погодные условия, сложившиеся в период вегетации, позволили сформировать в агроценозах достаточно высокий (2,1–5,8 т/га) урожай зерна.

Почва опытного участка лугово-черноземная мучнисто-карбонатная, гранулометрический состав – легкий суглинок. Реакция почвенного раствора пахотного горизонта слабокислая, подпахотного – нейтральная. Количество органического вещества в слое 0–20 см на уровне 3,67%, общего азота 0,3%. Обеспеченность подвижным фосфором низкая, обменным калием средняя.

Площадь посевной и учетной делянки 100 м², повторность четырехкратная, расположение делянок последовательное.

Агротехника возделывания кормовых культур общепринятая в зоне [18]. Минеральные удобрения под зернофуражные культуры внесли под предпосевную культивацию в норме N₆₀P₆₀K₆₀. Посев провели в оптимальные рекомендуемые сроки (вторая половина мая) рядовым способом сеялкой СН-16 с нормой высева: рожь озимую – 5,0–6,0 млн, рожь яровую, овес, ячмень, тритикале – 4,0–4,5 млн всхожих семян, кукурузу – 100 тыс. всхожих семян на 1 га. Глубина заделки семян: рожь озимая 5–6 см; рожь яровая, овес, ячмень, тритикале 5–8, кукуруза 5–8 см. Уборку культур и сортов провели в сроки: рожь озимую – 15 августа, рожь яровую – 18 сентября, овес – 9 сентября, ячмень – 30 августа, тритикале – 16 сентября, кукурузу – 4 сентября.

Объекты исследований – районированные сорта изучаемых культур: рожь озимая Житкинская местная, рожь яровая Онохойская, овес Метис, ячмень Анна, тритикале Укро, кукуруза гибрид Обский 150 СВ.

Экспериментальная работа проведена в соответствии с методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами в сопровождении лабораторно-полевых наблюдений. В исследованиях использовали следующие апробированные методики: «Методика по проведению полевых опытов с кормовыми культурами» (1983 г.), «Методика полевого опыта» (1985 г.), «Опытное дело в полеводстве» (1982 г.), «Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (1985 г.).

Данные учетов урожая статистически обработаны методом дисперсионного анализа по Р.А. Фишеру в изложении Б.А. Доспехова (1985 г.). Анализ растительных образцов осуществляли в агрохимической лаборатории института по общепринятым методикам.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований показали, что изучаемые культуры неодинаково реагировали на почвенные и климатические условия произрастания. Период от посева до всходов по всем изучаемым культурам составил 10 дней. Всходы – кущение ржи озимой и яровой – 14–17 дней, ячменя и тритикале – 18, овса – 20 дней; всходы – выход в трубку – 28–33 дня; всходы – выметывание (колошение) – 44–50 дней; всходы – цветение у ржи яровой и озимой – 57–61 день,

овса и ячменя – 58–62, тритикале – 68, кукурузы – 78 дней.

Самый короткий вегетационный период (90–96 дней) отмечен у ячменя и кукурузы, более продолжительный (108–110 дней) – у тритикале и ржи яровой.

По оценке реакции к засухе, предусмотренной методикой, основным критерием которой является пожелтение прикорневых листьев и потеря тургора, все изучаемые культуры обладают засухоустойчивостью (овес – 3,8 балла, ячмень – 4,9, рожь яровая и озимая – 4,6, тритикале – 4,8, кукуруза – 3,5 балла).

К одному из основных показателей, определяющих эффективность возделывания зернофуражных культур, относится урожайность. Составляющими элементами ее являются количество продуктивных стеблей, высота растений, длина колоса (метелки), початка, масса зерна в колосе (метелке), початке, масса 1000 семян, масса зерна с одного растения. Результаты анализа снопового материала свидетельствуют о том, что растения мятликовых культур формируют неодинаковое количество зерен в колосе, массу зерна с одного колоса (метелки, колоса, початка), количество продуктивных стеблей. Все это в конечном итоге обеспечивает различие урожайности и качество культур (см. табл. 2, 3). Полученный урожай сформирован в основном за счет большого количества растений продуктивных стеблей и количества зерен с одного колоса и массы 1000 семян. Корреляционные связи между урожайностью и количеством зерна с одно-

Табл. 1. Продолжительность межфазных периодов, дни (среднее за 2016–2018 гг.)

Table 1. Duration of interphase periods, days (average for 2016–2018)

Культура	Посев – всходы	Всходы – кущение	Всходы – выход в трубку	Всходы – выметывание (колошение)	Всходы – цветение	Вегетационный период
Рожь озимая	10	14	32	49	61	100
Рожь яровая	10	17	29	45	57	110
Овес	10	20	33	49	62	101
Ячмень	10	18	30	44	58	90
Тритикале	10	18	28	50	68	108
Кукуруза	10	–	–	48	78	96

Табл. 2. Некоторые элементы структуры урожая мятликовых культур в агроценозах (среднее за 2016–2018 гг.)**Table 2.** Some elements of the yield structure of poaceous crops in agrocenoses (average for 2016–2018)

Культура	Урожайность зерна, т/га	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Высота растений, см	Число зерен с одного колоса (метелки, початка), шт.	Масса зерна с одного колоса (метелки, початка), г	Масса 1000 семян, г
Рожь озимая	2,6	255	150	50	1,6	14,9
Рожь яровая	2,1	302	139	56	1,8	25,6
Овес	2,7	246	118	66	1,5	30,4
Ячмень	2,8	268	104	40	1,3	56,6
Тритикале	3,0	295	114	49	2,8	54,6
Кукуруза	5,8	7	223	546	180,0	318,8

го колоса, массой зерна с одного растения и массой 1000 зерен указывают на их тесную зависимость ($r = 0,78; 0,81; 0,86$).

Благоприятные условия почвенного увлажнения и питательного режима в годы исследований сказались на прохождении физиологических процессов в растениях и способствовали существенному формированию элементов структуры урожая и урожайности мятликовых, традиционных и малораспространенных культур по вариантам опыта. Урожайность зернофуражных культур в одновидовых посевах составляла от 2,1 до 5,8 т/га. Среди злаковых культур преимущество по урожайности зерна (2,7–5,8 т/га) имели посевы овса, ячменя, тритикале и кукурузы, несколько ниже – посевы озимой ржи (2,6 т/га) и яровой (2,1 т/га).

В ходе исследований установлено, что продуктивность изучаемых мятликовых культур в одновидовых посевах разная (см. табл. 3).

Исследования показали различные закономерности в росте и развитии зернофуражных культур, формировании урожайности зерна и питательной ценности в зависимости от вида культуры. При производстве зернофуража в условиях лесостепной зоны Забайкалья в благоприятной тепло- и влагообеспеченности изучаемые культуры формируют урожайность зерна 2,1–5,8 т/га, кормовых единиц 2,03–6,13 т/га, переваримого протеина 165–494 кг/га, валовой энергии 21,8–60,5 ГДж/га с обеспеченностью одной кормовой единицы переваримым протеином 77–88 г.

Табл. 3. Продуктивность и питательная ценность кормовых агроценозов в одновидовых посевах (среднее за 2016–2018 гг.)**Table 3.** Productivity and nutritional value of fodder agrocenoses in single-crop sowings (average for 2016–2018)

Культура	Урожайность зерна, т/га	Количество к. ед., т/га	Переваримый протеин, кг/га	Содержание переваримого протеина на 1 к. ед., г	Валовая энергия, ГДж/га
Рожь озимая	2,6	2,03	165	81	25,1
Рожь яровая	2,1	2,13	169	79	21,8
Овес	2,7	2,70	230	85	24,1
Ячмень	2,8	2,76	244	88	28,2
Тритикале	3,0	3,39	287	85	34,7
Кукуруза	5,8	6,13	494	77	60,5
НСР ₀₅	0,27	0,69			

ВЫВОДЫ

1. В лесостепной зоне Забайкалья максимальную зерновую продуктивность формируют агроценозы одновидовых посевов из малораспространенных зернофуражных культур тритикале и кукурузы. В результате исследований достигнуты показатели: урожайность зерна 3,0–5,8 т/га, сбор кормовых единиц 3,39–6,13 т/га, количество переваримого протеина 287–494 кг/га, содержание валовой энергии 34,7–60,5 ГДж/га с обеспеченностью 85–77 г/к. ед. переваримым протеином.

2. Одновидовые посевы традиционных культур уступали малораспространенным: по урожайности зерна (в среднем по вариантам опыта) на 0,5–3,3 т/га, количеству кормовых единиц на 0,99–3,73 т/га; переваримого протеина на 85–292 кг/га; валовой энергии на 0,99–35,7 ГДж/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шашкова Г.Г., Андреева О.Т., Цыганова Г.П.* Агротехнологии производства и качество кормов в Забайкальском крае: монография. Чита: Читинская городская типография. 2015. 390 с.
2. *Климова Э.В.* Полевые культуры Забайкалья: монография. Чита: Поиск, 2001. 392 с.
3. *Шашкова Г.Г., Цыганова Г.П., Андреева О.Т.* Возделывание сельскохозяйственных культур в Забайкальском крае: монография. Чита: Экспресс-издательство, 2012. С. 240–241.
4. *Андреева О.Т., Пилюпенко Н.Г., Сидорова Л.П., Харченко Н.Ю.* Перспективы использования мятликовых культур в одновидовых и смешанных посевах в условиях Забайкалья // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2018. № 4. С. 56–62. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-4-8.
5. *Андреева О.Т., Сидорова Л.П., Харченко Н.Ю.* Повышение продуктивности мятликовых агроценозов в Забайкальском крае // *Кормопроизводство*. 2017. № 6. С. 16–22.
6. *Юшкевич Л.В., Анисков Н.И.* Яровой ячмень в Западной Сибири // *Земледелие*. 2010. № 6. С. 3–5.
7. *Дериглазова Г.М.* Опыт возделывания ярового ячменя в Курской области // *Земледелие*. 2010. № 6. С. 6–9.
8. *Новиков С.А.* Экономическая целесообразность возделывания программируемых урожаев яровой тритикале и пелюшки в чистых и смешанных посевах в условиях Верхневолжья // *Кормопроизводство*. 2014. № 1. С. 7–12.
9. *Андреева О.Т., Сидорова Л.П., Харченко Н.Ю., Хлебникова Е.Н.* Повышение продуктивности силосных агроценозов в Забайкальском крае // *Кормопроизводство*. 2015. № 11. С. 6–9.
10. *Косолапов В.М., Трофимов И.А.* Кормопроизводство – важнейшее направление в экономике сельского хозяйства России // *АПК: Экономика. Управление*. 2011. № 1. С. 22–27.
11. *Кашеваров Н.И., Данилов В.П., Полюдина Р.И., Андреева О.Т., Мустафин А.М.* Агротехнологии производства кормов в Сибири: монография. Новосибирск: Издательство СО РАСХН, 2013. 248 с.
12. *Щукис Е.Р.* Кормовые культуры на Алтае: монография. Барнаул: ГНУ Алтайский НИИСХ Россельхозакадемии, 2013. 182 с.
13. *Бенц В.А., Кашеваров Г.А., Демарчук Г.А.* Полевое кормопроизводство в Сибири: монография. Новосибирск: Издательство СО РАСХН, 2011. 240 с.
14. *Глинчиков И.М.* Семеноводство однолетних и многолетних кормовых культур в Сибири. Новосибирск, 2002. 265 с.
15. *Насиев Б.Н.* Подбор одновидовых и смешанных посевов кормовых культур для адаптивного земледелия Западного Казахстана // *Кормопроизводство*. 2014. № 3. С. 35–38.
16. *Гамко Л.Н., Подольников В.Е., Малякко И.В., Нуриев Г.Г., Мысик А.Т.* Качественные корма – путь к получению высокой продуктивности животных и птицы и экологически чистой продукции // *Зоотехния*. 2016. № 5. С. 6–7.
17. *Гурьянов А.М., Артемьев А.А.* Основы рационального использования фуражного зерна в животноводстве // *Достижения науки и техники АПК*. 2008. № 6. С. 52–55.
18. *Андреева О.Т., Цыганова Г.П., Климова Э.В.* Зональные системы земледелия Читинской области: монография. Чита: Областное книжное издательство, 1988. 182 с.

REFERENCES

1. Shashkova G.G., Andreeva O.T., Tsyganova G.P. *Agrotekhnologii proizvodstva i kachestvo kormov v Zabaikal'skom krae* [Agricultural production technologies and feed quality in the Trans-Baikal Territory]. Chita, Chita City Printing House, 2015, 390 p. (In Russian).
2. Klimova E.V. *Polevye kul'tury Zabaikal'ya* [Field crops of Transbaikalia]. Poisk Publ, Chita, 2001, 392 p. (In Russian).
3. Shashkova G.G., Tsyganova G.P., Andreeva O.T. *Vozdelyvanie sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v Zabaikal'skom krae* [Crop cultivation in the Trans-Baikal Territory]. Chita, Express Publishing, 2012, pp. 240–241. (In Russian).
4. Andreeva O.T., Pilipenko N.G., Sidorova L.P., Kharchenko N.Yu. Perspektivy ispol'zovaniya myatlikovykh kul'tur v odnovidovykh i smeshannykh posevakh v usloviyakh Zabaikal'ya [Prospects of the use of poaceous crops in single-crop and mixed sowings in the conditions of Trans-Baikal Territory]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaystvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2018, no. 4, pp. 56–62. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2018-4-8.
5. Andreeva O.T., Sidorova L.P., Kharchenko N. Yu. Povyshenie produktivnosti myatlikovykh agrotsenozov v Zabaikal'skom krae [Increasing productivity of gramineous agrocenoses on the Trans-Baikal Territory]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2017, no. 6, pp. 16–22. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2018-4-8.
6. Yushkevich L.V., Anis'kov N.I. Yarovoi yachmen' v Zapadnoi Sibiri [Spring barley in Western Siberia]. *Zemledeliye* [Zemledelie], 2010, no. 6, pp. 3–5. (In Russian).
7. Deriglazova G.M. Opyt vzdelyvaniya yarovogo yachmenya v Kurskoi oblasti [The experience of cultivating spring barley in Kursk region]. *Zemledeliye* [Zemledelie], 2010, no. 6, pp. 6–9. (In Russian).
8. Novikov S.A. Ekonomicheskaya tselesoobraznost' vzdelyvaniya programmiruemyykh urozhaev yarovoi tritikale i pelyushki v chistykh i smeshannykh posevakh v usloviyakh Verkhnevolzh'ya [Economical expedience of cultivating spring triticale and field pea for the programmed yields in pure and mixed crops in the Upper Volga]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2014, no. 1, pp. 7–12. (In Russian).
9. Andreeva O.T., Sidorova L.P., Kharchenko N.Yu., Khlebnikova E.N. Povyshenie produktivnosti silosnykh agrotsenozov v Zabaikal'skom krae [Improvement of agrocenoses' productivity for ensiling on the Zabaikalye Territory]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2015, no. 11, pp. 6–9. (In Russian).
10. Kosolapov V.M., Trofimov I.A. Kormoproizvodstvo vazhneishee napravlenie v ekonomike sel'skogo khozyaystva Rossii [Fodder production is the most important direction in the agricultural economy of Russia]. *APK: Ekonomika, upravleniye* [AIC: Economy, management], 2011, no. 1, pp. 22–27. (In Russian).
11. Kashevarov N.I., Danilov V.P., Polyudina R.I., Andreeva O.T., Mustafin A.M. *Agrotekhnologii proizvodstva kormov v Sibiri* [Agrotechnologies of feed production in Siberia]. Novosibirsk, SO SB RAS, 2013, 248 p. (In Russian).
12. Shchukis E.R. *Kormovye kul'tury na Altai* [Fodder crops in Altai]. Altai Research Institute of Agriculture of the Russian Agricultural Academy Barnaul Publ., 2013. 182 p. (In Russian).
13. Bents V.A., Kashevarov G.A., Demarchuk G.A. *Polevoe kormoproizvodstvo v Sibiri* [Field fodder production in Siberia]. Novosibirsk, SO RASKHN Publ., 2001. 240 p. (In Russian).
14. Glinchikov I.M. *Semenovodstvo odnoletnikh i mnogoletnikh kormovykh kul'tur v Sibiri* [Seed production of annual and perennial fodder crops in Siberia]. Novosibirsk, 2002, 265 p. (In Russian).
15. Nasiev B.N. Podbor odnovidovykh i smeshannykh posevov kormovykh kul'tur dlya adaptivnogo zemledeliya Zapadnogo Kazakhstana [Selection of single-species and mixed crops of forage crops for adaptive agriculture in Western Kazakhstan]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2014, no. 3, pp. 35–38. (In Russian).
16. Gamko L.N., Podol'nikov V.E., Malyavko I.V., Nuriev G.G., Mysik A.T. Kachestvennye korma – put' k polucheniyu vysokoi produktivnosti zhivotnykh i ptitsy i ekologicheski chistoi produktsii [Qualitative feeds is a way to obtain high productivity of animals and poultry and ecologically safe foodstuffs]. *Zootekhnika* [Zootechnika], 2016, no. 5, pp. 6–7. (In Russian).

17. Gur'yanov A.M., Artem'ev A.A. Osnovy ratsional'nogo ispol'zovaniya furazhnogo zerna v zhivotnovodstve [Fundamentals of the rational use of fodder grain in animal husbandry]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2008, no. 6, pp. 52–55. (In Russian).
18. Andreeva O.T., Tsyganova G.P., Klimova E.V. *Zonal'nye sistemy zemledeliya Chitinskoi oblasti* [Zonal farming systems of the Chita region]. Chita, Oblastnoe knizhnoe izdatel'stvo [Regional book publishing house], 1988, 182 p. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Андреева О.Т.**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, **адрес для переписки:** Россия, 672010, Забайкальский край, г. Чита-10, ул. Кирова, 49, а/я 470; e-mail: vetinst@mail.ru

Пилипенко Н.Г., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Сидорова Л.П., старший научный сотрудник

Харченко Н.Ю., научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Andreeva O.T.**, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher, **address:** P.O. Box 470, 49, Kirova St., Chita-10, Trans-Baikal Territory, 672010, Russia; e-mail: vetinst@mail.ru

Pilipenko N.G., Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

Sidorova L.P., Senior Researcher

Kharchenko N.Yu., Researcher

*Дата поступления статьи 19.02.2020
Received by the editors 19.02.2020*

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ В ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНОГО КОМПОЗИТА

Мотовилов К.Я., Волончук С.К., Науменко И.В., Резепин А.И.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

Для цитирования: Мотовилов К.Я., Волончук С.К., Науменко И.В., Резепин А.И. Разработка системы контроля качества и безопасности в технологии получения белково-углеводного композита // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 3. С. 36–48. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-4.

For citation: Motovilov K.Ya., Volonchuk S.K., Naumenko I.V., Rezepin A.I. Razrabotka sistemy kontrolya kachestva i bezopasnosti v tekhnologii polucheniya belkovo-uglevodnogo kompozita [Development of the quality and safety control system in the technology of producing a protein-carbohydrate composite]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2020, vol. 50, no. 3, pp. 36–48. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-4.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлен анализ информационных источников о системе HACCP, используемой в пищевой промышленности для оценки качества и микробиологической безопасности продуктов. Рассмотрена применимость принципов системы HACCP в технологии получения белково-углеводного композита в качестве кормовой продукции для крупного рогатого скота. Исследования проведены в 2018, 2019 гг. в Новосибирской области. Дано краткое описание технологии получения белково-углеводного композита в сыром или сушеном виде. Основой технологии на принципах HACCP стал контроль сырья, промежуточных продуктов, конечного продукта и режимов работы оборудования, осуществляющих технологический процесс. Кормовую добавку получали из зерна пшеницы, подсырной молочной сыворотки и отрубей пшеничных. Показаны методы проведения и результаты исследований опасных факторов на отдельных операциях технологического процесса, действий, предупреждающих их появление, и критических контрольных точек при разработке технологии. Составлен перечень учитываемых биологических, физических и химических потенциальных опасностей. Установлены критические контрольные точки в технологическом процессе. Согласно плану HACCP, на каждой операции проводили мониторинг опасных факторов с указанием того, какие корректирующие действия нужно предпринять,

DEVELOPMENT OF THE QUALITY AND SAFETY CONTROL SYSTEM IN THE TECHNOLOGY OF PRODUCING A PROTEIN-CARBOHYDRATE COMPOSITE

Motovilov K.Ya., Volonchuk S.K.,
Naumenko I.V., Rezepin A.I.

Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

The analysis of information sources of HACCP system used in the food industry for assessment of quality and microbiological safety of products is presented. The applicability of the principles of the HACCP system in the technology of producing a protein-carbohydrate composite as a feed product for cattle is analyzed. The research was conducted in 2018–2019 in Novosibirsk region. A brief description of the technology for producing a protein-carbohydrate composite in raw or dried form is given. The technology based on the HACCP principles comprised the control of raw materials, intermediate products, the final product and the operating modes of equipment that implement the technological process. The feed additive was obtained from wheat grains, cheese whey and wheat bran. The methods and results of the study of hazardous factors in individual operations of the technological process, actions to prevent their occurrence, and critical control points in the development of the technology are presented. A list of biological, physical and chemical potential hazards was compiled. Critical control points were established in the technological process. According to the HACCP plan, hazardous factors were monitored for each operation, indicating what corrective actions should be taken to maintain the limits of the controlled process parameters. The actions listed hereabove are aimed at developing a plan of measures to prevent potential hazards. The

чтобы поддерживать пределы контролируемых параметров процесса. Перечисленные действия направлены на разработку плана мер предупреждения возникновения потенциальных опасностей. Разработанная на принципах HACCP система контроля качества и безопасности в технологии получения белково-углеводного композита позволяет управлять качеством и безопасностью продукта на всех этапах его производства.

Ключевые слова: система HACCP, белково-углеводный композит, кормовая добавка, качество продукции

ВВЕДЕНИЕ

Современная концепция системного управления качеством любой продукции исходит из положения, что контроль качества и безопасности должен осуществляться на всех этапах производственного процесса. Данной концепции соответствует система HACCP (анализ рисков и критических контрольных точек), основанная на принципах обязательного обеспечения безопасности. Это международно интегрированная система в области обеспечения безопасности и повышения конкурентоспособности продукции [1]. В основе системы HACCP лежат семь принципов:

- проведение анализа возможных опасностей;
- выявление критических контрольных точек (далее ККТ);
- установление критических пределов для каждой выявленной ККТ;
- установление системы мониторинга за контролем на ККТ;
- разработка корректирующих действий и применение их в случае отрицательных результатов мониторинга;
- разработка процедур проверки для обеспечения эффективности функционирования системы HACCP;
- документирование всех процедур системы, форм и способов регистрации данных, относящихся к системе HACCP [2, 3].

quality and safety control system developed on the principles of HACCP in the technology for producing a protein-carbohydrate composite enables one to control the quality and safety of the product during all stages of its production.

Keywords: HACCP system, protein-carbohydrate composite, feed additive, product quality

Анализ научных и других информационных источников свидетельствует, что принципы данной системы успешно используют в пищевой промышленности разных стран мира [4–6]. Важнейшая роль при производстве пищевых продуктов отводится системе HACCP для управления безопасностью [7] и для оценки микробиологической безопасности продуктов¹. Внедрение на предприятиях системы управления качеством на основе принципов HACCP позволяет обеспечить выпуск безопасной продукции стабильного качества, повысить эффективность производства за счет сокращения брака и рекламаций, увеличить покупательский спрос путем укрепления доверия потребителей к качеству и безопасности выпускаемой продукции, расширить сеть потребителей и выход на зарубежные рынки [8]. Целесообразность использования системы на малых предприятиях рассмотрена в работе Тейлора [9]. Предшественником системы HACCP является система менеджмента ISO 22000 [10].

Контроль качества и безопасности кормов и кормовых добавок в странах Европейского Союза осуществляется на основе GAP-Good Agriculture Practice, GMP-Good manufacture practice и GSP-Good Storage Practice [11, 12]. Система HACCP – также важный элемент мониторинга безопасности производства кормов. Информационный поиск показал,

¹Микробиологические основы HACCP при производстве пищевых продуктов / В.А. Галынкин, Н.А. Заикина и др.: учебное пособие. СПб.: Проспект Науки, 2007. 288 с.

что имеется мало данных о внедрении в Российской Федерации систем контроля безопасности и качества разработанной продукции кормового назначения на основе зернового сырья². При этом от обоснования выбора сырья, метода воздействия на него и режимов обработки зависят показатели качества и безопасности конечного продукта. Известно, что качество и безопасность сырья и готового продукта регламентируются следующими нормативными документами: техническими условиями, ГОСТами и техническими регламентами (ТР/ТС).

Биохимические технологии получения кормовых нутриентов для сельскохозяйственных животных из растительного сырья и вторичных сырьевых ресурсов в настоящее время – актуальная тема, так как действующие рационы не обеспечивают потребностей животных, в частности крупного рогатого скота, в углеводах в легкоусвояемой форме. Недостаточно используют в кормах животных вторичные ресурсы, так называемые отходы основных производств, содержащие полезные и питательные вещества: белки, углеводы, витамины, макро- и микроэлементы. К вторичным ресурсам относятся молочная сыворотка и отруби пшеничные. На наш взгляд, в технологических процессах производства кормовых добавок для животных мало применяют систему управления качеством и безопасностью. Использование принципов ХАССП рассмотрим на примере разработки технологии получения белково-углеводного композита (далее БУК) для кормления сельскохозяйственных животных.

Цель работы – исследовать и разработать систему контроля качества и безопасности в технологии производства БУК.

Объект исследований – использование принципов ХАССП при разработке системы контроля качества и безопасности в технологии получения БУК.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Разработанный в 2018 г. в СФНЦА РАН белково-углеводный композит в сыром или сушеном виде представляет собой кормовую добавку к рациону кормления сельскохозяйственных животных. БУК получали из зерна пшеницы, подсырной молочной сыворотки и отрубей пшеничных.

Технологией предусматривается получение вначале кормовой патоки из зерна пшеницы влажностью 12%, облученного лампами марки КГТ 220–1000 на лабораторной установке плотностью потока ИК-облучения 23 кВт/м² [14–16], подсырной молочной сыворотки с pH 4,8 ед. в присутствии ферментов амилосубтилина и глюкаваморина в роторно-импульсном аппарате МАГ 50. Затем получали сырой композит влажностью 50%, смешивая кормовую патоку и пшеничные отруби. По методу Бертрана (ГОСТ 26176–91) устанавливали растворимые и легкогидролизуемые углеводы. Белки определяли по ГОСТ 13 496.4–93, сырую клетчатку – ГОСТ 31675–2012, сырой жир – ГОСТ 13496–15, сырую золу – ГОСТ 26336–95. Сырой композит относится к углеводным кормовым добавкам, которые требуют особых условий хранения (температура воздуха 0–5 °С). Они могут храниться не более 2 нед со дня изготовления, поскольку в дальнейшем начинаются процессы брожения и порчи. В связи с этим сырой композит лучше консервировать путем удаления влаги ИК-сушкой, изучая разные ее режимы. Высушенный композит исследовали на содержание сахаров, белка, жира, клетчатки, золы по указанным выше методам.

Разработку технологии получения белково-углеводного композита сопровождали исследованиями качества и безопасности на всех операциях в соответствии с ГОСТ Р 51705.1–2001. Все дальнейшие исследования проводили по указанному ГОСТу.

В соответствии с «Деревом принятия решений» проводили определение критических контрольных точек на каждой операции.

²Контроль производства комбикормов и их качества [Электронный ресурс]: <http://www.worldgonesour.ru>. (дата обращения 15.09.2015).

С использованием «Дерева принятия решений» осуществляли подробный анализ опасностей и предупреждающих действий в технологии белково-углеводного композита на каждой технологической операции.

Затем проводили определение критических контрольных точек в технологии производства белково-углеводного композита.

По результатам анализа сырья, компонентов БУК и технологических операций составили план ХАССП при производстве белково-углеводного композита.

Получение БУК начинали с изготовления патоки путем ферментативного гидролиза зерна пшеницы. Идентификацию зерна проводили на основании информации, указанной в товаросопроводительных документах, по маркировке, визуальному осмотру ботанических признаков зерна, характерных для данного вида культуры, а также отличительных признаков, указанных в приложении 1 к техническому регламенту ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна».

При отсутствии в товаросопроводительных документах достаточной информации идентификацию осуществляли аналитическим методом – путем проверки соответствия физико-химических показателей зерна со стандартами, указанными в статье 5 технического регламента ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна».

На основании информации, указанной в товаросопроводительных документах, проводили входной контроль ферментов, отрубей пшеничных, сыворотки молочной подсырной.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Разработанная блок-схема технологического процесса производства белково-углеводного композита представлена на рис. 1.

Использование принципов системы ХАССП при разработке технологии начинали с определения критических контрольных точек на каждой операции методом «Дерева принятия решений» (см. рис. 2).

Все операции подвергали анализу с помощью «Дерева принятия решений» и составления перечня предупреждающих действий.

В табл. 1 представлен результат анализа опасностей и предупреждающих действий в технологии белково-углеводного композита на каждой технологической операции: наименование операции, учитываемый опасный фактор (физический, химический и биологический), их контролируемые признаки и предупреждающие действия персонала предприятия.

Из всех технологических операций (см. рис. 1), связанных с переработкой сырья, наиболее важными являются ИК-облучение зерна; дозирование и смешивание компонентов при ферментативном гидролизе получения патоки, а также сырого композита; ИК-сушка композита; его фасовка и хранение. ИК-облучение зерна позволяет получить пористую структуру и декстринировать крахмал, что ускоряет получение патоки при ферментативном гидролизе [7]. Дозирование зерна, сыворотки и ферментов обеспечивает скорость реакционных процессов в аппарате МАГ 50 и содержание сахаров в патоке [5, 6]. От точности смешивания патоки и отрубей и режима ИК-сушки зависит содержание сахаров в композите, от фасовочной тары и условий хранения – сохранность композита.

Данные табл. 1 показывают вид учитываемого опасного фактора на каждой операции, контролируемые признаки и действия, необходимые для предупреждения его появления. Тщательного контроля заслуживают пять технологических операций: приемка и хранение молочной сыворотки, механоакустическая обработка рецептурной смеси в аппарате МАГ, ИК-сушка композита, упаковка и маркировка, хранение готовой продукции.

Затем проводили определение критических контрольных точек в технологии белково-углеводного композита (см. табл. 2). Приведены виды опасностей на каждой операции технологического процесса, возможные последствия их возникновения и способы устранения опасностей. При этом выявляются с помощью «Дерева принятия решений» критические контрольные точки на операциях.

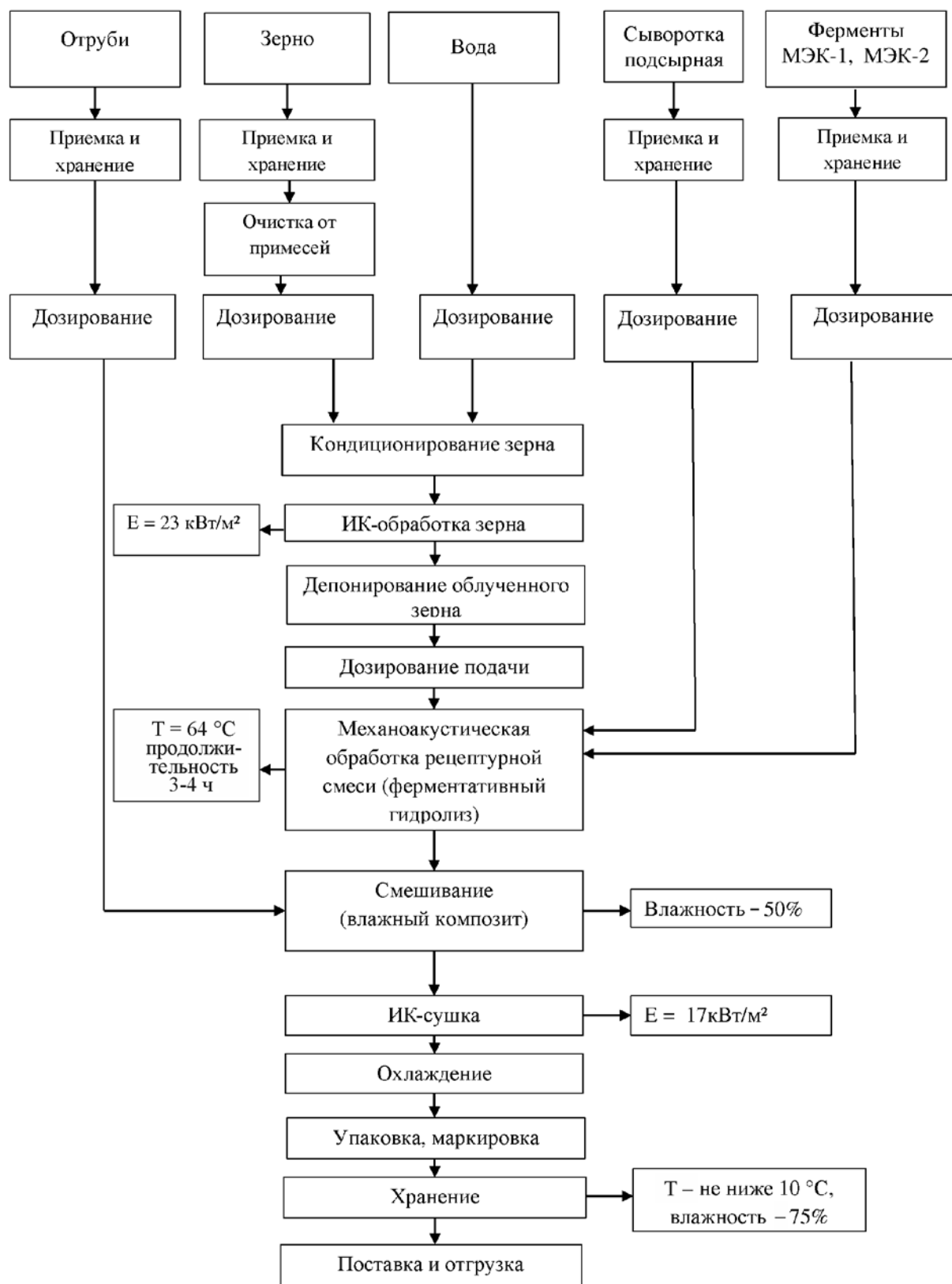


Рис. 1. Блок-схема технологического процесса производства белково-углеводного композита
Fig. 1. Flow chart of a protein-carbohydrate composite production process

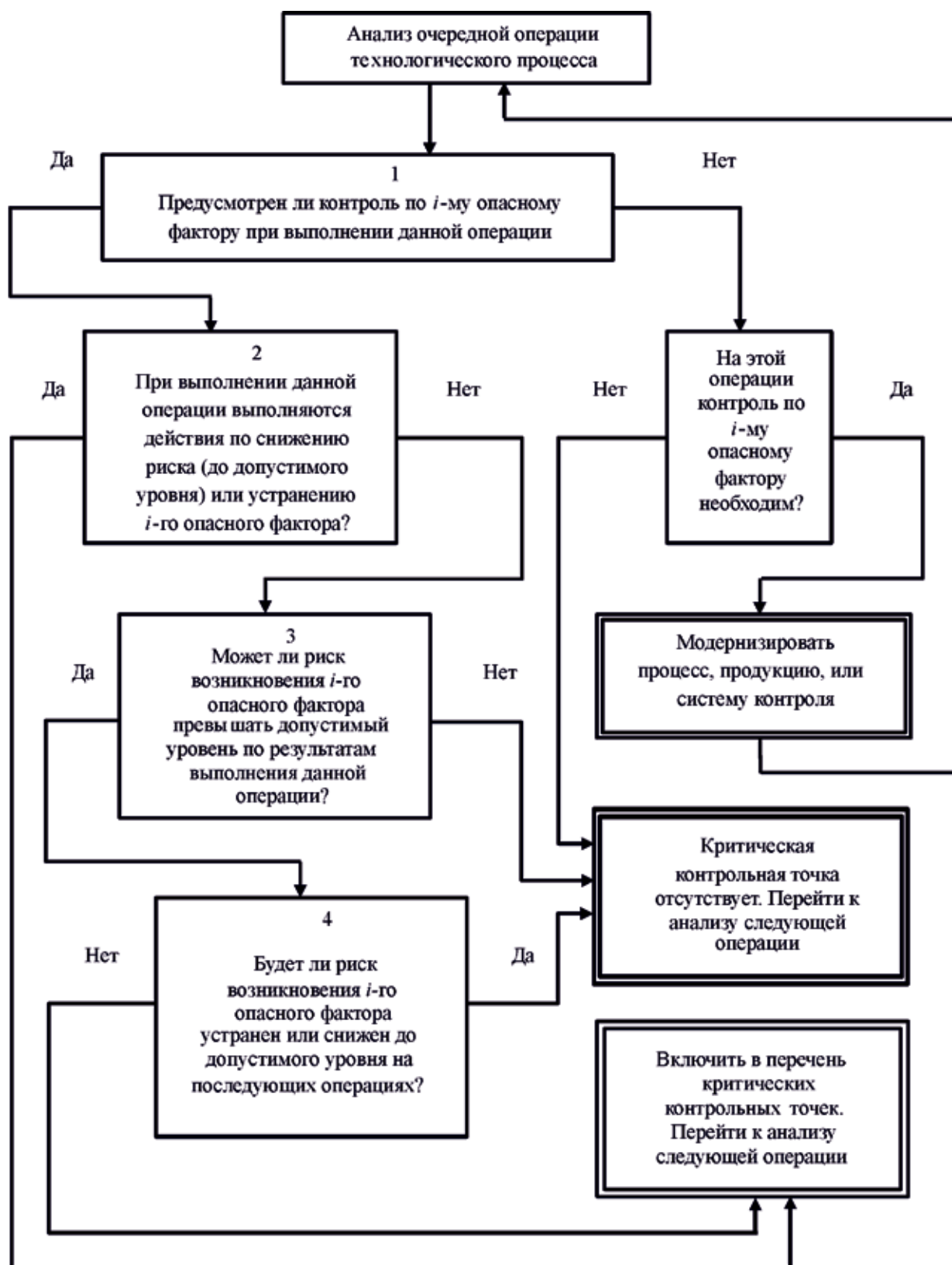


Рис. 2. Алгоритм определения критических контрольных точек методом «Дерева принятия решений»

Fig. 2. Algorithm for determining critical control points using the Decision Tree method

Табл. 1. Перечень опасных факторов и предупреждающих действий при производстве белково-углеводного композита
Table 1. List of hazardous factors and preventive actions in the production of a protein-carbohydrate composite

Операция	Учитываемый опасный фактор	Контролируемые признаки	Предупреждающие действия
Приемка и хранение зерна пшеницы	Биологический	Микотоксины; вредные примеси (спорынья, головня); загрязненность, зараженность вредителями хлебных запасов (насекомые, клещи) фузариозных зерен	Входной контроль сырья. Нормативные документы: ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна». Приложение 4; ГОСТ Р 54078-2010 Пшеница кормовая. Технические условия (с «Изменением № 1»)
	Химический	Остаточное количество пестицидов, радионуклидов, токсичных металлов, нитрозаминов	
	Физический	Содержание влаги; сорная примесь, минеральная примесь	Входной контроль
Приемка и хранение сывотки молочной (подсырной)	Биологический	Температура, влажность КМАФАнМ, БГКП; патогенные микроорганизмы (в том числе сальмонеллы, антибиотики, стафилококки <i>S. aureus</i> листерии L.	Входной контроль сырья. Нормативные документы: ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции»; ГОСТ Р 53438-2009 Сывотка молочная. Технические условия
Приемка и хранение отрубей пшеничных	Химический	Кислотность	Холодильник (склад). Входной контроль
	Физический	Температура	Входной контроль сырья
	Биологический	КМАФАнМ, БГКП; плесени	Входной контроль. ГОСТ 7169-2017
	Химический	Остаточное количество пестицидов, радионуклидов, токсичных металлов	Отруби пшеничные. Технические условия
Приемка и хранение ферментов	Физический	Температура	
Кондиционирование зерна	Химический	Активность	Входной контроль. ТУ 9291-032-13684916-2013
Инфракрасное облучение зерна пшеницы	Физический	Температура	Закрытое помещение
Механоакустическая обработка рецептурной смеси	Физический	Время	Инструментальный контроль
	Биологический	Время облучения	Инструментальный контроль
		Микроорганизмы	Тщательная мойка аппарата МАГ.
Смешивание патоки и отрубей	Химический	Моющие средства	Соблюдение технологических параметров (температура и продолжительность) механоакустической обработки
ИК-сушка сырого белково-углеводного композита	Физический	Влажность, пропорции, продолжительность	Тщательная промывка оборудования
Охлаждение	Биологический	Неполное уничтожение микроорганизмов	Инструментальный контроль
	Физический	Влажность	Соблюдение технологических параметров (продолжительность, плотность ИК-потока)
	Биологический	Рост микроорганизмов снаружи БУК	Контроль работы установки ИК-сушки
	Физический	Размер частиц	Соблюдение режима охлаждения
Упаковка, маркировка, хранение	Биологический	Микроорганизмы	Механическое разрушение крупных комочков
	Химический	Попадание вредных химических веществ от материала упаковки	Соблюдение параметров хранения
	Физический	Попадание посторонних предметов, веществ	Входной контроль упаковки
		Нарушение целостности упаковки	Визуальный контроль правил упаковки, качества упаковочного материала, применение разрешенного маркировочного оборудования

Табл. 2. Определение критических контрольных точек в технологии белково-углеводного композита
Table 2. Determination of critical control points in the protein-carbohydrate composite technology

Операция / опасность	V1	V2	V3	V4	V5	V6	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	
<i>Приемка и хранение сырья (зерно пшеницы)</i>							
Микроорганизмы	Да	Нет	Нет	Да	–	–	Возможен рост микроорганизмов при нарушении условий хранения, которые будут уничтожены при ИК-термообработке и механической обработке
Вредные химические вещества	Да	Нет	Нет	Да	–	–	Токсины, радионуклиды, пестициды и тому подобные вредные вещества должны подлежать контролю при приемке сырья. Сырье, не соответствующее требованиям регламентирующей документации, не принимается
Температура, влажность	Да	Нет	Нет	Да	–	–	Привести показатель в норму
Посторонние примеси	Да	Нет	Да	Да	–	–	Сырье, не соответствующее требованиям регламентирующей документации, не принимается
<i>Приемка и хранение сывотки молочной (подсырной)</i>							
Микроорганизмы	Да	Нет	–	–	–	–	Входной контроль сырья. Нормативные документы: ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции»; ГОСТ Р 53438–2009 Сывотка молочная. Технические условия
Кислотность	Да	Нет	Нет	–	–	–	Привести показатель в норму перед ферментативным гидролизом
Температура	Да	Да	–	–	+	–	Привести показатель в норму
<i>Приемка и хранение отрубей пшеничных</i>							
Микроорганизмы	Нет	Нет	–	–	–	–	Входной контроль в соответствии с нормативной документацией
Химический	Нет	Нет	–	–	–	–	Входной контроль в соответствии с нормативной документацией
Температура, влажность	Нет	Нет	–	–	–	–	Привести показатель в норму
<i>Приемка и хранение ферментов</i>							
Активность, температура	Нет	Да	–	–	–	–	Входной контроль в соответствии с документацией. При несоответствии показателя заменить фермент. Обеспечить срок и температурный режим хранения
<i>Кондиционирование зерна</i>							
Кондиционирование зерна	Да	Нет	Да	Да	–	–	Инструментальный контроль. Будет устранена при ИК-обработке кондиционированного зерна
<i>Инфракрасное облучение зерна пшеницы</i>							
Микроорганизмы	Нет	–	–	–	–	–	Устраняются при ИК-обработке зерна

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
Время	Да	Нет	Нет		–	Инструментальный контроль. Контроль осуществляется автоматически
Микроорганизмы	Да	Да	–	–	+	<i>Механоакустическая обработка рецептурной смеси</i> Возможно неполное уничтожение микроорганизмов при нарушении параметров обработки сырья и оборудования
Остатки моющих средств в механоакустическом гомогенизаторе	Да	Нет	Нет	–	–	
Остатки моющих средств	Да	Нет	Нет	–	–	<i>Смешивание патоки и отрубей</i> Возможны остатки моющих средств. Необходима тщательная промывка оборудования чистой водой
Влажность, пропорции, продолжительность	Да	Нет	Нет	–	–	
Микроорганизмы	Да	Да	Нет	–	–	<i>ИК-сушка сырого белково-углеводного композита</i> При соблюдении технологического процесса термообработки (ИК-сушка) количественные значения микрофлоры не превышают допустимых значений и последующий рост микрофлоры затруднен
Влажность	Да	Нет	Да	Нет	+	
Микроорганизмы	Нет	Нет	–	–	–	<i>Охлаждение</i> При соблюдении правил санитарии и режимов охлаждения попадание микрофлоры на поверхность продукта затруднено
Целостность упаковки, микрофлора	Да	Да	–	–	+	
Микроорганизмы	Да	Да	–	–	+	<i>Упаковка, маркировка</i> При соблюдении правил упаковки, маркировки и целостности упаковки попадание микрофлоры на поверхность продукта затруднено
						<i>Хранение</i> Нарушение целостности, загрязнение упаковки

Примечание. В1, В2, В3, В4 – элементы «Дерева принятия решений» по каждой операции.

Табл. 3. План ХАССП при производстве белково-углеводного композита
Table 3. HACCP plan for the production of a protein-carbohydrate composite

Номер ККТ	Операция	Опасный фактор	Мониторинг				Пределы контролируемых параметров	Корректирующие действия
			Что?	Как?	Как часто?	Кто?		
1	Приемка и хранение сыровотки молочной (подсырной). Микроорганизмы	Биологический	Температура хранения	Термометр	Каждая партия	Оператор	2–6 °С	Проконтролировать датчик температуры
2	Механоакустическая обработка рецептурной смеси	То же	Температура	»	То же	»	64–75 °С	Изменение объема подачи холодной воды в водяную рубашку аппарата при риске выхода температуры за пределы. Выявление причин несоответствия и их устранение, инструктаж оператора
3	Инфракрасная сушка композита	»	Продолжительность	Часы	»	»	До достижения содержания сахаров в патоке 22–24%	Отбор проб патоки. Выявление причин несоответствия и их устранение, инструктаж оператора
4	Упаковка, маркировка	Физический	Влажность упаковки	Прибор Чижовой	»	Лаборант	10–14%	Отбор проб композита. Выявление причин несоответствия и их устранение, инструктаж оператора
5	Хранение	Биологический	Температура	Термометр	»	Кладовщик	20–25 °С	Замена упаковки при своевременном обнаружении повреждений, утилизация при невозможности определить точные сроки разгерметизации Закрытое, хорошо проветриваемое помещение. Информирование руководителя, выявление причин несоответствия и их устранение, инструктаж кладовщика

В табл. 2 наглядно представлено обоснование выбора критических контрольных точек в технологии белково-углеводного композита. По результатам анализа сырья, компонентов БУК и технологических операций составляют план системы ХАССП при производстве белково-углеводного композита (см. табл. 3).

Согласно плану ХАССП, на каждой операции, имеющей ККТ, проводят мониторинг опасных факторов, чтобы поддерживать пределы контролируемых параметров процесса.

Разработанная на принципах ХАССП система позволяет управлять и контролировать качество и безопасность получаемого белково-углеводного композита на всех этапах технологического процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана основанная на принципах ХАССП система контроля качества и безопасности для технологии производства белково-углеводного композита, включающая следующие действия:

- анализ опасностей и предупреждающих действий на каждой технологической операции;
- выявление критических контрольных точек;
- установление критических пределов для каждой выявленной ККТ;
- установление системы мониторинга за контролем на ККТ;
- разработка корректирующих действий для применения их в случае отрицательных результатов мониторинга.

Цель системы заключается в выработке композита, отвечающего установленным нормами рецептам, обеспечении его стабильного качества и безопасности. Основа системы – контроль сырья, промежуточных продуктов, конечного продукта и режимов работы оборудования, осуществляющих технологический процесс. Данный вид контроля должен быть активным, призванным не фиксировать те или другие нарушения в технологии, а предотвращать их. Это позволяет дисциплинировать производственный

персонал, повысить эффективность производства, качество и конкурентоспособность выпускаемой продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Елисеева Л.Г. Международная интеграция в области обеспечения безопасности и повышения конкурентоспособности продукции агропромышленного производства // Техника и технология пищевых производств. 2011. № 3. С. 46–51.
2. Кантере В.М., Матисон В.А., Хангажеева М.А., Сазонов Ю.С. Система безопасности продуктов питания на основе принципов НАССР: монография. М.: РАСХН, 2004. 462 с.
3. Кантере В.М. Интегрированные системы менеджмента в пищевой промышленности: монография. М.: Издательство Института управления, качества, безопасности и экологии предприятий продуктов питания, 2008. 522 с.
4. Смирнова Н.А., Пасько О.В. Применение принципов ХАССП при разработке технологии ферментированного сливочного биокорректора // Техника и технология пищевых производств. 2012. № 1. С. 1–5.
5. Матисон В.А., Прокопова М.А., Арутюнова Н.И., Захарова Е.В. Принципы анализа риска в пищевых системах // Пищевая промышленность. 2014. № 9. С. 36–38.
6. Panghal A., Chhikara N., Sindhu N., Jaglan S. Role of Food Safety Management Systems in safe food production: A review // Journal of Food Safety. 2018. Vol. 38. N. 4. DOI: 10.1111/jfs.12464.
7. Мамцев А.Н., Кузнецова Е.В. Управление безопасностью пищевых продуктов на основе принципов ХАССП // Достижения науки и техники АПК. 2007. № 12. С. 30–31.
8. Голубов И.И. Принципы внедрения международной системы качества и безопасности // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2008. № 6. С. 32–35.
9. Taylor E. HACCP in small companies: benefit or burden? // Food Control. 2001. Vol. 12 (4). P. 217–222.
10. Faergemand J., Jespersen D. ISO 22000 to ensure integrity of food supply chain // ISO Management Systems. 2004, sept.-oct. P. 21–24.
11. Matuszek D.B., Krolczyk J.B. Aspects of Safety in Production of Feeds - A Review // Animal Nutrition and Feed Technology. 2017. Vol. 17.

- N. 2. P. 367–385. DOI: 10.5958/0974-181X.2017.00036.1
12. Duragic O., Cabarkapa I., Colovic R. Analysis of potential risks in feed production as an integral part of food chain // *Agrolife Scientific Journal*. 2017. Vol. 6. N. 2. P. 97–102.
13. Аксенов В.В. Технологии переработки зернового сырья на кормовые патоки и их применение в рационах кормления крупного рогатого скота // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. 2013. № 1. С. 147–152.
14. Motovilov K.Ya., Aksekov V.V., Motovilov O.K. Nanobiotechnologies in the processing of starch-containing grain raw materials into molasses // *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2015. N 2. P. 54.
15. Аксенов В.В., Волончук С.К., Резепин А.И., Дубкова С.А. Оценка эффективности технологических приемов совершенствования способа получения кормовой патоки // *Достижения науки и техники АПК*. 2017. Т. 31. № 2. С. 45–47.
- ## REFERENCES
1. Eliseeva L.G. Mezhdunarodnaya integratsiya v oblasti obespecheniya bez-opasnosti i povysheniya konkurentosposobnosti produktsii agropromyshlennogo proizvodstva [International integration in the field of ensuring safety and enhancing the competitiveness of agricultural products]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2011, no. 3, pp. 46–51. (In Russian).
2. Kantere V.M., Matison V.A., Khangazheeva M.A., Sazonov Yu.S. *Sistema bezopasnosti produktov pitaniya na osnove printsipov HACCP* [Food safety system based on the principles of HACCP]. M.: RASKhN Publ., 2004, 462 p. (In Russian).
3. Kantere V.M. *Integrirovannyye sistemy menedzhmenta v pishchevoi promyshlennosti* [Integrated management systems in the food industry]. M.: Izdatel'stvo Instituta upravleniya, kachestva, bezopasnosti i ekologii predpriyatii produktov pitaniya [Publishing House of the Institute of Management, Quality, Safety and Ecology of Food Enterprises], 2008, 522 p. (In Russian).
4. Smirnova N.A., Pas'ko O.V. Primenenie printsipov KhASSP pri razrabotke tekhnologii fermentirovannogo slivochnogo biokorrektora [Application of HACCP principles in the development of fermented cream bio-corrector technology]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2012, no. 1, pp. 1–5. (In Russian).
5. Matison V.A., Prokopova M.A., Arutyunova N.I., Zakharova E.V. Printsipy analiza riska v pishchevykh sistemakh [Principles of risk analysis in food systems]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], 2014, no. 9, pp. 36–38. (In Russian).
6. Panghal A., Chhikara N., Sindhu N., Jaglan S. Role of Food Safety Management Systems in safe food production: A review. *Journal of Food Safety*, 2018, vol. 38, no. 4, DOI: 10.1111/jfs.12464.
7. Mamtsev A.N., Kuznetsova E.V. Upravlenie bezopasnost'yu pishchevykh produktov na osnove printsipov HACCP [HACCP-based food safety management]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2007, no. 12, pp. 30–31. (In Russian).
8. Golubov I.I. Printsipy vnedreniya mezhdunarodnoi sistemy kachestva i bezopasnosti [Principles for implementing the international quality and safety system]. *Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of Agricultural and Processing Enterprises], 2008, no. 6, pp. 32–35. (In Russian).
9. Taylor E. HACCP in small companies: benefit or burden? *Food Control*, 2001, vol. 12 (4), pp. 217–222.
10. Faergemand J., Jespersen D. ISO 22000 to ensure integrity of food supply chain. *ISO Management Systems*, 2004, sept.-oct., pp. 21–24.
11. Matuszek D.B., Krolczyk J.B. Aspects of Safety in Production of Feeds - A Review. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 2017, vol. 17, no. 2, pp. 367–385. DOI: 10.5958/0974-181X.2017.00036.1.
12. Duragic O., Cabarkapa I., Colovic R. Analysis of potential risks in feed production as an integral part of food chain. *Agrolife Scientific Journal*, 2017, vol. 6, no. 2, pp. 97–102.
13. Aksekov V.V. Tekhnologii pererabotki zernovogo syr'ya na kormovye patoki i ikh primeneniye v ratsionakh kormleniya krupnogo rogatogo skota [The grain raw materials processing

- technologies for fodder treacle and their application in the cattle diets]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [The Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University], 2013, no. 1, pp. 147–152. (In Russian).
14. Motovilov K.Ya., Aksenov V.V., Motovilov O.K. Nanobiotechnologies in the processing of starch-containing grain raw materials into molasses. *International Journal of Applied and Fundamental Research*, 2015, no. 2, pp. 54.
15. Aksenov V.V., Volonchuk S.K., Rezepin A.I., Dubkova S.A. Otsenka effektivnosti tekhnologicheskikh priemov sovershenstvovaniya sposoba polucheniya kormovoi patoki [Evaluation of efficiency of technological methods for improvement of the method for obtaining of fodder molasses]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2017, vol. 31, no. 2, pp. 45–47. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Мотовилов К.Я., член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, руководитель научного направления, главный научный сотрудник

Волончук С.К., кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник; e-mail: volonchuk2015@yandex.ru

✉ **Наumenko И.В.**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, СФНЦА РАН; а/я 463; e-mail: u_sekretar_ip@ngs.ru

Резепин А.И., научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

Motovilov K.Ya., RAS corresponding member, Doctor of Science in Biology, Head of Scientific Division, Head Researcher

Volonchuk S.K., Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher; e-mail: volonchuk2015@yandex.ru

✉ **Naumenko I.V.**, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: u_sekretar_ip@ngs.ru

Rezepin A.I., Researcher

Дата поступления статьи 20.04.2020
Received by the editors 20.04.2020



DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-5

УДК: 619:578.833.2:636

КОРОНАВИРУСЫ ЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Глотов А.Г., Глотова Т.И.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

Для цитирования: Глотов А.Г., Глотова Т.И. Коронавирусы жвачных животных // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. С. 49–61. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-5.

For citation: Glotov A.G., Glotova T.I. Koronavirussy zhvachnykh zhivotnykh [Coronaviruses in ruminants]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2020, vol. 50, no. 3, pp. 49–61. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-5.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлен обзор литературных данных о роли коронавирусов крупного рогатого скота в этиологии различных форм инфекции у домашних и диких жвачных животных, имеющих постоянный или временный контакт с рукокрылыми и человеком. Коронавирусы (CoVs) – большая группа оболочечных РНК-содержащих вирусов с размером генома 26,4–31,7 т.п.н. CoVs относятся к подсемейству Coronavirinae семейства Coronaviridae отряда Nidovirales и классифицированы в четыре рода. У крупного рогатого скота они вызывают три синдрома: диарею новорожденных телят, зимнюю дизентерию взрослых животных, респираторный дистресс у молочных и мясных телят на фоне угасания колострального иммунитета и пневмонию у телят на откорме. Bovine-like коронавирусы относятся к виду *Betacoronavirus 1*. Они возникают в результате генетических рекомбинаций и межвидовых передач, являются вариантами коронавирусов крупного рогатого скота, которые способны преодолевать межвидовые барьеры и инфицировать широкий спектр домашних и диких жвачных животных: овец, коз, водяных буйволов, верблюдов, оленей, жирафов и других, вызывая у них поражения желудочно-кишечного и респираторного трактов, а также неврологические и печеночные расстройства. Передача вируса

CORONAVIRUSES IN RUMINANT ANIMALS

Glotov A.G., Glotova T.I.

Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences

A review of the literature on the role of cattle coronaviruses in the etiology of various forms of infection in domestic and wild ruminants with constant or temporary contact with chiroptera and humans is presented. Coronaviruses (CoVs) are a large group of enveloped RNA viruses with a genome size of 26.4–31.7 kb. CoVs belong to the subfamily Coronavirinae of the family Coronaviridae of the order Nidovirales and are classified into four genera. They cause three syndromes in cattle: diarrhea of newborn calves, winter dysentery of adult animals, respiratory distress in dairy and meat calves against decline in colostral immunity and pneumonia in calves on feedlots. Bovine-like coronaviruses belong to the species *Betacoronavirus 1*. They arise as a result of genetic recombination and interspecific transmission, and are variants of cattle coronaviruses that are able to cross interspecific barriers and infect a wide range of domestic and wild ruminants: sheep, goats, water buffalo, camels, deer, giraffes and others, causing damage to the gastrointestinal and respiratory tracts, as well as neurological and liver disorders. The transmission of the virus from cattle to other ruminant species, and vice versa, contributes to the survival and preservation of the virus in nature, leads to new outbreaks of infection and keeps up the evolution of the virus. The constant migration of wild ruminants, caused in particular by human in-

от крупного рогатого скота другим жвачным животным, и наоборот, способствует выживанию и сохранению популяции вируса в природе, приводит к возникновению новых вспышек инфекции и поддерживает эволюцию вируса. Постоянная миграция диких жвачных животных, обусловленная, в частности, вмешательством человека в природу, способствует заносу и распространению вируса в новые регионы, его адаптации к другим хозяевам и формированию новых штаммов. Зоонозный потенциал коронавирусов крупного рогатого скота изучен достаточно хорошо. Зооантропонозный потенциал коронавирусов жвачных остается мало изученным. С учетом высоких адаптационных способностей последних к ним требуется более пристальное внимание и тщательный анализ.

Ключевые слова: коронавирусы, крупный рогатый скот, домашние и дикие жвачные животные, bovine-like вирусы, межвидовая передача, зооантропонозный потенциал

ВВЕДЕНИЕ

Коронавирусы (CoVs) образуют большую группу оболочечных вирусов, которые содержат самый большой геном среди всех РНК-вирусов (длиной 26,4–31,7 т.п.н.). Они относятся к подсемейству Coronavirinae семейства Coronaviridae отряда *Nidovirales*. Коронавирусы традиционно классифицируют в четыре рода: альфа-, бета-, гамма- и дельта-коронавирус [1, 2]. CoVs инфицируют широкий спектр видов животных и птиц, вызывая поражения желудочно-кишечного и респираторного трактов, а также неврологические и печеночные расстройства. Вирусы этого семейства обладают повышенной способностью адаптироваться к новым тканям, преодолевать межвидовые барьеры и занимать различные экологические ниши, что связано с высокочастотными мутациями, протяженными генными делециями и гомологичными рекомбинациями РНК [3].

Межвидовая передача ранее зарегистрирована у многих CoVs. Примером могут служить SARS-CoV у пальмовых циветт и человека [4], ближневосточный респираторный синдром CoV (MERS-CoV) у верблюдов и человека [5], COVID-19 у летучих мышей и человека [6].

Intervention in nature, contributes to the introduction and spread of the virus in new regions, its adaptation to other hosts and formation of new strains. The zoonotic potential of cattle coronaviruses has been studied quite well. The zooanthroponic potential of ruminant coronaviruses remains understudied. Given the high adaptive abilities of the latter, they require closer attention and careful analysis.

Keywords: coronaviruses, cattle, domestic and wild ruminants, bovine-like viruses, interspecific transmission, zooanthroponic potential

Данные вирусы имеют зооантропонозный потенциал. Из-за широкого спектра хозяев среди сельскохозяйственных животных, а также тесного контакта с человеком они во многом представляют ветеринарную проблему [6–8].

Коронавирусы крупного рогатого скота (BCoV) представляют группу вирусов, обладающих способностью преодолевать межвидовые барьеры в широких пределах. Эти вирусы идентифицированы в качестве основных этиологических агентов желудочно-кишечных или респираторных болезней у разных видов жвачных животных [9], собак [10] и даже человека [11]. Существует предположение, что домашние и дикие жвачные животные могут потенциально выполнять функцию промежуточных хозяев или резервуаров для коронавирусов и представлять опасность для человека [8].

Цель данного обзора – обновить информацию относительно роли коронавирусов крупного рогатого скота в этиологии различных форм инфекции у домашних и диких жвачных животных, имеющих постоянный или временный контакт с рукокрылыми и человеком.

Коронавирусные инфекции крупного рогатого скота – одни из самых распространенных у этого вида домашних животных, что объясняется быстрой передачей вируса фекально-оральным и воздушно-капельным путями [12], а также наличием животных-вирусоносителей в стаде, которые выделяют вирус с фекалиями, особенно во время стресса, зимнего сезона и отелов, и служат источником инфекции для новорожденных телят [13].

Коронавирусная диарея новорожденных телят. Коронавирус часто выявляется у здоровых и больных диареями животных, что в практических условиях затрудняет оценку его роли в качестве основного этиологического агента [14]. Вирус впервые выделен в 1973 г. [15]. Установлены количественные связи между частотой выявления вируса в фекалиях и носовых выделениях с наличием клинических признаков болезни [16].

Заболеваемость новорожденных телят может достигать 100%, общие потери животных могут составлять до 50%. Клинические признаки заболевания начинают проявляться примерно через 2 дня после инфицирования и длятся в течение 3–6 дней. Наблюдают обильную водянистую диарею, в фекалиях могут присутствовать сгустки крови. У телят регистрируют умеренную депрессию, слабый сосательный рефлекс и быстрое обезвоживание. Пониженное потребление корма и воды, потеря электролитов могут привести к дегидратации, метаболическому ацидозу и гипогликемии. Клинически выздоровевшие телята способны выделять вирус в течение нескольких недель [17].

Зимняя коронавирусная дизентерия взрослых животных. Зимняя дизентерия (ЗД) – острая болезнь мясного и молочного крупного рогатого скота, а также диких жвачных животных в неволе, протекающая с симптомами диареи и возникающая в основном в зимнее время (ноябрь – март) [18].

Болезнь встречается у крупного рогатого скота во всем мире. Серопревалентность к вирусу среди взрослых животных обычно высокая [19]. Описаны вспышки болезни у

взрослого молочного скота, а также у телят от 6 до 9 мес [20]. Заболеваемость высокая (50–100%), однако летальность при неосложненных случаях низкая (1–2%). Риск возникновения болезни представляет выделение вируса с фекалиями, а также выявление сероконверсии к вирусу.

Впервые вирус выделен в культуре клеток от животных с признаками ЗД в 1990 г. [21]. Штаммы вируса, выделенные при вспышках ЗД, проявляют тесное антигенное родство со штаммами при других клинических синдромах коронавирусной инфекции [20]. В экспериментальных условиях они перекрестно защищают телят от заражения штаммами, выделенными при диарее новорожденных [19].

Респираторный коронавирус крупного рогатого скота

Респираторная инфекция молодых телят в молочных и мясных стадах. Респираторная форма встречается во всем мире и проявляется в виде ринита, кашля или пневмонии у телят в возрасте 2–6 мес после снижения титров колостральных антител ниже защитного уровня [9]. Вирус присутствует в носовых выделениях и фекалиях больных животных.

Зарегистрировано фекальное и назальное выделение респираторного штамма вируса новорожденными телятами до 20-недельного возраста [9, 22]. Первоначальной формой болезни может быть диарея, переходящая в респираторную форму. Выделение вируса с носовыми секретами носит прерывистый характер в связи с повторным заражением. Долговременный иммунитет слизистых оболочек верхних дыхательных путей телят после естественной респираторной инфекции аналогично респираторной форме инфекции человека и свиней отсутствует [23, 24].

Резервуарами вируса могут быть субклинически или клинически больные телята или телки старших возрастов, у которых размножение вируса происходит циклично, сопровождаясь его выделением из носа [9]. Циркуляция вируса может происходить и на взрослых животных при субклиническом течении инфекции. Передача респираторных

штаммов вируса в молочных стадах происходит, как правило, фекально-оральным путем. Воздушно-капельный способ передачи имеет меньшее значение.

Респираторная инфекция мясных быков на откорме (фидлотах). Респираторную коронавирусную инфекцию откормочных быков начали интенсивно изучать с 1995 г. в связи с возрастающей ролью вируса в этиологии массовых респираторных болезней («транспортной лихорадки») и снижением показателей роста и привесов у животных на откорме [25]. Установлена связь между выделением респираторных штаммов вируса от телят и возникновением респираторных болезней. Респираторные штаммы вируса выделены из носовых секретов, ткани легких и фекалий животных с пневмонией в течение четырех дней после их поступления на фидлот. Течение вирусного заболевания осложнялось развитием вторичного пастереллеза, о чем свидетельствовало одновременное выделение вируса и бактерий семейства Pasteurellaceae из легких с некротической пневмонией [26]. Таким образом, получено доказательство этиологической роли коронавируса в возникновении «транспортной лихорадки».

Коронавирусы крупного рогатого скота (Bovine-like CoVs, «бычьи коронавирусы») и их роль в патологии домашних и диких жвачных животных. В 2008 г. исследовательская группа по коронавирусам Международного комитета по таксономии вирусов предложила сгруппировать шесть CoV человека, крупного рогатого скота, свиней, лошадей и собак в новый вид, названный *Betacoronavirus 1* (семейство Coronaviridae, подсемейство Orthocoronavirinae, род *Betacoronavirus*, подрод *Embecovirus*, «вид» *Betacoronavirus 1*)¹. Из-за их тесного антигенного и генетического родства членов этого рода стали обо-

значать как варианты основного хозяина, а не как отдельные вирусы. Был сделан вывод о том, что они могут возникать в результате генетических рекомбинаций и межвидовых передач [27]. Например, штамм HCoV-OC43 энтерита человека мог произойти от штаммов коронавирусов крупного рогатого скота, преодолевших межвидовой барьер и вызвавших вспышку инфекции у человека приблизительно в 1890 г. [28].

Несколько штаммов CoV идентифицированы в фекалиях, содержимом кишечника и иногда в дыхательных секретах группы домашних и диких жвачных животных. Большинство продемонстрировали широкий спектр биологического, антигенного и генетического родства с BCoV, в связи с чем названы «bovine-like CoVs», или «бычьи коронавирусы» (BCoVs) [20]. Экспериментально показано, что крупный рогатый скот может быть резервуаром для штаммов CoV, инфицирующих другие виды домашних и диких жвачных животных и, наоборот, штаммы BCoV могут участвовать в процессе, поддерживающем циркуляцию CoVs у этих животных [29]. Предположили, что широкий спектр хозяев BCoV можно объяснить наличием белка гемагглютининэстеразы, который позволяет вирусу связываться с различными типами клеток [9].

Bovine-like CoVs домашних жвачных

Водяной буйвол. Первое описание BCoVs у водяных буйволов датируют 1985 г. в Болгарии. В начале 1990-х годов коронавирус обнаружили в фекалиях новорожденных буйволов с диареей в Египте [30]. Эпизоотологические данные показали, что CoV является вторым наиболее распространенным патогеном, вызывающим диарею у телят буйволов в Египте с показателем распространенности 37,7%^{2,3}.

¹De Groot R.J., Ziebuhr J., Poon L.L., Woo P.C., Talbot P., Rottier P.J.M., Holmes K.V., Baric R., Perlman S., Enjuanes L. Revision of the Family Coronaviridae // Taxonomic Proposal of the Coronavirus Study Group to the ICTV Executive Committee. 2008. Available at <https://data.ictvonline.org/proposals/2008.085-122V.v4.Coronaviridae.pdf>.

²Saleh S.M. Epidemiological studies on diarrhea in cattle newborn calves fed on colostrum from vaccinated and control-pregnant cows // Trinational Animal Health Research Project (TAHRP), 2nd Annual Workshop. Sharm El-Sheikh, Egypt. 1994.

³Garbe J.A., Amarín M., Hicheri K. The Tri-national Animal Health Research Project (TAHRP) – Project N 398-0158.21 // Final Evaluation Report. United States Agency for International Development. 1995. 110 p.

Вспышка коронавирусной инфекции и неонатальной смертности позже описана в стаде водяных буйволов в Кампании (Южная Италия) в октябре 2006 – апреле 2007 гг. BCoV обнаружили в кишечном содержимом телят с тяжелой диареей с помощью ОТ-ПЦР в реальном времени. Выделенный штамм вируса (обозначенный как 179/07-11) имел много общего с BCoV [31]. После этого выделены еще четыре штамма вируса, три из которых продемонстрировали сходные характеристики с прототипным штаммом 179/07-11, четвертый – с эталонными штаммами BCoVs [32]. Предполагается, что этот CoV может происходить из межвидовой передачи штамма BCoV.

Овцы и козы. Bovine-like CoVs выявлены в качестве причины энтеритов и неонатальной смертности у домашних овец в нескольких странах мира [30]. В качестве источника вируса предполагаются фекалии инфицированного крупного рогатого скота, а не естественное заражение. Работ по выявлению коронавирусов у коз проведено мало. Исследование образцов фекалий у козлят (возраст 1–45 дней) в Испании дало отрицательные результаты [33]. CoVs обнаружен в фекалиях одного из 19 (3,3%) козленка с неонатальным энтеритом в Турции. Вирус выявлен в эпителии тонкой кишки и в подслизистых макрофагах [34]. Антитела к вирусу обнаружены у 1% обследованных коз в Южной Корее [35].

Верблюжьи

Верблюды старого света. Роль верблюдов как наиболее вероятного источника заражения человека вирусом MERS-CoV уже доказана [30]. Однако этот вирус не имеет антигенного и генетического сходства с BCoV.

Несмотря на то что верблюды являются обитателями Северной и Восточной Африки и Юго-Западной Азии, первое сообщение о бычьих инфекциях в их популяции поступило из США [36]. Случай тяжелого летального гастроэнтерита зарегистрирован у 6-недельной самки верблюда в Висконсине. Вирус обнаружен в фекалиях верблюдов с признаками диареи с помощью электрон-

ной микроскопии. Выделенный штамм продемонстрировал специфическую реактивность с двумя моноклональными антителами к белкам BCoV S и нуклеокапсиду (N). Происхождение CoV не выяснено, однако роль межвидовой трансмиссии предложена в качестве основной, потому что другие животные, такие как лошади, зебры и северные олени, содержались вместе с телятами-верблюдами в том же сарае во время заражения.

В 2013 г. новый CoV, обозначенный как DcCoV UAE-HKU23, выявлен в пробах фекалий верблюдов в ОАЭ. Полный анализ генома вируса показал его принадлежность к линии A1 бета-коронавирусов. В то же время он был отдален от других представителей рода и мог образовывать уникальный кластер в группе. Эти результаты показывают, что бета-коронавирус, отличный от MERS-CoV, циркулирует среди верблюдов в разных странах Ближнего Востока и может вызывать диареи, особенно у телят верблюдов [37].

Респираторные болезни верблюдов. У верблюдов в Саудовской Аравии выявлены три вида CoV: MERS-CoV (группа C) и верблюжий HKU23-CoV (группа A) и один альфа-коронавирус, аналогичный человеческому CoV 229E. Все пробы ректальных мазков, отобранные с мая 2014 по апрель 2015 г. были CoV-положительными, за исключением трех назальных [38]. В них идентифицировали два бета-коронавируса, что указывает на то, что дыхательные пути являются основным источником выделения CoV у верблюдов. Независимо от MERS-CoV, который обнаружен у верблюдов, HKU-23-CoV выявили у верблюдов в Дубае незадолго до этого [37]. Близкородственный альфа-коронавирус верблюда выделен также от альпак в США в 2007 г. [39]. Высокая распространенность CoVs в образцах, частые сопутствующие инфекции и отсутствие симптомов в большинстве CoV-положительных случаев предполагают, что эти CoVs являются энзоотическими у верблюдов, по крайней мере в Саудовской Аравии, и могут играть важную роль в экологии коронавируса.

Верблюды Нового света. Коронавирус как основная причина тяжелого энтерита впервые обнаружен у молодняка лам и альпак в штате Орегон США в 1998 г. У заболевших животных регистрировали клинические признаки, сходные с симптомами у телят крупного рогатого скота, инфицированных BCoV [40]. Один штамм (обозначенный ACoV-00-1381) выделен из образцов фекалий альпак в культуре клеток. Филогенетический анализ его генома выявил гомологию ($> 99,5\%$) с двумя штаммами BCoV, которые вызывали пневмонию и энтерит у телят на откорме [41]. Высказано предположение об общем происхождении вируса, выделенного от альпак, и обоих штаммов BCoV [42].

В 2007 г. в Калифорнии выделили вирус от больных альпак с респираторным синдромом [43]. Секвенирование его генома выявило близкую гомологию с альфа-коронавирусами в отличие от генома кишечных штаммов, которые относились к бета-коронавирусам. Сравнение последовательностей генов S респираторного вируса альпак и нескольких человеческих изолятов, выделенных с 1962 по 2003 г., показало близкую генетическую гомологию со штаммами HCoV-229, выделенными с 1960-х до начала 1980-х годов. Сделан вывод, что общий предок HCoV-229E и респираторного вируса альпак, возможно, существовал или у людей, или у альпак до 1960 г., и затем пересек межвидовой барьер для установления инфекции у других видов [39]. Вирус, возможно, распространялся среди альпак на низком уровне в течение десятилетий, прежде чем внезапно появился во время вспышки в 2007 г.

Олени

Карибу (северный олень). Циркуляция коронавируса у этих животных установлена случайно в ходе массовых эпизоотологических обследований на наличие антител к пяти другим вирусам крупного рогатого скота в Канаде. Специфические антитела к вирусу обнаружили в 1978 г. в 13,3% исследованных проб сыворотки крови. Источник возбудителя не установлен, так как живот-

ные двух обследованных стад не имели прямого контакта с крупным рогатым скотом в течение 25 лет [44].

Лось. CoVs часто вызывают энтериты и диарею у новорожденных лосей. Вирус выделен как единственный патоген у пяти из 11 телят с диареей (45,5%) в западной части Северной Америки [45]. Позднее в США выделены два изолята CoV из образцов фекалий от 10-месячных телят лосей с диареей [46]. Эти изоляты вируса, обозначенные WY-28 и WY-29, показали высокую степень антигенной и генетической связи с BCoV.

Самбер и белохвостый олень. Инфицирование оленей самбер BCoV зарегистрировано лишь во время вспышки энтерита в парке диких животных в южном Огайо США зимой 1993/94 г. У животных наблюдали тяжелые симптомы кровавой диареи с летальностью 30%. В другом парке диких животных на севере центральной части штата Огайо в 1994 г. регистрировали признаки водянистой диареи у белохвостых оленей. Из фекалий больных животных выделили два изолята, показавших тесную антигенную связь с несколькими штаммами коронавируса крупного рогатого скота [20]. Анализ полной последовательности генома обоих изолятов подтвердил заметное сходство с BCoV, особенно со штаммами LUN и ENT, выделенными в 1998 г.

Пятнистый олень. Этот тип оленей обитает в Хоккайдо (Япония). Инфицированность данного вида животных BCoV низкая, так как только два из 179 обследованных оленей (1,1%) реагировали на BCoV в реакции нейтрализации.

Водяной олень. Доказательства инфицирования водяного оленя BCoV получены в 2016, 2017 гг., когда вирус выявили в мазках из носа от оленей, живущих в неволе (3,9% проб). Филогенетический анализ показал тесную связь трех CoVs от водяных оленей с BCoV (99,2%). Полногеномное секвенирование одного штамма CoV водяных оленей выявило тесную связь с BCoV и другими бычьими CoVs (гомология больше 98%) [47].

Дикие жвачные животные

Подобно домашнему скоту, у диких жвачных зарегистрированы CoV-диарея телят и зимняя дизентерия взрослых животных. Зимой 1979/80 г. регистрировали вспышку массовой диареи у овцебыков в зоопарке Великобритании. Коронавирусы выявлены в пробах фекалий от больных животных только методом электронной микроскопии [48]. CoV также входят в число распространенных патогенов телят бизонов [49]. Фактическое распространение CoVs у зубров недооценивается, потому что они маскируют клинические признаки болезни⁴. CoVs обнаружены в фекалиях взрослого европейского зубра, страдающего тяжелой диареей, в Национальном зоопарке Южной Кореи. Все выделенные штаммы CoVs показали высокий уровень генетического родства (99,4–99,5%) с BCoV, выделенными в Южной Корее. Сделан вывод, что все BCoV не имеют ограниченной специфичности к хозяину и могут происходить от одного и того же предка штаммов крупного рогатого скота BCoV-0501 и BCoV-0502 [50].

В литературе имеются сообщения о роли бычьих CoVs в возникновении коронавирусных инфекций у четырех видов антилоп, включая водяного козла [20, 48], ситатунга [48, 50], ньяла [50] и черной антилопы [51]. Наличие инфекции подтверждено у водяного козла [20], найлы и гималайского тара [50], саблерогой антилопы [52], жирафа [51]. Последний факт представляет особый интерес, так как риск передачи вируса между крупным рогатым скотом и жирафами представляется важным, особенно в Африке, где животные пасутся на одних пастбищах. Это может привести к эволюции вируса и потенциальному распространению новых штаммов при смене пастбищ, разведении диких животных и переводе их в зоологические парки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Коронавирусы широко распространены в природе и вызывают характерные клинические синдромы не только у крупного рогатого скота, но и у широкого спектра домашних и диких жвачных животных. В настоящее время признано, что Bovine-like вирусы являются вариантами коронавирусов крупного рогатого скота, которые способны преодолевать межвидовые барьеры. Передача вируса от крупного рогатого скота другим жвачным животным, и наоборот, способствует сохранению вируса в природе, приводит к возникновению новых вспышек инфекции и поддерживает эволюцию вируса. Постоянная миграция диких жвачных животных, обусловленная в частности вмешательством человека в природу, способствует заносу и распространению вируса в новые регионы, его адаптации к другим хозяевам и формированию новых штаммов. Зооантропонозный потенциал коронавирусов жвачных остается мало изученным и с учетом их высоких адаптационных способностей требует более пристального внимания и тщательного анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Brian D.A., Baric R.S. Coronavirus genome structure and replication // *Current Topics in Microbiology and Immunology*. 2005. Vol. 287. P. 1–30.
2. De Groot R.J., Baker S.C., Baric R., Enjuanes L., Gorbalenya A.E., Holmes K.V., Perlman S., Poon L., Rottier P.J.M., Talbot P.J., Woo P.C.Y., Ziebuhr J. Family Coronaviridae // In King A.M.Q., Adams M., Carstens E., Lefkowitz E. (eds). *Virus Taxonomy. Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*. San Diego: Elsevier Science Publishing Co. 2012. Inc. P. 86–828.
3. Decaro N., Mari V., Elia G., Addie D.D., Camero M., Lucente M.S., Martella V., Buonavoglia C. Recombinant canine coronaviruses in dogs, Europe // *Emerging Infectious Diseases*. 2010a. Vol. 16. P. 41–47. DOI: 10.3201/eid1601.090726.
4. Eckerle L.D., Becker M.M., Halpin R.A., Li K., Venter E., Lu X., Scherbakova S., Graham R.L.,

⁴Berezowski J. Diseases of Bison. 2001. Available at <http://www.usask.ca/wcvm/herdmed/specialstock/bison/bisondis.html>

- Baric R.S., Stockwell T.B., Spiro D.J., Denison M.R.* Infidelity of SARS-CoV Nsp14-exonuclease mutant virus replication is revealed by complete genome sequencing // *PLoS Pathogens*. 2010. Vol. 6. e1000896. DOI: 10.1371/journal.ppat.1000896.
5. *Drosten C., Kellam P., Memish Z.A.* Evidence for camel-to-human transmission of MERS coronavirus // *New England Journal of Medicine*. 2014. Vol. 371. P. 1359–1360. DOI: 10.1056/NEJMc1409847.
 6. *Львов Д.К., Альховский С.В., Колобухина Л.В., Бурцева Е.И.* Этиология эпидемической вспышки COVID-19 в г. Ухань (провинция Хубэй, Китайская Народная Республика), ассоциированной с вирусом 2019-nCoV (*Nidovirales, Coronaviridae, Coronavirinae, Betacoronavirus*, подрод *Sarbecovirus*): уроки эпидемии SARS-CoV // *Вопросы вирусологии*. 2020. № 65(1). С. 6–15. DOI: <https://doi.org/10.36233/0507-4088-2020-65-1-6-15>.
 7. *Decaro N., Martella V., Saif L.J., Buonavoglia C.* COVID-19 from veterinary medicine and one health perspectives // *What animal coronaviruses have taught us. Research in Veterinary Science*. 2020. Vol. 7 (131). P. 21–23. DOI: 10.1016/j.rvsc.2020.04.009.
 8. *Lorusso A., Calistri P., Petrini A., Savini G., Decaro N.* Novel coronavirus (SARS-CoV-2) epidemic: a veterinary perspective Article // *Veterinaria Italiana*. 2020. Vol. 56 (1). DOI: 10.12834/VetIt.2173.11599.1.
 9. *Saif L.J.* Bovine respiratory coronavirus. *Veterinary Clinics of North America // Food Animal Practice*. 2010. Vol. 26. P. 349–364. DOI: 10.1016/j.cvfa.2010.04.005.
 10. *Decaro N., Desario C., Elia G., Mari V., Lucente M.S., Cordioli P., Colaianni M.L., Martella V., Buonavoglia C.* Serological and molecular evidence that canine respiratory coronavirus is circulating in Italy // *Veterinary Microbiology*. 2007. Vol. 121. P. 225–230. DOI: 10.1016/j.vetmic.2006.12.001.
 11. *Zhang X.M., Herbst W., Kousoulas K.G., Storz J.* Biological and genetic characterization of a hemagglutinating coronavirus isolated from a diarrhoeic child // *Journal of Medical Virology*. 1994. Vol. 44. P. 152–161. DOI: 10.1002/jmv.1890440207.
 12. *Decaro N., Campolo M., Desario C., Cirone F., D'Abramo M., Lorusso E., Greco G., Mari V., Colaianni M.L., Elia G., Martella V., Buonavoglia C.* Respiratory disease associated with bovine corona-virus infection in cattle herds in Southern Italy // *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 2008a. Vol. 20. P. 28–32. DOI: 10.1177/104063870802000105.
 13. *Carman P.S., Hazlett M.J.* Bovine coronavirus infection in Ontario 1990–1991 // *Canadian Veterinary Journal*. 1992. Vol. 33. P. 812–814.
 14. *Bartels C.J.M., Holzhauer M., Jorritsma R., Swart WAJM, Lam TJGM.* Prevalence, prediction and risk factors of enteropathogens in normal and non-normal faeces of young Dutch dairy calves // *Preventive Veterinary Medicine*. 2010. Vol. 93. P. 162–169. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2009.09.020.
 15. *Mebus C.A., Stair E.L., Rhodes M.B., Twiehaus M.J.* Neonatal calf diarrhea: propagation, attenuation, and characteristics of a coronavirus-like agent // *American Journal of Veterinary Research*. 1973. Vol. 34. P. 145–150.
 16. *Francoz D., Buczinski S., Bélanger A.M., Forté G., Labrecque O., Tremblay D., Wellems V., Dubuc J.* Respiratory pathogens in Québec dairy calves and their relationship with clinical status, lung consolidation, and average daily gain // *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2015. Vol. 29. P. 381–387. DOI: 10.1111/jvim.12531.
 17. *Gomez D.E., Weese J.S.* Viral enteritis in calves // *Canadian Veterinary Journal*. 2017. Vol. 58 (12). P. 1267–1274.
 18. *Saif L.J.* Winter Dysentery // *Food Animal Practice*. 2009. P. 112–114. DOI: 10.1016/B978-141603591-6.10026-0.
 19. *Saif L.J.* A review of evidence implicating bovine coronavirus in the etiology of winter dysentery in cows: an enigma resolved? // *Cornell Veterinary Medicine*. 1990. Vol. 80. P. 303.
 20. *Tsunemitsu H., El-Kanawati Z.R., Smith D.R., Reed H.H., Saif L.J.* Isolation of coronaviruses antigenically indistinguishable from bovine coronavirus from wild ruminants with diarrhea // *Journal of Clinical Microbiology*. 1995. Vol. 33. P. 3264.
 21. *Benfeld D.A., Saif L.J.* Cell culture propagation of a coronavirus isolated from cows with winter dysentery // *Journal of Clinical Microbiology*. 1990. Vol. 28. P. 1454.
 22. *Мищенко В.А., Думова В.В., Черных О.Ю., Киселев М.Ю., Мищенко А.В., Бакунов И.Н., Кононов А.В.* Распространение коронавируса крупного рогатого скота у жвачных животных // *Ветеринария*. 2010. № 9. С. 18–21.
 23. *Callow K.A., Parry H.F., Sergeant M., Tyrrell D.A.* The time course of the immune response to experimental coronavirus infection

- of man // *Epidemiology and Infection*. 1999. Vol. 105. P. 435–446.
24. Callebaut P., Cox E., Pensaert M., Van Deun K. Induction of milk IgA antibodies by porcine respiratory coronavirus infection // *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 1990. Vol. 276. P. 421–428.
 25. Storz J., Stine L., Liem A., Anderson G.A. Coronavirus isolation from nasal swab samples in cattle with signs of respiratory tract disease after shipping // *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1996. Vol. 208. P. 1452–1455.
 26. Storz J., Purdy C.W., Lin X., Burrell M., Truax R.E., Briggs R.E., Frank G.H., Loan R.W. Isolation of respiratory bovine coronavirus, other cytotidal viruses, and *Pasteurella* spp. from cattle involved in two natural outbreaks of shipping fever // *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2000. Vol. 216. P. 1599–1604. DOI: 10.2460/javma.2000.216.1599.
 27. Lau S.K., Woo P.C., Yip C.C., Fan R.Y., Huang Y., Wang M., Guo R., Lam C.S., Tsang A.K., Lai K.K., Chan K.H., Che X.Y., Zheng B.J., Yuen K.Y. Isolation and characterization of a novel Betacoronavirus subgroup A coronavirus, rabbit coronavirus HKU14, from domestic rabbits // *Journal of Virology*. 2012. Vol. 86. P. 5481–5496. DOI: 10.1128/JVI.06927-11.
 28. Vijgen L., Keyaerts E., Lemey P., Maes P., Van Reeth K., Nauwynck H., Pensaert M., Van Ranst M. Evolutionary history of the closely related group 2 coronaviruses: porcine hemagglutinating encephalomyelitis virus, bovine coronavirus, and human coronavirus OC43 // *Journal of Virology*. 2006. Vol. 80. P. 7270–7274. DOI:10.1128/JVI.02675-05.
 20. Hasoksuz M., Alekseev K., Vlasova A., Zhang X., Spiro D., Halpin R., Wang S., Ghedin E., Saif L.J. Biologic, antigenic, and full-length genomic characterization of a bovine-like coronavirus isolated from a giraffe // *Journal of Virology*. 2007. Vol. 81. P. 4981–4990. DOI: 10.1128/JVI.02361-06.
 30. Amer H.M. Bovine-like coronaviruses in domestic and wild ruminants // *Animal Health Research Reviews*. 2018. Vol. 19. P. 113–124.
 31. Decaro N., Martella V., Elia G., Campolo M., Mari V., Desario C., Lucente M., Lorusso A., Greco G., Corrente M., Tempesta M., Buonavoglia C. Biological and genetic analysis of a bovine-like coronavirus isolated from water buffalo (*Bubalus bubalis*) calves // *Virology*. 2008b. Vol. 370. P. 213–222. DOI: 10.1016/j.virol.2007.08.031.
 32. Decaro N., Cirone F., Mari V., Nava D., Tinelli A., Elia G., Sarno A., Martella V., Colaianni M., Aprea G., Tempesta M., Buonavoglia C. Characterisation of bubaline coronavirus strains associated with gastroenteritis in water buffalo (*Bubalus bubalis*) calves // *Veterinary Microbiology*. 2010b. Vol. 145. P. 245–251. DOI: 10.1016/j.vetmic.2010.04.010.
 33. Muñoz M., Alvarez M., Lanza I., Cármenes P. Role of enteric pathogens in the aetiology of neonatal diarrhoea in lambs and goat kids in Spain // *Epidemiology and Infection*. 1996. Vol. 117. P. 203–211.
 34. Özmen O., Yukari B., Haligur M., Sahinduran S. Observations and immunohistochemical detection of Coronavirus, *Cryptosporidium parvum* and *Giardia intestinalis* in neonatal diarrhoea in lambs and kids // *Schweizer Archiv Fur Tierheilkunde*. 2006. Vol. 148. P. 357–364.
 35. Yang D.K., Hwang I.J., Kim B.H., Kweon C.H., Lee K.W., Kang M.I., Lee C.S., Cho K.O. Sero-surveillance of viral diseases in Korean native goats (*Capra hircus*) // *Journal of Veterinary Medical Sciences*. 2008. Vol. 70. P. 977–979. DOI: 10.1292/jvms.70.977.
 36. Wünschmann A., Frank R., Pomeroy K., Kapil S. Enteric corona-virus infection in a juvenile dromedary (*Camelus dromedarius*) // *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 2002. Vol. 14. P. 441–444.
 37. Woo P.C., Lau S.K., Wernery U., Wong E.Y., Tsang A.K., Johnson B., Yip C.C., Lau C.C., Sivakumar S., Cai J.P., Fan R.Y., Chan K.H., Mareena R., Yuen K.Y. Novel betacoronavirus in dromedaries of the Middle East, 2013 // *Emerging Infectious Diseases*. 2014. Vol. 20. P. 560–572. DOI: 10.3201/eid2004.131769.
 38. Sabir J.S., Lam T.T., Ahmed M.M., Li L., Shen Y., Abo-Aba S.E., Qureshi M.I., Abu-Zeid M., Zhang Y., Khiyami M.A., Alharbi N.S., Hajrah N.H., Sabir M.J., Mutwakil M.H., Kabli S.A., Alsulaimany F.A., Obaid A.Y., Zhou B., Smith D.K., Holmes E.C., Zhu H., Guan Y. Co-circulation of three camel coronavirus species and recombination of MERS-CoVs // *Saudi Arabia Science*. 2016. Vol. 351. P. 81–84. DOI: 10.1126/science.aac8608.
 39. Crossley B.M., Mock R.E., Callison S.A., Hietala S.K. Identification and characterization of a novel alpaca respiratory coronavirus most closely related to the human coronavirus 229E // *Viruses*. 2012. Vol. 4. P. 3689–3700. DOI: 10.3390/v4123689.

40. *Cebra C.K.* Diarrhea in llama and alpaca crias // *The AABP Proceedings*. 2007. Vol. 40. P. 170–173.
41. *Chouljenko V.N., Lin X.Q., Storz J., Kousoulas K.G., Gorbalenya A.E.* Comparison of genomic and predicted amino acid sequences of respiratory and enteric bovine coronaviruses isolated from the same animal with fatal shipping pneumonia // *Journal of General Virology*. 2001. Vol. 82. P. 2927–2933. DOI: 10.1099/0022-1317-82-12-2927.
42. *Jin L., Cebra C.K., Baker R.J., Mattson D.E., Cohen S.A., Alvarado D.E., Rohrmann G.F.* Analysis of the genome sequence of an alpaca coronavirus // *Virology*. 2007. Vol. 365. P. 198–203. DOI: 10.1016/j.virol.2007.03.035.
43. *Crossley B., Barr B., Magdesian K.G., Ing M., Mora D., Jensen D., Loretti A., McConnell T., Mock R.* Identification of a novel coronavirus possibly associated with acute respiratory syndrome in alpacas (*Vicugna pacos*) in California, 2007. // *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 2010. Vol. 22. P. 94–97. DOI: 10.1177/104063871002200118.
44. *Elazhary M.A., Frechette J.L., Silim A., Roy R.S.* Serological evidence of some bovine viruses in the caribou (*Rangifer tarandus caribou*) in Quebec // *Journal of Wildlife Diseases*. 1981. Vol. 17. P. 609–612. DOI: 10.7589/0090-3558-17.4.609.
45. *Smits J.E.* Elk diseases survey in western Canada and northwestern United States // In *Brown R.D. (ed.) The Biology of Deer*. NY: Springer-Verlag, 1992. P. 101–106.
46. *Majhdi F., Minocha H.C., Kapil S.* Isolation and characterization of a coronavirus from elk calves with diarrhea // *Journal of Clinical Microbiology*. 1997. Vol. 35. P. 2937–2942.
47. *Kim J.H., Jang J.H., Yoon S.W., Noh J.Y., Ahn M.J., Kim Y., Jeong D.G., Kim H.K.* Detection of bovine coronavirus in nasal swab of non-captive wild water deer, Korea // *Transboundary and Emerging Diseases*. 2018. Vol. 65. P. 627–631. DOI: 10.1111/tbed.12847.
48. *Chasey D., Reynolds D.J., Bridger J.C., Debney T.G., Scott A.C.* Identification of coronaviruses in exotic species of Bovidae // *Veterinary Record*. 1984. Vol. 115. P. 602–603. DOI: 10.1136/vr.115.23.602.
49. *Haigh J.C., Mackintosh C., Griffin F.* Viral, parasitic and prion diseases of farmed deer and bison // *Revue Scientifique Et Technique*. 2002. Vol. 21. P. 219–248. DOI: 10.20506/rst.21.2.1331.
50. *Berezowski J.* Diseases of Bison. 2001. Available at <http://www.usask.ca/wcvm/herdmed/specialstock/bison/bisondis.html>.
51. *Chung J.E., Kim H.R., Bae Y.C., Lee O.S., Oem J.K.* Detection and characterization of bovine-like coronaviruses from four species of zoo ruminants // *Veterinary Microbiology*. 2011. Vol. 148. P. 396–401. DOI: 10.1016/j.vetmic.2010.08.035.
52. *Hasoksuz M., Alekseev K., Vlasova A., Zhang X., Spiro D., Halpin R., Wang S., Ghedin E., Saif L.J.* Biologic, antigenic, and full-length genomic characterization of a bovine-like coronavirus isolated from a giraffe // *Journal of Virology*. 2007. Vol. 81. P. 4981–4990. DOI: 10.1128/JVI.02361-06.
53. *Alekseev K.P., Vlasova A.N., Jung K., Hasoksuz M., Zhang X., Halpin R., Wang S., Ghedin E., Spiro D., Saif L.J.* Bovine-like coronaviruses isolated from four species of captive wild ruminants are homologous to bovine coronaviruses, based on complete genomic sequences // *Journal of Virology*. 2008. Vol. 82. P. 12422–12431. DOI: 10.1128/JVI.01586-08.

REFERENCES

1. *Brian D.A., Baric R.S.* Coronavirus genome structure and replication. *Current Topics in Microbiology and Immunology*, 2005, vol. 287, pp. 1–30.
2. *De Groot R.J., Baker S.C., Baric R., Enjuanes L., Gorbalenya A.E., Holmes K.V., Perlman S., Poon L., Rottier P.J.M., Talbot P.J., Woo P.C.Y., Ziebuhr J.* Family Coronaviridae. In *King A.M.Q., Adams M., Carstens E., Lefkowitz E. (eds). Virus Taxonomy. Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*. San Diego: Elsevier Science Publishing Co. 2012. Inc. P. 86–828.
3. *Decaro N., Mari V., Elia G., Addie D.D., Camero M., Lucente M.S., Martella V., Buonavoglia C.* Recombinant canine coronaviruses in dogs, Europe. *Emerging Infectious Diseases*, 2010a, vol. 16, pp. 41–47. DOI: 10.3201/eid1601.090726.
4. *Eckerle L.D., Becker M.M., Halpin R.A., Li K., Venter E., Lu X., Scherbakova S., Graham R.L., Baric R.S., Stockwell T.B., Spiro D.J., Denison M.R.* Infidelity of SARS-CoV Nsp14-exonuclease mutant virus replication is revealed by complete genome sequencing. *PLoS Pathogens*, 2010, vol. 6, e1000896. DOI: 10.1371/journal.ppat.1000896.

5. Drosten C., Kellam P., Memish Z.A. Evidence for camel-to-human transmission of MERS coronavirus. *New England Journal of Medicine*, 2014, vol. 371, pp. 1359–1360. DOI: 10.1056/NEJMc1409847.
6. L'vov D.K., Al'khovskii S.V., Kolobukhina L.V., Burtseva E.I. Etiologiya epidemicheskoi vspyshki COVID-19 v g. Ukhan' (provintsiya Khubei, Kitaiskaya Narodnaya Respublika), assotsiirovannoi s virusom 2019-nCoV (Nidovirales, Coronaviridae, Coronavirinae, Betacoronavirus, podrod Sarbecovirus): uroki epidemii SARS-CoV *virusologii* [Etiology of epidemic outbreaks COVID-19 in Wuhan, Hubei Province, Chinese People Republic, associated with 2019-nCoV (Nidovirales, Coronaviridae, Coronavirinae, Betacoronavirus, subgenus Sarbecovirus): lessons of SARS-CoV outbreak]. *Voprosy virusologii* [Problems of Virology], 2020, no. 65 (1), pp. 6–15. DOI: <https://doi.org/10.36233/0507-4088-2020-65-1-6-15>. (In Russian).
7. Decaro N., Martella V., Saif L.J., Buonavoglia C. COVID-19 from veterinary medicine and one health perspectives. *What animal coronaviruses have taught us. Research in Veterinary Science*, 2020, vol. 7 (131), pp. 21–23. DOI: 10.1016/j.rvsc.2020.04.009.
8. Lorusso A., Calistri P., Petrini A., Savini G., Decaro N. Novel coronavirus (SARS-CoV-2) epidemic: a veterinary perspective Article. *Veterinaria Italiana*, 2020, vol. 56 (1). DOI: 10.12834/VetIt.2173.11599.1
9. Saif L.J. Bovine respiratory coronavirus. *Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 2010, vol. 26, pp. 349–364. DOI: 10.1016/j.cvfa.2010.04.005.
10. Decaro N., Desario C., Elia G., Mari V., Lucente M.S., Cordioli P., Colaianni M.L., Martella V., Buonavoglia C. Serological and molecular evidence that canine respiratory coronavirus is circulating in Italy. *Veterinary Microbiology*, 2007, vol. 121, pp. 225–230. DOI: 10.1016/j.vetmic.2006.12.001.
11. Zhang X.M., Herbst W., Kousoulas K.G., Storz J. Biological and genetic characterization of a hemagglutinating coronavirus isolated from a diarrhoeic child. *Journal of Medical Virology*, 1994, vol. 44, pp. 152–161. DOI: 10.1002/jmv.1890440207.
12. Decaro N., Campolo M., Desario C., Cirone F., D'Abramo M., Lorusso E., Greco G., Mari V., Colaianni M.L., Elia G., Martella V., Buonavoglia C. Respiratory disease associated with bovine corona-virus infection in cattle herds in Southern Italy. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 2008a, vol. 20, pp. 28–32. DOI: 10.1177/104063870802000105.
13. Carman P.S., Hazlett M.J. Bovine coronavirus infection in Ontario 1990-1991. *Canadian Veterinary Journal*, 1992, vol. 33, pp. 812–814.
14. Bartels C.J.M., Holzhauer M., Jorritsma R., Swart WAJM, Lam TJGM. Prevalence, prediction and risk factors of enteropathogens in normal and non-normal faeces of young Dutch dairy calves. *Preventive Veterinary Medicine*, 2010, vol. 93, pp. 162–169. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2009.09.020.
15. Mebus C.A. Stair E.L., Rhodes M.B., Twiehaus M.J. Neonatal calf diarrhea: propagation, attenuation, and characteristics of a coronavirus-like agent. *American Journal of Veterinary Research*, 1973, vol. 34, pp. 145–150.
16. Francoz D., Buczinski S., Bélanger A.M., Forté G., Labrecque O., Tremblay D., Wellems V., Dubuc J. Respiratory pathogens in Québec dairy calves and their relationship with clinical status, lung consolidation, and average daily gain. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 2015, vol. 29, pp. 381–387. DOI: 10.1111/jvim.12531.
17. Gomez D.E., Weese J.S. Viral enteritis in calves. *Canadian Veterinary Journal*, 2017, vol. 58 (12), pp. 1267–1274.
18. Saif L.J. Winter Dysentery. *Food Animal Practice*, 2009, pp. 112–114. DOI: 10.1016/B978-141603591-6.10026-0.
19. Saif L.J. A review of evidence implicating bovine coronavirus in the etiology of winter dysentery in cows: an enigma resolved? *Cornell Veterinary Medicine*, 1990, vol. 80, pp. 303.
20. Tsunemitsu H., El-Kanawati Z.R., Smith D.R., Reed H.H., Saif L.J. Isolation of coronaviruses antigenically indistinguishable from bovine coronavirus from wild ruminants with diarrhea. *Journal of Clinical Microbiology*, 1995, vol. 33, pp. 3264.
21. Benfeld D.A., Saif L.J. Cell culture propagation of a coronavirus isolated from cows with winter dysentery. *Journal of Clinical Microbiology*, 1990, vol. 28, pp. 1454.
22. Mishchenko V.A., Dumova V.V., Chernykh O.Yu., Kiselev M.Yu., Mishchenko A.V., Bakunov I.N., Kononov A.V. Rasprostranenie koronavirusa krupnogo rogatogo skota u zhvachnykh zhivotnykh [Bovine coronavirus distribution in ruminants]. *Veterinariya* [Veterinary], 2010, no. 9, pp. 18–21. (In Russian).
23. Callow K.A., Parry H.F., Sergeant M., Tyrrell D.A. The time course of the immune re-

- sponse to experimental coronavirus infection of man. *Epidemiology and Infection*, 1999, vol. 105, p. 435–446.
24. Callebaut P., Cox E., Pensaert M., Van Deun K. Induction of milk IgA antibodies by porcine respiratory coronavirus infection. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1990, vol. 276, pp. 421–428.
 25. Storz J., Stine L., Liem A., Anderson G.A. Coronavirus isolation from nasal swab samples in cattle with signs of respiratory tract disease after shipping. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 1996, vol. 208, pp. 1452–1455.
 26. Storz J., Purdy C.W., Lin X., Burrell M., Truax R.E., Briggs R.E., Frank G.H., Loan R.W. Isolation of respiratory bovine coronavirus, other cytotidal viruses, and *Pasteurella* spp. from cattle involved in two natural outbreaks of shipping fever. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 2000, vol. 216, pp. 1599–1604. DOI: 10.2460/javma.2000.216.1599.
 27. Lau S.K., Woo P.C., Yip C.C., Fan R.Y., Huang Y., Wang M., Guo R., Lam C.S., Tsang A.K., Lai K.K., Chan K.H., Che X.Y., Zheng B.J., Yuen K.Y. Isolation and characterization of a novel Betacoronavirus subgroup A coronavirus, rabbit coronavirus HKU14, from domestic rabbits. *Journal of Virology*, 2012, vol. 86, pp. 5481–5496. DOI: 10.1128/JVI.06927-11.
 28. Vijgen L., Keyaerts E., Lemey P., Maes P., Van Reeth K., Nauwynck H., Pensaert M., Van Ranst M. Evolutionary history of the closely related group 2 coronaviruses: porcine hemagglutinating encephalomyelitis virus, bovine coronavirus, and human coronavirus OC43. *Journal of Virology*, 2006, vol. 80, pp. 7270–7274. DOI:10.1128/JVI.02675-05.
 29. Hasoksuz M., Alekseev K., Vlasova A., Zhang X., Spiro D., Halpin R., Wang S., Ghedin E., Saif L.J. Biologic, antigenic, and full-length genomic characterization of a bovine-like coronavirus isolated from a giraffe. *Journal of Virology*, 2007, vol. 81, pp. 4981–4990. DOI: 10.1128/JVI.02361-06.
 30. Amer H.M. Bovine-like coronaviruses in domestic and wild ruminants. *Animal Health Research Reviews*, 2018, vol. 19, pp. 113–124.
 31. Decaro N., Martella V., Elia G., Campolo M., Mari V., Desario C., Lucente M., Lorusso A., Greco G., Corrente M., Tempesta M., Buonavoglia C. Biological and genetic analysis of a bovine-like coronavirus isolated from water buffalo (*Bubalus bubalis*) calves. *Virology*, 2008b, vol. 370, pp. 213–222. DOI: 10.1016/j.virol.2007.08.031.
 32. Decaro N., Cirone F., Mari V., Nava D., Tinelli A., Elia G., Sarno A., Martella V., Colaianni M., Aprea G., Tempesta M., Buonavoglia C. Characterisation of bubaline coronavirus strains associated with gastroenteritis in water buffalo (*Bubalus bubalis*) calves. *Veterinary Microbiology*, 2010b, vol. 145, p. 245–251. DOI: 10.1016/j.vetmic.2010.04.010.
 33. Muñoz M., Alvarez M., Lanza I., Cármenes P. Role of enteric pathogens in the aetiology of neonatal diarrhoea in lambs and goat kids in Spain. *Epidemiology and Infection*, 1996, vol. 117, pp. 203–211.
 34. Ozmen O., Yukari B., Haligur M., Sahinduran S. Observations and immunohistochemical detection of Coronavirus, *Cryptosporidium parvum* and *Giardia intestinalis* in neonatal diarrhoea in lambs and kids. *Schweizer Archiv Fur Tierheilkunde*, 2006, vol. 148, pp. 357–364.
 35. Yang D.K., Hwang I.J., Kim B.H., Kweon C.H., Lee K.W., Kang M.I., Lee C.S., Cho K.O. Sero-surveillance of viral diseases in Korean native goats (*Capra hircus*). *Journal of Veterinary Medical Sciences*, 2008, vol. 70, pp. 977–979. DOI: 10.1292/jvms.70.977.
 36. Wünschmann A., Frank R., Pomeroy K., Kapil S. Enteric corona-virus infection in a juvenile dromedary (*Camelus dromedarius*). *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 2002, vol. 14, pp. 441–444.
 37. Woo P.C., Lau S.K., Wernery U., Wong E.Y., Tsang A.K., Johnson B., Yip C.C., Lau C.C., Sivakumar S., Cai J.P., Fan R.Y., Chan K.H., Mareena R., Yuen K.Y. Novel betacoronavirus in dromedaries of the Middle East, 2013. *Emerging Infectious Diseases*, 2014, vol. 20, pp. 560–572. DOI: 10.3201/eid2004.131769.
 38. Sabir J.S., Lam T.T., Ahmed M.M., Li L., Shen Y., Abo-Aba S.E., Qureshi M.I., Abu-Zeid M., Zhang Y., Khiyami M.A., Alharbi N.S., Hajrah N.H., Sabir M.J., Mutwakil M.H., Kabli S.A., Alsulaimany F.A., Obaid A.Y., Zhou B., Smith D.K., Holmes E.C., Zhu H., Guan Y. Co-circulation of three camel coronavirus species and recombination of MERS-CoVs. *Saudi Arabia Science*, 2016, vol. 351, pp. 81–84. DOI: 10.1126/science.aac8608.
 39. Crossley B.M., Mock R.E., Callison S.A., Hietala S.K. Identification and characterization of a novel alpaca respiratory coronavirus most closely related to the human coronavirus 229E. *Viruses*, 2012, vol. 4, pp. 3689–3700. DOI: 10.3390/v4123689.

40. Cebra C.K. Diarrhea in llama and alpaca crias. *The AABP Proceedings*, 2007, vol. 40, pp. 170–173.
41. Chouljenko V.N., Lin X.Q., Storz J., Kousoulas K.G., Gorbalenya A.E. Comparison of genomic and predicted amino acid sequences of respiratory and enteric bovine coronaviruses isolated from the same animal with fatal shipping pneumonia. *Journal of General Virology*, 2001, vol. 82, pp. 2927–2933. DOI: 10.1099/0022-1317-82-12-2927.
42. Jin L., Cebra C.K., Baker R.J., Mattson D.E., Cohen S.A., Alvarado D.E., Rohrmann G.F. Analysis of the genome sequence of an alpaca coronavirus. *Virology*, 2007, vol. 365, pp. 198–203. DOI: 10.1016/j.virol.2007.03.035.
43. Crossley B., Barr B., Magdesian K.G., Ing M., Mora D., Jensen D., Loretto A., McConnell T., Mock R. Identification of a novel coronavirus possibly associated with acute respiratory syndrome in alpacas (*Vicugna pacos*) in California, 2007. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 2010, vol. 22, pp. 94–97. DOI: 10.1177/104063871002200118.
44. Elazhary M.A., Frechette J.L., Silim A., Roy R.S. Serological evidence of some bovine viruses in the caribou (*Rangifer tarandus caribou*) in Quebec. *Journal of Wildlife Diseases*, 1981, vol. 17, pp. 609–612. DOI: 10.7589/0090-3558-17.4.609.
45. Smits J.E. Elk diseases survey in western Canada and northwestern United States. In Brown R.D. (ed.) *The Biology of Deer*. NY: Springer-Verlag, 1992, pp. 101–106.
46. Majhdi F., Minocha H.C., Kapil S. Isolation and characterization of a coronavirus from elk calves with diarrhea. *Journal of Clinical Microbiology*, 1997, vol. 35, pp. 2937–2942.
47. Kim J.H., Jang J.H., Yoon S.W., Noh J.Y., Ahn M.J., Kim Y., Jeong D.G., Kim H.K. Detection of bovine coronavirus in nasal swab of non-captive wild water deer, Korea. *Transboundary and Emerging Diseases*, 2018, vol. 65, pp. 627–631. DOI: 10.1111/tbed.12847.
48. Chasey D., Reynolds D.J., Bridger J.C., Debney T.G., Scott A.C. Identification of coronaviruses in exotic species of Bovidae. *Veterinary Record*, 1984, vol. 115, pp. 602–603. DOI: 10.1136/vr.115.23.602.
49. Haigh J.C., Mackintosh C., Griffin F. Viral, parasitic and prion diseases of farmed deer and bison. *Revue Scientifique Et Technique*, 2002, vol. 21, pp. 219–248. DOI: 10.20506/rst.21.2.1331.
50. Chung J.E., Kim H.R., Bae Y.C., Lee O.S., Oem J.K. Detection and characterization of bovine-like coronaviruses from four species of zoo ruminants. *Veterinary Microbiology*, 2011, vol. 148, pp. 396–401. DOI: 10.1016/j.vetmic.2010.08.035.
51. Hasoksuz M., Alekseev K., Vlasova A., Zhang X., Spiro D., Halpin R., Wang S., Ghedin E., Saif L.J. Biologic, antigenic, and full-length genomic characterization of a bovine-like coronavirus isolated from a giraffe. *Journal of Virology*, 2007, vol. 81, pp. 4981–4990. DOI: 10.1128/JVI.02361-06.
52. Alekseev K.P., Vlasova A.N., Jung K., Hasoksuz M., Zhang X., Halpin R., Wang S., Ghedin E., Spiro D., Saif L.J. Bovine-like coronaviruses isolated from four species of captive wild ruminants are homologous to bovine coronaviruses, based on complete genomic sequences. *Journal of Virology*, 2008, vol. 82, pp. 12422–12431. DOI: 10.1128/JVI.01586-08.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Глотов А.Г.**, доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, а/я 463; e-mail: glotov_vet@mail.ru

Глотова Т.И., доктор биологических наук, главный научный сотрудник; e-mail: t-glотова@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Glotov A.G.**, Doctor of Science in Veterinary Medicine, Head Researcher; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: glotov_vet@mail.ru

Glотова T.I., Doctor of Science in Biology, Head Researcher; e-mail: t-glотова@mail.ru

Дата поступления статьи 12.04.2020
Received by the editors 12.04.2020

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ РОДСТВА И ГЕНЕТИЧЕСКОГО СХОДСТВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ГЕРЕФОРДОВ СИБИРИ

Инербаев Б.О., Храмцова И.А., Инербаева А.Т.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

Для цитирования: Инербаев Б.О., Храмцова И.А., Инербаева А.Т. Влияние степени родства и генетического сходства на продуктивность герефурдов Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 3. С. 62–68. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-6.

For citation: Inerbayev B.O., Khramtsova I.A., Inerbayeva A.T. Vliyanie stepeni rodstva i geneticheskogo skhodstva na produktivnost' gerefurdov Sibiri [Influence of degree of kinship and genetic similarity on productivity of Siberian Herefords]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2020, vol. 50, no. 3, pp. 62–68. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-6.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict interest.

Представлены результаты изучения влияния степени родства и генетического сходства родительских пар на мясную продуктивность крупного рогатого скота герефордской породы. Повышение гомозиготности в стадах герефордского скота в Сибири может снижать результативность селекционно-племенной работы. Установлено, что варианты подбора родительских пар оказали достоверное влияние ($p < 0,01–0,001$) на формирование мясной продуктивности потомства. Превосходство по живой массе на 31–47 кг в 3 и 5 лет имели коровы от отдаленного инбридинга и аутбредных (неродственных) родителей в сравнении с близкородственными. Самые высокие показатели живой массы (16–66 кг) имел молодняк, полученный от аутбредного подбора родительских пар, по сравнению со сверстниками, полученными от близкородственного спаривания. Бычки от 8- до 15-месячного возраста, полученные от спаривания неродственных родителей, превосходили сверстников от близкородственного на 105 г (14%), умеренного на 87 (11%) и отдаленного на 69 г (9%). Низкие значения этого показателя с возрастом до 18 мес являются следствием влияния большего количества факторов (генотип, молочность матери, условия содержания) в начальной стадии формирования организма. Бычки и телки со средней степенью генетического сходства родительских пар во всех возрастах имели лучшие показатели по живой массе в сравнении с аналогами, что обусловлено наследственностью, сформировавшейся от обоих родителей. Дисперсионным

INFLUENCE OF DEGREE OF KINSHIP AND GENETIC SIMILARITY ON PRODUCTIVITY OF SIBERIAN HEREFORDS

Inerbayev B.O., Khramtsova I.A., Inerbayeva A.T.

*Siberian Federal Scientific Centre
of AgroBioTechnologies
of the Russian Academy of Sciences*
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

The results of studying the influence of the degree of kinship and genetic similarity of parental pairs on meat productivity of Hereford cattle are presented. An increase in homozygosity in herds of Hereford cattle in Siberia may reduce the effectiveness of breeding work. It was found that the selection of parental couples had a significant effect ($p < 0.01–0.001$) on the formation of offspring meat productivity. Cows from distant inbreeding and outbred (unrelated) parents were superior in live weight by 31–47 kg at the age of 3 and 5 years compared to closely related ones. The highest live weight ratios (16–66 kg) were observed in young animals obtained from outbred selection of parental couples compared to their peers obtained from closely related mating. Bull-calves from 8 to 15 months old, obtained from mating of unrelated parents, exceeded their peers from closely related mating by 105 g (14%), moderately related – by 87 g (11%) and distant – by 69 g (9%). Low values of this indicator for the age-group of up to 18 months result from a large number of factors (genotype, maternal milk production, housing conditions) in the initial stage of organism formation. Bull-calves and heifers with an average degree of genetic similarity of parental couples at all ages had better live weight compared to their peers, due to heredity formed from both parents. A dispersion analysis of the data established a reliable effect ($p < 0.001$) of the degree of genetic similarity of the parental pairs on the amount of live weight. The study of the degree of kinship and genetic similarity of parental

анализом данных установлено достоверное ($p < 0,001$) влияние степени генетического сходства родительских пар на величину живой массы. Исследование степени родства и генетического сходства родительских пар позволит получить наиболее точные и достоверные данные о племенной ценности герефордского скота сибирской селекции.

Ключевые слова: живая масса, среднесуточный прирост, степень родства, генетическое сходство, инбридинг, герефордская порода

ВВЕДЕНИЕ

В селекции по мясному скотоводству применяют разные варианты подбора родительских пар. От их оптимального использования зависит увеличение продуктивности животных путем наследственного закрепления в потомстве признаков и степень консолидированности стад по определенной породе. В отечественной селекционной работе различают несколько видов родства при подборе животных для заказного спаривания. Одним из них является инбридинг, который имеет большое значение, несмотря на негативные последствия тесного родственного спаривания [1–6].

Длительное разведение животных в тесном родстве биологически отличается от умеренного и дальнего инбридинга. При умеренном инбридинге гомозиготность возрастает незначительно, однако сильно увеличивается влияние выдающегося предка на генотип потомства, т.е. генетическое сходство. В современных научных работах по генетике обсуждается проблема о том, что причина вредного действия родственного спаривания заключается в нарастании гомозиготности у инбредных особей [7–11].

В связи с длительным (с 1960 г.) разведением герефордов в Сибири возникла необходимость изучения влияния степени родства и генетического сходства родительских пар на продуктивность животных [12, 13].

Цель работы – изучить влияние степени родства и генетического сходства родительских пар на мясную продуктивность крупного рогатого скота герефордской породы.

pairs will allow to obtain the most accurate and reliable data on the breeding value of Hereford cattle of Siberian selection.

Keywords: live weight, daily average gain, degree of kinship, genetic similarity, inbreeding, Hereford breed

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследований стали животные герефордской породы сибирской репродукции. Изучена мясная продуктивность племенных коров, бычков и телок в зависимости от степени родства родительских пар: близкородственной, умеренной, отдаленной и аутбредной. По общепринятым методикам определены живая масса животных основных половозрастных групп, полученных от разных вариантов подбора родительских пар, и среднесуточный прирост бычков от 8- до 15-месячного возраста.

Для того чтобы изучить генетическое сходство родителей, все стадо животных нужно было протестировать по 8 генетическим системам групп крови: АН, В, С, F, L, J, М, S. Коэффициент генетического сходства между родительскими парами рассчитан по формуле Сорокова, Машурова:

$$C = Abi + Abi / Ab + Ac,$$

где С – коэффициент сходства, Abi и Ac_i – число идентичных антигенов, Ab и Ac – общее число антигенов у сравниваемых особей¹.

Сформированы 3 группы бычков и телок ($n = 10$) в зависимости от степени сходства родительских пар: 1-я – животные от низкого генетического сходства (0,1–0,4), 2-я – среднего (0,41–0,6), 3-я – высокого (0,61–0,9).

Изучено влияние на мясную продуктивность животных вариантов подбора родителей и степени генетического сходства родительских пар путем однофакторного дисперсионного анализа. Материалы экспериментов обработаны с помощью статистической программы Snedecor².

¹Храмцова И.А. Влияние генетического сходства родителей и живой массы коров на рост молодняка и результаты оценки быков-производителей по качеству потомства: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Новосибирск, 2005. 23 с.

²Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. 2-е изд. Краснообск: РПО СО РАСХН, 2010. 237 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В мясном скотоводстве живая масса – основной показатель продуктивности животного. Показатели живой массы животных, полученных от родителей с различной степенью родства, представлены в табл. 1 и 2.

В возрасте трех лет коровы от близкородственных родителей уступали по живой массе аналогам на 11–37 кг, или 3–8%. При этом превосходство сверстниц, полученных от отдаленного и аутбредного степеней родства, статистически достоверно на уровне $p < 0,01$ – $0,001$. В 5 лет у коров от близкородственного спаривания живая масса была на 29–47 кг меньше (6–10%) при $p < 0,01$ – $0,001$.

Табл. 1. Живая масса коров, кг

Table. 1. Live weight of cows, kg

Степень родства	Статистический показатель	Возраст коров, лет	
		3	5
Близкородственная	<i>n</i>	28	28
	$M \pm m$	$450 \pm 7,1$	$486 \pm 7,6$
	<i>Cv</i>	4,2	8,3
Умеренная	<i>n</i>	30	30
	$M \pm m$	$461 \pm 3,3$	$515 \pm 6,3^{**}$
	<i>Cv</i>	1,6	6,7
Отдаленная	<i>n</i>	33	33
	$M \pm m$	$481 \pm 7,6^{**}$	$524 \pm 6,2^{***}$
	<i>Cv</i>	3,5	6,8
Аутбредная	<i>n</i>	28	28
	$M \pm m$	$487 \pm 4,5^{***}$	$533 \pm 8,8^{***}$
	<i>Cv</i>	2,1	8,8

Здесь и далее:

* $p < 0,05$.

** $p < 0,01$.

*** $p < 0,001$.

Табл. 2. Живая масса молодняка, кг

Table. 2. Live weight of young cattle, kg

Степень родства	Статистический показатель	Бычки		Телки	
		Возраст, мес			
		8	15	8	15
Близкородственная	<i>n</i>	6	6	28	28
	<i>M</i> ± <i>m</i>	206 ± 14,4	365 ± 19,7	207 ± 5,2	313 ± 7,5
	<i>Cv</i>	17,1	13,3	13,3	12,6
Умеренная	<i>n</i>	24	24	30	30
	<i>M</i> ± <i>m</i>	216 ± 4,7	378 ± 10,8	215 ± 4,6	332 ± 6,9
	<i>Cv</i>	10,7	13,9	11,6	11,4
Отдаленная	<i>n</i>	14	14	33	33
	<i>M</i> ± <i>m</i>	232 ± 7,2	397 ± 16,5	212 ± 4,2	323 ± 6,4
	<i>Cv</i>	11,7	15,5	11,5	11,4
Аутбредная	<i>n</i>	38	38	28	28
	<i>M</i> ± <i>m</i>	225 ± 4,2	406 ± 7,8	223 ± 5,8*	339 ± 6,7*
	<i>Cv</i>	11,6	11,8	13,7	10,4

Самая низкая живая масса отмечена у телок и бычков всех возрастов от близкородственного спаривания (см. табл. 2).

Известно, что от среднесуточного прироста зависит величина живой массы (см. рис. 1). Лидерами по скорости роста оказались бычки, полученные от спаривания неродственных родителей. Превосходство их над сверстниками от близкородственного спаривания составило 105 г (14%), умеренно – 87 (11%), отдаленного – 69 г (9%).

Статистический дисперсионный анализ полученных данных показал, что степень родства родительских пар оказывает досто-

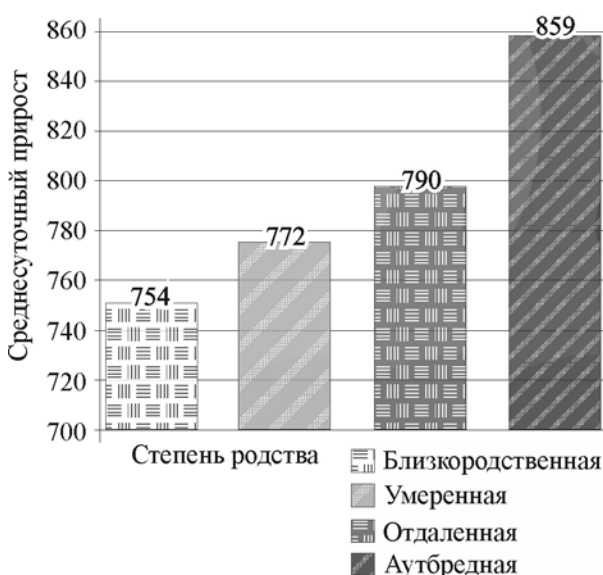


Рис. 1. Среднесуточный прирост живой массы бычков от 8- до 15-месячного возраста, г

Fig. 1. Average daily increase in live weight of bull-calves from 8 to 15 months of age, g

верное влияние на формирование продуктивности потомства. Низкие значения этого показателя до возраста животных 18 мес являются следствием влияния большего количества факторов (генотип, молочность матери, условия содержания) в начальной стадии формирования организма (см. табл. 3).

Сложившаяся тенденция в популяции животных герефордской породы в Сибири подтверждается и при изучении влияния на мясную продуктивность генетического сходства родителей. Так, все стадо животных в племенном репродукторе «Златоустовское» Тогучинского района Новосибирской области протестировано по 8 генетическим системам групп крови (АН, В, С, F, L, J, M, S)³. Бычки и телки 2-й группы (средняя степень генетиче-

ского сходства родительских пар) во всех возрастах имели превосходство по сравнению с аналогами (см. табл. 4).

В результате проведенного дисперсионного анализа данных установлено достоверное ($p < 0,001$) влияние степени генетического сходства родительских пар на величину живой массы (см. рис. 2).

Табл. 3. Влияние степени родства родительских пар на продуктивность телок и коров, η^2_x

Живая масса	Сила влияния фактора, %	p
Возраст:		
8 мес	2,7	$< 0,01$
15 мес	5,2	$< 0,001$
18 мес	4,7	$< 0,001$
3 года	11,1	$< 0,01$
5 лет	18,5	$< 0,001$

Табл. 4. Динамика живой массы бычков и телок, кг

Table. 4. Dynamics of live weight of bull-calves and heifers, kg

Возраст, мес	Группа					
	1-я		2-я		3-я	
	$M \pm m$	Cv	$M \pm m$	Cv	$M \pm m$	Cv
Бычки						
n	9		47		44	
При рождении	$28,6 \pm 0,6$	6,6	$28,9 \pm 0,3$	7,7	$28,3 \pm 0,3$	6,9
6	$151 \pm 2,8$	5,6	$170 \pm 0,6^{***}$	2,7	$165 \pm 0,7^{***}$	2,8
8	$197 \pm 2,7$	4,0	$217 \pm 1,2^{***}$	3,9	$207 \pm 1,1^{**}$	3,5
12	$292 \pm 1,4$	5,6	$303 \pm 0,8^{***}$	1,8	$295 \pm 0,9^*$	1,9
Телки						
n	10		73		43	
При рождении	$27,5 \pm 0,3$	3,1	$28,0 \pm 0,2$	4,8	$27,8 \pm 0,2$	4,9
6	$152 \pm 1,5$	3,2	$173 \pm 0,9^{***}$	4,4	$154 \pm 1,2$	5,2
8	$190 \pm 4,4$	7,3	$203 \pm 1,1^{***}$	4,7	$181 \pm 1,9$	6,9
12	$256 \pm 2,4$	2,9	$277 \pm 1,9^{***}$	5,9	$261 \pm 1,5$	3,7

³Инербаев Б.О. Селекционные и технологические особенности совершенствования племенных и продуктивных качеств скота герефордской породы сибирской популяции: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Новосибирск, 2006. 42 с.

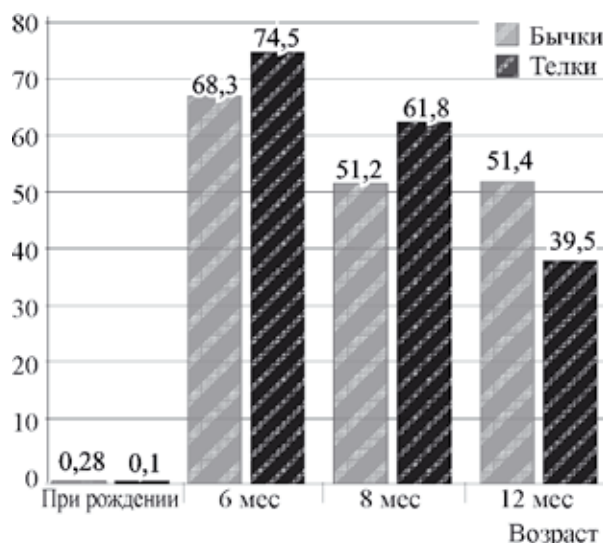


Рис. 2. Влияние степени генетического сходства родительских пар на живую массу бычков и телок, η^2_x

Fig. 2. Influence of the degree of genetic similarity of parental pairs on live weight of bull-calves and heifers, η^2_x

Влияние степени генетического сходства на живую массу при рождении недостоверно, что также подтверждает зависимость величины этого признака от породной принадлежности и физиологического состояния коровы.

Установлено максимальное влияние степени генетического сходства родительских пар на живую массу телят в 6 мес (68,3; 74,5%). Это объясняется тем, что до 6-месячного возраста телята находятся на полном подсосе под матерями. Дополнительная подкормка позволяет им наиболее полно реализовать генетический потенциал роста. После 6-месячного возраста сила влияния фактора снижается, что прежде всего обусловлено большим влиянием средовых факторов и отъема молодняка от матерей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Самые высокие показатели живой массы получены у потомства от неродственных аутбредных родителей. Сложившаяся тенденция является следствием высокой однородности популяции герефордского скота сибирской селекции. Превосходство аутбредных животных обусловлено разнородностью родительских пар, что обеспечивает внутривидовой гетерозис. Дисперсионным анализом данных установлено достоверное ($p < 0,001$) влияние степени генетического сходства родительских пар на величину живой массы бычков и телок. В племенной работе с герефордским скотом сибирской репродукции необходимо учитывать степень родства и генетического сходства родительских пар, что позволит получить наиболее точные и достоверные данные о племенной ценности животных. От этого будут зависеть интенсивность селекции и достижение намеченных показателей при улучшении конкретной популяции крупного рогатого скота.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Заднепрятский И.П., Ранделин А.В.* Инбридинг в практике разведения герефордов // Зоотехния. 2000. № 3. С. 8–11.

2. *Костомахин Н.М., Воронкова О.А., Габедва М.А.* Продуктивные и воспроизводительные качества коров в зависимости от степени инбридинга // Главный зоотехник. 2019. № 5. С. 11–16.
3. *Хакимов И.Н., Григорьев В.С., Мударисов Р.М.* Улучшение экстерьера молодняка герефордской породы мясного скота методом интербридинга // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 2. С. 44–50.
4. *Вишневский С.Н.* Системный анализ компонентов крови телок абердин-ангусской породы с отдаленным инбридингом // Вестник Оренбургского государственного университета. 2010. № 10 (116). С. 102–105.
5. *Гармаев Д.Ц.* Технология мясного скотоводства в Республике Бурятия: монография. Улан-Удэ: Издательство БГСХА, 2007. 118 с.
6. *Герасимов Н.П., Джуламанов К.М.* Влияние варианта подбора родительских пар на проявление селекционных признаков у герефордских бычков // Вестник БГСХА. 2018. № 4 (53). С. 37–43.
7. *Донник И.М., Мырзин В.С., Лоретц О.Г.* Влияние инбридинга на живую массу коров, экономическая эффективность инбридинга и рекомендации производству // Аграрный вестник Урала. 2013. № 6 (112). С. 6–8.
8. *Джуламанов К.М., Дубовскова М.П.* Совершенствование генеалогической структуры скота герефордской породы – основа перспективного внутривидового типа // Вестник мясного скотоводства. 2006. Т. 1. № 59. С. 72–75.
9. *Шендаков А.И., Шендакова Т.А., Колобанова В.Н.* Мониторинг распространения инбридинга в стадах молочного скота Орловской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 6. С. 88–94.
10. *Инербаев Б.О., Борисов Н.В.* Качество говядины чистопородного и помесного скота Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 5. С. 45–51.
11. *Инербаев Б.О., Инербаева А.Т., Храмова И.А., Рагимов Г.И., Захаров Н.Б.* Племенные и продуктивные качества коров герефордской породы сибирской и канадской репродукций // Вестник НГАУ. 2016. № 3 (40). С. 185–192.
12. *Смирнова М.Ф., Сафронов С.Л., Сулоев А.М., Фомина Н.В.* Особенности роста и

развития молодняка герефордской породы в разных регионах России // Молочное и мясное скотоводство. 2015. № 8. С. 23–26.

13. Бактыгалиева А.Т., Джуламанов К.М., Урынбаева Г.Н. Приемы улучшения племенных ресурсов внутрипородных типов скота // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 3 (95). С. 34–40.

REFERENCES

1. Zadnepryanskii I.P., Randelin A.V. Zadnepryansky I.P., Randelin A.V. Inbreeding v praktike razvedeniya gerefordov [Inbreeding in the practice of Hereford breeding]. *Zootekhnika* [Zootechnika], 2000, no. 3, pp. 8–11. (In Russian).
2. Kostomakhin N.M., Voronkova O.A., Gابدava M.A. Produktivnye i vosproizvoditel'nye kachestva korov v zavisimosti ot stepeni inbridinga [Productive and reproductive traits of cows depending on the degree of inbreeding]. *Glavnyi zootekhnik* [Chief zootechnician], 2019, no. 5, pp. 11–16. (In Russian).
3. Khakimov I.N., Grigor'ev V.S., Mudarison R.M. Uluchshenie ekster'era molodnyaka gerefordskoi porody myasnogo skota metodom [Improvement of young Hereford beef cattle exterior by interbreeding method]. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo* [Animal Husbandry and Fodder Production], 2018, vol. 101, no. 2, pp. 44–50. (In Russian).
4. Vishnevskii S.N. Sistemnyi analiz komponentov krovi telok aberdin-angusskoi porody s otdalennym inbridingom [The system analysis of the components of the blood of heifers of Aberdeen-Angus species with the distant inbreeding]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* [Vestnik Orenburg State University], 2010, no. 10 (116), pp. 102–105. (In Russian).
5. Garmaev D.Ts. *Tekhnologiya myasnogo skotovodstva v Respublike Buryatiya* [Technology of beef cattle breeding in the Republic of Buryatia]. Ulan-Ude: Izdatel'stvo BGSKhA [Publishing House of Buryat State Academy of Agriculture], 2007, 118 p. (In Russian).
6. Gerasimov N.P., Dzhulamanov K.M. Vliyanie varianta podbora roditel'skikh par na proyavlenie selektsionnykh priznakov u gerefordskikh bychkov [The impact of mating system variant on the expression of selective traits in Hereford bull-calves]. *Vestnik BGSKhA* [Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture], 2018, no. 4 (53), pp. 37–43. (In Russian).
7. Donnik I.M., Mymrin V.S., Loretts O.G. Vliyanie inbridinga na zhivuyu massu korov, ekonomicheskaya effektivnost' inbridinga i rekomendatsii proizvodstvu [The influence of inbreeding on live weight of cows, the cost effectiveness of inbreeding and production recommendations]. *Agrarnyi vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2013, no. 6 (112), pp. 6–8. (In Russian).
8. Dzhulamanov K.M., Dubovskova M.P. Sovershenstvovanie genealogicheskoi struktury skota gerefordskoi porody – osnova perspektivnogo vnutripородного tipa [The improvement of the pedigree structure of the Hereford breed is the basis of the prospective pedigree type]. *Vestnik myasnogo skotovodstva* [The Herald of Beef Cattle Breeding], 2006, vol. 1, no. 59, pp. 72–75. (In Russian).
9. Shendakov A.I., Shendakova T.A., Kolobanova V.N. Monitoring rasprostraneniya inbridinga v stadakh molochного skota Orlovskoi oblasti [Monitoring the spread of inbreeding in dairy herds in the Orel region]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaystvennoi akademii* [Vestnik of Kursk State Agricultural Academy], 2018, no. 6, pp. 88–94. (In Russian).
10. Inerbaev B.O., Borisov N.V. Kachestvo govyadiny chistopородного i pomесного skota Sibiri [Beef quality of pure-bred and crossbred beef cattle of Siberia]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaystvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2018, vol. 48, no. 5, pp. 45–51. (In Russian).
11. Inerbaev B.O., Inerbaeva A.T., Khamtsova I.A., Ragimov G.I., Zakharov N.B. Plemennye i produktivnye kachestva korov gerefordskoi porody sibirskoi i kanadskoi reproduksii [Breeding and fertile abilities of Hereford cows of Siberian and Canadian reproduction]. *Vestnik NGAU* [Bulletin of Novosibirsk State Agrarian University], 2016, no. 3 (40), pp. 185–192. (In Russian).
12. Smirnova M.F., Safronov S.L., Suloev A.M., Fomina N.V. Osobennosti rosta i razvitiya molodnyaka gerefordskoi porody v raznykh regionakh Rossii [Features of growth and development of young Hereford breed in different regions of Russia]. *Molochное i myasное skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Farming], 2015, no. 8, pp. 23–26. (In Russian).

13. Baktygalieva A.T., Dzhulamanov K.M., Urynbayeva G.N. Priemy uluchsheniya plemennykh resursov vnutriporodnykh tipov skota [Techniques for the improvement of breed resources

inbreed types of livestock]. *Vestnik myasnogo skotovodstva* [The Herald of Beef Cattle Breeding], 2016, no. 3 (95), pp. 34–40. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Инербаев Б.О., доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией; e-mail: bazin60@nsk.ru

Храмцова И.А., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник; e-mail: sibnptig@ngs.ru

✉ **Инербаева А.Т.**, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник; **адрес для переписки**; Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, а/я 463; e-mail: atinerbaeva@yandex.ru

AUTHOR INFORMATION

Inerbayev B.O., Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher, Laboratory Head; e-mail: bazin60.nsk@mail.ru

Khramtsova I. A., Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher; e-mail: sibnptig@ngs.ru

✉ **Inerbayeva A.T.**, Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher; **address**: PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: atinerbaeva@yandex.ru

Дата поступления статьи 20.04.2020

Received by the editors 20.04.2020

ШЕРСТНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ОВЦЕМАТОК РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Монгуш С.С.

Тувинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
Республика Тыва, г. Кызыл, Россия

Для цитирования: Монгуш С.С. Шерстная продуктивность овцематок различного происхождения // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 3. С. 69–74. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-7.

For citation: Mongush S.S. Sherstnaya produktivnost ovtsamatok razlichnogo proiskhozhdeniya [Wool productivity of ewes of different origin]. *Sibirskii vestnik selskokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2020, vol. 50, no. 3, pp. 69–74. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-7.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

В статье представлены результаты сравнительного изучения шерстной продуктивности овцематок грубошерстной тувинской короткожирнохвостой и желательного типа тувинско-сараджинской полугрубошерстной пород. Исследования проведены в 2018, 2019 гг. в хозяйствах Республики Тыва. Для эксперимента сформированы две группы овцематок: контрольная (грубошерстной тувинской короткожирнохвостой породы) и опытная (полугрубошерстных тувинско-сараджинских помесей желательного типа). Исследования выхода чистого волокна и физико-технических свойств шерсти проведены согласно общепринятым методикам. Животные в период исследований находились в одинаковых условиях круглогодичного пастбищного содержания. Показатели настрига и физико-технических свойств шерсти помесных тувинско-сараджинских и чистопородных тувинских короткожирнохвостых овцематок значительно различались. Тувинско-сараджинские полугрубошерстные матки желательного типа превосходили местных тувинских сверстниц по настригу невыстиженной шерсти на 67,4%, выходу чистого волокна на 5,6%. При сравнении различных фракций шерстных волокон в шерсти помесных полугрубошерстных маток оказалось ости на 3,3% меньше, переходного волоса на 4,4% больше, чем в рунах тувинских маток. Исследование тонины шерстных волокон показало, что у тувинско-сараджинских маток пуховые переходные волокна толще (21,34; 57,45 мкм), ость тоньше (62,34 мкм) по сравнению с тувинскими матка-

WOOL PRODUCTIVITY OF EWES OF DIFFERENT ORIGIN

Mongush S.S.

Tuvinian Scientific Research Institute of
Agriculture
Kyzyl, Republic of Tuva, Russia

The article presents the results of the comparative study of sheep wool productivity of Tuva coarse-haired short-fat-tailed breed and the desired type of Tuva-Saradzha semi-coarse-haired breed. The study was conducted in 2018-2019 in the farms of the Republic of Tuva. For the experiment, two groups of ewes were formed: control (Tuva coarse-haired short-fat-tailed breed) and experimental (Tuva-Saradzha semi-coarse crossbreeds of the desired type). The study of the yield of pure fiber and the physical and technical properties of the wool were carried out according to generally accepted methods. During the study animals were in the same conditions of a year-round pasture management. The amount of wool shorn and the physical and technical properties of wool of Tuva-Saradzha cross-bred ewes and Tuva purebred short-fat-tailed ewes varied significantly. Tuva-Saradzha semi-coarse-haired ewes of the desired type exceeded their peers of Tuva region in terms of greasy wool shorn by 67.4%, and the yield of pure fiber – by 5.6%. When comparing different fractions of wool fibers in the hair of local semi-coarse ewes, the amount of beard hair was 3.3% less, and heterotype hair – 4.4% more than in the wool of Tuva ewes. The study of the fineness of wool fibers showed that in Tuva-Saradzha ewes down and heterotype fibers were thicker (21.34; 57.45 μm), and beard hair was thinner (62.34 μm) compared to Tuva ewes. Sheep of semi-coarse breed had the longest hair. Research data on the physical and technical properties of wool of Tuva-Saradzha semi-coarse-haired ewes of the desired type demonstrated good prospects

ми. Наиболее длинную шерсть имели животные полугрубошерстной породы. Данные исследований физико-технических свойств шерсти тувинско-сараджинских полугрубошерстных маток желательного типа демонстрируют перспективность породы для селекционного процесса.

Ключевые слова: тувинские грубошерстные, тувинско-сараджинские полугрубошерстные овцематки желательного типа, настриг невымытой шерсти, пух, переходный волос, ость

ВВЕДЕНИЕ

Овцеводство – ключевая отрасль сельского хозяйства Республики Тыва. Она обеспечивает занятость сельского населения, производящего значительную часть продукции овцеводства. Разведению овец сельскими семьями способствуют традиции, многовековой опыт населения и наличие значительных массивов естественных пастбищ.

В настоящее время в республике разводят тувинских грубошерстных и тувинско-сараджинских полугрубошерстных овец. Большой удельный вес занимают помесные полугрубошерстные овцы. Их разводят во всех категориях хозяйств республики.

Тувинская короткожирнохвостая порода овец создана в суровых климатических условиях. По направлению продуктивности овцы мясошерстно-шубные. Животные средние по величине. Имеют крепкую или несколько грубоватую конституцию, легкий прочный костяк, крепкие конечности с прочными копытами. Большинство баранов имеют массивные спиральные рога, матки комолые. Хвост короткий жирный, тощий конец изогнут в виде буквы «S» [1–3]. Овцы энергичные, подвижные, пугливые, неприхотливые, хорошо приспособлены к круглогодовому пастбищному содержанию [4, 5].

Овцы тувинской короткожирнохвостой породы в большинстве имеют белую масть, голова и уши черные. Шерсть грубая, состоит из большого количества тонкого пуха,

of the breed for the selection process.

Keywords: Tuva coarse-haired breed, Tuva-Saradzha semi-coarse-haired ewes of the desired type, amount of greasy wool shorn, down fiber, heterotype hair, beard hair

переходного волоса и ости. В шерсти содержится большое количество сухих и мертвых волокон, что значительно снижает физико-технологические свойства шерсти. Пуховые волокна поддерживаются остью и образуют подушку с воздушными прослойками, что способствует сохранению тепла. Нاستриг невымытой шерсти у баранов и маток составляет соответственно 2,3–2,6; 1,5–1,7 кг. Для исправления этих недостатков требуется долговременная и кропотливая селекционная работа^{1,2}.

Овцы тувинской короткожирнохвостой породы имеют существенный недостаток – невысокую живую массу – бараны 60–65 кг, матки 43–45 кг. В этой связи возникла необходимость выбора более продуктивной породы, способной хорошо использовать сухостепные, полупустынные горные пастбища и давать продукцию лучшего качества. По рекомендации ученых и практиков такой породой определена сараджинская полугрубошерстная курдючная порода. Овцы крупные, с хорошо выраженной мясosalной и шерстной продуктивностью, крепкой конституции. Бараны весят 85–92 кг, матки – 50–55 кг. Нاستриг шерсти у баранов-производителей 4,8 кг, маток – 3,2, ярок – 1,2 кг. Длина ости, переходного волоса (косицы) 19 см, пуха – 13 см [6, 7]³.

Впервые опыты по скрещиванию грубошерстных маток тувинской короткожирнохвостой породы с баранами полугрубо-

¹Монгуш Б.Б. Сравнительная характеристика экстерьерно-продуктивных и некоторых биологических особенностей тувинских короткожирнохвостых овец разных типов: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Улан-Удэ, 2011. С. 8–9.

²Ооржак А.Б. Продуктивные и некоторые биологические особенности тувинских короткожирнохвостых овец степного типа: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Улан-Удэ, 2011. С. 7–8.

³Балчир Б.Б. Сравнительная оценка разводимых пород и типов овец с целью обоснования породного районирования овцеводства в южных районах Тувинской АССР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Новосибирск, 1986. 56 с.

шерстной курдючной сараджинской породы были проведены на базе хозяйства «Ак-Эрик» Тес-Хемского района Республики Тыва учеными Сибирского научно-исследовательского и проектно-технологического института животноводства В.И. Коротковым и А.М. Рогожниковым. В условиях хозяйства помесные полугрубошерстные бараны весили 83,0 кг, настриг невымытой шерсти составил 3,75 кг, у маток соответственно 52,2 и 2,65 кг. Помеси превосходили тувинских грубошерстных овец по живой массе на 14,0%, настригу невымытой шерсти на 26,2%⁴.

Положительный опыт по использованию сараджинских баранов стали широко внедрять в хозяйствах южных и западных районов. В течение 1969–1975 гг. в республику завезено 340 гол. сараджинских баранов из Туркмении. Наиболее высокопродуктивные бараны содержались на Кызылской, Чаданской, Тес-Хемской станциях искусственного осеменения сельскохозяйственных животных. Это позволило резко увеличить поголовье тувинско-сараджинских полугрубошерстных овец.

Современные полугрубошерстные помесные овцы представляют собой выносливых, энергичных, подвижных, сравнительно крупных животных, имеющих хорошую шерстную, мясную продуктивность. Средняя живая масса типичных тувинско-сараджинских полугрубошерстных баранов составляет 75–85 кг, маток – 48–53 кг, настриг невымытой шерсти соответственно 3,3–3,6 и 2,3–2,7 кг [8].

Ряд исследователей утверждают, что при скрещивании полугрубошерстных пород с овцами других направлений продуктивности настриг шерсти помесных овец зависит от характера шерстного покрова и величины настрига шерсти исходных пород [9–11].

В настоящее время «Тувинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» проводит опыты с тувинско-сараджинскими

жидскими помесами для создания нового типа овец с полугрубой ковровой шерстью.

Цель исследования – изучить особенности шерстной продуктивности помесных тувинско-сараджинских и чистопородных тувинских короткожирнохвостых овцематок.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены на базах ФГБНУ «Тувинский НИИСХ», хозяйства «Бай-Хол» Эрзинского района Республики Тыва. Для эксперимента сформированы две группы овцематок в возрасте двух лет по 30 гол. в каждой: контрольная – животные тувинской короткожирнохвостой породы и опытная – тувинско-сараджинские полугрубошерстные помеси желательного типа. Животные с момента формирования групп находились в одинаковых условиях круглогодичного пастбищного содержания.

Шерстную продуктивность овцематок определяли в период стрижки индивидуально в соответствии с породным генотипом. Для определения тонины, соотношения различных фракций шерстных волокон и выхода чистого волокна методом случайной выборки у 10 овцематок каждого породного генотипа отбирались образцы шерсти. Взятие образцов и исследование выхода чистого волокна и физико-технических свойств шерсти проведены согласно методике И.Д. Козлова и З.В. Спешновой (1968 г.)⁵.

Полученный материал обрабатывали биометрически, используя статистические методы, программу Microsoft Excel. Достоверность различий сравниваемых показателей по группам оценивали по критерию Стьюдента со следующими уровнями значимости: $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Шерсть или волосаяной покров животных выполняет важную функцию, в частности теплоизоляционную и защитную. Различают шерстные волокна по морфологическим

⁴Рогожников А.М. Продуктивные качества и некоторые биологические особенности помесей от скрещивания тувинских овец с баранами сараджинской породы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Иркутск, 1974. С. 14–18.

⁵Козлова И.Д., Спешновой З.В. Методика определения тонины, соотношения различных типов волокон и наличие мертвого волоса. Аскания-Нова: Каховская типография, 1968. 13 с.

признакам и техническим свойствам, которые формируются в процессе роста шерсти у молодняка и полновозрастных овец. В соответствии с этим, в грубошерстном, полугрубошерстном овцеводстве и шерстоведении установлена классификация шерстных волокон по типам: пух, переходной волос, ость, сухой волос, мертвый волос, кроющий волос и песига. В связи с этим эффективность разведения овец зависит не только от мясной продуктивности, но и от величины настрига шерсти и ее качества.

При разведении полугрубошерстных туvinско-сараджинских овец желательного типа «в себе» в основном рождаются ягнята, обросшие белой густой шерстью, нос черный, с бурой окраской головы.

По настригу невымытой шерсти и выходу чистого волокна значительное преимущество имеют туvinско-сараджинские полугрубошерстные овцематки желательного типа (см. табл. 1). Так, полугрубошерстные овцематки желательного типа превосходят чистопородных грубошерстных маток ту-

винской короткожирнохвостой породы по настригу невымытой шерсти на 0,92 кг, или 67,4% ($p < 0,001$). Туvinские матки уступают полугрубошерстным сверстникам желательного типа по выходу чистого волокна на 5,6%.

При разведении «в себе» от туvinско-сараджинских полугрубошерстных овец желательного типа получают полугрубую светло-серую шерсть косичного строения, близкую к шерсти овец сараджинской породы. У полугрубошерстных помесей есть ряд особенностей по морфологическому составу шерсти по сравнению с чистопородными овцами (см. табл. 2).

Все фракции шерстных волокон туvinско-сараджинских овцематок желательного типа становятся длиннее, пух, переходный волос толще, а ость тоньше, т.е. происходит качественное улучшение шерсти.

Морфологическое соотношение различных фракций шерстных волокон у туvinско-сараджинских овцематок желательного типа характеризуется большим содержанием переходного волоса (11,2%) и незначитель-

Табл. 1. Шерстная продуктивность овец разного происхождения

Table 1. Wool productivity of sheep of different origin

Показатель	Туvinская короткожирнохвостая порода ($n = 30$)	Туvinско-сараджинские полугрубошерстные помеси желательного типа ($n = 30$)
Настриг невымытой шерсти, кг	1,35 ± 0,04	2,27 ± 0,06*
Выход чистого волокна, %	68,2	73,8

* $p < 0,001$.

Табл. 2. Состав и тонина различных фракций шерстных волокон овцематок разного происхождения

Table 2. Structure and fineness of various fractions of wool fibers of ewes of different origin

Показатель	Туvinская короткожирнохвостая порода	Туvinско-сараджинские полугрубошерстные помеси желательного типа
Количество волокон	3156	3247
Соотношение, %:		
пух	87,7	86,6
переходный волос	6,8	11,2
ость	5,5	2,2
Тонина, мкм:		
пух	17,30 ± 0,25	21,63 ± 0,33*
переходный волос	42,24 ± 0,32	57,45 ± 0,28*
ость	88,92 ± 2,40	62,34 ± 0,44*
Длина, см:		
пуха	6,2	7,3
ости	9,3	12,2
Отношение пуховой зоны к длине косицы	66,6	59,8

* $p < 0,001$.

ным наличием ости (2,2%). Сухие, мертвые волокна отсутствуют или встречаются в небольшом количестве.

Микроскопическое исследование тонины различных фракций шерстных волокон показало, что у тувинско-сараджинских овцематок желательного типа пуховые, переходные волокна толще (21,63; 57,45 мкм), ость тоньше (62,34 мкм). Разница по тонине пуха, переходного волоса, ости, по сравнению с аналогичными фракциями шерсти тувинских маток статистически достоверна ($p < 0,001$). Ость у местных маток грубая (88,92 мкм) и толще аналогичной фракции у тувинско-сараджинских овцематок желательного типа. Это показывает лучшее качество шерстного покрова полугрубошерстных маток. Аналогичные данные получены при исследовании качества шерсти тувинско-сараджинских полугрубошерстных помесей⁶ [12].

Наиболее длинную шерсть имеют тувинско-сараджинские овцематки желательного типа: у них пух длиннее на 1,1 см, или 50,1%, ости на 2,9 см, или 67,1%, по сравнению с тувинскими овцематками.

ВЫВОДЫ

1. При скрещивании тувинских грубошерстных маток с сараджинскими полугрубошерстными баранами в потомстве значительно увеличиваются показатели настрига и качества шерсти.

2. Тувинско-сараджинские овцематки желательного типа характеризуются более высоким настригом шерсти и лучшими физико-техническими свойствами руна по сравнению с чистопородными животными тувинской короткожирнохвостой породы.

3. Шерстные волокна у полугрубошерстных маток длиннее, пух и переходной волос толще, ость тоньше. Сухие и мертвые волосы отсутствуют или содержатся в небольшом количестве. Это преимущество необходимо учитывать при создании стад тувинско-сараджинских полугрубошерстных овец.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амерханов Х.А., Билтуев С.И., Орус-оол В.С., Ооржак Ч.М. Особенности селекции тувинских короткожирнохвостых овец в разных природно-климатических условиях Республики Тыва // Овцы, козы, шерстяное дело. 2010. № 2. С. 8–13.
2. Байкова-Дзукоева Г.Х. Местная овца Тувинской автономной области и ее улучшения мериносами и каракулем // Труды Тувинской сельскохозяйственной опытной станции. Кызыл, 1950. Вып. 2. С. 18–19.
3. Кызыл-оол И.Т. Предварительные результаты скрещивания тувинских овец с алтайской тонкорунной породой // Труды Тувинской сельскохозяйственной опытной станции. Кызыл. 1959. Вып. 3. С. 48–59.
4. Донгак М.И. Продуктивность баранчиков тувинской короткожирнохвостой породы со штапельно-косичным и косичным строением руна // Овцы, козы, шерстяное дело. 2010. № 2. С. 52–53.
5. Луценко А.Е., Иргит Р.Ш. Характеристика тувинских грубошерстных овец. Совершенствование тувинской короткожирнохвостой породы овец. Красноярск, 2005. С. 23–26.
6. Гельдыев К.Г. Продуктивность сараджинских овец и их помесей с дегересскими курдючными баранами. // Вестник сельскохозяйственной науки. Алма-Ата. 1960. № 3. С. 82–88.
7. Коротков В.И. Сараджинская порода овец в Сибири // Овцеводство. 1974. № 4. С. 32–36.
8. Монгуш С.С. Преимущество желательного типа тувинских полугрубошерстных овец // Зоотехния. 2018. № 9. С. 21–24.
9. Авсаджанов Г.С. Продуктивность полугрубошерстных овец // Овцеводство. 1991. № 1. С. 27–28.
10. Ахмеджанов А.К. Алайские бараны в скрещивании с матками джайдараю // Овцеводство. 1991. № 5. С. 23–24.
11. Стамбеков С.Ж. Скрещивание курдючных овец с баранами алайской породы // Овцеводство. 1991. № 4. С. 20–21.

⁶Рогожников А.М., Коротков В.И. Наследование отдельных качественных и морфологических признаков помесями I поколения от скрещивания тувинских грубошерстных овец с баранами сараджинской породы // Селекционная работа в промышленном животноводстве. Новосибирск, 1974. С. 153–159.

REFERENCES

1. Amerkhanov Kh.A., Biltuev S.I. Orusool V.S., Oorzhak Ch.M. Osobennosti selektsii tuvinskikh korotkozhirnokhvostykh ovets v raznykh prirodno-klimaticheskikh usloviyakh Respubliki Tyva [Features of selection of Tuva short-fat-tailed sheep in different climatic conditions of the Republic of Tuva]. *Ovtsy, kozy, sherstyanoe delo* [Sheep, goats, wool business], 2010, no. 2, pp. 8–13. (In Russian).
2. Baikova-Dzukoeva G.Kh. Mestnaya ovtsa Tuvinskoi avtonomnoi oblasti i ee uluchsheniya merinosami i karakulem [Local sheep of the Tuva Autonomous Region and its improvement by merino and astrakhan sheep]. *Trudy Tuvinskoi sel'skokhozyaistvennoi opytnoi stantsii* [Proceedings of the Tuva Agricultural Experimental Station], Kyzyl, 1950, iss. 2, pp. 18–19. (In Russian).
3. Kyzyl-ool I.T. Predvaritel'nye rezul'taty skreshchivaniya tuvinskikh ovets s altaiskoi tonkorunnoi porodoi [Preliminary results of the crossing of Tuva sheep with Altai fine-wool breed]. *Trudy Tuvinskoi sel'skokhozyaistvennoi opytnoi stantsii* [Proceedings of the Tuva Agricultural Experimental Station], Kyzyl, 1959, iss. 3, pp. 48–59. (In Russian).
4. Dongak M.I. Produktivnost' baranchikov tuvinskoi korotkozhirnokhvostoi porody so shtapel'no-kosichnym i kosichnym stroeniem runa [Productivity of rams of Tuva short-fat-tailed breed with staple-tipped and tipped fleece structure]. *Ovtsy, kozy, sherstyanoe delo* [Sheep, goats, wool business], 2010, no. 2, pp. 52–53. (In Russian).
5. Lushchenko A.E., Irgit R.Sh. Kharakteristika tuvinskikh grubosherstnykh ovets. *Sovershenstvovanie tuvinskoi korotkozhirnokhvostoi porody ovets* [Characteristics of Tuva coarse-haired sheep. Improvement of Tuva short-fat-tailed breed of sheep], Krasnoyarsk, 2005, pp. 23–26. (In Russian).
6. Gel'dyev K.G. Produktivnost' saradzhinskikh ovets i ikh pomesei s degeresskimi kurdyuchnymi baranami [Productivity of Saradza sheep and their crossbreeds with Degerez fat-rumped sheep]. *Vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [News of Agricultural Science]. Alma-Ata, 1960, no. 3, pp. 82–88. (In Russian).
7. Korotkov V.I. Saradzhinskaya poroda ovets v Sibiri [Saradza breed of sheep in Siberia]. *Ovtsevodstvo* [Sheep Breeding], 1974, no. 4, pp. 32–36. (In Russian).
8. Mongush S.S. Preimushchestvo zhelatel'nogo tipa tuvinskikh polugrubosherstnykh ovets [Advantage of desirable type Tuva semi-coarse-haired sheep]. *Zootekhniya* [Zootechniya], 2018, no. 9, pp. 21–24. (In Russian).
9. Avsadzhanov G.S. Produktivnost' polugrubosherstnykh ovets [Efficiency of semi-coarse-haired sheep]. *Ovtsevodstvo* [Sheep Breeding], 1991, no. 1, pp. 27–28. (In Russian).
10. Akhmedzhanov A.K. Alaiskie barany v skreshchivanii s matkami dzhaidarayu [Alai rams in crossing with Dzhaydarayu ewes]. *Ovtsevodstvo* [Sheep breeding], 1991, no. 5, pp. 23–24. (In Russian).
11. Stambekov S.Zh. Skreshchivanie kurdyuchnykh ovets s baranami alaiskoi porody [Crossing of fat-rumped sheep with rams of Alai breed]. *Ovtsevodstvo* [Sheep Breeding], 1991, no. 4, pp. 20–21. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

✉ **Монгуш С.С.**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 667005 Республика Тыва, г. Кызыл, ул. Бухтуева, 4; e-mail: tuv_niish@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Mongush S.S.**, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher; **address:** 4, Bukhtueva St., Kyzyl, Republic Tuva, 667005, Russia; e-mail: tuv_niish@mail.ru

Дата поступления статьи 28.04.2020
Received by the editors 28.04.2020

АНАЛИЗ ИНТЕНСИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИБИРСКОЙ ЯЗВЫ СРЕДИ ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ В ЯКУТИИ

Дягилев Г.Т.

Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова – подразделение Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»
Якутск, Россия

Для цитирования: Дягилев Г.Т. Анализ интенсивных показателей сибирской язвы среди домашних животных в Якутии // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 3. С. 75–82. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-8

For citation: Dyagilev G.T. Analiz intensivnykh pokazatelei sibirskoi yazvysredi domashnikh zhiivotnykh v Yakutii [Analysis of intensive anthrax indicators among domestic animals in Yakutia]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2020, vol. 50, no. 3, pp. 75–82. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-8

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлены результаты исследований по изучению и анализу проявления эпизоотического процесса сибирской язвы среди домашних животных в Республике Саха (Якутия) с 1853 по 2020 г. При анализе использовали показатели эпизоотического процесса: заболеваемость, смертность и летальность. Объектом исследования стали письменные донесения ветеринарных врачей Якутской области губернатору о вспышках сибирской язвы среди домашних животных и людей, квартальные и годовые отчетные данные по заболеваемости и падежу домашних животных, а также статистические данные по поголовью сельскохозяйственных животных в указанный период. Наибольшие интенсивные показатели проявления эпизоотического процесса за исследуемый период у крупного рогатого скота и лошадей отмечены до 40-х годов XX в. Начиная с середины 40-х годов показатели заболеваемости и смертности динамично снижались. У северных оленей показатели эпизоотического процесса характеризуются повышением до конца 40-х годов (1949 г.), с 50-х до конца 70-х годов зарегистрировано снижение показателей заболеваемости и смертности. С 1980 по 1986 г. в оленеводстве отмечено очередное повышение показателей эпизоотического процесса с последующим снижением. Летальность у крупного рогатого скота с 1946–1976 гг., лошадей с 1945–1993 гг., оленей с 1949–1993 гг. составляла от 5 до 70%, в остальные неблагоприятные годы,

ANALYSIS OF INTENSIVE ANTHRAX INDICATORS AMONG DOMESTIC ANIMALS IN YAKUTIA

Dyagilev G.T.

M.G. Safronov Yakut Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of the Federal Research Centre “The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”
Yakutsk, Russia

The paper presents the results of the study and analysis of the epizootic process of anthrax among domestic animals in the Republic of Sakha (Yakutia) from 1853 to 2020. The following indicators of the epizootic process were used in the analysis: incidence rate, mortality and lethality. The object of the study comprised written reports of veterinarians of Yakutsk region to the governor about outbreaks of anthrax among domestic animals and people, quarterly and annual reporting data on the incidence rate and mortality of domestic animals, as well as statistical data on the number of farm animals in the specified period. The highest intensive manifestation of the epizootic process in cattle and horses during the study period was noted in the period until the 40s of the XX century. From the mid-forties, incidence and mortality rates were dynamically declining. The epizootic process of reindeer was characterized by an increase until the end of the 40s (1949), whereas from the 50s to the end of the 70s there was a decrease in the incidence and mortality rates. From 1980 to 1986, another increase in the epizootic process was recorded in the reindeer husbandry, followed by a decrease. Lethality of cattle ranging from 5 to 70% occurred in the period of 1946–1976, horses – in 1945–1993, deer – in 1949–1993. In other adverse years, starting from the official registration of anthrax to the mid-40s (1944–1946), it reached 100%. Overall, intensive

начиная с официальной регистрации сибирской язвы до середины 40-х годов (1944–1946 гг.), доходила до 100%. Интенсивные показатели проявления эпизоотического процесса сибирской язвы в целом динамично снижались во второй половине исследуемого периода, за исключением северных оленей, у которых они повышались в 1980–1986 гг. с последующим снижением.

Ключевые слова: сибирская язва, эпизоотический процесс, заболеваемость, смертность, летальность, интенсивные показатели

ВВЕДЕНИЕ

Сибирская язва (*Anthrax*) – особо опасная инфекционная болезнь сельскохозяйственных и диких животных всех видов, встречающаяся в настоящее время в виде sporadических случаев и редко в виде вспышек. Регистрацию и учет эпизоотий сибирской язвы в Якутской области Российской империи стали проводить лишь со второй половины XIX в. В. Гольманом, С. Дмитриевым, С. Грюнером и др. [1–3]. Нозологический профиль Якутии того времени имел значительные отличия от центра России и сибирских губерний. Это объяснялось суровыми природно-климатическими условиями, отдаленностью и слабыми экономическими связями с другими регионами России. В разных частях Якутской области рогатый скот и лошадей разводили неодинаково. Бассейн среднего течения р. Лены и Амгино-Ленское плоскогорье, а также верховья р. Яны, устья рек Олекмы и Вилюя еще к 30-м годам XVII в. были более или менее компактными районами для разведения крупного рогатого скота и лошадей. Что касается отдаленного северо-востока Якутской области, рогатый скот и лошади передвигались на север и по рекам Индигирке и Колыме [3]. В бассейне р. Колымы рогатый скот и лошади появились в XVIII в., т.е. позднее, чем в верховьях Яны, где существование скотоводческих хозяйств отмечали уже в XVII в. [3]. В Якутской области животноводство носило крайне неустойчивый характер. В его истории сочетались подъем и упадок, временное увеличение поголовья разных видов домашних животных сменялось его резким сокращением [3].

manifestation of the epizootic process of anthrax dynamically decreased in the second half of the study period, with the exception of reindeer, in which it increased in 1980–1986 with a subsequent decrease.

Keywords: anthrax, epizootic process, incidence rate, mortality, lethality, intensive indicators

В дореволюционной Якутии сибирская язва была одной из распространенных и опасных инфекционных болезней. Первые сведения о возникновении сибирской язвы в Якутии относятся к 1811 г. В последующие годы, вплоть до 1993 г., т.е. в течение более 100 лет, почти ежегодно регистрировали заболевания людей и гибель животных от сибирской язвы [1–6]. Громадные тундровые пространства на севере, большое количество лесных и болотистых местностей, недостаточность естественных водоемов с приточной водой – эти природные условия в сочетании с неудовлетворительным санитарным состоянием населенных пунктов способствовали не только развитию инфекции, но и дальнейшему стойкому консервированию сибиреязвенных бактерий. Случаи заболевания сибирской язвой фиксировали на всей территории Якутской области, в местностях с более благоприятными для развития спор природно-почвенными условиями количество заболевших возрастало. В значительной мере по этой причине в последующие десятилетия (1811–1993 гг.) эпизоотии сибирской язвы не прекращались [3–7].

Анализ накопленной информации по учету сибирской язвы свидетельствует о распространении данного заболевания практически во всех административных районах с охватом многих населенных пунктов республики. Возбудитель болезни выделен от всех видов традиционно разводимых здесь сельскохозяйственных животных [7–9].

Цель исследования – дать анализ эпизоотической ситуации по сибирской язве сель-

скохозйственных животных в Республике Саха (Якутия) с 1853 по 2020 г. с использованием показателей проявления эпизоотического процесса: заболеваемости, смертности и летальности.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

При изучении и анализе эпизоотической ситуации по сибирской язве сельскохозяйственных животных в Республике Саха (Якутия) использовали материалы ветеринарной статистической отчетности первых ветеринарных специалистов Якутской области, ветеринарного отдела Народного комиссариата земледелия Якутской АССР, Управления ветеринарии при МСХ РС (Я) с 1853 по 2020 г., статистические сборники по административно-территориальному изменению, а также статистические данные по поголовью сельскохозяйственных животных. Эпизоотологическое исследование проведено в соответствии с методическими рекомендациями¹.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

За исследуемый период на территории Республики Саха (Якутия) зарегистрировано 739 эпизоотий сибирской язвы в 244 стационарно неблагополучных населенных пунктах. При этом от эпизоотий сибирской язвы пали 78 017 гол. домашних и диких животных (крупный рогатый скот – 29 480, лошади – 35 995, олени – 12 517, дикие животные – 170).

Рассматривая интенсивные показатели проявления эпизоотического процесса (заболеваемость, смертность) при сибирской язве с 1853 по 2020 г., установили, что у крупного рогатого скота наибольшие показатели смертности следующие: 1853 г. – 1,3% (2350 гол.), 1861 г. – 0,6 (1800), 1877 г. – 0,7 (1920), 1884 г. – 1 (3126), 1896 г. – 1,8 (4219), 1914 г. – 1 (2333), 1924 г. – 0,5% (2000 гол.) [9–11]. Показатели заболеваемости в архивных документах, отчетах управлений ветеринарии

с 1853 по 1945 г. отсутствуют. Изучая интенсивные показатели с 1946 по 1976 г., выявили, что у крупного рогатого скота динамика показателей проявления эпизоотического процесса характеризовалась неуклонным снижением заболеваемости и смертности. С 1853 по 1945 г. летальность стабильно доходила до 100%, в 1946–1949 гг. отмечено снижение летальности до 30%, затем с 1954 и 1957 гг. летальность возросла до 73–85%. В 1976 г. зарегистрирована последняя эпизоотия сибирской язвы среди крупного рогатого скота с летальным исходом до 30% (см. рис. 1).

У лошадей наибольшие показатели смертности регистрировали в 1853 г. – 1,3% (1398 гол.), 1877 г. – 2,7 (3720), 1884 г. – 3,4 (4200), 1889 г. – 1,75 (1000), 1896 г. – 1,6 (1906), 1914 г. – 2,4 (2105), 1917 г. – 1,2 (1611), 1922 г. – 1,4 (2168), 1923 г. – 2,7 (2500), 1924 г. – 2,1% (2282 гол.). В остальные годы показатели смертности колебались в пределах 0,0005–0,59% [9–13].

Начиная с середины 40-годов XX в., динамика показателей проявления заболеваемости и смертности лошадей характеризуется снижением в 1986 г. – 0,01% (20 гол.) – 0,0005% (1 гол.). Летальность в неблагополучные годы с 1853 по 1938 г. стабильно находилась в пределах 100%, в остальные годы – от 5 до 20% (см. рис. 2).

У северных оленей наибольшие показатели смертности зарегистрированы в 1853 г. – 5,4% (806 гол.), 1861 г. – 3,0 (700), 1920 г. – 0,9 (1169), 1921 г. – 0,5 (680), 1926 г. – 0,6 (850), 1927 г. – 1,2 (1563), 1938 г. – 0,8 (1504), 1949 г. – 0,5 (1634), 1969 г. – 0,3% (892 гол.). В остальные годы данные показатели составляли от 0,0007% (3 гол.) до 0,4% (100 гол.) (см. рис. 3).

Показатели заболеваемости и смертности северных оленей в отчетах ветеринарных специалистов отмечены с конца 40-х годов XX в. (см. таблицу) [9–11, 13].

¹Джупина С.И., Колосов А.А. Методы эпизоотологических исследований: метод. рекомендации ИЭВСиДВ. Новосибирск, 1991. 60 с.

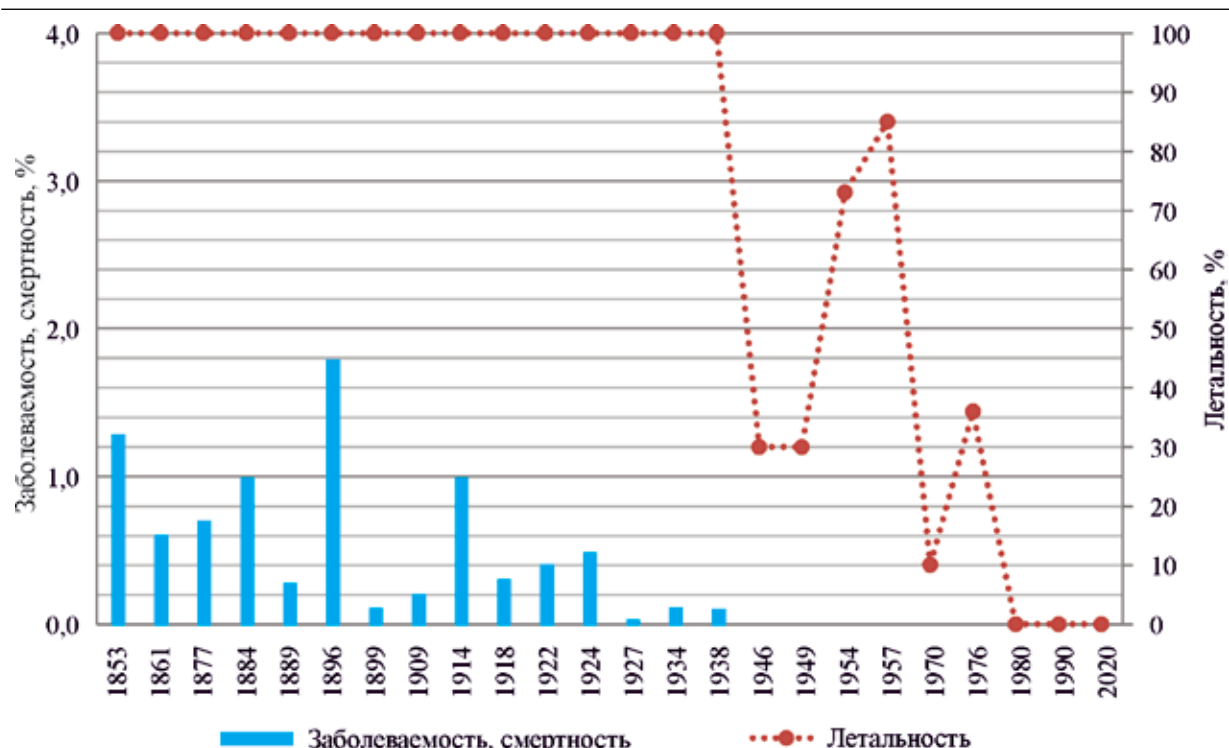


Рис. 1. Интенсивные показатели проявления эпизоотического процесса при сибирской язве крупного рогатого скота в Республике Саха (Якутия)

Fig. 1. Intensive indicators of the manifestation of the epizootic process of anthrax in cattle in the Republic of Sakha (Yakutia)

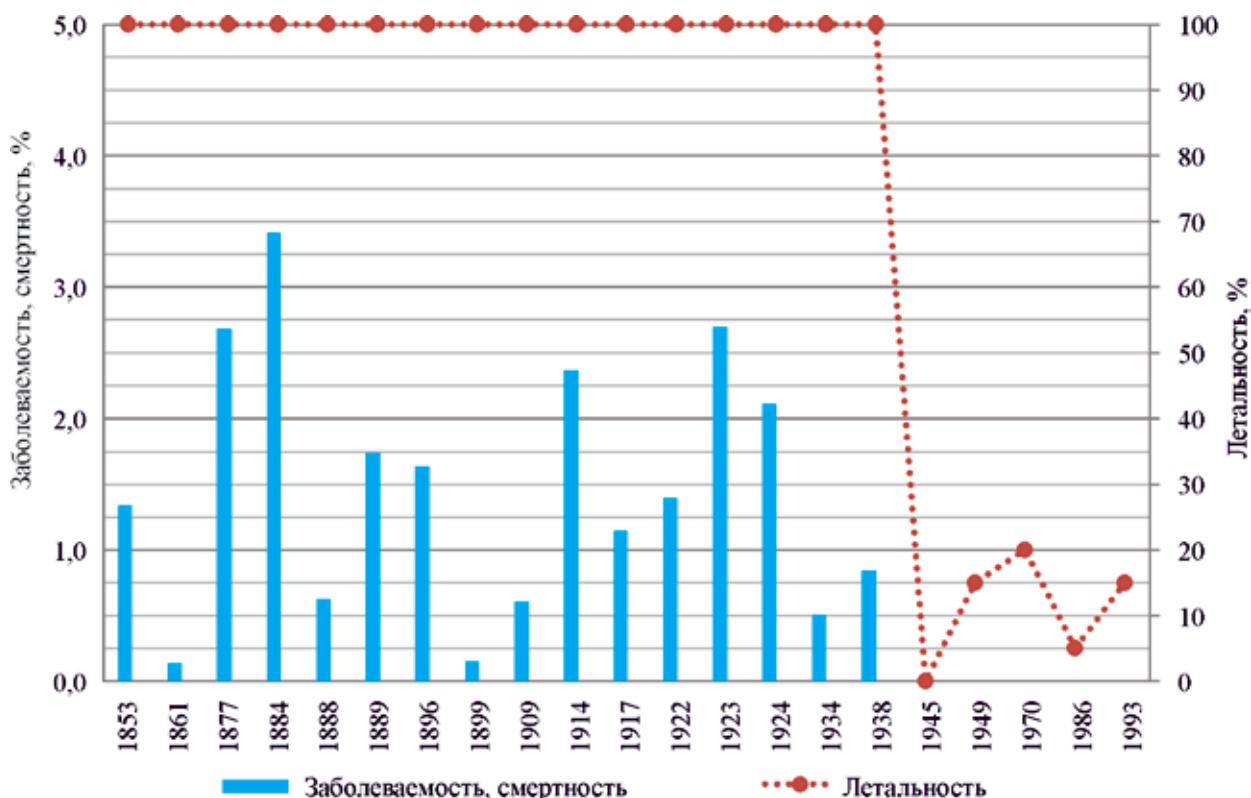


Рис. 2. Интенсивные показатели проявления эпизоотического процесса при сибирской язве лошадей в Республике Саха (Якутия)

Fig. 2. Intensive indicators of the manifestation of the epizootic process of anthrax in horses in the Republic of Sakha (Yakutia)

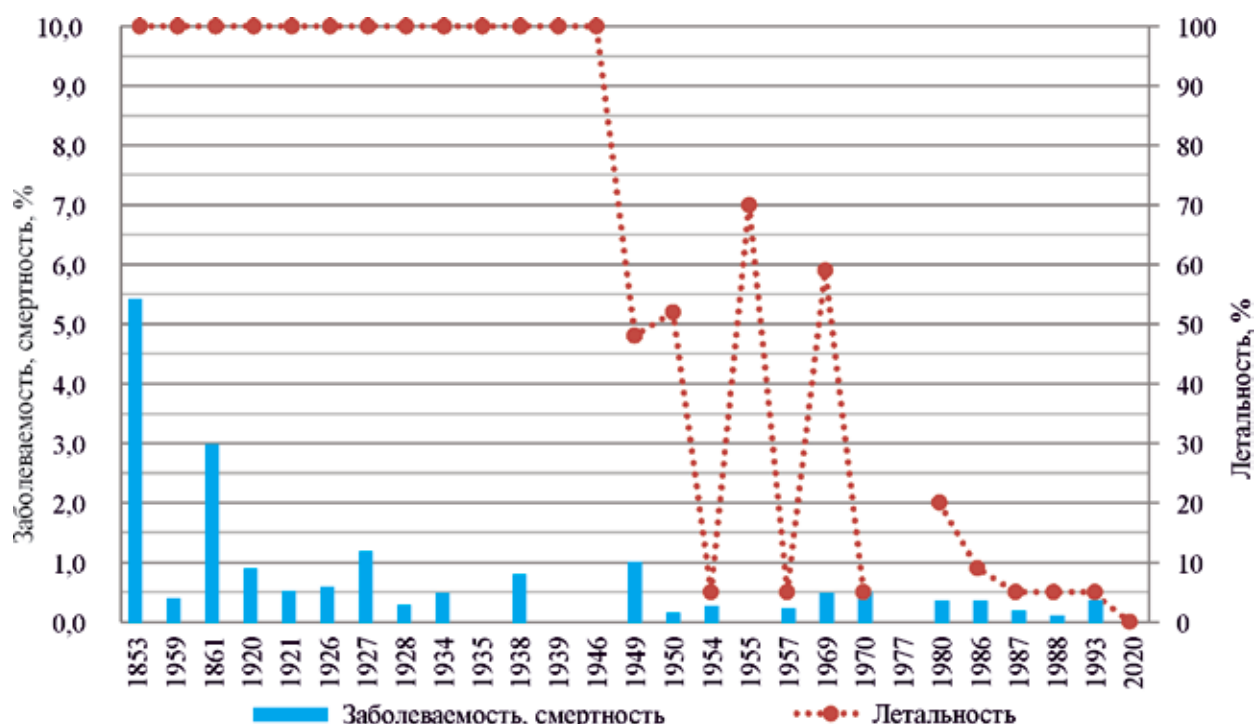


Рис. 3. Интенсивные показатели проявления эпизоотического процесса при сибирской язве северных оленей в Республике Саха (Якутия)

Fig. 3. Intensive indicators of the manifestation of the epizootic process of anthrax in reindeer in the Republic of Sakha (Yakutia)

Заболевание и смертность северных оленей в Республике Саха (Якутия) (1853–1993 гг.)
Reindeer disease incidence rate and mortality in the Republic of Sakha (Yakutia) (1853–1993)

Год	Заболеваемость		Смертность	
	Голов	%	Голов	%
1949	3000	1	1634	0,5
1950	420	0,14	21	0,006
1954	600	0,2	110	0,035
1955	280	0,0091	14	0,0045
1957	600	0,18	88	0,027
1969	1500	0,5	892	0,3
1970	1020	0,4	51	0,017
1977	15	0,004	3	0,0007
1980	1200	0,3	249	0,064
1985	1200	0,3	112	0,03
1987	640	0,17	32	0,008
1988	340	0,09	17	0,004
1993	980	0,3	49	0,014

У северных оленей интенсивные показатели проявления эпизоотического процесса характеризуются снижением в 1950–1955 гг., с 1980 по 1986 г. они возросли от 0,3% (1200 гол.) – 0,064% (249 гол.) до 0,3% (1200 гол.) – 0,03% (112 гол.). Летальность в 1949–1950, 1954–1955, 1969–1970, 1980,

1986–1988, 1993 гг. находилась в пределах 5–70%, в неблагоприятные годы доходила до 100%. Последние случаи заболевания и смертности у оленей зарегистрированы в 1993 г. в Мирнинском районе Республики Саха (Якутия) [3, 5, 9].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сибирскую язву животных в Республике Саха (Якутия) с начала официальной регистрации (1811 г.) до 50-х годов XX в. в неблагополучных населенных пунктах регистрировали ежегодно. В последующие годы число зараженных животных значительно снизилось и появились длительные периоды благополучия. Наибольшие интенсивные показатели проявления эпизоотического процесса за исследуемый период у крупного рогатого скота и лошадей отмечены до 40-х годов XX в. Начиная с середины 40-х годов, показатели заболеваемости и смертности динамично снижались. У северных оленей динамика показателей эпизоотического процесса характеризуется повышением до конца 40-х годов (1949 г.). С 50-х до конца 70-х годов XX в. отмечено снижение показателей заболеваемости и смертности. С 1980 по 1986 г. в оленеводстве произошло очередное повышение динамики показателей эпизоотического процесса с последующим снижением. Последние случаи заболевания домашних оленей сибирской язвой зарегистрированы в 1993 г. в Мирнинском районе Республики Саха (Якутия).

Летальность у крупного рогатого скота с 1946–1976 гг., лошадей с 1945–1993 гг., оленей с 1949–1993 гг. составляла от 5 до 70%. В остальные неблагополучные годы, начиная с официальной регистрации сибирской язвы до середины 40-х годов (1944–1946 гг.), летальность доходила до 100%.

Интенсивные показатели проявления эпизоотического процесса сибирской язвы животных в целом динамично снижались во второй половине исследуемого периода, за исключением северных оленей, у которых они повышались с 1980–1986 гг. с последующим снижением. Однако 2015 г. в результате палеонтологических раскопок в Абыйском районе Республики Саха (Якутия) от трупов двух котят пещерного льва выделены штаммы возбудителя сибирской язвы [14].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дягилев Г.Т., Неустроев М.П. К истории сибирской язвы в Якутской области в XIX ве-

ке // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2010. № 4. С. 3–7.

2. Дягилев Г.Т., Неустроев М.П. Эпизоотологическая характеристика сибирской язвы с 1811 по 1993 год в Республике Саха (Якутия) // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2012. № 1. С. 33–36.
3. Карпов В.С. История ветеринарии в Якутии: монография. Якутск: Издательский дом Северо-Восточного федерального университета, 2009. 222 с.
4. Карпов В.С., Чернявский В.Ф., Каратаева Т.Д. Основные зооантропонозы в Якутии (эпизоотология и эпидемиология): монография. Якутск, 1997. 154 с.
5. Каратаева Т.Д., Васильева А.А. Эпизоотическая обстановка по сибирской язве и ее профилактика в Республике Саха (Якутия) // Вестник ветеринарии. 2007. № 1-2. С. 106–112.
6. Дягилев Г.Т., Неустроев М.П. Эпидемиологическая и эпизоотическая ситуация по сибирской язве в Республике Саха (Якутия) // Ветеринария и кормление. 2019. № 7. С. 11–13. DOI: 10.30917/АТТ-VK-1814-9588-2019-7-3.
7. Дягилев Г.Т., Чернявский В.Ф., Егоров И.Я., Софронова О.Н., Никифоров О.И. Эпизоотолого-эпидемиологический мониторинг сибирской язвы в Арктических и Восточных зонах Якутии // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2019. Т. 24. № 2. С. 96–105. DOI: 10.31242/2618-9712-2019-24-2-9.
8. Гаврилов В.А., Грязнева Т.Н., Селиверстов В.В. Сибирская язва – вечная проблема землян: монография. М.: Издательство Московской государственной академии ветеринарной медицины, 2014. 422 с.
9. Дягилев Г.Т., Неустроев М.П. Кадастр неблагополучных пунктов по сибирской язве животных в Республике Саха (Якутия) // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 5. С. 80–87. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-5-11.
10. Дягилев Г.Т., Игнатьева М.Е., Чернявский В.Ф. Эпизоотологический мониторинг сибирской язвы в Вилуйской зоне Республики Саха (Якутия) и его эпидемиологическая значимость // Образование и наука. 2017. № 3 (87). С. 140–145.
11. Дягилев Г.Т., Чернявский В.Ф., Игнатьева М.Е., Софронова О.Н., Никифоров О.И. Эпизоотолого-эпидемиологический мониторинг сибирской язвы в Центральной и Юж-

- ной зонах Якутии // Якутский медицинский журнал. 2018. № 2. С. 96–100. DOI: 10.25789/YMJ.2018.62.29.
12. Дягилев Г.Т. Эпизоотологический мониторинг сибирской язвы в Усть-Алданском районе Республики Саха (Якутия) // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2016. № 3. С. 41–45.
13. Дугаржапова З.Ф., Чеснокова М.В., Гольдапель Э.Г., Косилко С.А., Иннокентьева Т.И., Балахонов С.В. Сибирская язва в Азиатской части Российской Федерации. Сообщение 1. Исторические сведения о распространении болезни в Сибири и на Дальнем Востоке // Проблемы особо опасных инфекций. 2017. Вып. 1. С. 54–58.
14. Timofeev V., Bahtejeva I., Mironova R., Titareva G., Lev I., Christiany D., Borzilov A., Bogun A., Vergnaud G. Insights from Bacillus anthracis strains isolated from permafrost in the tundra zone of Russia // PloS one. 2019. 14 (5). DOI: 10.1371/journal.pone.0209140.
1. Dyagilev G.T., Neustroev M.P. K istorii sibirskoi yazvy v Yakutskoi oblasti v XIX veke [On the history of anthrax in Yakutsk region in the 19th century]. *Aktual'nye voprosy veterinarnoi biologii* [Actual Questions of Veterinary Biology], 2010, no. 4, pp. 3–7. (In Russian).
2. Dyagilev G.T., Neustroev M.P. Epizootologicheskaya kharakteristika sibirskoi yazvy s 1811 po 1993 god v Respublike Sakha (Yakutiya) [The epizootic characteristics of the Siberian Plague from 1811 to 1993 in the Republic of Sakha (Yakutia)]. *Aktual'nye voprosy veterinarnoi biologii* [Actual Questions of Veterinary Biology], 2012, no. 1, pp. 33–36. (In Russian).
3. Karpov V.S. *Istoriya veterinarii v Yakutii* [History of veterinary medicine in Yakutia]. Yakutsk: Izdatel'skii dom Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta [Publishing House of North-Eastern Federal University], 2009, 222 p. (In Russian).
4. Karpov V.S., Chernyavskii V.F., Karataeva T.D. *Osnovnye zooantroponozy v Yakutii (epizootologiya i epidemiologiya)* [The main zooanthroponoses in Yakutia (epizootology and epidemiology)], Yakutsk, 1997, 154 p. (In Russian).
5. Karataeva T.D., Vasil'eva A.A. Epizooticheskaya obstanovka po sibirskoi yazve i ee profilaktika v Respublike Sakha (Yakutiya) [Epizootic situation for anthrax and its prevention in the Republic of Sakha (Yakutia)]. *Vestnik veterinarii* [Veterinary Newsletter], 2007, no. 1-2, pp. 106–112. (In Russian).
6. Dyagilev G.T., Neustroev M.P. Epidemiologicheskaya i epizooticheskaya situatsiya po sibirskoi yazve v Respublike Sakha (Yakutiya) [Epidemiological and epizootological situation on anthrax in the Republic of Sakha (Yakutia)]. *Veterinariya i kormlenie* [Journal Veterinaria i Kormlenie], 2019, no. 7, pp. 11–13. (In Russian). DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2019-7-3.
7. Dyagilev G.T., Chernyavskii V.F., Ignat'eva M.E., Sofronova O.N., Nikiforov O.I. Epizootologicheskii monitoring sibirskoi yazvy v Arkticheskikh i Vostochnykh zonakh Yakutii [Epizootic-epidemiological monitoring of anthrax in the Arctic and Eastern zones of Yakutia]. *Prirodnye resursy Arktiki i Subarkтики* [Arctic and Subarctic Natural Resources], 2019, vol. 4., no. 2, pp. 96–105. (In Russian). DOI: 10.31242/2618-9712-2019-24-2-9.
8. Gavrilov V.A., Gryazneva T.N., Seliverstov V.V. *Sibirskaya yazva – vechnaya problema zemlyan* [Anthrax is the eternal problem of earth inhabitants]. M.: Izdatel'stvo Moskovskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny [Publishing House of Moscow State Academy of Veterinary Medicine], 2014, 422 p. (In Russian).
9. Dyagilev G.T., Neustroev M.P. Kadastr neblagopoluchnykh punktov po sibirskoi yazve zhivotnykh v Respublike Sakha (Yakutiya) [Cadastre of unfavorable locations for anthrax of animals in the Republic of Sakha (Yakutia)]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 5, pp. 80–87. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2019-5-11.
10. Dyagilev G.T., Ignat'eva M.E., Chernyavskii V.F. Epizootologicheskii monitoring sibirskoi yazvy v Vilyuiskoi zone Respubliki Sakha (Yakutiya) i ego epidemiologicheskaya znachimost' [Epizootic monitoring of anthrax in the Vilyui zone of the Republic of Sakha (Yakutia) and its epidemiological significance]. *Obrazovanie i nauka* [The Education and Science journal], 2017, no. 3 (87), pp. 140–145. (In Russian).
11. Dyagilev G.T., Chernyavskii V.F., Ignat'eva M.E., Sofronova O.N., Nikiforov O.I. Epizootologicheskii monitoring

- sibirskoi yazvy v Tsentral'noi i Yuzhnoi zonakh Yakutii [Epizootic-epidemiological monitoring of anthrax in the Central and Southern zones of Yakutia]. *Yakutskii meditsinskii zhurnal* [Yakut Medical Journal], 2018, no. 2, pp. 96–100. (In Russian).
12. Dyagilev G.T. Epizootologicheskii monitoring sibirskoi yazvy v Ust'-Aldanskom raione Respubliki Sakha (Yakutiya) [Epizootological monitoring of anthrax in the Ust-Aldan region of the Republic of Sakha (Yakutia)]. *Aktual'nye voprosy veterinarnoi biologii* [Actual Questions of Veterinary Biology], 2016, no. 3, pp. 41–45. (In Russian).
13. Dugarzhapova Z.F., Chesnokova M.V., Gol'dapel' E.G., Kosilko S.A., Innoken't'eva T.I., Balakhonov S.V. Sibirskaya yazva v Aziatskoi chasti Rossiiskoi Federatsii. Soobshchenie 1. Istoricheskie svedeniya o rasprostranении bolezni v Sibiri i na Dal'nem Vostoke [Anthrax in the Asian part of the Russian Federation. Communication 1. Historical remarks on the spread of the disease in Siberia and Far East]. *Problemy osobo opasnykh infektsii* [Problems of Particularly Dangerous Infections], 20176 issue. 1, pp. 54–58. (In Russian).
14. Timofeev V., Bahtejeva I., Mironova R., Titareva G., Lev I., Christiany D., Borzilov A., Bogun A., Vergnaud G. Insights from *Bacillus anthracis* strains isolated from permafrost in the tundra zone of Russia. *PloS one*, 2019, vol. 14 (5). (In Russian). DOI: 10.1371/journal.pone.0209140.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

✉ **Дягилев Г.Т.**, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 677001, Якутск, ул. Бестужева-Марлинского, 23/1; e-mail: dgt1957@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Dyagilev G.T.**, Candidate of Science in Veterinary Medicine, Senior Researcher; **address:** 23/1, Bestuzhev-Marlinsky St., Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), 677000, Russia; e-mail: dgt1957@mail.ru

Дата поступления статьи 11.04.2020
Received by the editors 11.04.2020



DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-9

УДК: 631.354.2 (083.131)

ПРИНЦИП ИДЕНТИЧНОСТИ УСЛОВИЙ ПРИ ЗОНАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЯХ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Чепурин Г.Е.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН
Россия, Новосибирская область, р.п. Краснообск

Для цитирования: Чепурин Г.Е. Принцип идентичности условий при зональных испытаниях зерноуборочных комбайнов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 3. С. 83–93. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-9

For citation: Chepurin G.E. Printsip identichnosti uslovii pri zonal'nykh ispytaniyakh zernouborochnykh kombainov [The principle of identity of conditions for zonal tests of grain harvesters]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2020, vol. 50, no. 3, pp. 83–93. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-9

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлены результаты анализа применяемых методов сравнительных испытаний зерноуборочных комбайнов на обмолоте зерновых культур в различных природно-климатических зонах России. В СССР в соответствии с действующими ГОСТами МИС проводили сравнительные испытания комбайнов на обмолоте зерновых культур урожайностью 4 т/га прямым способом в фазе полной спелости зерна, но не позднее 7 дней после ее наступления. На этапе проектирования пропускную способность комбайна рассчитывают, учитывая конструктивные параметры рабочих органов комбайна, мощность двигателя, ширину молотилки, удельную мощность на единицу пропускной способности, объем бункера и другие факторы. Классификация комбайнов по конструктивным параметрам не характеризует их потенциальные функциональные возможности и эффективность работы в производственных условиях при значительных колебаниях урожайности зерновых культур. Необходимо соблюдать главный принцип сравнительных испытаний комбайнов – идентичность условий их эксплуатации. Если этот принцип нарушается, не имеет смысла анализировать полученные результаты. Нужно обоснование методологии срав-

THE PRINCIPLE OF IDENTITY OF CONDITIONS FOR ZONAL TESTS OF GRAIN HARVESTERS

Chepurin G.E.

*Siberian Federal Scientific Centre
of AgroBiotechnologies
of the Russian Academy of Sciences*
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

The paper presents the analysis results of the methods applied to comparative tests of combine harvesters for threshing grain crops in various climatic zones of Russia. In the USSR, in accordance with the current GOSTs, machine testing stations carried out comparative tests of combines during threshing grain crops with a yield of 4 t/ha by direct combining method in the phase of full ripeness of grain, but no later than 7 days after its onset. At the design stage, the throughput of a combine harvester is calculated taking into account the design parameters of the working bodies of the combine, engine power, thresher width, specific power per unit of throughput, hopper volume and other factors. The classification of combines according to design parameters does not characterize their potential functionality and work efficiency under production conditions with significant fluctuations in the yield of grain crops. It is necessary to comply with the main principle of comparative tests of combines – the identity of their operating conditions. If this principle is violated, it makes no sense to analyze the results. It is necessary to substantiate the methodology of comparative tests of combines

нительных испытаний комбайнов в различных природно-климатических зонах страны. Учитывая различную урожайность по отдельным зонам России, особенно в Сибирском регионе, для рационального использования комбайна следует определять не только его паспортную пропускную способность, но и каким образом она может изменяться от условий уборки. Для каждого комбайна нужен технологический паспорт, который позволяет применительно к конкретному полю с учетом урожайности и других производственных усилий оперативно разрабатывать операционную карту на обмолот зерновых культур. Операционные карты в отличие от технологических определяют задание на выполнение конкретной работы при соблюдении технологических режимов, обеспечивающих получение продукции высокого качества при рациональной загрузке молотилки комбайна на обмолоте зерновых прямым и разделными способами, а также предполагаемую фактическую и расчетную себестоимость зерна с учетом потребности в комбайнах и комбайнерах.

Ключевые слова: технология уборки, паспортная пропускная способность комбайна, сравнительные испытания комбайнов, эксплуатационные прямые затраты, себестоимость зерна при обмолоте

В соответствии с ГОСТом СССР¹ на МИС проводили сравнительные испытания комбайнов на обмолоте зерновых культур при следующих показателях:

- урожайности 4 т/га в фазе полной спелости зерна, но не позднее 7 дней после ее наступления;
- на участке с прямостоящим стеблестоем;
- влажности зерна 10–18%;
- с содержанием незерновой части – 10–20%;
- ширине допускаемого долевого диапазона солоmistости в хлебной массе от 0,7 до 1,5;
- уклоне поля не более 2%.

По результатам испытаний строят зависимость изменений общих потерь зерна за молотилкой комбайна от фактической подачи хлебной массы. За паспортную способность принимают пропускную способность в килограммах в секунду, соответствующую потерям зерна за молотилкой комбайна 1,5%. По данной величине устанавливают класс зерноуборочного комбайна.

in various climatic zones of the country. Given the different yields in certain zones of Russia, especially in the Siberian region, it is necessary to determine not only the nominal throughput for the rational use of the harvester, but also to what extent it can vary depending on harvesting conditions. A technological passport is needed for each combine, which will allow to quickly develop an operation process chart for threshing grain crops in relation to a specific field and taking into account yield and other production efforts. Operation process charts, unlike technological passports, determine the task for performing specific work, subject to technological modes, that ensure high quality products by direct combining and swath harvesting methods with rational loading of the combine thresher. They help to identify actual and estimated cost of grain, taking into account the need in combines and combine operators.

Keywords: harvesting technology, nominal throughput of the combine, comparative tests of combines, operational direct costs, cost of grain during threshing

На этапе проектирования комбайнов их пропускную способность рассчитывают, используя выражения, учитывающие конструктивные параметры рабочих органов комбайна, мощность двигателя, ширину молотилки, удельную мощность на единицу пропускной способности, объем бункера и другие факторы [1–5]. Предлагаемая классификация по конструктивным параметрам представляется достаточно простой и удобной. Однако она не характеризует потенциальные функциональные возможности комбайнов и эффективность их работы в производственных условиях эксплуатации.

Многие зарубежные фирмы в рекламных целях (согласно стандарту ASAE американского общества сельскохозяйственных инженеров) за единицу актива зерноуборочных комбайнов любого класса принимают намолот зерна за 1 ч их полезной работы. При этом исходная емкость актива нормирована на уровне 3000 ч чистой работы. За

¹Государственный стандарт СССР. Комбайны зерноуборочные. Методы испытания. ГОСТ 28301-89, 1990.

это время комбайн должен полностью перенести свою стоимость на стоимость продукции. В России идеология стандартов ASAE реализована в методике часовых эксплуатационных затрат, предложенная специалистами Поволжской МИС [6] и частично нашедшая отражение в отраслевых стандартах и ГОСТах РФ²⁻⁴. Однако такой подход имеет существенный недостаток, поскольку не учитывает рациональную степень загрузки молотилки комбайна при обмолоте зерновых культур.

Основными факторами, определяющими фактическую производительность комбайна, являются урожайность зерна и соломы; состояние урожая зерновых культур по влажности, засоренности, полеглости и другое; скорость движения комбайна; ширина захвата хедеров или валковых жаток; размеры полей, их рельеф и конфигурация; квалификация механизаторских кадров; организация уборочных работ; рациональное сочетание раздельной и прямой уборки зерновых; наличие необходимого шлейфа хедеров и валковых жаток в хозяйствах.

Степень загрузки молотилки комбайна (μ_z) определяется как отношение фактической подачи хлебной массы (q_f), поступающей в молотилку комбайна, к его паспортной способности (q_0). В соответствии с «Системой критериев качества и эффективности сельскохозяйственной техники», изданной МСХ РФ [7], допускается недоиспользование паспортной способности комбайна не более 10%. Перегрузка молотилки комбайна не допускается, так как приводит к значительным потерям зерна.

В настоящее время на рынок РФ поступают отечественные и зарубежные комбайны пропускной способностью от 3 до 14 кг/с. В связи с этим при обосновании класса комбайна по пропускной способности для конкретных условий необходимо учитывать фактическую реализуемость паспортных данных в реальных условиях эксплуатации;

соответствие класса комбайна требованиям сельхозтоваропроизводителей с учетом зональных особенностей; наличие гарантированной эффективности применения; конкурентоспособность нового комбайна в сравнении с аналогами, т.е. по критериям цена – производительность, цена – качество, цена – стоимость техсервиса, которые должны обеспечивать прибыль сельхозтоваропроизводителю.

Характерная особенность уборки зерновых в Сибири – значительные колебания урожайности не только по природно-климатическим зонам, регионам, административным районам, предприятиям, но и по полям в пределах хозяйств.

В результате анализа динамики урожайности зерновых культур в основных зернопроизводящих регионах Сибирского федерального округа (СФО) установлено, что средняя урожайность зерновых культур находится в пределах 12–25 ц/га, наименьшая – в Алтайском крае, наибольшая – в Красноярском. Средняя урожайность по годам в регионах варьирует в пределах 13–25% [8].

Практически в каждом регионе есть районы, где средняя урожайность зерновых составляет 30–40 ц/га: в Красноярском крае (Назаровском, Ужурском районах) – 35–41 ц/га; в Новосибирской области в Ордынском районе она изменялась от 21 до 33 ц/га, в ЗАО «Верх-Ирмень» находилась в пределах 35–60 ц/га. При таких различиях в урожайности по регионам и районам, тем более отдельным хозяйствам, необходимо обеспечить условия для реализации потенциальных возможностей комбайна, т.е. паспортную пропускную способность за счет соответствующего шлейфа хедеров или валковых жаток, имеющих соответствующую ширину захвата, а также допустимой скорости движения комбайна.

В связи с этим в настоящее время значительно возросла роль МИС в получении объективной информации об эксплуата-

²Стандарт отрасли. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины зерноуборочные. ГОСТ 108.1–99. Минсельхозпрод России, 2000.

³ГОСТ 28301–2007. Комбайны зерноуборочные. Методы испытания.

⁴Межгосударственный стандарт. ГОСТ 28301–2015. М.: Стандартиформ, 2016.

онных, технических, экономических и других показателях работы новых высокопроизводительных отечественных и зарубежных комбайнов при их сравнительных испытаниях в различных зонах страны. Необходимо соблюдать главный принцип сравнительных испытаний – идентичность условий. Если этот принцип нарушается, не имеет смысла анализировать полученные результаты.

Обеспечить аналогичные условия по отдельным природно-климатическим зонам практически невозможно прежде всего из-за различий урожайности зерна. Ширина допускаемого ГОСТом СССР (см. сноску 1) диапазона соломистости в хлебной массе в доленом отношении от 0,7 до 1,5 при испытании комбайнов заранее предопределяет неоднозначные результаты определения паспортной пропускной способности комбайнов, так как это противоречит физическому смыслу процесса обмолота и сепарации молотилки комбайна. Чем меньше соломистость, тем больше пропускная способность комбайна^{5, 6} [9], так как процесс выделения зерна в молотилке комбайна включает две стадии: просев через ворох на соломотрясе и просеивание через отверстия решет очистки и соломотряса. Эффективность сепарации определяется структурой пространственной решетки вороха и разрыхленностью слоя на решетках и соломотрясе. В связи с этим фактическая паспортная пропускная способность (q') существенно зависит от доли незерновой части в составе обмолачиваемой хлебной массы (λ_o) и определяется по формуле

$$q'_o = \frac{q_o(1 + \lambda)}{(1 + \lambda_o)}, \quad (1)$$

где q_o – паспортная пропускная способность комбайна (кг/с) при отношении массы зерна (λ_z) к массе незерновой части (λ_o) в долях единицы 1 : 1,5 (λ_o); λ – фактическое отношение массы зерна к массе незерновой части в долях единицы.

На рис. 1 показаны закономерности изменения паспортной пропускной способности комбайнов класса от 5 до 12 кг/с при допустимом уровне потерь за молотилкой комбайна 1,5% в зависимости от содержания незерновой части (λ_o) в составе обмолачиваемой хлебной массы в долях единицы от 2,3 до 0,7.

Расчеты показывают, что пропускная способность комбайнов любого класса классической схемы при изменении содержания соломы от 1,5 до 0,7 возрастает в 1,45 раза, при увеличении соломистости от нормативной до 2,3 пропускная способность уменьшается в 1,16 раза (см. табл. 1).

Выявленные закономерности изменения фактической пропускной способности комбайна от долевого содержания соломы в хлебной массе позволяют проводить испытания при обмолоте зерновых любой урожайностью с четко фиксируемым долевым содержанием соломы, влажностью зерна и соломы, предусмотренными стандартами.

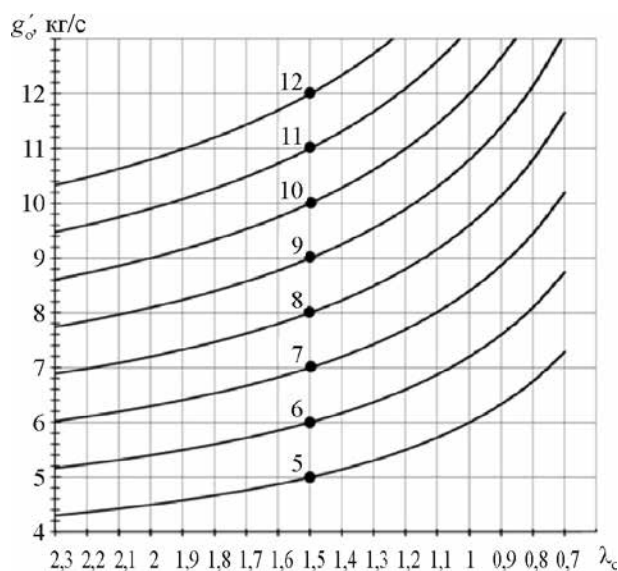


Рис. 1. Изменение фактической пропускной способности комбайнов от содержания незерновой части в хлебной массе

Fig. 1. Change in the actual throughput of combines due to the non-grain part content in the grain bulk

⁵Пустыгин М.А. Теория и технический расчет молотильных устройств. М.: Сельхозгиз, 1948. 322 с.

⁶Герсков Г.Д. Расчет зерноуборочных машин. М.: Издательство машиностроительной литературы, 1961. 213 с.

Табл. 1. Изменение пропускной способности комбайнов в зависимости от содержания незерновой части в обмолачиваемой хлебной массе

Table 1. Change in the throughput of combines depending on the content of the non-grain part in the threshed grain mass

q'_o	Содержание незерновой части (λ_o), доля единицы								
	2,3	2,1	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	0,9	0,7
5	4,3	4,4	4,6	4,8	5	5,3	5,7	6,3	7,3
6	5,2	5,3	5,5	5,7	6	6,4	6,9	7,6	8,7
7	6,0	6,2	6,4	6,7	7	7,4	8,0	8,9	10,0
8	6,9	7,1	7,3	7,6	8	8,5	9,1	10,1	11,6
9	7,7	8,0	8,2	8,6	9	9,5	10,3	11,4	13,1
10	8,6	8,8	9,1	9,5	10	10,6	11,4	12,7	14,6
11	9,5	9,7	10,1	10,3	11	11,7	12,6	13,9	16,0
12	10,3	10,6	11,0	11,4	12	12,7	13,7	15,2	17,5

На основании полученной фактической пропускной способности (q') при фиксированной соломистости (λ_o) по формуле (2) рассчитывают нормированную пропускную способность, соответствующую соотношению зерна к соломе 1 : 1,5, по которой определяют класс зерна комбайна:

$$q_o = \frac{q' (1 + \lambda_o)}{1 + \lambda} \quad (2)$$

В настоящее время МИС проводят сравнительные испытания зерноуборочных комбайнов на обмолоте зерновых согласно существующим стандартам в характерных для зон условиях по урожайности, влажности, отношении зерна к соломе [10]. Формально претензий к результатам испытаний, представленным в табл. 2, нет, поскольку они проведены в соответствии с действующими отраслевыми стандартами России. Производительность и себестоимость рассчитаны для расчетной рабочей скорости 7,2 км/ч. Однако сравнивать показатели работы комбайнов, полученных при обмолоте зерновых в разных условиях, некорректно. В каждой зоне фактическая загрузка комбайнов отличается от паспортной от 25 до 51%, что противоречит рекомендациям МСХ РФ [7], которыми допускается снижение загрузки молотилки комбайна от паспортной не более 10%. Кроме того, эксплуатационные затраты не учитывают дефицит трудовых ресурсов при определении себестоимости при обмолоте зерновых на площади с разной урожайностью.

В Сибирском научно-исследовательском институте механизации и электрификации сельского хозяйства СФНЦА РАН разработаны алгоритм и методика для определения фактической себестоимости зерна при обмолоте зерновых с конкретной площади, позволяющие при расчете себестоимости учитывать потребность в трудовых ресурсах и комбайнах [11] по формуле

$$И^2 = \frac{И^1 \cdot S_{cm}}{G^{max} \cdot W_{cm} \cdot \mu_3}, \quad (3)$$

где $И^2$ – расчетная себестоимость 1 т зерна при обмолоте, тыс. р./т ; $И^1$ – расчетные прямые эксплуатационные затраты на обмолоте, р./га; S_{cm} – площадь поля, убранная комбайнами i -го класса за смену (условно принята 1000 га), га/см; G^{max} – максимально допустимая урожайность зерновых при нормативной скорости 7,5 км/ч и фактической подаче хлебной массы $q_\phi = q_o$, т/га; W_{cm} – площадь поля, убираемая комбайном за смену, га/см; μ_3 – коэффициент загрузки молотилки комбайна. При $q_\phi = q_o$, $\mu_3 = 1$, или $\mu_3 = \frac{G_\phi}{G^{max}}$, при $G_\phi < G^{max}$ μ_3 будет меньше 1.

Результаты себестоимости зерна, рассчитанные по формуле (3), представлены в табл. 2. При расчете себестоимости обмолота зерна по формуле (3) прямые эксплуатационные затраты на 1 га убранной площади $И^1$ взяты по данным сравнительных испытаний на МИС [10].

Себестоимость 1 т обмолоченного зерна на МИС определяют делением эксплу-

Табл. 2. Технико-экономическая характеристика комбайнов на обмолоте зерновых прямым способом [10]
Table 2. Technical and economic characteristics of combine harvesters when threshing grain by direct method [10]

Показатель	JDW 540	JDW 650	Енисей КЗС 4141 С	Vektor 410	КЗС-812 GS-812	«AGROS-580»	JD 9670	JDS 660	КЗС-1218 Полестье GS-12
Пропускная способность, q_o , кг/с	9,8	12,1	8,42	7,7	7,8 (7,7)	10,5	10,12	11,22	12,8
Расход топлива, кг/ч	40,3	50,5	39,8	33,1	33,1	47,0	48,2	50,5	52,2
Ширина захвата, м	7,6; 9, 1	7,62; 9,15	7; 9	7; 9	6; 7; 9	7; 9	7,62; 9,15	7,6; 9,15	8; 9
Расчетная рабочая скорость (V_p), км/ч	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
Регион испытаний	Омская	Омская	Омская	Самарская	Самарская	Курская	Курская	Курская	Курская
Урожайность, ц/га (G)	14,2	24,0	15,5	16,0	16,0	30	30	30	30
Цена комбайна, тыс. р.	7428	8739	3875	3788	3557	4898	10920	11476	4596
Фактическая подача, q_ϕ , кг/с*	2,5	4,3	2,1	2,15	2,15	5,2	5,2	5,5	5,2
Коэффициент загрузки комбайнов, μ_3	0,25	0,35,	0,25	0,28	0,28	0,49	0,51	0,49	0,4
Эксплуатационная производительность:									
га/ч	3,84	3,84	3,02	3,02	3,02	3,53	3,84	3,84	3,53
т/ч	9,9	12,2	8,47	7,8	7,9	10,6	10,2	11,3	12,9
Себестоимость уборки:									
р./га;	1477,6	1753,7	1086	1022	968	1143	2007	2117	1113
р./т	573,1	552	387	396	370	381	756	720	305
тыс.р./т*	18,1	17,1	21,1	19,3	18,2	9,2	16,1	14,3	17,7
$G_{\text{пасс}}^{\text{пасс}}$ для паспортной загрузки при скорости V_p ц/га*	57	70	49	44,6	45	61	58,5	65	74
Себестоимость зерна, тыс. р./т*	6,2	6,0	5,3	5,4	5,1	4,5	8,2	7,7	7,1

*Показатели, полученные СибИМЭ.

атационных затрат (р./га) на урожайность зерновых, которая в зависимости от зоны изменялась от 14 до 30 ц/га. Например, себестоимость зерна при обмолоте зерновых комбайном «AGROS-580» по данным испытаний в Курской области равна 381 р./т. Фактическая подача хлебной массы при обмолоте зерновых урожайностью 30 ц/га и скорости 7,2 км/ч равна 5,2 кг/с. Коэффициент загрузки молотилки комбайна μ_z равен 0,49, т.е. в 2 раза меньше паспортной пропускной способности – 10,5 кг/с. Чтобы обеспечить максимально допустимую загрузку данного комбайна при расчетной скорости движения, зерновые культуры должны иметь урожайность 61 ц/га. В этом случае себестоимость обмолота зерна, рассчитанная по формуле (2), равняется 4,5 тыс. р./т, вместо 9,2 тыс. р./т, когда комбайн обмолачивает зерновые урожайностью 30 ц/га и коэффициент загрузки молотилки равен 0,49.

Аналогичные результаты по другим комбайнам подтверждают необходимость обоснования методологии сравнительных испытаний комбайнов на МИС в различных природно-климатических зонах страны (см. табл. 2).

Возможно, что в тех зонах, где высокая урожайность зерновых, оправдано производить расчет пропускной способности по конструктивным или иным параметрам. Однако учитывая различную урожайность по отдельным зонам России (особенно в Сибирском регионе), для рационального использования комбайна следует определять не только его паспортную пропускную способность, но и каким образом она может изменяться от условий уборки. В связи с этим для каждого комбайна необходим технологический паспорт (см. рис. 2), который позволяет применительно к конкретному полю с учетом урожайности и других производственных усилий оперативно разрабатывать операционную карту на обмолот зерновых культур. Результаты исследования по указанному вопросу опубликованы в периодических журналах России [11–15].

Технологический паспорт зерноуборочного комбайна – технологический документ,

представленный в виде четырех квадрантов. На них показаны графические зависимости изменения рабочей скорости движения комбайна (при обмолоте зерновых культур влажностью 10–22%, нормативном отношении зерна к незерновой части 1 : 1,5 в долях единицы), обеспечивающей его паспортную пропускную способность в зависимости от урожайности, конструктивной ширины захвата валковых жаток или хедеров (квадрант I). Технологический паспорт дает возможность определять производительность комбайнов за 1 ч чистого времени, за смену при нормативной доле незерновой части 1,5, но и при изменении этой доли в широких пределах от нормативной (квадранты II, III), а также фактическую и расчетную себестоимость зерна при обмолоте прямым, раздельным способами с учетом потребности в комбайнах и комбайнерах (квадрант IV).

Операционная карта – технологический документ, содержащий описание технологической операции с указанием возможных технологий уборки зерновых культур, данных о технических средствах и режимах их работы с учетом условий работы, свойств убираемых культур на конкретном поле:

- сорта убираемой культуры на конкретном поле, урожайности, влажности зерна, массы незерновой части в долях единицы;
- характеристики поля, его площади в гектарах, длины гона, рельефа поля;
- максимально допустимой рабочей скорости комбайна по полю при раздельном и прямом способах уборки;
- класса комбайна, конструктивной ширины захвата хедера или валковой жатки, м;
- типа валка: одинарного, спаренного, встречно-поточного;
- расчетной сменной производительности комбайна за смену 10 ч.

Операционные карты в отличие от известных технологических карт определяют задание на выполнение конкретной работы при соблюдении технологических режимов, обеспечивающих получение продукции высокого качества при рациональной загрузке молотилки комбайна на обмолоте зерновых прямым и раздельными способами, а также

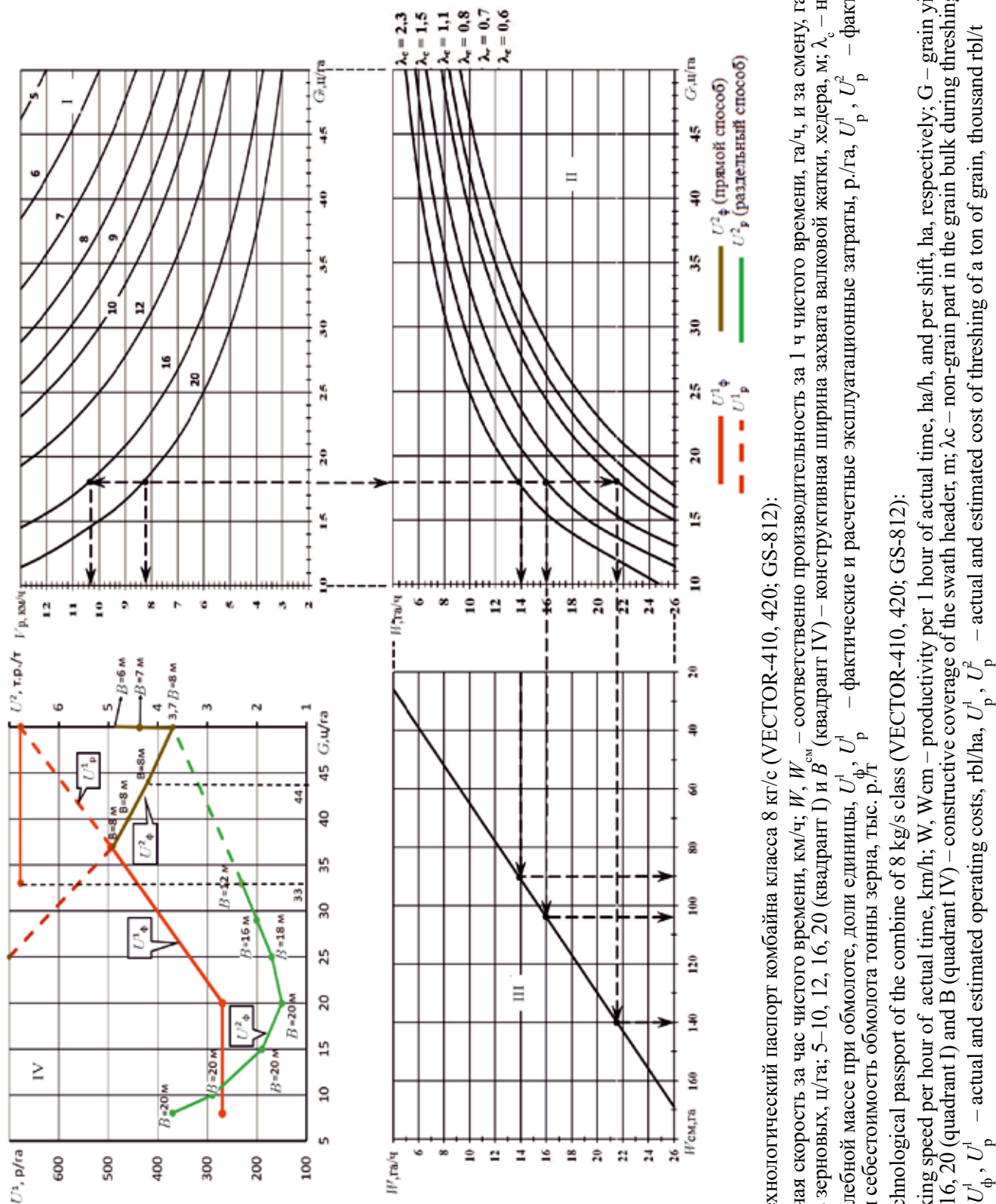


Рис. 2. Технологический паспорт комбайна класса 8 кг/с (VECTOR-410, 420; GS-812):

V_p – рабочая скорость за час чистого времени, км/ч; W , W^{cm} – соответственно производительность за 1 ч чистого времени, га/ч, и за смену, га; G – урожайность зерновых, ц/га; 5–10, 12, 16, 20 (квадрант I) и B^{cm} (квадрант IV) – конструктивная ширина захвата валковой жатки, хедера, м; λ_c – незерновая часть в хлебной массе при обмолаоте, доли единицы, U^1 , U^2 – фактические и расчетные эксплуатационные затраты, р./га, U^1 , U^2 – фактическая и расчетная себестоимость обмола тонны зерна, тыс. р./т

Fig. 2. Technological passport of the combine of 8 kg/s class (VECTOR-410, 420; GS-812):

V_p – working speed per hour of actual time, km/h, and per shift, ha, respectively; G – grain yield, kg/ha; 5–10, 12, 16, 20 (quadrant I) and B (quadrant IV) – constructive coverage of the swath header, m; λ_c – non-grain part in the grain bulk during threshing, fractions of a unit, U^1 , U^2 – actual and estimated operating costs, rbl/ha, U^1 , U^2 – actual and estimated cost of threshing of a ton of grain, thousand rbl/t

предполагаемую фактическую и расчетную себестоимость зерна при обмолоте зерновых прямым и раздельным способами с учетом потребности в комбайнах и комбайнерах.

ВЫВОДЫ

1. Классификация комбайнов по конструктивным параметрам не характеризует потенциальные функциональные возможности комбайнов и эффективность их работы в производственных условиях эксплуатации в конкретных условиях при значительных колебаниях урожайности зерновых культур.

2. В СССР, РФ и в странах СНГ зерноуборочные комбайны классифицируют по паспортной пропускной способности, за которую принимают фактическую подачу хлебной массы в молотилку комбайна в килограммах в секунду, соответствующую потерям зерна 1,5% при обмолоте зерновых прямым способом на участках с определенной урожайностью зерновых культур, влажностью зерна, соломы.

3. Новыми стандартами в РФ предусматривается проводить сравнительные испытания в характерных для зон условиях по урожайности, влажности, отношении массы зерна к соломе, что противоречит принципам идентичности условий при сравнительных испытаниях комбайнов.

4. Актуальность исследований по обоснованию методологии сравнительных испытаний комбайнов на МИС в различных природно-климатических зонах страны и разработке альтернативного способа определения паспортной пропускной способности зерноуборочных комбайнов при значительных колебаниях урожайности подтверждается «Системой критериев качества и эффективности сельскохозяйственной техники», изданной МСХ РФ в 2010 г., которой допускается недоиспользование паспортной способности комбайна не более 10%. Перегрузка молотилки не допускается, поскольку это приводит к значительным потерям зерна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жалнин Э.В. Расчет основных параметров зерноуборочных комбайнов: монография. М.: ВИМ, 2001. 106 с.
2. Жалнин Э.В., Баранов А.А., Сулейманов М. Среднестатистическая пропускная способность зерноуборочных комбайнов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1997. № 8. С. 25–27.
3. Занько Н.Д. Методика оценки пропускной способности молотилки и определения класса зерноуборочного комбайна // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1999. № 6. С. 26–28.
4. Занько Н.Д., Осипов Н.М. Оценка пропускной способности молотилки с системой интенсивной сепарации зерна // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1996. № 10. С. 13–15.
5. Пенкин С.М. Оценка пропускной способности зерноуборочных комбайнов по известным параметрам // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2003. № 1. С. 24–26.
6. Пронин В.М., Прокопенко В.А. Техничко-экономическая оценка эффективности сельскохозяйственных машин и технологии по критерию часовых эксплуатационных затрат: монография. М.: Столичная типография, 2008.
7. Табашиников А.Т., Федоренко В.Ф., Буклагин Д.С. и др. Система критериев качества, надежности, экономической эффективности сельскохозяйственной техники: монография. М.: Росинформагротех, 2010. 188 с.
8. Чепурин Г.Е., Иванов Н.М., Кузнецов А.В. Уборка и послеуборочная обработка зерновых культур в экстремальных условиях Сибири: монография. М.: Росинформагротех, 2011. 175 с.
9. Жалнин Э.В., Ценч Ю.С., Пьянов В.С. Методика анализа технического уровня зерноуборочных комбайнов по функциональным и конструктивным параметрам // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. Т. 12. № 2. С. 4–8.
10. Бурак П.И., Пронин В.М., Прокопенко В.А. Сравнительные испытания сельскохозяйственной техники. М.: Росинформагротех, 2013. 416 с.
11. Чепурин Г.Е., Цегельник А.П. Методика определения себестоимости зерна при обмолоте зерновых с учетом потребности в комбайнах

- и комбайнерах // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 2. С. 85–92.
12. Чекурин Г.Е., Иванов Н.М. Теоретические основы разработки технологического паспорта зерноуборочного комбайна // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016. № 2. С. 96–104.
 13. Чекурин Г.Е., Иванов Н.М. Обоснование разработки технологического паспорта зерноуборочных комбайнов // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2016. № 4. С. 25–31.
 14. Чекурин Г.Е. Зерноуборочному комбайну – технологический паспорт – полю – операционную карту // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 4. С. 76–79.
 15. Чекурин Г.Е., Цегельник А.П. Структура и содержание технологического паспорта и операционных карт зерноуборочных комбайнов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 3. С. 50–57.
- ## REFERENCES
1. Zhalnin E.V. *Raschet osnovnykh parametrov zernouborochnykh kombainov* [Calculation of the main parameters of combine harvesters]. M.: VIM Publ., 2001, 106 p. (In Russian).
 2. Zhalnin E.V., Baranov A.A., Suleimanov M. *Srednestaticheskaya propusknaya sposobnost' zernouborochnykh kombainov* [Average throughput of grain harvester]. *Traktory i sel'skokhozyaistvennye mashiny* [Tractors and Agricultural Machinery], 1997, no. 8, pp. 25–27. (In Russian).
 3. Zan'ko N.D. *Metodika otsenki propusknoi sposobnosti molotilki i opredeleniya klassa zernouborochnogo kombaina* [Methods of assessing thresher throughput and determination of combine harvester class]. *Traktory i sel'skokhozyaistvennye mashiny* [Tractors and Agricultural Machinery], 1999, no. 6, pp. 26–28. (In Russian).
 4. Zan'ko N.D., Osipov N.M. *Otsenka propusknoi sposobnosti molotilki s sistemoi intensivnoi separatsii zerna* [Assessing thresher throughput with the system of intensive grain separation]. *Traktory i sel'skokhozyaistvennye mashiny* [Tractors and Agricultural Machinery], 1996, no. 10, pp. 13–15. (In Russian).
 5. Penkin S.M. *Otsenka propusknoi sposobnosti zernouborochnykh kombainov po izvestnym parametram* [Assessment of grain harvesters' throughput by the known parameters]. *Traktory i sel'skokhozyaistvennye mashiny* [Tractors and Agricultural Machinery], 2003, no. 1, pp. 24–26. (In Russian).
 6. Pronin V.M., Prokopenko V.A. *Tekhniko-ekonomicheskaya otsenka effektivnosti sel'skokhozyaistvennykh mashin i tekhnologii po kriteriyu chasovykh ekspluatatsionnykh zatrat* [Feasibility study of the effectiveness of agricultural machinery and technology by the criterion of hourly operating costs]. M.: Stolichnaya tipografiya Publ., 2008. (In Russian).
 7. Tabashnikov A.T., Fedorenko V.F., Buklagin D.S. *Sistema kriteriev kachestva, nadezhnosti, ekonomicheskoi effektivnosti sel'skokhozyaistvennoi tekhniki* [The system of criteria for quality, reliability, economic efficiency of agricultural machinery]. M.: Rosinformagrotekh Publ., 2010, 188 p. (In Russian).
 8. Chepurin G.E., Ivanov N.M., Kuznetsov A.V. *Uborka i posleuborochnaya obrabotka zernovykh kul'tur v ekstremal'nykh usloviyakh Sibiri* [Harvesting and post-harvest processing of grain crops in extreme conditions of Siberia]. M.: Rosinformagrotekh Publ., 2011, 175 p. (In Russian).
 9. Zhalnin E.V., Tsench Yu.S., P'yanov V.S. *Metodika analiza tekhnicheskogo urovnya zernouborochnykh kombainov po funktsional'nym i konstruktivnym parametram* [Methods of analysis of the technical level of grain harvesters by their functional and constructive parameters]. *Sel'skokhozyaistvennye mashiny i tekhnologii* [Agricultural Machinery and Technologies], 2018, vol. 12, no. 2, pp. 4–8. (In Russian).
 10. Burak P.I., Pronin V.M., Prokopenko V.A. *Sravnitel'nye ispytaniya sel'skokhozyaistvennoi tekhniki* [Comparative tests of agricultural machinery]. M.: Rosinformagrotekh Publ., 2013, 416 p. (In Russian).
 11. Chepurin G.E., Tsegel'nik A.P. *Metodika opredeleniya sebestoimosti zerna pri obmole zernovykh s uchetom potrebnosti v kombainakh i kombainerakh* [Methods of identifying grain production cost when threshing grain crops in view of the need in combine harvesters and combine operators]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 2, pp. 85–92. (In Russian).
 12. Chepurin G.E., Ivanov N.M. *Teoreticheskie osnovy razrabotki tekhnologicheskogo pas-*

- porta zernouborochnogo kombaina [Theoretical framework for developing a technological passport of grain harvester]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], no. 2, 2016, pp. 96–104. (In Russian).
13. Chepurin G.E., Ivanov N.M. Obosnovanie razrabotki tekhnologicheskogo pasporta zernouborochnykh kombainov [Substantiation of developing a technological passport for a combine harvester]. *Sel'skokhozyaistvennye mashiny i tekhnologii* [Agricultural Machinery and Technologies], 2016, no. 4, pp. 25–31. (In Russian).
14. Chepurin G.E. Zernouborochnomu kombainu – tekhnologicheskii pasport – polyu – operatsionnyu kartu [Technological passport – for a grain harvester, an operation process chart – for a field]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2017, vol. 31, no. 4, pp. 76–79. (In Russian).
15. Chepurin G.E., Tsegel'nik A.P. Struktura i sodержanie tekhnologicheskogo pasporta i operatsionnykh kart zernouborochnykh kombainov [The structure and content of the technological passport and operation process charts of grain harvesters]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science]. 2018, vol. 48, no. 3, pp. 50–57. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

✉ **Чепурин Г.Е.**, профессор, член-корреспондент РАН, доктор технических наук, руководитель научного направления; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, а/я 463; e-mail: sibime@ngs.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Chepurin G.E.**, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Science in Engineering, Head of Research Division; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: sibime@ngs.ru

Дата поступления статьи 17.04.2020
Received by the editors 17.04.2020

ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ ЗАВОЗНЫХ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПОРОД КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

¹Иванов Р.В., ²Захарова Л.Н.

¹Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук, Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова

Республика Саха (Якутия), г. Якутск, Россия

²Якутская государственная сельскохозяйственная академия

Республика Саха (Якутия), г. Якутск, Россия

Для цитирования: Иванов Р.В., Захарова Л.Н. Проблемы адаптации завозных специализированных пород крупного рогатого скота // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 3. С. 94–102. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-10.

For citation: Ivanov R.V., Zakharova L.N. Problemy adaptatsii zavoznykh spetsializirovannykh porod krupnogo rogatogo skota [Problems of adaptation of imported specialized breeds of cattle]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2020, vol. 50, no. 3, pp. 94–102. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-10.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Проанализирован опыт завоза симменталов из Австрии, мясного скота герефордской породы из Новосибирской области, коров красной степной породы из Алтайского края в Республику Саха (Якутия). Акклиматизация завозного скота в условиях Крайнего Севера протекает напряженно. Из 471 гол. симменталов австрийской селекции завезенных в 2007 г., в настоящее время осталось 171 гол. Молочная продуктивность коров в среднем на голову составляет 2485 л, средний показатель по республике – 2364 л. Из завезенных в 2011, 2012 гг. 200 гол. герефордов остались 32. Представлена краткая характеристика молочной продуктивности красной степной породы в условиях Якутии. За шесть лактаций удой на одну корову составил 2630 л молока, что выше среднереспубликанских на 166 л. Из-за несоблюдения требований технологии содержания и кормления из завезенных 200 гол. животных остались 116. Приведены гематологические показатели животных, отражающие состояние иммунной системы организма в период акклиматизации. Адаптация коров красной степной породы проходила сложно, однако гематологические показатели соответствовали физиологической норме. Предложены возможные пути развития племенной работы в скотоводстве Якутии по созданию симментализованного якутского зонального типа скота,

PROBLEMS OF ADAPTATION OF IMPORTED SPECIALIZED BREEDS OF CATTLE

¹Ivanov R.V., ²Zakharova L.N.

¹M.G. Safronov Yakut Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of the Federal Research Centre “The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”

Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), Russia

²Yakut State Agricultural Academy

Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), Russia

The experience of importing Simmental breed from Austria of beef cattle Hereford breed from Novosibirsk region, red steppe breed from the Altay Territory to the Republic of Sakha (Yakutia) is analyzed. Acclimatization of imported livestock to the conditions of the Far North is hard. Of 471 heads of cattle of Austrian Simmental breed imported in 2007, 171 are currently left. The average milk production of cows per head is 2485 litres, the average figure for the Republic is 2364 litres. Of 200 heads of Herefords brought in 2011–2012, only 32 have remained. A brief description of the milk productivity of the red steppe breed in Yakutia is presented. Milk yield per cow amounted to 2630 litres in six lactations, which is 166 litres higher than the national average. Due to non-compliance with the requirements of the technology of keeping and feeding imported animals, 116 out of 200 imported cows have remained. The hematological parameters of cattle reflecting the state of the body's immune system during acclimatization are given. Adaptation of red steppe cows was difficult, but the hematological parameters corresponded to the physiological norm. Possible ways of developing livestock breeding programme in Yakutia to create a simmentalized Yakut zonal type of cattle, which is distinguished by exceptional adaptive abilities

который отличается исключительными адаптивными способностями к условиям содержания и кормления. Благодаря скрещиванию с якутским скотом акклиматизация и дальнейшее разведение завезенных специализированных пород и их помесей проходят успешно. Показаны пути совершенствования технологии содержания и кормления скота в хозяйствах республики.

Ключевые слова: адаптация, акклиматизация, кормление, продуктивность, скот, племенная работа

В мировой практике нет аналогов Республике Саха (Якутия) по ведению животноводства как самостоятельно функционирующей системы в условиях Приполярья. Выведение и разведение аборигенных пород животных (якутского скота, лошадей и северных оленей) в самом холодном регионе земной суши является исторической заслугой коренных народов республики перед мировой цивилизацией.

Уникальные адаптационные особенности якутского скота, пород табунных лошадей и оленей основаны на эффективном освоении обширных пастбищных территорий, достижениях коренного населения в традиционных видах производственной деятельности в стратегических регионах Российской Федерации [1]. В настоящее время аборигенные породы домашних животных Якутии интересуют многих ведущих ученых Российской Федерации и зарубежных стран. История развития скотоводства показывает, что в связи с суровыми природно-климатическими условиями в Якутии необходим особый подход к ведению селекционно-племенной работы. Это в первую очередь связано с продолжительным зимним стойловым периодом. Скот получает полноценный зеленый травостой только в течение короткого лета, продолжительностью три месяца. Кормопроизводство и кормоприготовление в республике развиты слабо. До сих пор не решены вопросы консервации кормов – силосованием и заготовкой сенажа занимают единичные хозяйства.

В основу рационального районирования пород как для чистопородного разведения,

for keeping and feeding conditions, are proposed. Thanks to crossbreeding with Yakut cattle, the acclimatization and further breeding of imported specialized breeds and their crosses is successful. The ways of improving the technology of keeping and feeding cattle on the farms of the Republic are shown.

Keywords: adaptation, acclimatization, feeding, productivity, cattle, breeding

так и для скрещивания с аборигенными, должно быть положено точное знание истории их развития и формирования приспособительных возможностей. В связи с этим изучение адаптивных особенностей, морфофизиологических систем, обуславливающих повышенную устойчивость животных к неблагоприятным факторам среды, в частности к низким температурам, имеет большое теоретическое и практическое значение [2].

Начиная с конца XX в. в Республику Саха, несмотря на негативный опыт прошлых лет и возражения ученых, некоторые хозяйства для увеличения производства мяса и молока стали завозить специализированные мясные и молочные породы скота из центральных областей России и из зарубежных стран.

В Республике Саха многие хозяйства занимаются завозом и разведением специализированных пород мясного и молочного направления. В республику в последние годы завезены 3683 гол. крупного рогатого скота, в том числе 2377 гол. молочного направления. Завезено продуктивное поголовье в основном симментальской и красной степной и незначительное поголовье холмогорской, красно-пестрой и черно-пестрой пород с целью повышения валового надоя молока и локального разведения культурных пород [3].

Начиная с 2007 г. из Австрии завезены симменталы молочного направления, из Алтайского края – красная степная порода, из Калмыкии – калмыцкий скот.

Как показали исследования, акклиматизация заводного скота в условиях Якутии протекает напряженно. По данным 2020 г., из Австрии завезены 471 гол. симментальско-

го скота, осталась 171 корова. В настоящее время эти животные содержатся в хозяйстве ООО «Эко Туймаада» в Хангаласском улусе. Удой от одной австрийской коровы в данном хозяйстве составляет в среднем 2485 л. По республике в 2019 г. показатель среднего удоя на одну корову составил 2364 л. Разница по молочной продуктивности в сравнении с симментальской породой австрийского происхождения незначительная (121 л).

Герефорды завезены в 2011, 2012 гг. в количестве 200 гол. из Новосибирской области. В настоящее время их осталось 32 гол., они содержатся в крестьянском хозяйстве «Маяк» в Намском улусе.

Животные погибли из-за технологических нарушений содержания и кормления, в том числе из-за элементарного недокорма. Как известно, высокопродуктивные животные требовательны к условиям содержания и особенно кормления. Акклиматизация крупного рогатого скота, как и остальных травоядных животных, в значительной степени зависит от основного корма, который использовали по месту рождения. Именно по данной причине не получены желаемые результаты от разведения симменталов австрийской селекции. В производстве для содержания высокопродуктивного скота необходимо соблюдать технологии и условия содержания и кормления.

Симменталы австрийской селекции с рождения круглогодично потребляли зеленую траву австрийских лугов и пастбищ. Для них с рождения предусмотрены рационы, полностью покрывающие их потребности. Известно также, что при удое свыше 3 тыс. л молока рацион должен быть сбалансирован по 70 показателям и более потребностей организма животных в энергии, основных питательных веществах, минеральных элементах и витаминах при их оптимальном для производства молока сочетании.

Для высокопродуктивных коров характерна напряженность пищеварительных процессов и всего метаболизма. Это обусловлено тем, что организм высокопродуктивных животных в процессе сухостоя и лактации находится в более напряженном

состоянии. Следовательно, потребность в питательных веществах для обеспечения функциональной деятельности организма более высокая и требует применения высокоэнергетических рационов [4]. Герефордская порода мясного скота также требовательна к условиям содержания и кормления. Прежде всего они требовательны к уровню кормления. Первые 100 гол. герефордского скота завезли в Чурапчинский улус. Однако через несколько лет, не получив желаемого результата, хозяйства отказались от разведения этой породы. Давно известно, что мясное скотоводство успешно развивается в регионах с круглогодичным пастбищным содержанием скота и с возможностями обеспечения их дешевыми кормами.

В 2012 г. герефордский скот завезен в Намский улус из Новосибирской области. Через некоторое время животные заболели и были выбракованы из-за недостатков содержания. Оставшиеся 32 гол. содержатся в крестьянском хозяйстве «Маяк». Причиной потери этого скота явилось практическое отсутствие концентрированных кормов и, возможно, обилие гнуса в летнее время, что послужило причиной недостаточного набора упитанности в пастбищный период.

В 2013 г. были завезены 200 гол. красной степной породы в МУП «Чуйя» Мегино-Кангаласского улуса и 150 гол. в ООО «Быйан» Усть-Алданского улуса. В 2014 г. в СХПК «Крестях» Сунтарского улуса завезены 200 гол., в КХ «Сибикиэтэ» Нюрбинского – 41, СХПК «Сыа Булуу» Вилюйского улуса – 106 гол. этой же породы.

Акклиматизация коров красной степной породы в условиях Якутии прошла в разной степени сложности. Данная порода выведена на Украине и хорошо переносит жаркий климат. Положительным качеством этой породы являются относительно небольшие размеры. Живая масса коров составляет 400–500 кг. Поэтому для удовлетворения их потребностей требуется сравнительно меньшее количество кормов, чем для симменталов австрийской селекции. Научные исследования по акклиматизации красной степной породы в условиях Якутии прово-

дят со дня их завоза в МУП «Чуйя» Мегинно-Кангаласского улуса. Установлено, что в крови красной степной породы содержание глюкозы ($0,53 \pm 0,08$ ммоль/л), источника энергии, обеспечивающего метаболические процессы в организме, в 5 раз ниже нормы. Обеспеченность зимнего рациона коров сахаром составила только 64,8%. Дефицит сахара в рационе скота в хозяйствах республики наблюдается повсеместно и сопровождается явлениями кетоза, ацидоза и диспепсии (см. табл. 1).

Почти в 2 раза выше допустимой физиологической нормы оказалось содержание в крови холестерина ($5,53 \pm 0,23$ ммоль/л), биологическая роль которого в организме состоит в выработке витамина Д и различных стероидных гормонов, а также в обеспечении устойчивости клеточных мембран. Известно, что гипер- и гипопоказатели холестерина отмечаются при заболеваниях печени, связанных с нарушениями жирового обмена [6].

В биохимическом составе крови выявлено повышение содержания креатинкиназы (в 2 раза), участвующей в деятельности почек. В исследованиях Л.П. Корякиной и др. [7] отмечено также, что у завозного скота красной степной породы повышенное содержание в крови креатинкиназы ($2332,99 \pm 3,21$ МЕ/л).

По данным анализа биохимических показателей крови, организм коров красной степной породы в экстремальных климатических и хозяйственных условиях содержания и кормления испытывает большое напряжение. Иммунологический статус (АлАТ, АсАТ, ЩФ) завозного молочного скота свидетельствует о напряженном уровне адаптации животных к местным условиям разведения, вследствие чего не реализуется генетический потенциал продуктивности и воспроизводства.

Высокопродуктивным животным требуется полноценное кормление в более широком понятии, чем нормированное кормление, так как оно включает качество корма, соотношение веществ и их концентрацию, роль биостимуляторов. Проблема недостатка кормов для животноводства республики прежде всего связана с коротким вегетационным периодом растений Якутии. По данным многих ученых-агрономов республики, высококачественное сено можно заготавливать в течение примерно 20 дней, в фазах конца колошения и цветения растений. После цветения в растениях быстро происходят процессы отвердевания углеводно-лигнинного комплекса, т.е. до конца фазы цветения в растениях больше легкопереваримых углеводов, полисахаридов. Затем углеводы начина-

Табл. 1. Биохимический состав крови коров красной степной породы ($n = 31$) [5]

Table 1. Blood biochemical composition of cows of the red steppe breed ($n = 31$) [5]

Показатель	$\bar{X} \pm S_x$	<i>Lim</i>	Норма
АлАТ, МЕ/л	$364,2 \pm 10,1$	266,7–483,4	117–1000,2
АсАТ, МЕ/л	$587,7 \pm 30,1$	383,4–900,2	188,4–983,5
ЩФ, МЕ/л	$2334,9 \pm 323,1$	1016,8–9568,6	40,0–2733
Холестерин, ммоль/л	$5,53 \pm 0,23$	4,34–8,00	1,56–3,64
Триглицериды, ммоль/л	$0,22 \pm 0,01$	0,15–0,40	0,03–0,55
Мочевина, ммоль/л	$3,66 \pm 0,15$	2,92–5,38	3,3–5,8
Креатинкиназа общая, МЕ/л	$2470,1 \pm 67,5$	2113,7–2800,6	833–1150
Гамма-ГТ, МЕ/л	$311,4 \pm 14,8$	200,4–416,7	117,7–383,4
Лактатдегидрогеназа, МЕ/л	$18,8 \pm 0,07$	18,7–19,1	5,38–21,4
Общий белок, г/л	$79,9 \pm 0,60$	74,3–85,9	72–86
Альбумин, г/л	$34,9 \pm 0,50$	28,0–37,1	38–50
Глюкоза, ммоль/л	$0,53 \pm 0,08$	0,23–1,68	2,2–3,3
Креатинин, ммоль/л	$123,1 \pm 1,52$	109,0–153,0	85–180

ют переходить в труднопереваримые виды, в растениях начинается увеличение почти непереваримых лигнина и целлюлозы.

В связи с коротким летом почти половина заготовленного сена приходится на август и подпадает под осенние дожди. В 2010-х годах в республике сено практически во всех улусах убирали пресс-подборщиками в рулоны. Сроки уборки намного сократились, но так как хранение рулонов в сеновалах или под любым укрытием не предусмотрено, качество сена повсеместно снижается.

Из-за высокой стоимости завоза животных доля концентрированных кормов в рационе скота низкая, что приводит к снижению энергетической обеспеченности скота.

Реализация генетического потенциала коров зависит от уровня плодовитости маточного поголовья [8]. В табл. 2 показаны потери скота со времени их завоза в хозяйство.

На 7-й год разведения красной степной породы в условиях МУП «Чуйя» из 200 гол. завезенного скота остались 116, потери составили 42%. Причины выбытия скота – бронхопневмония, маститы, различные болезни обмена веществ, приводящие к яловости, исхуданию и полной потере продуктивности. Надо отметить, что в первые 2 года эксперимента выбыли 9 и 8 гол. скота. Потери животных по годам постепенно возрастали и в последние 2 года исследований составили по 20 и 21 гол. Видимо, с возрастом коровы, при не отвечающем стандартам породы уровне содержания и кормления, теряли защитные силы организма, заболевали

и погибали.

При адаптации к новым условиям крупный рогатый скот испытывает стресс, т.е. состояние, в котором находится живая система при мобилизации защитных или восстановительных механизмов, прибегающая к ним в ответ на действие неспецифических факторов внешней среды [9]. Повышенное и продолжительное действие стрессов приводит к тому, что в процессе адаптации возникают заболевания, которые называют болезнями адаптации, или болезнями недостаточности [10].

Для обеспечения нормального качественного воспроизводства выход телят должен быть на уровне не ниже 90 гол. от 100 коров, минимально – 85 гол. Ниже этого уровня выход не обеспечивает не только качественный ремонт, но и рентабельность производства [11]. В хозяйство завезены стельные нетели, поэтому в первый год завоза зарегистрирован высокий выход телят – 94%. На следующий год животные испытали акклиматизационный стресс, который выразился в снижении воспроизводства, выход телят составил 40%, так как местная технология содержания скота не соответствовала их потребностям и нарушался закон единства «природа – организм» [12].

В Якутии ввиду слабой кормовой базы почти не занимаются организацией раздоя. Вследствие этого не проявляется генетически обусловленная продуктивность коров, повышаются затраты на содержание молочного стада [13]. В табл. 3 показаны данные по молочной продуктивности завозного скота.

По результатам исследований удой в расчете на одну голову с каждым годом постепенно увеличивались (см. табл. 3). Это, видимо, связано с тем, что в условиях сокращения поголовья улучшились условия кормления, а также с увеличением периода эксплуатации, что вполне закономерно с учетом генетического потенциала породы.

Рацион одной коровы составлял: 103,5 МДж обменной энергии рациона (8 кг сена, по 5 кг сенажа и силоса и 4 кг комбикорма). Вместе с кормами животные получали 1139 г переваримого протеина. В структуре рацио-

Табл. 2. Поголовье коров красной степной породы МУП «Чуйя»

Table 2. The number of cows of the red steppe breed at the enterprise Chuia

Год	Число, гол.	Деловой выход телят, %
2014	200	94
2015	191	40
2016	175	70
2017	157	80
2018	137	70
2019	116	80

Табл. 3. Молочная продуктивность коров красной степной породы МУП «Чуйа»

Table 3. Milk productivity of cows of the red steppe breed at the enterprise Chuuya

Год	Число дойных коров, гол.	Удой с одной коровы за лактацию, л	Жирность молока, %
2014	200	2400	3,7
2015	191	2240	3,7
2016	175	2359	3,7
2017	157	2724	3,9
2018	137	2946	3,9
2019	116	3112	3,9

на доля объемистых кормов занимала 36%, сочных – 24 и концентрированных – 40%. Дефицит обменной энергии по сравнению с нормами кормления составлял 10,1%. Протеиновая обеспеченность рациона отмечена достаточной, 107% от нормы, однако существенно нарушен баланс сахаропротеинового отношения (0,43 : 1) [5]. Таким образом, сравнительно низкие удои завозного скота связаны с дефицитом энергии и углеводного питания (на 35,2%). Удой с одной коровы за шесть лактаций составлял в среднем 2630 л, что больше среднереспубликанских на 166 л молока.

В СХПК «Крестях» Сунтарского улуса удой от одной коровы красной степной составил 4097 л молока. Здесь большую долю в структуре рациона имели сенаж и силос. В этом хозяйстве отмечены также потери поголовья.

В Республике Саха (Якутия) во всех формах хозяйствования отрасли содержатся 183 468 гол. крупного рогатого скота, в том числе 70 255 коров. Разводят семь пород: симментальскую (77,4% поголовья), холмогорскую (21,2), якутский скот (0,90%), красную степную (0,62%), калмыцкую (0,68%), черно-пеструю (0,12%), красно-пеструю (0,07%).

Плановый завоз симментальского и холмогорского племенного скота из центральных областей в Якутию осуществляется с 1937 г. С этого времени началось поглотительное скрещивание якутского скота с симментальскими и холмогорскими породами. В настоящее время местные породы мало-

продуктивны, но адаптированы к местным условиям, при улучшении условий питания адекватно реагируют повышением удоя и мясности. Благодаря скрещиванию с якутским скотом акклиматизация и дальнейшее разведение завезенных специализированных пород и их помесей проходят успешно.

Первым директором Якутского НИИСХ Г.П. Коротовым и его последователем А.В. Чугуновым на основании исследований биологических и продуктивных особенностей определен желательный тип крупного рогатого скота Якутии. Исследователями рекомендовано в улусах республики, где скот обеспечен достаточным уровнем кормления, кровность помесей доводить до третьего-четвертого поколения, в районах со слабой кормовой базой – не далее третьего.

Зональный (внутрипородный) желательный тип животных Якутии – группа животных, являющаяся частью породы и имеющая кроме общих для данной породы свойств специфические особенности в продуктивности, характере телосложения и конституции. Животные отличаются лучшей приспособленностью к заболеваниям и неблагоприятным факторам среды Якутии.

В качестве улучшающей породы для холмогорского скота Якутии в 1983–1994 гг. была избрана черно-пестрая голштинская, для симментальского скота – красно-пестрая голштинская и айширская породы. Опыт скрещиваний оказался неэффективен из-за недостатка и несбалансированности кормления и зоогигиенических условий содержания в зимний стойловый период.

Г.П. Коротовым изучено кормление якутского скота и его помесей с симментальской и холмогорской породами, установлена исключительная способность якутского скота более полно переваривать корм по сравнению с помесями. Уникальная особенность якутского скота должна быть сохранена и использована в селекционной работе по причине недостатка кормов для животноводства. Местные породы животных могут быть использованы в селекции с целью создания новых форм, лучше приспособленных к экстремальным условиям среды [14].

Исследователь В.В. Романова¹ реализует совместно с сотрудниками ГБ «Сахаагроплем» создание якутского зонального типа скота. В Якутии голштинизация скота проходила неактивно, поэтому местный симментальский скот сохранен при разведении «в себе и в чистоте». Местный скот при преобладании крови симментальской породы сохранил гены якутского скота. Это является основой большей по сравнению с завозным скотом адаптированности местных симменталов и холмогоров к условиям содержания и кормления. Процесс увеличения доли высокопродуктивных пород, вытесняющий местные отечественные генотипы из производства, может отрицательно отразиться на эффективности селекции в будущем [15].

По программе селекционно-племенной работы, предложенной В.В. Романовой, будет создан тип, отличный от других по своим исключительно адаптивным особенностям и жирномолочности, и экономической целесообразности.

В настоящее время 70% крупного рогатого скота находится в личных подсобных и крестьянско-фермерских хозяйствах, где основным кормом в стойловый период является сено. Создаваемый тип скота нужен для этих хозяйств республики. Экономически оправданным является молочно-мясное комбинированное направление. Разведение скота специализированных молочных и мясных пород должно быть связано с развитием кормовой базы отрасли и экономической целесообразностью.

Завоз скота молочного и мясного направлений должен осуществляться в качестве научно-производственного эксперимента с четко просчитанным бизнес-планом. Высокопродуктивный скот специализированных молочных пород выдерживает четыре-пять лактаций и истощается, теряет продуктивность и защитные силы организма. Это происходит в настоящее время в МУП «Чуйя», СХПК «Крестях» и в других хозяйствах, где приобретены коровы красной степной породы.

Анализ проблем адаптации завозных специализированных пород крупного рогатого скота позволяет сделать ряд выводов:

1. В селекционно-племенной работе с завозными животными в Республике Саха (Якутия) необходимо создавать условия, приближенные к месту происхождения скота.

2. Высокопродуктивным животным требуется полноценное кормление, а в структуре рациона коров Якутии дефицит общезнергетической питательности и сахара в зимнем рационе при относительно высоком уровне суточной нормы малопитательного грубого корма.

3. Адаптация завозных животных протекает напряженно, на седьмой год разведения красной степной породы потери составили 42%. Причиной явилось несоответствие требованиям технологии содержания и кормления завозных животных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амерханов Х.А., Горлов И.Ф., Дунин И.М. Новые отечественные породы – залог надежного обеспечения населения России продуктами питания животного происхождения // Аграрно-пищевые инновации. 2019. № 1 (5). С. 8–13.
2. Выставной А.И., Кушнир А.В. Биоразнообразие адаптивной реакции телят черно-пестрой породы на ранней стадии онтогенеза при низких температурах среды // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2008. № 9 (189). С. 35–39.
3. Чугунов А.В., Захарова Л.Н. Завозной молочный скот в Республике Саха (Якутия) // Академический вестник Якутской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 3 (8). С. 5–9.
4. Юрин Д.А., Юрина Н.А., Есауленко Н.Н. Эффективные подходы к кормлению высокопродуктивных коров // Эффективное животноводство. 2017. № 1 (131). С. 16–18.
5. Чугунов А.В., Захарова Л.Н., Осогосток Г.А. Адаптация скота красной степной породы в условиях Якутии // Главный зоотехник.

¹Романова В.В. Основные направления научных исследований по молочному и мясному скотоводству в РС (Я) // Роль науки в инновационном развитии племенного животноводства Республики Саха (Якутия). Якутск: ГНУ ЯНИИСХ РАСХН, 2013. С. 78–84.

2018. № 12. С. 11–21.

6. Чугунов А.В., Захарова Л.Н. Гематологические показатели телят и коров красной степной породы в Якутии // Главный зоотехник. 2019. № 3. С. 12–19.
7. Корякина Л.П., Григорьева Н.Н., Павлова А.И., Борисов Н.И. Физиолого-биохимические показатели крови при адаптации крупного рогатого скота калмыцкой и красной степной пород в условиях Якутии // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 12. С. 90–93.
8. Аджибеков К.К., Аджибеков В.К. Оценка коров красно-пестрой породы по долголетию в отелах в разных категориях племенных хозяйств // Зоотехния. 2018. № 2. С. 22–23.
9. Татаренко И.Ю., Шишкин В.В. Влияние акклиматизации на молочную продуктивность коров в производственных условиях Амурской области // Зоотехния. 2019. № 11. С. 6–8.
10. Коровушкин А.А., Чирихина В.А. Причины выбраковки из стада коров джерсейской породы различного происхождения // Вестник Мичуринского государственного университета. 2017. № 2. С. 35–40.
11. Гукеев В.М., Габаев М.С., Губжиков М.А., Жашуев Ж.К. Методологические подходы к формированию племенного ядра стада // Зоотехния. 2019. № 10. С. 2–6.
12. Чугунов А.В., Захарова Л.Н. Пути совершенствования молочного скота в Якутии // Зоотехния. 2015. № 11. С. 3–4.
13. Чугунов А.В., Захарова Л.Н. Задачи породо-образования в животноводстве Якутии // Зоотехния. 2015. № 3. С. 3–5.
14. Столповский Ю.А., Захаров-Гезехус И.А. Проблема сохранения генофондов domesticированных животных // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. № 4. С. 477–486.
15. Паронян И.А. Возможности сохранения и совершенствования генофонда пород крупного рогатого скота отечественной селекции // Достижения науки и техники АПК. 2018. № 5. С. 63–66.

REFERENCES

1. Amerkhanov Kh.A., Gorlov I.F., Dunin I.M. Novye otechestvennye porody – zalog nadezhnogo obespecheniya naseleniya Rossii produktami pitaniya zhivotnogo proiskhozhdeniya [New domestic breeds are a guarantee of reliable provision of the population of Russia with food products of animal origin]. *Agrarno-pishchevye innovatsii* [Agrarian-and-Food Innovations], 2019, no. 1 (5), pp. 8–13. (In Russian).
2. Vystavnoi A.I., Kushnir A.V. Bioraznoobrazie adaptivnoi reaksii telyat cherno-pestroi porody na rannei stadii ontogeneza pri nizkikh temperaturakh sredy [Adaptive reaction biodiversity in black-and-white calves at early stage of ontogenesis under low environmental temperatures]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2008, no. 9 (189), pp. 35–39. (In Russian).
3. Chugunov A.V., Zakharova L.N. Zavoznoi molochnyi skot v Respublike Sakha (Yakutiya) [Imported dairy cattle in the Republic of Sakha (Yakutia)]. *Akademicheskii vestnik Yakutskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Academic Bulletin of Yakut State Agricultural Academy], 2020, no. 3 (8), pp. 5–9. (In Russian).
4. Yurin D.A., Yurina N.A., Esaulenko N.N. Effektivnye podkhody k kormleniyu vysokoproduktivnykh korov [Effective approaches to feeding highly productive cows]. *Effektivnoe zhivotnovodstvo* [Effective Livestock Breeding], 2017, no. 1 (131), pp. 16–18. (In Russian).
5. Chugunov A.V., Zakharova L.N., Osogostok G.A. Adaptatsiya skota krasnoi stepnoi porody v usloviyakh Yakutii [Adaptation of cattle of red steppe breed under the conditions of Yakutia]. *Glavnyi zootekhnik* [Chief Zootechnician], 2018, no. 12, pp. 11–21. (In Russian).
6. Chugunov A.V., Zakharova L.N. Gematologicheskie pokazateli telyat i korov krasnoi stepnoi porody v Yakutii [Hematological parameters of calves and cows of red steppe breed in Yakutia]. *Glavnyi zootekhnik* [Chief Zootechnician], 2019, no. 3, pp. 12–19. (In Russian).
7. Koryakina L.P., Grigor'eva N.N., Pavlova A.I., Borisov N.I. Fiziologo-biokhimicheskie pokazateli krovi pri adaptatsii krupnogo rogatogo skota kalmytskoi i krasnoi stepnoi porod v usloviyakh Yakutii [Physiological and biochemi-

- cal blood values during adaptation of cattle of the Kalmyk and red steppe breeds under the conditions of Yakutia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2016, vol. 30, no. 12, pp. 90–93. (In Russian).
8. Adzhibekov K.K., Adzhibekov V.K. Otsenka korov krasno-pestroi porody po dolgoletiyu v otelakh v raznykh kategoriakh plemennykh khozyaistv [In calving in different categories of breeding farms]. *Zootekhnika* [Zootechnika], 2018, no. 2, pp. 22–23. (In Russian).
 9. Tatarenko I.Yu., Shishkin V.V. Vliyanie akklimatizatsii na molochnyuyu produktivnost' korov v proizvodstvennykh usloviyakh Amurskoi oblasti [Influence of acclimatization on milk productivity of cows under production conditions of the Amur Region]. *Zootekhnika* [Zootechnika], 2019, no. 11, pp. 6–8. (In Russian).
 10. Korovushkin A.A., Chirikhina V.A. Prichiny vybrakovki iz stada korov dzherseiskoi porody razlichnogo proiskhozhdeniya [Reasons for culling Jersey cows of different origin]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo universiteta* [Vestnik of Michurinsk State Agrarian University], 2017, no. 2, pp. 35–40. (In Russian).
 11. Gukezhev V.M., Gabaev M.S., Gubzhokov M.A., Zhashuev Zh.K. Metodologicheskie podkhody k formirovaniyu plemennogo yadra stada [Methodological approaches to the formation of the herd core]. *Zootekhnika* [Zootechnika], 2019, no. 10, pp. 2–6. (In Russian).
 12. Chugunov A.V., Zakharova L.N. Puti sovershenstvovaniya molochnogo skota v Yakutii [Ways to improve dairy cattle in Yakutia]. *Zootekhnika* [Zootechnika], 2015, no. 11, pp. 3–4. (In Russian).
 13. Chugunov A.V., Zakharova L.N. Zadachi porodoobrazovaniya v zhivotnovodstve Yakutii [The tasks of breed formation in the animal husbandry of Yakutia]. *Zootekhnika* [Zootechnika], 2015, no. 3, pp. 3–5. (In Russian).
 14. Stolpovskii Yu.A., Zakharov-Gezekhus I.A. Problema sokhraneniya genofondov domestirovannykh zhivotnykh [The problem of conservation of gene pool of domesticated animals]. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii* [Vavilov Journal of Genetics and Breeding], 2017, no. 4, pp. 477–486. (In Russian).
 15. Paronyan I.A. Vozmozhnosti sokhraneniya i sovershenstvovaniya genofonda porod krupnogo rogatogo skota otechestvennoi selektsii [Possibilities of preservation and improvement of the gene pool of cattle of domestic breeding]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2018, no. 5, pp. 63–66. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Иванов Р.В.**, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией; **адрес для переписки:** Россия, 677001 Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Бестужева-Марлинского, 23, корпус 1; e-mail: conevoids@mail.ru

Захарова Л.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

AUTHOR INFORMATION

✉ **Ivanov R.V.**, Doctor of Science in Agriculture, Laboratory Head; **address:** 23/1, Bestuzhev-Marlinsky St., Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), 677000, Russia; e-mail: conevoids@mail.ru

Zakharova L.N., Candidate of Science in Agriculture, Associate Professor

Дата поступления статьи 23.03.2020

Received by the editors 23.03.2020



DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-11

УДК: 631.86:631.147

РОЛЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В ОРГАНИЧЕСКОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Кененбаев С.Б.

Казахский национальный аграрный университет

г. Алматы, республика Казахстан

Для цитирования: Кененбаев С.Б. Роль биологических средств в органическом земледелии // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 3. С. 103–110. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-11.

For citation: Kenenbaev S.B. Rol' biologicheskikh sredstv v organicheskom zemledelii [The role of biological means in organic agriculture]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2020, vol. 50, no. 3, pp. 103–110. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-11.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Показана необходимость соблюдения принципов системы органического земледелия для получения экологически чистой продукции и охраны окружающей среды. Одним из актуальных элементов органического земледелия является научно обоснованное чередование культур (севооборот), которое обеспечивает плодородие почвы. На основе данных многолетних исследований в Республике Казахстан установлено, что полевые культуры в силу биологических особенностей и в зависимости от применяемых технологических приемов оставляют в почве различное количество корневых и пожнивных остатков. По степени обогащения почвы органическим веществом культуры располагаются в следующей последовательности (по убывающей способности к структурообразованию): многолетние бобовые, озимые зерновые, кукуруза на зерно, однолетние бобовые, яровые зерновые и сахарная свекла. Наиболее благоприятное воздействие на светло-каштановые почвы в условиях орошения юго-востока Казахстана оказывает люцерна, которая накапливает в пахотном слое почвы до 17 т корневых остатков/га, содержащих более 300 кг азота/га, 80 кг фосфора/га и 120 кг калия/га. На орошаемых светло-каштановых почвах юго-востока Казахстана при совместном применении соломы 2 т/га + навоза 20 т/га и минеральных удобрений $N_{20}P_{60}K_{60}$ содержание гу-

THE ROLE OF BIOLOGICAL MEANS IN ORGANIC AGRICULTURE

Kenenbaev S.B.

Kazakh National Agrarian University

Almaty, Republic of Kazakhstan

The paper shows the relevance of following the principles of an organic farming system to obtain environmentally friendly products and environmental protection. One of the important elements of organic farming is scientifically substantiated crop rotation, which ensures soil fertility. Based on the data of long-term research in the Republic of Kazakhstan, it is established that field crops, due to their biological characteristics and depending on the technological methods applied, leave different amounts of root and crop residues in the soil. According to the degree of soil enrichment with organic matter, the crops are arranged in the following sequence (in decreasing ability to structure formation): perennial legumes, winter grains, corn for grain, annual legumes, spring grains and sugar beets. The most favorable effect on light chestnut soils under irrigation conditions in the South-East of Kazakhstan is exerted by alfalfa, which accumulates up to 17 t/ha of root residues in the arable layer of soil containing more than 300 kg/ha of nitrogen, 80 kg/ha of phosphorus and 120 kg/ha of potassium. When straw 2 t/ha + manure 20 t/ha and mineral fertilizers $N_{20}P_{60}K_{60}$ were applied jointly on irrigated light chestnut soils in the South-East of Kazakhstan, the humus content increased by 0.30–0.39% compared to the control (without fertilizers). An increase in the amount of humus (0.61–0.70%) was observed when using straw 2 t/ha + fertilizers $N_{20}P_{30}K_{30}$ with green manure plowed in. In the dark chestnut soils

муса по сравнению с контролем (без удобрений) увеличивалось на 0,30–0,39%. Увеличение количества гумуса (0,61–0,70%) наблюдали при использовании соломы 2 т/га + удобрений $N_{20}P_{30}K_{30}$ с запашкой сидератов. На темно-каштановых почвах Западного Казахстана внесение 80 т навоза /га за ротацию пятипольного зернопарового севооборота увеличило содержание гумуса на 0,23%, или 5,3 т/га, по сравнению с контролем. Использование элементов органического земледелия обеспечивают бездефицитный баланс гумуса в системе почва – органические удобрения – растение.

Ключевые слова: органическое земледелие, севооборот, зернобобовые, сидераты, солома, гумус

В настоящее время в Республике Казахстан интенсификация традиционных систем земледелия негативно воздействует на природу. Если в одних местах агроландшафты опустыниваются, лишаясь естественной растительности, то в других – превращаются в залежь и зарастают лесом. Продуктивные земли повсеместно отчуждаются для несельскохозяйственных нужд, загрязняется воздух, истощаются водоисточники, обедняется генетический потенциал сельскохозяйственных растений и животных. Почвенный покров деградирует вследствие ускоренной эрозии, дефляции, переуплотнения, дегумификации, вторичного засоления, загрязнения остатками минеральных удобрений и пестицидов. Доказано, что истощительное сельскохозяйственное землепользование угрожает не только продовольственной безопасности Республики Казахстан, но и здоровью населения, особенно его демографическим показателям [1–5].

В связи с этим вопросы улучшения экологической обстановки современных агроландшафтов, поддержание и воспроизводство плодородия почвы, ведение растениеводства с созданием экологически безопасных агроэкосистем с увеличением видового разнообразия севооборотов и повышение продуктивности культур приобрели в настоящее время особую актуальность.

of Western Kazakhstan, the application of 80 t/ha of manure per one rotation of a five-course grain-fallow crop rotation increased the humus content by 0.23%, or 5.3 t/ha, compared to the control. The use of organic farming elements ensures a deficit-free balance of humus in the system of soil – organic fertilizers – plant.

Keywords: organic farming, crop rotation, legumes, green manure, straw, humus

С целью получения экологически чистой продукции и охраны окружающей среды возникает необходимость в создании не только экологически устойчивых и безопасных технологий и приемов, но и в соблюдении принципов системы органического земледелия в целом.

Органическое сельское хозяйство – одно из основных направлений современного аграрного производства. Об интересе к нему свидетельствует расширение площадей (в 2017 г. площади, занимаемые под органическим земледелием, выросли в мире до 70 млн га) и увеличение спроса на экологически чистую продукцию. В настоящее время оно практикуется в 181 стране мира, т.е. органическими активами располагают 93,3% государств [6–8].

В послании президента народу Казахстана отмечено, что «АПК Казахстана имеет большие перспективы и по многим позициям может стать одним из крупнейших в мире производителей аграрной экспортной, особенно экологически чистой продукции. Поэтому необходимо обеспечить переход от сырьевого производства к выпуску качественной товарной продукции. Только тогда наша страна может конкурировать на международных рынках»¹.

В 2015 г. в Казахстане принят закон «О производстве органической продукции»².

¹Послание Президента Назарбаева Н.А. (газета «Казахстанская правда» № 23 от 31 января 2017 года).

²Закон Республики Казахстан «О производстве органической продукции» ИС «Параграф» от 27 ноября 2015 года № 423-VЗРК.

С принятием этого закона Казахстан продемонстрировал поддержку органического производства. Это обеспечило его восприятие на мировом рынке как страны, способной гарантировать чистоту производимой продукции.

Анализ экологического состояния природно-сельскохозяйственных систем Казахстана показал, что из выделенных пяти уровней всего 7% относятся к напряженным и кризисным (см. рисунок), следовательно, более 90% земель не загрязнены химикатами [9].

По данным В.В. Григорука (2016 г.), площадь пашни в Республике Казахстан условно пригодной для производства органической продукции, в перспективе может занять более 13 млн га [10]. В настоящее время отсутствуют данные официальной статистики производства органических продуктов в Казахстане.

В органическом земледелии актуальным является научно обоснованное чередование культур (севооборот), которое обеспечивает восстановление плодородия почвы. На орошаемых светло-каштановых почвах юго-востока Казахстана установлено, что разные культуры в силу биологических особенностей, а также в зависимости от применяемых технологических приемов оставляют в почве различное количество корневых и пожнивных остатков. При этом наиболее благоприятное воздействие на почву в условиях орошения оказывает люцерна, которая накапливает в пахотном слое почвы до 170,0 ц корневых остатков/га, которые содержат бо-



Экологическое состояние природно-сельскохозяйственных систем Казахстана, %

Ecological condition of natural and agricultural systems of Kazakhstan, %

лее 300 кг азота/га, 80 кг фосфора/га и 120 кг калия/га. Озимая пшеница, следующая по пласту люцерны, частично истощает запасы органического вещества за счет выноса их урожаем, но в то же время они восполняются ее корневыми и пожнивными остатками. Приходная часть баланса органического вещества составляет 108,7 ц/га (91,3 ц корневой массы/га и 17,4 ц пожнивной/га), которые содержат 113,1 кг азота/га, 17,1 кг фосфора/га и 47,6 кг калия/га (см. табл. 1).

Следовательно, органическая масса озимой пшеницы также явилась резервом в питании растений для последующих культур. В порядке убывающей способности к структурообразованию, основные полевые культуры располагаются в следующей последовательности: многолетние бобовые, озимые зерновые, кукуруза на зерно, однолетние бо-

Табл. 1. Накопление органических остатков и содержание в них элементов минерального питания [11, 12]

Table 1. The accumulation of organic residues and the content of mineral nutrition elements in them [11, 12]

Культура	Растительные остатки, ц/га	Элементы питания, кг/га		
		азот	фосфор	калий
Люцерна	170,0	300,0	80,0	120,0
Озимая пшеница	108,7	113,1	17,1	47,6
Сахарная свекла	63,0	75,0	19,0	53,0
Кукуруза на зерно	80,0	85,0	21,0	54,0
Соя	78,0	72,0	38,0	48,0
Ячмень	70,0	75,0	21,0	46,0

бобовые, яровые зерновые и сахарная свекла. Этот ряд в основном отражает закономерность, установленную по количеству органического вещества, оставляемого в почве после снятия урожая [11, 12].

Правильный подбор культур с учетом количественного и качественного состава накопленных растительных остатков может служить основанием для правильного размещения их по полям, а также сохранения и поддержания плодородия почвы на необходимом уровне. Тем не менее, вследствие активной минерализации, присущей нашим почвам, поддержка высокого уровня плодородия почвы длится не более трех лет. Большое значение в органическом земледелии в качестве зеленого удобрения имеют пожнивны́е посевы бобовых культур и другие биологические средства, которые значительно обогащают почву органическим веществом.

Одной из первоочередных проблем органического земледелия является воспроизводство плодородия почв. На севооборотных полях на протяжении более 25 лет не наблюдали бездефицитный баланс гумуса, несмотря на то, что биологизированные севообороты прошли несколько ротаций (восьмипольные – три; пяти- и шестипольные – четыре-пять, трехпольные – восемь). Соблюдение эффективных агротехнических приемов (чередование культур, средства биологизации и т.д.) обеспечивает образование гумусовых веществ в количестве не меньшем, чем при ежегодной минерализации.

На орошаемых светло-каштановых почвах юго-востока Казахстана при совмест-

ном применении соломы 2 т/га + навоза 20 т/га и минеральных удобрений $N_{20}P_{60}K_{60}$ содержание гумуса по сравнению с контролем (без удобрений) увеличивалось на 0,30–0,39%, более заметное повышение гумуса (0,61–0,70%) наблюдали при применении соломы 2 т/га + удобрения $N_{20}P_{30}K_{30}$ с заправкой сидератов. Следовательно, с сидератами в почву поступало значительное количество свежей органической массы. Как следствие, происходила существенная активизация гумусообразования. В процессе разложения органической массы питательные элементы пополняют почвенный фонд питательных веществ, что обеспечивает дополнительное обогащение последующих культур севооборота (см. табл. 2).

Исследования на обыкновенных черноземах Восточного Казахстана показали, что применение за ротацию шестипольного зернопропашного севооборота 60 т навоза/га способствовало увеличению содержания гумуса в слое 0–20 см на 0,24%, или 5,1 т/га, по сравнению с исходным его содержанием [13]. Минеральные удобрения в количестве, эквивалентном навозу, хотя и не повышали содержание гумуса в почве, но приостановили его снижение. На контрольном варианте без удобрений содержание и запасы гумуса уменьшились на 0,14%, или 3,0 т/га (см. табл. 3).

На темно-каштановых почвах Западного Казахстана за ротацию пятипольного зернопарового севооборота содержание гумуса в почве на контрольном варианте уменьшилось незначительно (на 0,09%, или 2,0 т/га).

Табл. 2. Изменение содержания гумуса светло-каштановых почв в пятипольном севообороте

Table 2. Change in the humus content of light chestnut soils in a five-course crop rotation

Вариант	Содержание гумуса по предшественникам, %	
	соя	сахарная свекла
Контроль (без удобрений)	1,90	1,80
Солома 2 т/га + $N_{20}P_{60}K_{60}$	2,20	2,19
Солома 2 т/га + навоз 40 т/га + $N_{20}P_{30}K_{30}$	2,37	2,32
Солома 2 т/га + $N_{20}P_{30}K_{30}$ + сидераты (соя)	2,51	2,50
НСР ₀₅	0,12	0,15

Табл. 3. Изменение содержания гумуса в почвах за ротацию севооборотов в зависимости от применяемых удобрений (данные С.Б. Кененбаева, А.И. Иорганского, 2018 г.) [13]**Table 3.** Change in the humus content in soils during one crop rotation depending on fertilizers used (data S.B. Kenenbayev, A.I. Jorgansky, 2018) [13]

Вариант	Глубина, см	Гумус, %			
		начало ротации	конец ротации	±	
				%	т/га
Чернозем обыкновенный					
Контроль (без удобрений)	0–20	4,28	4,14	–0,14	–3,0
	20–40	4,08	4,03	0,05	–1,1
N ₄₂₀ P ₂₄₀ K ₈₄₀	0–20	4,30	4,36	0,06	1,3
	20–40	4,10	4,11	0,01	0,2
Навоз 60 т/га	0–20	4,30	4,54	0,24	5,1
	20–40	4,12	4,20	0,08	2,3
НСП _{0,05} (%) – 0,22					
Темно-каштановая почва					
Контроль (без удобрений)	0–20	2,03	1,94	–0,09	–2,0
	20–40	1,80	1,77	–0,03	–0,6
N ₁₆₀ P ₁₅₀	0–20	2,03	1,99	–0,04	–1,0
	20–40	1,80	1,79	–0,01	–0,2
Сидерат 4 т/га	0–20	2,03	1,95	–0,08	–1,9
	20–40	1,80	1,78	–0,02	–0,4
Сидерат 4 т/га + N ₆₀ P ₁₁₀	0–20	2,03	2,05	0,02	0,4
	20–40	1,80	1,80	0	0
Навоз 80 т/га	0–20	2,03	2,26	0,23	5,3
	20–40	1,80	1,89	0,09	2,2
Навоз 80 т/га + N ₆₀ P ₁₁₀	0–20	2,03	2,30	0,27	6,2
	20–40	1,80	1,93	0,13	3,0
НСП _{0,05} (%) – 0,18					
Серозем обыкновенный					
Контроль (без удобрений)	0–30	1,17	1,14	–0,03	–1,1
Солома 3,5 т/га (мульча)	0–30	1,17	1,16	–0,01	–0,3
Солома 3,5 т/га+ N 1 : 100	0–30	1,17	1,18	+0,01	+0,4
Навоз 20 т/га	0–30	1,17	1,23	+0,06	+1,5
Навоз 70 т/га	0–30	1,17	1,33	+0,16	+4,0
НСП _{0,05} (%) – 0,12					

Запашка сидератов (4–5 т донника/га) в паровое поле, а также применение минеральных удобрений не обеспечивали достоверного увеличения содержания гумуса в почве. Только внесение за ротацию 80 т навоза/га положительно повлияло на содержание гумуса, увеличив его на 0,23%, или 5,3 т/га, по сравнению с контролем. Еще более высокое содержание гумуса в почве отмечено на ва-

рианте с запашкой навоза в сочетании с минеральными удобрениями. Здесь за ротацию севооборотов содержание гумуса в слое 0–20 см увеличилось на 0,27%, или 6,2 т/га (см. табл. 3).

Примерно такие же закономерности по изменению содержания и запасов гумуса наблюдали в сероземе обыкновенном Юго-Восточного Казахстана (см. табл. 3). На ва-

рианте без удобрений (контроль) за 5 лет содержание гумуса уменьшается. Внесение за ротацию 20 т навоза/га и ежегодные запашки и мульчирование соломой фактического урожая (3,5 т/га за ротацию) способствовали сохранению гумуса в пахотном слое примерно на исходном уровне. При внесении повышенных доз навоза (70 т/га) наблюдали достоверное увеличение его содержания и запасов на 0,16%, или 4,0 т/га, по сравнению с исходным состоянием.

Эта закономерность подтверждается также исследованиями по ферментативной активности почв – важному показателю биологической активности почв и их производительной способности [11, 14]. Гумификация органических веществ, представляющая основу почвообразования и плодородия почв, сопровождается проявлением высокой активности фенолоксидаз, в частности полифенолоксидазы, благоприятствующей реакциям полимеризации и новообразования полисахаридов, аминокислот, полифенолов и других веществ. Пероксидаза активизирует реакции минерализации, вследствие чего почва обогащается минеральными веществами, необходимыми для роста и развития растений. Биохимические исследования показали, что в почве под сахарной свеклой процессы как гумусообразования, так и его использования проходят менее энергично. Коэффициент гумусонакопления не превышал 77% [14, 15].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В органическом земледелии актуальным является научно обоснованное чередование культур (севооборот), которое обеспечивает плодородие почвы. Полевые культуры в силу биологических особенностей оставляют в почве количество корневых и пожнивных остатков в следующей последовательности (в порядке их уменьшения): многолетние бобовые, озимые зерновые, кукуруза на зерно, однолетние бобовые, яровые зерновые и сахарная свекла.

В используемых в сельскохозяйственном производстве землях применение минеральных удобрений сохраняет содержание

гумуса на уровне исходного. Совместное применение минеральных и органических удобрений и также запахивание сидератов повышает содержание гумуса в почве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудряков В.Г., Мирончук В.А., Есаян С.А. Государственное регулирование органического земледелия: основы и особенности европейского и американского законодательства // Научный журнал Кубанского ГАУ. 2015. № 105 (01). С. 1–18.
2. Чурсин А.И., Незванова К.В. Методы борьбы с деградацией почв в РФ // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 6 (часть 1). С. 88–91.
3. Яковлева А. Мировой рынок минеральных удобрений // АгроСнабФорум. 2017. № 3, С. 54–57. DOI: 00486585703c691e79c12.
4. Якименко В.Н., Конарбаева Г.А. Эколого-агрохимическая оценка трансформации почвенного фонда галогенов в агроценозе // Сибирский экологический журнал. 2012. № 6. С. 865–873.
5. Голов В.И., Бурдуковский М.Л., Тимошин Р.В., Попова Ю.А., Максимов М.В. Агрогенное и техногенное загрязнение почв Дальнего Востока фтором. Реальные и мнимые проблемы // Вестник ДВО РАН. 2017. № 2. С. 84–90.
6. Лыжин Д.Н. Органическое сельское хозяйство в контексте стратегии зелёного роста // Биоэкономика и экобиополитика. 2016. № 1. С. 9–16. DOI: moluch.ru/th/7/archive/26/1147/
7. Ван Мансвельт Я.Д., Темирбекова С.К. Органическое сельское хозяйство: принципы, опыт и перспективы // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 3. С. 478–486.
8. Елешев Р.Е., Балгабаев А.М., Салыкова А.С. Перспективы органического земледелия в Казахстане: состояние и пути дальнейшего развития // Известия Национальной Академии наук Республики Казахстан. 2017. № 5 (41). С. 48–52.
9. Кененбаев С.Б. Приоритетные направления исследований Казахского НИИ земледелия и растениеводства в области органического земледелия // Вестник с.-х. науки Казахстана. 2015. № 5–6. С. 5–11.
10. Григорук В.В. Развитие органического сельского хозяйства в мире и Казахстане // Продо-вольственная и сельскохозяйственная

- организация объединенных наций. Анкара. 2016. 168 с.
11. Кененбаев С.Б., Иорганский А.И., Киреев А.К., Амангалиев Б.М. Изменение плодородия светло-каштановых почв юго-востока Казахстана в плодосменных севооборотах при различных способах основной обработки // *Земледелие*. 2017. № 8. С. 36–41.
 12. Рамазанова С.Б., Абугалиева А.И., Кененбаев С.Б., Гусев В.Н. Минеральное питание озимой пшеницы на юго-востоке Казахстана: монография. Алматы: Издательство «Экономика», 2017. 112 с.
 13. Kenenbayev S., Jorgansky A. Adaptive landscape agricultural development in the south-east of the Republik of Kazakhstan // *Research on crops*. 2018. Vol. 19. N 1. С. 144–149.
 14. Кененбаев С.Б., Бастаубаева Ш.О., Бекбатыров М.Б., Оспанова С.О. Влияние различных средств биологизации земледелия на изменение биохимических свойств и плодородие светло-каштановых почв // *Известия НАН РК. Серия аграрных наук*. 2017. № 5 (41). С. 58–64.
 15. Кененбаев С.Б., Елнзаркызы Р., Дидоренко С.Б., Оспанбаев Ж.О. Ресурсосберегающая технология возделывания сои в орошаемом земледелии // *Исследования, результаты*. 2019. № 2. С. 197–201.
 4. Yakimenko V.N., Konarbaeva G.A. Ekologo-agrokhimicheskaya otsenka transformatsii pochvennogo fonda galogenov v agrotsenoze [Ecological and agrochemical evaluation of the transformation of soil cover of halogens in agrocenosis]. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal* [Contemporary Problems of Ecology], 2012, no. 6, pp. 865–873. (In Russian).
 5. Golov V.I., Burdukovskii M.L., Timoshinov R.V., Popova Yu.A., Maksimov M.V. Agrogennoe i tekhnogennoe zagryaznie pochv Dal'nego Vostoka florum. Real'nye i mnimye problem [Agrogenic and technogenic contamination of soil by fluorine in the Russian Far East. Real and perceived problems]. *Vestnik DVO RAN*. [Vestnik of the Far East Branch of Russian Academy of Sciences], 2017, no.2, pp. 84–90. (In Russian).
 6. Lyzhin D. N. Organicheskoe sel'skoe khozyaistvo v kontekste strategii zelenogo rosta [Organic agriculture in the context of the green growth strategy]. *Bioekonomika i ekobiopolitika* [Bioeconomics and Ecobiopolitics], 2016, no. 1, pp. 9–16. (In Russian). DOI: moluch.ru/th/7/archive/26/1147/.
 7. Van Mansvel't Ya.D., Temirbekova S.K. Organicheskoe sel'skoe khozyaistvo: printsipy, opyt i perspektivy [General position of organic agriculture in Western Europe: concept, practical aspects and global prospects]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural Biology], 2017, vol. 52, no. 3, pp. 478–486. (In Russian).
 8. Eleshev R.E., Balgabaev A.M., Salykova A.S. Perspektivy organicheskogo zemledeliya v Kazakhstane: sostoyanie i puti dal'neishego razvitiya [Prospects for organic farming in Kazakhstan: state and ways of further development]. *Izvestiya Natsional'noi Akademii nauk Respubliki Kazakhstan* [Proceedings of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan], 2017, no. 5 (41), pp. 48–52. (In Russian).
 9. Kenenbaev S.B. Prioritetnye napravleniya issledovaniy Kazakhskogo NII zemledeliya i rastenievodstva v oblasti organicheskogo zemledeliya [Priority areas of research of the Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing in the field of organic farming]. *Vestnik s.-kh. nauki Kazakhstana* [Bulletin of Agricultural Science of Kazakhstan], 2015, no. 5–6, pp. 5–11. (In Russian).

REFERENCES

1. Kudryakov V.G., Mironchuk V.A., Esayan S.A. Gosudarstvennoe regulirovanie organicheskogo zemledeliya: osnovy i osobennosti evropeiskogo i amerikanskogo zakonodatel'stva [State regulation of organic farming: basis and features of European and the U.S. legislation]. *Nauchnyi zhurnal Kubanskogo GAU* [Scientific Journal of Kuban State Agrarian University], 2015, no. 105 (01), pp. 1–18. (In Russian).
2. Chursin A. I., Nezvanova K. V. Metody bor'by s degradatsiei pochv v RF [Degradation of agricultural land in the Russian Federation and methods of its elimination]. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Basic Research], 2016, no. 6 (part 1), pp. 88–91. (In Russian).
3. Yakovleva A. Mirovoi rynek mineral'nykh udobrenii [The global market for mineral fertilizers]. *AgroSnaBForum* [Agrosnabforum], 2017, no. 3, pp. 54–57. (In Russian). DOI: 00486585703c691e79c12.

10. Grigoruk V.V. Razvitie organicheskogo sel'skogo khozyaistva v mire i Kazakhstane. [Development of organic agriculture in the world and Kazakhstan]. *Prodovol'stvennaya i sel'skokhozyaistvennaya organizatsiya ob"edinennykh natsii* [Food and Agriculture Organization of the United Nations]. Ankara, 2016, 168 p. (In Russian).
11. Kenenbaev S.B., Jorganskii A.I., Kireev A.K., Amangaliev B.M. Izmenenie plodorodiya svetlo-kashtanovykh pochv yugo-vostoka Kazakhstana v plodsmennykh sevooborotakh pri razlichnykh sposobakh osnovnoi obrabotki [Changes in the fertility of light chestnut soils in the south-east of Kazakhstan in fruit-rotated crop rotations at different methods of tillage]. *Zemledelie* [Zemledelie], 2017, no.8, pp. 36–41. (In Russian).
12. Ramazanova S.B., Abugalieva A.I., Kenenbaev S.B., Gusev V.N. *Mineral'noe pitaniye ozimoi pshenitsy na yugo-vostoke Kazakhstana* [Mineral nutrition of winter wheat in the south-east of Kazakhstan]. Almaty: «Ekonomika» Publ., 2017, 112 p. (In Russian).
13. Kenenbayev S., Jorgansky A. Adaptive landscape agricultural development in the south-east of the Republic of Kazakhstan. *Research on crops*, 2018, no. 1, vol. 19, pp. 144–149.
14. Kenenbaev S.B., Bastaubaeva Sh.O., Bekbatyrov M.B., Ospanova S.O. Vliyanie razlichnykh sredstv biologizatsii zemledeliya na izmenenie biokhimicheskikh svoystv i plodorodie svetlo-kashtanovykh pochv [Influence of various means of biologization of agriculture on changes in the biochemical properties and fertility of light chestnut soils]. *Izvestiya NAN RK. Seriya agrarnykh nauk* [News of NAS RK. Series of Agricultural Sciences], 2017, no. 5 (41), pp. 58–64. (In Russian).
15. Kenenbaev S.B., Elnazarkyzy R., Didorenko S.V., Ospanbaev Zh.O. Resursosberegayushchaya tekhnologiya vozdeystviya soi v oroshaemom zemledelii [Resource-saving technology of soybean cultivation in irrigated agriculture]. *Issledovaniya, rezul'taty* [Research, Results], 2019, no 2, pp. 197–201. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

✉ **Кененбаев С.Б.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик Национальной Академии наук Республики Казахстан; **адрес для переписки:** Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, проспект Абая, 8; e-mail: serikkenenbayev@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Kenenbayev S.B.**, Doctor of Science in Agriculture, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan; **address:** 8, Abay Avenue, Almaty, 050010, Republic of Kazakhstan; e-mail: serikkenenbayev@mail.ru

Дата поступления статьи 23.03.2020
Received by the editors 23.03.2020

КАЧЕСТВО ЗЕРНА КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ (× *TRITICOSECALE WITTMACK*)

Ержебаева Р.С., Таджибаев Д., Аbugалиева А.И.

Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства
Алматинская область, пос. Алмалыбак, Республика Казахстан

Для цитирования: Ержебаева Р.С., Таджибаев Д., Аbugалиева А.И. Качество зерна коллекционных образцов яровой тритикале (× *Triticosecale Wittmack*) // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 3. С. 111–121. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-12.

For citation: Yerzhebayeva R.S., Tajibaev D., Abugaliev A.I. Kachestvo zerna kollektсионnykh obraztsov yarovoi tritikale (× *Triticosecale Wittmack*) [Grain quality of samples of the spring triticale collection (× *Triticosecale Wittmack*)]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2020, vol. 50, no. 3, pp. 111–121. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-12.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлены результаты испытания (2018, 2019 гг.) сортов и линий коллекции яровой тритикале в условиях юго-востока Республики Казахстан. Исследования проведены на 70 образцах отечественной и зарубежной селекции из различных стран мира: России, Украины, Беларуси, Польши, Молдовы, Австрии, Канады, Аргентины, Мексики. Эксперимент проводили согласно методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Для выявления источников хозяйственно ценных признаков зерна изучены следующие показатели: натура зерна, седиментация муки, содержание протеина, крахмала и число падения. Определены наиболее ценные образцы в качестве исходного материала для создания сортов кормового и хлебопекарного направления. Выделены источники высокой натуры зерна (13 образцов), седиментации (пять), содержания протеина (шесть), крахмала (восемь образцов) как исходный материал для селекции на качество зерна. На основании оценки коллекционных образцов яровой тритикале по содержанию протеина, седиментации муки, числу падения выделены образцы Укро, Коровай харківський, Addax, № 7 (Ровня х Лотос), MX 107 для хлебопекарного направления. По высокому содержанию крахмала (выше 60%) выделены образцы WANAD, Pollmer 2,1,1, Fahad 8-2*2//PTP, Рубик, Л 5635, Mieszko, Л-105/08, Siskiyou для кормового направления. Выявлена положительная взаимо-

GRAIN QUALITY OF SAMPLES OF THE SPRING TRITICALE COLLECTION (× *TRITICOSECALE WITTMACK*)

Yerzhebayeva R.S.,
Tajibaev D., Abugaliev A.I.

Kazakh Research Institute of Agriculture and
Plant growing
Almalybak, Almaty region, Republic of
Kazakhstan

The results of testing (2018–2019) varieties and lines of the spring triticale collection in the south-east of the Republic of Kazakhstan are presented. The study was conducted on 70 samples of domestic and foreign breeding from around the world: Russia, Ukraine, Belarus, Poland, Moldova, Austria, Canada, Argentina, Mexico. The experiment was carried out according to the methodology of the state variety testing of agricultural crops. To identify sources of economically valuable traits of grain, the following indicators were studied: test weight, flour sedimentation, protein and starch content, and falling number. The most valuable samples were identified as the starting material for creating varieties for animal feed and baking. Sources of high test weight (13 samples), sedimentation (five samples), protein content (six samples), starch (eight samples) were selected as the starting material for breeding on grain quality. Based on the assessment of spring triticale collection samples for protein content, flour sedimentation and falling number, the following varieties were selected for baking: Ukro, Korovai Kharikvsky, Addax, No. 7 (Rovnya x Lotos), MX 107. Due to high starch content (above 60%) the following varieties were selected for animal feed: WANAD, Pollmer 2,1,1, Fahad 8-2*2//PTP, Rubik, L 5635, Mieszko, L-105/08, Siskiyou. A positive relationship between starch content and test weight, and a positive correlation of starch content and falling number was revealed.

связь между содержанием крахмала и натурой зерна, положительная корреляция содержания крахмала и числа падения. Все образцы сортов яровой тритикале в условиях юго-востока Казахстана формировали зерно с высоким числом падения (в пределах 192–336 с) и оценены как зерно первого класса.

Ключевые слова: коллекция, яровая тритикале, качество зерна, число падения

ВВЕДЕНИЕ

Тритикале (× *Triticosecale* Wittmack) во всем мире представляет большой интерес как культура, способная стабилизировать валовой сбор кормового и продовольственного зерна, и служить источником технического биоэтанола в сельскохозяйственном производстве [1–3]. Зеленая масса тритикале широко используется в качестве зеленого корма [4]. Этому способствует приспособленность тритикале к выращиванию на обедненных почвах, формирование более высокого урожая в сравнении с пшеницей и лучшего качества зерна, чем у ржи. Благодаря этим преимуществам тритикале позволяет значительно разнообразить и удешевить производство высококачественного кормового и продовольственного зерна, более рационально использовать имеющиеся почвенно-климатические ресурсы^{1–4} [5].

В Казахстане селекция яровой тритикале только развивается. В Государственный реестр селекционных достижений внесено восемь сортов озимой тритикале, из них четыре зернового, три кормового направления и один яровой тритикале (Даурен), допущенных к использованию на территории Республики Казахстан. Использование новой зерновой и кормовой культуры яровой тритикале имеет перспективы для стабили-

All samples of varieties of spring triticale in the south-east of Kazakhstan formed grain with high falling number in the range of 192–336 s and were rated as first-class grain.

Keywords: collection, spring triticale, grain quality, protein, falling number

зации валового сбора производимого зерна в Республике Казахстан. На юге и юго-востоке Казахстана она может быть использована как страховая культура при пересеве озимых колосовых в годы с неблагоприятной перезимовкой. Для развития селекции и создания высокопродуктивных отечественных сортов с высоким качеством зерна данной культуры необходимо изучение и обогащение генофонда, выделение источников и доноров хозяйственно ценных признаков.

Цель исследования – изучить образцы коллекции яровой тритикале по качеству зерна и определить наиболее ценные как исходный материал для создания сортов кормового и хлебопекарного направления.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом исследований послужили 70 образцов рабочей коллекции яровой тритикале Казахского научно-исследовательского института земледелия и растениеводства (КазНИИЗиР). Коллекция состоит из сортов и линий, полученных из мировой коллекции СИММУТ (Турция, Мексика), а также в результате обмена генетическим материалом с Институтом растениеводства им. В.Я. Юрьева Национальной академии аграрных наук и Донского зонального Научно-исследовательского института сельского хозяйства.

¹Погонец Е.В. Технологические достоинства зерна тритикале продовольственного назначения и разработка направлений его использования: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01. Уфа, 2015. 158 с.

²Волкова Н.А. Технологические и биохимические показатели качества зерна сортов озимых культур в Северном Зауралье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья». Тюмень, 2015. 198 с.

³Андреев Н.Р., Филиппова Н.И., Носовская Л.А. Зерно тритикале – перспективное зерно для получения крахмала // Тез. докл. XII Междунар. конф. по крахмалу, М., 2008. С. 82.

⁴Мережко А.Ф. Генетические ресурсы тритикале – важный фактор диверсификации зерно – и кормопроизводства // Зерно и хлеб России (II Международный конгресс). СПб. 2006. С. 144–145.

Растения яровой тритикале для анализа технологического качества зерна выращены в 2018, 2019 гг. на научном полево-м стационаре КазНИИЗиР. Стационар находится в предгорной зоне Алматинской области на высоте 740 м над уровнем моря. По данным метеостанции КазНИИЗиР, за вегетационный период яровой тритикале (апрель – июль) выпало в 2018 г. 267,5 мм, в 2019 г. 320,7 мм осадков при среднемноголетнем значении для этого периода 198,6 мм. Максимальное количество осадков пришлось на весенние месяцы – апрель – май (81,6–124,9 мм) в 2018 г. и в 2019 г. – на апрель (183 мм).

Закладку опытов и уборку урожая проводили согласно методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур⁵. Закладку опыта проводили в I декаду апреля. Уборка урожая проведена в I декаду августа. Посев осуществлен сеялкой ССФК-7 с нормой высева 450 всхожих семян на 1 м². Площадь делянок 3,5 м².

Содержание протеина в зерне определяли методом Кьельдаля⁶ и БИК-спектроскопией по разработанным калибровочным уравнениям⁷. Определение показателя седиментации – по методу Зелени⁸, крахмала – по ГОСТ 10845-98⁹, натуре зерна – по ГОСТ 10840-64¹⁰, активность фермента α-амилазы по числу падения, согласно ГОСТ 27676-88¹¹.

Статистическая обработка данных выполнена в программной среде R (R version 3.6.1 (2019-07-05) "Action of the Toes") с открытым исходным кодом. Рассчитаны матрицы линейных коэффициентов корреля-

ции Пирсона (`cor(..., method = "pearson")`) из встроенного пакета `{stats}`, графики для них (`corrplot`) построены с применением пакета `{corrplot}`. Среднее значение ($\bar{x}$) и стандартное отклонение (σ) вычислены с использованием программы Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследований проведена оценка качества зерна коллекционных образцов яровой тритикале по натуре зерна, содержанию протеина, крахмала, седиментации и числу падения.

Зерно тритикале характеризуется щуплостью и недовыполненностью. В связи с этим показатели натуры зерна очень важны для отбора в селекции тритикале. Изучение этого признака в 2018, 2019 гг. показало, что почти все изучаемые образцы имели натуру в пределах 597–745 г/л. Большая часть коллекции согласно ГОСТу отнесена к третьему классу¹². По натуре зерна к первому классу (не менее 700 мл) отнесены 23 сорта (см. табл. 1). По высокой натуре зерна выделены следующие образцы: Whale (745 г/л), MX 31 (736), MX 30 (732), Tarasca 87_1/Yogut_1 (731), Zebra 357 (732), Праг 501 (728), № 11 (728), Полесье (724 г/л).

Суммарное количество белка в зерновке тритикале может колебаться в широких пределах (от 9,8 до 25,8%) в зависимости от генотипа и условий выращивания [6, 7]. Исследователи отмечают высокое содержание белка (10,5–14,7%) в зернах яровой тритикале, выращенных в условиях Владимирской области Российской Федерации (РФ) [8], нечерноземной зоны РФ (до 15,8%) [9]

⁵Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. М.: Калининская обл. типография, 1989. Вып. 2. 194. с.

⁶ГОСТ 10846-91 Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. М.: Стандартинформ, 2009.

⁷Перуанский Ю.В., Абугалиева А.И., Савин В.Н. Методы биохимической оценки коллекционного и селекционного материала / Под ред. Ю.В. Перуанского. Алматы, 1996. 123 с.

⁸ГОСТ Р 51403-99 (ИСО 5529-2009) Определение показателя седиментации по методу Зелени. М.: ИПК Издательство стандартов, 2000.

⁹ГОСТ 10845-98 Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала // Зерно. Методы анализа: Сб. ГОСТов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

¹⁰ГОСТ 10840-64 Зерно. Методы определения натуры // Зерно. Методы анализа: Сб. ГОСТов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

¹¹ГОСТ 27676-88 Зерно и продукты его переработки. Метод определения числа падения // Зерно. Методы анализа: Сб. ГОСТов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

¹²ГОСТ 34023-2016 Тритикале. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2017.

и в условиях Красноярской лесостепи РФ (14,0–20,5%)¹³.

Белок тритикале по содержанию незаменимых аминокислот более полноценный, чем белок пшеницы [10], и в этом отношении тритикале как зернофуражная культура имеет преимущества перед пшеницей, кукурузой, ячменем и сорго.

Зерно тритикале нормируется государственным стандартом как кормовое (см. сноску 12). В настоящее время в классификации зерна мягкой пшеницы хлебопекарного направления, которую использовали в исследованиях, по содержанию белка выделяют семь классов [11].

Оценка качества зерна яровой тритикале по содержанию протеина показала, что среднее значение за два года данного показателя колебалось в пределах 12,3–16,5%. По высокому содержанию белка (не менее 16%) выделено шесть сортообразцов яровой тритикале: Lince (16,5%), Укро (16,4), Addax (16,4), Коровай харіківський (16,2), № 7 (Ровня × Лотос) (16,2), Fawn (16,1%) (см. табл. 1).

Среднее значение седиментации муки образцов коллекции яровой тритикале в условиях юго-востока Республики Казахстан варьировало в пределах 29,1–64,9 мл. По седиментации муки установлена шкала для пшеницы (см. сноску 8). В связи с тем, что подобная шкала до конца не разработана для тритикале, ее применяли для характеристики яровой тритикале. Зерно с высоким показателем седиментации – это зерно, которое идет на производство муки для получения гарантированно качественных хлебобулочных изделий. Из коллекции выделено пять образцов с седиментацией выше 60 мл, относящейся к категории «сильная» (60–69 мл): Укро (64,9), Коровай харіківський

(63,3), Addax (62), № 7 Ровня × Лотос (61,3), MX 107 (60,0 мл) (см. табл. 1).

Корреляционный анализ показал высокий уровень корреляции содержания белка и седиментации муки (0,979) (см. рисунок, табл. 2).

Крахмал – один из самых распространенных компонентов зерновых культур, является важным запасным полисахаридом в зерне [12]. По его содержанию зерно зерновых культур сильно различается между собой. Так, в зернах озимой пшеницы, выращенной в Тюменской области, его содержание составляет 44,3–57,7%, озимой ржи – 58,7–60,4, озимой тритикале 58,3–62,3% (см. сноску 2), озимой тритикале, выращенной в Ростовской области, 62,6–66,9% [13]. Многие авторы отмечают в зерне тритикале высокое содержание крахмала 62,3–70,9% (см. сноски 2, 3)¹⁴ [13]. По данным Бочарниковой О.Г. и др. [9], содержание крахмала в зерне ярового тритикале в условиях Центрально-черноземного района РФ составило 53,6–65,8%. Установлено, что содержание крахмала в зерне тритикале в значительной мере зависит от условий окружающей среды и генотипа [15, 16]. Разработаны методы выделения крахмала из зерна тритикале [17].

По данным исследования, размах варьирования содержания крахмала у изучаемых образцов яровой тритикале находился в пределах 56,4–60,7%. Из коллекции выделены образцы с содержанием крахмала выше 60%: WANAD (60,4%), Pollmer 2,1,1 (60,7), Fahad 8-2*2/PTP (60,1), Рубик (60,2), Л 5635 (60,4), Mieszko (60,2), Л-105/08 (60), Siskiyou (60,2%).

Для зерна тритикале характерна повышенная активность фермента α-амилазы¹⁵ [18]. Существует проблема получения качественного хлеба из тритикале, связанная с

¹³Худенко М.А. Сравнительная характеристика образцов яровой тритикале коллекции ВИР в условиях Красноярской лесостепи: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: ВАК РФ 06.01.05 / ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет». Красноярск, 2014. 170 с.

¹⁴Андреев Н.Р., Носовская Л.П., Адикаева Л.В. О разработке исходных требований для селекции высококрахмалистых сортов и гибридов тритикале на основе их технологической оценки // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы повышения конкурентоспособности сырья и продуктов в условиях ВТО». Углич, 2013. С. 28–31.

¹⁵Гриб С.И. Селекция тритикале в Беларуси: результаты, проблемы и пути их решения // Материалы Междунар. практ. конф. «Роль тритикале в стабилизации и увеличении производства зерна и кормов». Ростов-на-Дону: ДЗНИИСХ, 2010. С. 74–78.

Табл. 1 Результаты технологического анализа зерен яровой тритикале, среднее значение урожая 2018, 2019 гг. ($\bar{x} \pm \sigma$)

Table 1. The results of the technological analysis of spring triticale grains, the average value of the 2018, 2019 crop ($\bar{x} \pm \sigma$)

Образец коллекции	Страна происхождения / мировая коллекция	Натура, г/л	Протеин, %	Крахмал, %	Седиментация, мл	Число падения, с
1	2	3	4	5	6	7
Рубик	Беларусь	682,5 ± 61,7	12,5 ± 1,9	60,3 ± 3,2	34,6 ± 14,9	300,5 ± 60,1
Русло	»	667 ± 60,8	14,0 ± 2,0	58,0 ± 2,6	45,3 ± 13,2	291,5 ± 54,4
Ульяна	»	700 ± 62,9	14,2 ± 2,5	58,8 ± 3,5	44,4 ± 17,5	286 ± 48,1
Инесса	»	695,5 ± 70,7	13,9 ± 1,8	58,7 ± 2,3	44,3 ± 11,7	329 ± 12,7
Полесье	»	724 ± 88,4	14,1 ± 1,8	58,1 ± 1,6	46,2 ± 17,2	214,5 ± 80,4
Лотос	»	675,5 ± 82,0	14,2 ± 3,9	59,0 ± 4,8	46,8 ± 26,5	323,5 ± 23,3
Немига 2	»	708 ± 48,1	13,4 ± 0,4	59,1 ± 3,5	41,1 ± 19,9	281 ± 26,9
Укро	Россия/Украина	681 ± 41,0	16,4 ± 0,1	56,4 ± 0,1	64,9 ± 1,6	357 ± 33,9
№ 7 (Ровня × Лотос)	Россия	674 ± 50,2	16,2 ± 1,6	55,9 ± 0,4	61,3 ± 2,4	244,5 ± 64,3
№ 11 (Гребешок × T722)	»	728,5 ± 51,4	14,4 ± 0,9	57,5 ± 2,0	46,8 ± 9,6	266 ± 36,8
№ 15 (Память Мережко × Амиго)	»	709,5 ± 71,4	14,5 ± 1,4	57,2 ± 1,3	50,9 ± 5,4	261 ± 56,6
№ 20 (Prado × Матейка)	»	678 ± 26,9	12,9 ± 3,1	58,7 ± 1,8	33,1 ± 10,0	246,5 ± 71,4
Дагво	»	668 ± 90,5	13,9 ± 1,7	58,9 ± 3,5	43,0 ± 21,2	283,5 ± 48,8
Золотой гребешок	»	715 ± 42,4	14,2 ± 2,0	58,0 ± 2,0	50,8 ± 11,0	245,5 ± 12,0
Хайкар	»	685 ± 43,8	14,6 ± 1,2	58,1 ± 2,5	50,1 ± 14,3	332,5 ± 23,3
Саур	»	693 ± 53,7	14,2 ± 1,1	58,4 ± 1,6	46,8 ± 3,9	287,5 ± 48,8
Праг 499	»	705,5 ± 47,4	13,8 ± 1,8	59,0 ± 1,6	44,7 ± 10,9	284 ± 39,6
Праг 501	»	728 ± 66,5	13,8 ± 2,2	59,2 ± 2,8	40,3 ± 14,6	290,5 ± 91,2
Праг 503	»	680,5 ± 79,9	15,1 ± 2,5	57,8 ± 3,0	55,6 ± 10,7	300,5 ± 10,6
Л 5635	»	677 ± 80,6	12,7 ± 3,0	60,4 ± 3,5	34,5 ± 16,2	358 ± 116,0
Л 2118	»	692 ± 90,5	14,3 ± 1,1	58,9 ± 3,8	47,8 ± 20,9	192 ± 73,5
Л 2226	»	688 ± 52,3	15,9 ± 3,5	56,8 ± 1,7	61,8 ± 5,4	304 ± 17,0
Мыкола	Украина	699,5 ± 46,0	13,9 ± 2,4	58,8 ± 2,1	43,0 ± 8,4	276 ± 22,6
Коровай харіківський	»	671 ± 53,7	16,2 ± 0,4	56,6 ± 1,4	63,3 ± 1,8	262 ± 55,2
Соловей харіківський	»	701 ± 75,0	14,4 ± 3,3	58,7 ± 3,6	48,4 ± 24,5	322 ± 38,2
Легінь харіківський	»	674,5 ± 64,3	15,2 ± 0,5	57,8 ± 3,0	52,6 ± 10,7	298 ± 41,0
Виктория	»	688,5 ± 65,8	14,8 ± 1,9	58,3 ± 0,9	51,5 ± 0,8	320,5 ± 27,6
ЯТХ-42	»	695,5 ± 44,5	14,3 ± 2,7	58,6 ± 3,3	48,7 ± 23,6	273,5 ± 33,2
Крупильский	»	692,5 ± 38,9	13,3 ± 1,7	59,3 ± 2,5	41,3 ± 10,3	289 ± 28,3
Muiz	Австрия	678,5 ± 33,2	15,2 ± 0,1	57,5 ± 0,8	55,8 ± 6,0	286 ± 28,5
Mieszko	Польша	659,5 ± 53,0	12,6 ± 3,3	60,3 ± 4,7	36,5 ± 21,8	305,5 ± 14,8
Дуплет	»	655 ± 46,7	15,5 ± 0,5	56,8 ± 0,4	57,3 ± 6,6	299,5 ± 21,9
Л-105/08	КНИИСХ	695 ± 53,7	13,2 ± 1,9	60,0 ± 2,7	38,5 ± 12,0	339 ± 8,5
АС Certa	Канада	694,5 ± 71,4	14,1 ± 2,7	58,7 ± 3,1	49,1 ± 18,5	335 ± 21,2
Rapion	Аргентина	684,5 ± 77,2	14,3 ± 2,1	58,1 ± 2,5	49,0 ± 18,4	304,5 ± 61,5
Peura 5-1	»	707 ± 75,0	14,2 ± 2,8	58,1 ± 3,0	51,0 ± 17,0	285 ± 4,2

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Примэвара 5	Молдова	668,5 ± 62,5	13,9 ± 2,7	58,4 ± 2,9	43,0 ± 21,2	322 ± 33,9
ЭС 1008	Казахстан	655,5 ± 57,3	12,4 ± 1,6	59,9 ± 3,0	30,9 ± 12,5	280,5 ± 46,0
Указ	»	703 ± 42,5	15,2 ± 2,1	57,3 ± 2,1	58,8 ± 11,5	275,5 ± 26,4
Dahbi /3/ Fahad 8-2 U-3886	СИММУТ, Мексика	704 ± 65,1	14,5 ± 0,1	57,3 ± 0,6	46,4 ± 1,9	265 ± 96,2
MX 30	»	732,5 ± 70,0	14,2 ± 2,3	57,5 ± 2,3	47,6 ± 15,0	239 ± 152,7
MX 31	»	736,5 ± 58,7	14,2 ± 1,1	58,1 ± 1,1	43,7 ± 8,0	195,5 ± 57,3
MX 58	»	716,5 ± 41,7	14,1 ± 1,7	57,6 ± 1,7	45,2 ± 7,4	262,5 ± 108
MX 72	»	691,5 ± 57,3	14,7 ± 2,6	58,1 ± 2,8	51,6 ± 16,4	274,5 ± 41,7
MX 107	»	697 ± 50,9	15,6 ± 0,2	56,8 ± 1,1	60,0 ± 0,2	291,5 ± 60,1
Dakold 97	»	659,5 ± 78,5	15,5 ± 2,0	57,0 ± 2,4	56,1 ± 11,5	250,5 ± 63,6
MX 101 Caniero/Zilo	»	681,5 ± 75,7	14,1 ± 2,5	58,4 ± 3,0	46,4 ± 17,5	257,5 ± 50,2
U 3879	»	669,5 ± 70,0	14,6 ± 2,8	57,6 ± 3,2	48,7 ± 16,5	273 ± 65,1
Passi 4/NIMIR	»	684,5 ± 55,9	14,4 ± 2,6	58,8 ± 3,6	48,5 ± 19,1	274,5 ± 77,1
Caborca 79	»	668 ± 58,0	14,4 ± 1,9	58,4 ± 2,8	51,7 ± 15,1	336 ± 9,9
Tiga	»	689,5 ± 61,5	13,8 ± 3,3	59,1 ± 4,1	45,9 ± 22,4	307 ± 59,4
WANAD	»	686,5 ± 72,8	12,3 ± 2,0	60,5 ± 3,3	29,1 ± 12,8	319 ± 29,7
Pollmer 2,1,1	»	684 ± 77,8	12,6 ± 3,5	60,7 ± 4,5	35,7 ± 2,5	279 ± 52,3
Fahad 8-2*2//PTP	»	717 ± 31,1	13,7 ± 1,1	60,1 ± 1,1	45,3 ± 7,4	268,5 ± 51,6
Fahad 8-2 U 3878	»	709,5 ± 81,3	13,2 ± 3,0	59,8 ± 4,0	38,9 ± 21,1	310 ± 36,8
Coorong	»	715,5 ± 70,0	13,8 ± 2,7	58,5 ± 3,0	41,8 ± 20,9	242,5 ± 4,9
Addax	»	635 ± 61,5	16,4 ± 1,9	55,6 ± 3,2	62,0 ± 14,9	—
Anteater	»	702 ± 41,0	14,2 ± 1,9	57,9 ± 3,0	44,0 ± 12,5	—
Bruin	»	646 ± 37,1	13,8 ± 2,3	58 ± 4,3	42,0 ± 11,4	—
Cheetah	»	685 ± 31,5	14,3 ± 1,4	56,8 ± 3,3	50,0 ± 10,5	—
Ningadhu	»	638 ± 32,6	13,7 ± 2,7	57 ± 3,0	34,0 ± 12,5	—
Fawn	»	674 ± 41,1	16,1 ± 0,9	55,4 ± 2,3	57,0 ± 9,3	—
Gazelle	»	672 ± 31,5	14,5 ± 1,9	57,3 ± 3,5	48,0 ± 12,5	—
Tarasca 87_1/YOGUI_1	»	731 ± 51,2	14,1 ± 1,9	58,2 ± 3,4	42,0 ± 12,5	—
Siskiyu	»	702 ± 32,7	12,6 ± 2,8	60,2 ± 1,3	35,0 ± 19,7	—
Toort	»	597 ± 45,3	14,2 ± 1,9	57,2 ± 3,1	45,0 ± 10,5	—
Lince	»	638 ± 36,1	16,5 ± 1,1	55 ± 2,3	58,0 ± 7,5	—
Whale	»	745 ± 38,8	13,4 ± 1,6	59 ± 3,3	39,0 ± 16,9	—
Wombat	»	685 ± 51,1	15,1 ± 1,0	56,1 ± 3,7	54,0 ± 6,5	—
Zebra 357	»	732 ± 38,5	14,2 ± 1,3	57,8 ± 2,3	44,0 ± 17,8	—

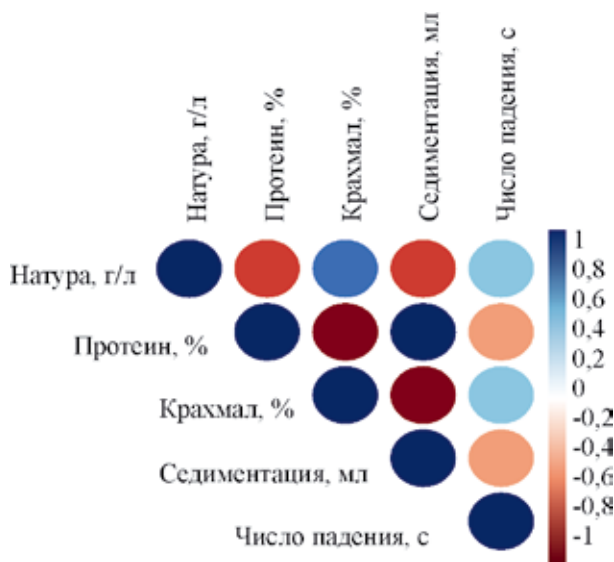
тем, что в зерне этой культуры содержится большое количество α-амилазы. Действие ее вызывает гидролиз крахмала, потерю водоудерживающих свойств в веществе. Это препятствует формированию нормального мякиша хлеба [19, 20]. По сравнению с пше-

ничным, хлеб из зерна тритикале с высокой активностью фермента α-амилазы (вязкость по амилографу 110–150 е. ам.) имеет меньший объем, грубую корку, плотный и слипающийся мякиш с характерным слегка сладковатым вкусом [21]. Одним из рас-

пространенных методов оценки активности фермента α -амилазы является определение по числу падения¹⁶ [22, 23].

По данным исследователей, активность фермента α -амилазы по числу падения у сортов озимой пшеницы составляет 386–425 с, что свидетельствует о низкой активности этого фермента, у сортов озимой тритикале этот показатель на уровне 195 с [22]. Высокая активность фермента α -амилазы связана со слабой устойчивостью зерна к прорастанию на корню [24]. При прорастании зерен часть крахмала преобразуется в сахар, при этом хлебопекарные свойства муки из такого зерна резко ухудшаются. Известно, что в процессе образования эндосперма активность α -амилазы у тритикале возрастает, в то время как у пшеницы и ржи она падает¹⁷ [25]. Повышенная активность α -амилазы в эндосперме тритикале вызывает гидролиз крахмала и нарушение формирования aleuronного слоя, что приводит к недовыполненности, морщинистости и прорастанию зерна на корню, причем вероятность этих явлений значительно возрастает с продолжительностью вегетационного периода и поздним созреванием [26].

Классификацию значений числа падения тритикале определяли по ГОСТ 34023-2016 (см. сноску 12). Результаты исследований в 2018, 2019 гг. показали, что сорта яровой



Корреляционные коэффициенты значений качества зерна

Correlation coefficients of grain quality values

тритикале в условиях юго-востока Казахстана формировали зерно с высоким числом падения – в пределах 192–336 с. Зерно сортов яровой тритикале по указанной классификации отнесено к зерну первого класса. Выделены следующие сорта с высоким числом падения и, следовательно, с низкой амилазной активностью: Л-105/08 (339 с), Caborca 79 (336), AC Certa 9335), Хайкар (332,5), Инесса (329), Лотос (323), Соловей харківський (322), Виктория (320,5 с).

Табл. 2. Результаты корреляционного анализа

Table 2. Results of correlation analysis

Параметры качества зерна	Натура зерна, г/л	<i>p</i>	Протеин, %	<i>p</i>	Крахмал, %	<i>p</i>	Седиментация, мл	<i>p</i>	Число падения, с	<i>p</i>
Натура зерна, г/л	1	–	–0,737	< 2.2e–16	0,738	< 2.2e–16	–0,677	< 2.2e–16	0,427	1.489e–06
Протеин, %	–0,737	< 2.2e–16	1	–	–0,968	< 2.2e–16	0,979	< 2.2e–16	–0,461	1.747e–07
Крахмал, %	0,738	< 2.2e–16	–0,968	< 2.2e–16	1	–	–0,932	< 2.2e–16	0,518	2.858e–09
Седиментация, мл	–0,677	< 2.2e–16	0,979	< 2.2e–16	–0,932	< 2.2e–16	1	–	–0,409	4.053e–06
Число падения, с	0,427	1.489e–06	–0,461	1.747e–07	0,518	2.858e–09	–0,409	4.053e–06	1	–

Примечание. *p* – значение уровня значимости коэффициента корреляции.

¹⁶Мироненко Н.Н. Хлебопекарная оценка и биологические ценности сортов тритикале // Научные основы повышения устойчивости современного земледелия: сб. науч. тр. Воронеж: ВГАУ, 2002. С. 225–228.

¹⁷Спиридович Е.В. Биохимическая характеристика α -амилазной системы зерновок тритикале и родительских форм (пшеницы и ржи): автореф. дис ... канд. биол. наук: 03.01.04. Минск, 1990. 20 с.

Корреляционный анализ значений содержания крахмала в зерне тритикале и натуре зерна показал высокий уровень корреляции – 0,738. Число падения показало положительную корреляцию с содержанием крахмала (0,518) (см. табл. 2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые в условиях юго-востока Республики Казахстан изучена мировая коллекция яровой тритикале по качеству зерна.

На основании оценки коллекционных образцов яровой тритикале по содержанию протеина, седиментации муки, числу падения выделены пять образцов (Укро, Коровай харківський, Addax, № 7 (Ровня × Лотос), MX 107 для хлебопекарного направления).

По высокому содержанию крахмала (выше 60%) выделены семь образцов: WANAD (60,4%), Pollmer 2,1,1 (60,7), Fahad 8-2*2/PTP (60,1), Рубик (60,2), Л 5635 (60,4), Mieszko (60,2), Л-105/08 (60), Siskiyou (60,2%) для кормового направления.

Установлена высокая положительная взаимосвязь между содержанием крахмала и натурой зерна ($r = 0,738$), положительная корреляция содержания крахмала и числа падения ($r = 0,518$). Это свидетельствует о важной роли крахмала в формировании и достижении выполненности зерновки яровой тритикале.

Все образцы сортов яровой тритикале в условиях юго-востока Казахстана формировали зерно с высоким числом падения (в пределах 192–336 с) и оценены как зерно первого класса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wrigley C., Bushuk W. Chapter 8 – Triticale: Grain-Quality Characteristics and Management of Quality Requirements // Cereal Grains (Second Edition) Assessing and Managing Quality Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. 2017. P. 179–194. DOI: 10.1016/B978-0-08-100719-8.00008-5.
2. McGoverin C., Snyders F., Muller N., Botes W., Fox G.P., Manley M. A review of triticale uses and the effect of growth environment on grain quality // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2011. Vol. 91 (7). P. 1155–1165. DOI: 10.1002/jsfa.4338.
3. Бирюков К.Н., Крохмаль А.В., Глуховец Т.В. Роль тритикале в стабилизации производства кормов на Дону // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. Т. 4 (42). С. 68–71.
4. Грабовец А.И., Крохмаль А.В. Селекция тритикале на зеленый корм // Достижения науки и техники АПК. 2018, Т. 32. № 12. С. 40–42. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-11211.
5. Корячкина С.Я., Кузнецова Е.А., Черепнина Л.В. Технология хлеба из целого зерна тритикале: монография. Орел: ФГБОУ ВПО «Государственный УНПУ», 2012. 177 с.
6. Сечняк Л.К., Сулима Ю.Г. Тритикале: монография. М.: Колос, 1984. 317 с.
7. Васильев М. Тритикале – перспективная культура по фуражным и хлебопекарным качествам // Сельское хозяйство Молдовы. 1991. № 5. С. 14–16.
8. Тысленко А.М., Зуев Д.В., Чарушникова Е.А. Продуктивность и технологические качества зерна образцов яровой тритикале // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. Т. 2–1. С. 64–68. DOI: 10.24411/2500-1000-2019-10534.
9. Бочарникова О.Г., Горбунов В.Н., Шевченко В.Е. Оценка сортов яровой тритикале по продуктивности и качеству зерна // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2017. № 2 (53). С. 23–30. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2017.2.23.
10. Сухова О.В. Исследование химического состава зерна тритикале как основного белковосодержащего сырья // Вестник НГИЭИ, 2013. № 8 (27). С. 85–90.
11. Белоусова Е.М. Классификация сортов пшеницы по хлебопекарной силе // Селекция и семеноводство. 1990. № 4. С. 16–19.
12. Mikulikova D., Horvathova V., Žofajová A. Starch level and composition of wheat, rye and triticale grains // Chemické Listy. 2008. Vol. 102 (9). P. 822–828.
13. Крохмаль А.В., Грабовец А.И. Формирование качества зерна тритикале // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 2 (52). С. 46–48.
14. Buresova I., Sedlackova I., Faměra O., Lipavský J. Effect of growing conditions on starch and protein content in triticale grain and amylose content in starch // Plant Soil and

- Environment. 2010. Vol. 56 (3). P. 99–104. DOI: 10.17221/123/2009-PSE.
15. Hurkman W.J., McCue K.F., Altenbach S.B., Korn A., Tanaka C.K., Kotharia K.M., Johnson E.L., Bechtel D.B., Wilson J.D., Anderson O.D., DuPont F.M. Effect of temperature on expression of genes encoding enzymes for starch biosynthesis in developing wheat endosperm // *Plant Science*, 2003. Vol. 164 (5). P. 873–881. DOI: 10.1016/S0168-9452(03)00076-1.
16. Liu P., Guo W., Iang Z.J., Pu H., Feng C., Zhu X., Peng Y., Kuang A., Little C.R. Effects of high temperature after anthesis on starch granules in grains of wheat (*Triticum aestivum* L.) // *Journal of Agricultural Science*. 2011. Vol. 149. P. 159–169. DOI:10.1017/S0021859610001024.
17. Костенко В.Г., Андреев Н.Р., Кривцун Л.В., Ладыгина Е.А., Носовская Л.П., Адикаева Л.В. Выделение крахмала из зерна тритикале // *Достижения науки и техники АПК*. 2014. Т. 28. № 12. С. 70–71.
18. Сокол Н.В., Гриценко С.А., Храмова Н.С., Гайдукова О.П., Ковтуненко В.Я. Исследование технологических особенностей муки тритикале для производства мучных кондитерских изделий функционального назначения // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2008. № 10. С. 27–30.
19. Еркинбаева Р.К. Технологии хлебобулочных изделий из тритикалевой муки // *Хлебопечение России*. 2004. № 4. С. 14–15.
20. Тертычная Т.Н., Кречетова С.В., Дерканосова Н.М. Оптимизация рецептуры хлеба повышенной пищевой ценности на основе тритикале // *Хлебопечение России*. 2003. № 1. С. 16–18.
21. Шаболкина Е.Н. Разработка методов оценки зерна тритикале по хлебопекарным свойствам // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2010. № 28–1. С. 33–34.
22. Каракулев В.В., Иванова Л.В., Шустер Д.В. Сравнительная оценка качества зерна озимых зерновых культур // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2013. № 1 (39). С. 49–50.
23. Козлов А.А., Тумаренко А.В., Тумаренко Л.П., Вертий Н.С. Некоторые показатели качества зерна самоопыленных линий аллополиплоидной озимой ржи // *Зерновое хозяйство России*. 2012. № 3 (21). С. 52–55.
24. Данилкин Н.М., Соловьев А.А. Устойчивость линий и гибридов яровой тритикале к прорастанию зерна на корню // *Известия ТСХА*. 2008. Вып.1. С. 81–85.
25. Сергеев А.В., Беркутова Н.С., Чичкин С.Н. Развитие зерновки тритикале и способность её к прорастанию по фазам созревания. Совершенствование селекционно-генетических методов при выведении сортов зерновых и кормовых культур для Нечерноземья. М., 1984. С. 74–80.
26. Гордей И.А. Тритикале. Генетические основы создания: монография. Минск: Наука и техника, 1992, 285 с.

REFERENCES

1. Wrigley C., Bushuk W. Chapter 8 - Triticale: Grain-Quality Characteristics and Management of Quality Requirements Cereal Grains (Second Edition) Assessing and Managing Quality Woodhead. *Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*, 2017, pp. 179–194. DOI: 10.1016/B978-0-08-100719-8.00008-5.
2. McGoverin C., Snyders F., Muller N., Botes W., Fox G.P., Manley M. A review of triticale uses and the effect of growth environment on grain quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2011, vol. 91, no. 7, pp. 1155–1165. DOI: 10.1002/jsfa.4338.
3. Biryukov K.N., Krokmal' A.V., Glukhovets T.V. Rol' tritikale v stabilizatsii proizvodstva kormov na Donu [The role of triticale in forage production stabilization in the Don region]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia Orenburg State Agrarian University], 2013, vol. 4, no. 42, pp. 68–71. (In Russian).
4. Grabovets A.I., Krokmal' A.V. Seleksiya tritikale na zelenyi korm [Triticale breeding for green fodder]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2018, vol. 32, no. 12, pp. 40–42. (In Russian). DOI: 10.24411/0235-2451-2018-11211.
5. Koryachkina S.Ya., Kuznetsova E.A., Cherepnina L.V. *Tekhnologiya khleba iz tselogo zerna tritikale* [The technology of bread from whole grain triticale]. Orel: FGBOU VPO «Gosuniversitet-UNPU», 2012, 177 p. (In Russian).
6. Sechnyak L. K., Sulima Yu.G. *Tritikale* [Triticale]. M.: Kolos, 1984, 317 p. (In Russian).
7. Vasil'ev M. Triticale – perspektivnaya kul'tura po furazhnym i khlebopekarnym kachestvam

- [Triticale is a promising crop for feed and baking qualities]. *Sel'skoe khozyaistvo Moldovy* [Agriculture of Moldova], 1991, no. 50, pp. 14–16. (In Russian).
8. Tyslenko A.M., Zuev D.V., Charushnikova E.A. Produktivnost' i tekhnologicheskie kachestva zerna obraztsov yarovoi tritikale [Productivity and technological qualities of grains of specimen spring Triticale]. *Mezhdunarodnyi zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk* [International Journal of Humanities and Social Science], 2019, vol. 2–1, pp. 64–68. (In Russian). DOI: 10.24411/2500-1000-2019-10534.
 9. Bocharnikova O.G., Gorbunov V.N., Shevchenko V.E. Otsenka sortov yarovogo tritikale po produktivnosti i kachestvu zerna [Varieties of spring triticale rating of productivity factor and grain quality]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Vestnik of Voronezh State Agrarian University], 2017, vol. 2, no. 53, pp. 3–30. (In Russian). DOI: 10.17238/issn2071-2243.2017.2.23.
 10. Sukhova O.V. Issledovanie khimicheskogo sostava zerna tritikale kak osnovnogo belkovosoderzhashchego syr'ya [Research of the chemical composition of triticale grain as main raw materials containing proteins]. *Vestnik NGIEI* [Bulletin of Nizhny Novgorod State Engineering and Economic Institute], 2013, vol. 8, no. 27, pp. 85–90. (In Russian).
 11. Belousova E.M. Klassifikatsiya sortov pshenitsy po khlebopekarnoi sile [Classification of wheat varieties by baking power]. *Selektsiya i semenovodstvo* [Breeding and Seed Production], 1990, no. 4, pp. 16–19. (In Russian).
 12. Mikulikova D., Horvathova V., Žofajová A. Starch level and composition of wheat, rye and triticale grains. *Chemické Listy*, 2008, vol. 102, no. 9, pp. 822–828.
 13. Krokhamal' A.V., Grabovets A.I. Formirovanie kachestva zerna tritikale [Formation of triticale grain quality]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia Orenburg State Agrarian University], 2015, no. 52, pp. 46–48. (In Russian).
 14. Buresova I., Sedlackova I., Faměra O., Lipavský J. Effect of growing conditions on starch and protein content in triticale grain and amylose content in starch. *Plant Soil and Environment*, 2010, vol. 56, no. 3, pp. 99–104. DOI: 10.17221/123/2009PSE.
 15. Hurkman W.J., McCue K.F., Altenbach S.B., Korn A., Tanaka C.K., Kotharia K.M., Johnson E.L., Bechtel D.B., Wilson J.D., Anderson O.D. DuPont F.M. Effect of temperature on expression of genes encoding enzymes for starch biosynthesis in developing wheat endosperm. *Plant Science*, 2003, vol. 164, no. 5, pp. 73–881. DOI: 10.1016/S0168-9452(03)00076-1.
 16. Liu P., Guo W., Iang, Z.J., Pu H., Feng C., Zhu X., Peng Y., Kuang A., Little C. R. Effects of high temperature after anthesis on starch granules in grains of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agricultural Science*, 2011, vol. 149, pp. 159–169. DOI: 10.1017/S0021859610001024.
 17. Kostenko V.G., Andreev N.R., Krivtsun L.V., Ladygina E.A., Nosovskaya L.P., Adikayeva L.V. Vydelenie krakhmala iz zerna tritikale [Extraction of starch from triticale grain]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2014, vol. 28, no. 12, pp. 70–71. (In Russian).
 18. Sokol N.V., Gritsenko S.A., Khramova N.S., Gaidukova O.P., Kovtunenkov V.Ya. Issledovanie tekhnologicheskikh osobennostei muki tritikale dlya proizvodstva muchnykh konditerskikh izdelii funktsional'nogo naznacheniya [Research of technological features of triticale flour for manufacture of flour confectionery products of functional purpose]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and Processing of Farm Products], 2008, no. 10, pp. 27–30. (In Russian).
 19. Erkinbaeva R.K. Tekhnologii khlebobulochnykh izdelii iz tritikalevoi muki [Technology of bakery products from triticale flour]. *Khlebopechenie Rossii* [Bread Making in Russia], 2004, no. 4, pp. 14–15. (In Russian).
 20. Tertychnaya T.N., Krechetova S.V., Derkanosova N.M. Optimizatsiya retseptury khleba povyshennoi pishchevoi tsennosti na osnove tritikale [Optimizing recipe of bread of higher nutritive value based on triticale]. *Khlebopechenie Rossii* [Bread Making in Russia], 2003, no. 1, pp. 16–18. (In Russian).
 21. Shabolkina E.N. Razrabotka metodov otsenki zerna tritikale po khlebopekarnym svoistvam [Development of methods of triticale wheat grain evaluation according to its bread baking qualities]. *Izvestiya Orenburgskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta* [Izvestiya of Orenburg State Agrarian University], 2010, no. 28–1, pp. 33–34. (In Russian).

22. Karakulev V.V., Ivanova L.V., Shuster D.V. Sravnitel'naya otsenka kachestva zerna ozimyykh zernovykh kul'tur [Comparative evaluation of winter wheat grain crops quality]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestiya Orenburg State Agrarian University], 2013, vol. 1, no. 39, pp. 49–50. (In Russian).
23. Kozlov A.A., Titarenko A.V., Titarenko L.P., Vertii N.S. Nekotorye pokazateli kachestva zerna samoopylenykh linii allopoliploidnoi ozimoi rzhi [Some grain quality indicators of self-pollinated lines of allopolyploid winter rye]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain Economy of Russia], 2012, vol. 3, no. 21, pp. 52–55. (In Russian).
24. Danilkin N.M., Solov'eva A.A. Ustoichivost' linii i gibridov yarovoi tritikale k prorastaniyu zerna na kornyu [Spring triticale lines and hybrids resistance to germination of seeds on root]. *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaystvennoi akademii* [Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy], 2008, vol. 1, pp. 81–85. (In Russian).
25. Sergeev A.V., Berkutova N.S., Chichkin S.N. Razvitie zernovki tritikale i sposobnost' ee k prorastaniyu po fazam sozrevaniya. *Sovershenstvovanie selektsionno-geneticheskikh metodov pri vyvedenii sortov zernovykh i kormovykh kul'tur dlya Nechernozem'ya* [Development of triticale caryopsis and its ability to germinate in ripening phases. Improving breeding and genetic methods in the cultivation of varieties of cereals and fodder crops for the Non-Chernozem region], Moscow, 1984, pp. 74–80.
26. Gordei I.A. *Tritikale. Geneticheskie osnovy sozdaniya* [Triticale. Genetic basis of its creation]. Minsk: Nauka i tekhnika, 1992, 285 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ Ержебаева Р.С., кандидат биологических наук, руководитель группы; **адрес для переписки:** Республика Казахстан, 040909, Алматинская область, Карасайский район, пос. Алмалыбак, ул. Ерлепесова, 1; e-mail: raushan_2008@mail.ru

Таджибаев Д., младший научный сотрудник
Аbugалиева А.И., доктор биологических наук, профессор, заведующая аналитической лабораторией

AUTHOR INFORMATION

✉ **Yerzhebayeva R.S.**, Candidate of Science in Biology, Head of the Group; **address:** 1, Yerlepesov St., Almalybak, Karasay District, Almaty region, Republic of Kazakhstan, 040909; e-mail: raushan_2008@mail.ru

Tajibaev D., Junior Researcher
Abugaliyeva A.I., Doctor of Science in Biology, Professor, Laboratory Head

Финансовая поддержка

Работа выполнена в рамках финансирования Комитета науки МОН РК по бюджетной программе 217 «Развитие науки», подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований» проекту № AP05132430 «Внедрение ДНК-маркеров и андрогенной технологии в селекцию ярового тритикале».

Дата поступления статьи 23.03.2020
Received by the editors 23.03.2020



ВЛАДИМИР КЛИМЕНТЬЕВИЧ КАЛИЧКИН



Главному научному сотруднику Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук, доктору сельскохозяйственных наук, профессору, заслуженному деятелю науки РФ 9 июля 2020 г. исполнилось 70 лет.

Владимир Климентьевич родился в с. Базой Кожевниковского района Томской области в семье служащих. По окончании Новосибирского сельскохозяйственного института он поступил на работу в Сибирский научно-исследовательский институт химизации сельского хозяйства, где прошел путь старшего лаборанта, младшего и старшего научного сотрудника, заведующего лабораторией, заместителя директора по научной работе. В 2005 г. Владимир Климентьевич был избран членом президиума Сибирского отделения Россельхозакадемии – главным ученым секретарем, первым заместителем председателя Сибирского отделения Россельхозакадемии; после реорганизации СО РАСХН – заместителем директора СФНЦА РАН.

В.К. Каличкин – специалист в области общего земледелия, автор 313 научных работ, из них 10 монографий и 3 свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ. В работах ученого отражены результаты многолетних исследований по системам удобрений, химической мелиорации, обработке почвы, севооборотам, технологиям возделывания сельскохозяйственных культур в лесостепной и южно-таежно-лесной зонах Западной Сибири.

Владимир Климентьевич – один из авторов по разработке адаптивно-ландшафтных систем земледелия Новосибирской области. Под его руководством и непосредственным участии коллективом ученых на основе выявленных системных взаимодействий природных и техногенных факторов регулирования продукционного процесса растений осуществлена агроэкологическая группировка земель и разработаны общие принципы адаптивно-ландшафтных систем земледелия для Сибири. Освоение элементов новой системы зем-

леделия позволяет повысить продуктивность земель на 25–30%. Экономический эффект только в Новосибирской области составит 120 млн р. в год.

Под руководством В.К. Каличкина для условий лесостепи Западной Сибири установлены закономерности средообразующей роли сельскохозяйственных культур и пара в севооборотах различной специализации и уровней интенсификации земледелия. Обоснованы новые методические подходы при анализе многолетнего экспериментального материала. Разработаны научно обоснованные принципы и предложена информационная модель выбора приема основной обработки почвы в севообороте, основанная на учете агроэкологических условий, сформировавшихся ко времени принятия решения и реализованная в виде экспертной системы.

Владимиром Климентьевичем в результате многолетних исследований сформулированы новые теоретические представления о химической мелиорации кислых почв Сибири. Выявлены основные агроэкологические факторы эффективности их известкования. Разработана диагностика нуждаемости зональных почв в известковании, обусловленная структурными особенностями почвенной кислотности; обоснованы принципы и приемы химической мелиорации в адаптивном земледелии, а также система основной обработки автоморфных почв подзолистого типа. Новая система, которая апробирована в Томской области, позволила повысить окупаемость техногенных средств в 1,5 раза при улучшении экологической ситуации в агроценозах.

В серии СО РАН «Почвенные ресурсы Сибирского федерального округа» в результате творческого сотрудничества специалистов научных, учебных и производственных организаций с участием В.К. Каличкина обоснованы принципы оптимального использования земель в южно-таежно-лесной зоне Западной Сибири (Новосибирская, Омская, Томская области), которые стали теоретической базой для систем земледелия нового поколения этих территорий.

В рамках решения проблем адаптации земледелия к сибирским условиям Владимир Климентьевич развивал новое научное направление – автоматизированное проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий с использованием ГИС и дистанционного зондирования Земли. Разработана система информационного обеспечения для принятия управленческих решений в земледелии с использованием ГИС-технологий (свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007614434), а также алгоритмы и программа оценки технологических свойств земель сельскохозяйственного назначения в системе Государственного кадастра (свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007614433).

Результаты исследований Владимира Климентьевича отражены в методических рекомендациях и рекомендациях производству, пособиях для студентов, нашли широкое применение в сельскохозяйственной практике региона.

Научные труды ученого – весомый вклад в развитие аграрной науки и имеют большое теоретическое и народнохозяйственное значение. Основные научные результаты: система химической мелиорации кислых почв Западной Сибири; создан способ расчета доз извести; системы основной обработки почвы в таежно-лесной зоне Западной Сибири, ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур в лесостепи Сибири; решена проблема средообразующих функций культур в севообороте; создана методика агроэкологической оценки земель сельскохозяйственного назначения; разработана геоинформационная технология оценки земель в системе Государственного кадастра; разработаны алгоритмы автоматизированного проектирования внутрихозяйственных систем земледелия с использованием геоинформационных технологий; создано автоматизированное рабочее место (АРМ) агронома-землеустроителя; разработана методика автоматизированного картографирования сельскохозяйственных земель с помощью нейронной экспертной системы (НЭС), интегрированной с ГИС; созданы компьютерные программы автоматизированного выбора приема основной обработки почвы и автомати-

зированной оценки продуктивности земель; исследовано применение НЭС для топологии и классификации эрозионных и плакорных земель; исследованы возможности геоморфометрического анализа рельефа и создан на его основе автоматизированный способ типизации сельскохозяйственных земель; разработана межрегиональная схема специализации сельскохозяйственного производства в субъектах Российской Федерации СФО; исследованы теоретические основы и разработаны приемы практического применения в земледелии дистанционного зондирования Земли и агрономических геоинформационных систем.

Как настоящий ученый, Владимир Климентьевич находится в постоянном поиске новых идей, приложения накопленных знаний в новом формате. В настоящее время он руководит лабораторией предиктивных агротехнологий с использованием методов искусственного интеллекта.

В.К. Каличкин ведет работу по подготовке научных кадров. Под его руководством защищено шесть кандидатских диссертаций. В настоящее время консультирует одного соискателя степени доктора наук и руководит двумя соискателями степени кандидата наук.

Владимир Климентьевич – член редколлегии журналов «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» и «Достижения науки и техники АПК».

От всей души поздравляем Владимира Климентьевича с юбилеем, желаем творческих успехов в деле служения российской науке, здоровья, счастья и благополучия ему и его близким.

Коллектив Сибирского федерального
научного центра агробιοтехнологий
Российской академии наук

К ЮБИЛЕЮ ВИКТОРА ЕФИМОВИЧА СИНЕЩЕКОВА



Виктору Ефимовичу Синещекову, доктору сельскохозяйственных наук, заведующему лабораторией агротехнологий Сибирского научно-исследовательского института земледелия и химизации сельского хозяйства СФНЦА РАН, 3 июля 2020 г. исполнилось 75 лет.

Виктор Ефимович родился в г. Каргате Новосибирской области. По окончании средней школы в 1964 г. служил в Советской Армии. В 1965 г. поступил в Новосибирский сельскохозяйственный институт, который успешно окончил в 1970 г., получив специальность ученого агронома. В этом же году был принят на работу в совхоз «Чапаевский» Каргатского района Новосибирской области на должность главного агронома. В 1973–1983 гг. Виктор Ефимович работал научным сотрудником Западно-Сибирского филиала Всесоюзного научно-исследовательского института агролесомелиорации, занимаясь исследованиями эффективности полезащитных лесных полос в повышении урожайности сельскохозяйственных культур. Результатом данной работы стала разработка в Алтайской Кулунде противоэрозионного комплекса, обеспечившего снижение потерь почв от ветровой эрозии до допустимого уровня. По материалам этих исследований в 1982 г. Виктор Ефимович успешно защитил кандидатскую диссертацию под научным руководством профессора Марата Иосифовича Долгилевича. Сразу после защиты диссертации Виктор Ефимович поступил на работу в Сибирский научно-исследовательский институт земледелия и химизации сельского хозяйства на должность старшего научного сотрудника, где продолжает трудиться по настоящее время.

Основным направлением его исследований в СибНИИЗХиме стало изучение систем зяблевой обработки черноземов в полевых севооборотах. Выявлены интересные закономерности процессов влагонакопления в черноземах, изменения их агрофизических свойств, питательного режима и засоренности посевов под влиянием приемов обработки почвы. Была показана первостепенная роль удобрений и средств

защиты растений при переходе от традиционной вспашки и глубокого безотвального рыхления к различным системам минимальной обработки черноземов. Выявлены возможности 2–3-кратного повышения урожайности зерновых культур и значительной экономии техногенных ресурсов при комплексном использовании минимальных обработок почвы (вплоть до полного их исключения), удобрений и химических средств защиты растений. Многие из выявленных закономерностей используются в различных пособиях и научно-методических рекомендациях и служат делу повышения продуктивности сибирского земледелия. Полученные в СибНИИЗХиме результаты исследований были оформлены Виктором Ефимовичем в виде докторской диссертации, которая успешно защищена в 1999 г.

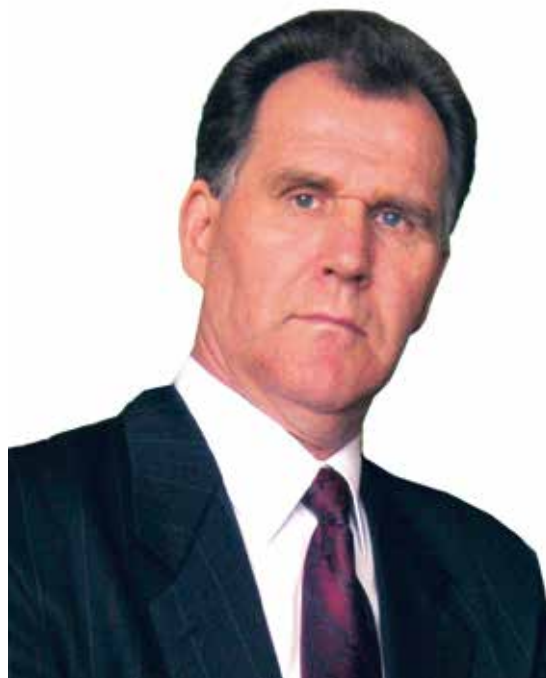
Ученый хорошо известен в стране своими научными работами. Всего им опубликовано более 250 работ, включая 7 монографий, 18 патентов, 9 рекомендаций, 4 методических пособия. Виктор Ефимович награжден нагрудным знаком «Изобретатель СССР», является заслуженным ветераном Сибирского регионального отделения Россельхозакадемии, занесен в книгу «Лидеры земледельческой науки России». Результаты его научной работы неоднократно отмечены различными дипломами и почетными грамотами. Виктор Ефимович всегда принимает активное участие в общественной жизни института, регулярно выступает на различных конференциях и форумах по проблемам повышения продуктивности сибирского земледелия, является членом объединенного специализированного диссертационного совета Д 999.108.02 по защите докторских и кандидатских диссертаций при Новосибирском государственном аграрном университете.

Коллеги и друзья сердечно поздравляют Виктора Ефимовича с юбилеем, желают ему здоровья, благополучия, творческого долголетия и новых научных результатов для развития земледелия в Сибири.

Коллектив Сибирского федерального
научного центра агробιοтехнологий
Российской академии наук



ПЕТР МИХАЙЛОВИЧ ПЕРШУКЕВИЧ



На 77-м году жизни 5 июня 2020 г. скоропостижно скончался академик Российской академии наук, доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, член Президиума СО РАН Петр Михайлович Першукевич.

П.М. Першукевич – известный в России ученый в области агроэкономических исследований, талантливый организатор эффективной работы научных коллективов. Им внесен большой вклад в разработку теоретических основ экономических потребностей, мотивации труда в сельском хозяйстве, стратегии экономических реформ на селе. По этим и другим вопросам Петром Михайловичем лично и в соавторстве опубликовано более 300 научных работ, в которых разработаны многие актуальные проблемы агроэкономической науки.

В работах Петра Михайловича наибольшую значимость для теории и практики имеют такие направления исследований, как стратегия социально-экономического развития АПК Сибири, разработка и реализация региональных программ стабилизации и развития агропромышленного производства, проблемы региональной экономики АПК (межрегиональная дифференциация регионов, стратегия территориального развития), совершенствование отношений собственности и арендных отношений, рассмотрение содержания экономических потребностей и научных основ мотивации труда; разработка системы управления АПК Сибири, социально-экономических моделей развития сельского хозяйства и социально-экономических основ формирования и функционирования коллективов высокопроизводительного труда.

Результаты научных работ П.М. Першукевича нашли широкое применение при практическом решении вопросов развития агропромышленного производства в Сибирском регионе. Петр Михайлович оказывал действенную помощь сельскохозяйственному производству, осуществлял научно-методическое обеспечение развития АПК субъектов федерации Сибирского региона. При его непосредственном участии и руководстве выполнены и реализуются программы стабилизации и развития АПК Читинской, Новосибирской, Кемеровской областей; «Концепция экономического развития Сибири (блок АПК)», принятая Правительством РФ, «Концепция единого продовольственного рынка Сибири», а также «Программа развития агропромышленного комплекса Красноярского края», утвержденная законодательным собранием края. Разработаны «Программа развития агропромышленного производства Томской области», «Программа поддержки и развития АПК Читинской области». Подготовлены социально-экономический блок к «Стратегии развития Сибири до 2020 г.», «Целевая программа развития АПК и сельских территорий Республики Бурятия на период до 2020 г.».

Петр Михайлович много внимания уделял подготовке научных кадров высшей квалификации, руководил подготовкой докторантов и аспирантов, в том числе из зарубежных стран. Он был инициатором создания диссертационного совета по защите диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук по научным специальностям 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами), АПК и сельское хозяйство (экономические науки) и много лет руководил его работой. Петром Михайловичем лично подготовлены 7 докторов и 16 кандидатов наук в области региональной экономики, интеграции и кооперации труда, мотивации труда, экономики и организации сельскохозяйственных организаций и первичных производственных подразделений. Соискатели Петра Михайловича успешно работают во всех регионах нашей страны.

П.М. Першукевич награжден многочисленными наградами различного уровня: Министерства сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации, Российской академии сельскохозяйственных наук, Сибирского отделения Россельхозакадемии, администрации Новосибирской области, департамента АПК Новосибирской области, Новосибирского областного Совета депутатов и др.

Мы скорбим о безвременной потере нашего коллеги, друга и соратника и выражаем глубокие и искренние соболезнования его родным и близким. Это невосполнимая утрата для аграрной науки. Светлая память о Петре Михайловиче всегда будет жить в наших сердцах.

Коллектив Сибирского федерального
научного центра агробиотехнологий
Российской академии наук

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Правила публикации рукописей в журнале определяют требования к оформлению, научной экспертизе и подготовке к публикации направляемых в редакцию журнала «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» рукописей. Правила для авторов составлены на основе этических принципов, общих для членов научного сообщества, и правил публикации в международных и отечественных научных периодических изданиях, а также в соответствии с требованиями ВАК для периодических изданий, включенных в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

Журнал публикует оригинальные статьи по фундаментальным и прикладным проблемам по направлениям:

- общее земледелие и растениеводство;
- селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений;
- защита растений;
- кормопроизводство;
- кормление сельскохозяйственных животных и технологии кормов;
- ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунологией;
- технология и средства механизации сельского хозяйства.

В журнале также публикуются обзоры, краткие сообщения, хроника, рецензии, книжные обозрения, материалы по истории сельскохозяйственной науки и деятельности учреждений и ученых.

Статья, направляемая в редакцию, должна соответствовать тематическим разделам журнала «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки»:

Наименование рубрики	Группы специальностей научных работников в соответствии с Номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени
Земледелие и химизация	06.01.01 Общее земледелие и растениеводство
Растениеводство и селекция	06.01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений
Защита растений	06.01.07 Защита растений
Кормопроизводство	06.01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений 06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов
Животноводство и ветеринария	06.02.02 Ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология 06.02.07 Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных
Механизация, автоматизация, моделирование и информационное обеспечение	05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства
Проблемы. Суждения	06.01.01 Общее земледелие и растениеводство 06.01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений 06.01.07 Защита растений 06.02.02 Ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология 06.02.07 Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных 06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов

Журнал принимает материалы от аспирантов, соискателей, докторантов, специалистов и экспертов в данной области.

При направлении статьи в редакцию журнала «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» рекомендуем руководствоваться следующими правилами.

РЕКОМЕНДАЦИИ АВТОРУ ДО ПОДАЧИ СТАТЬИ

Представление статьи в журнал «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» подразумевает, что:

- статья ранее не была опубликована в другом журнале;
- статья не находится на рассмотрении в другом журнале;
- все соавторы согласны с публикацией текущей версии статьи.

Перед отправкой статьи на рассмотрение необходимо убедиться, что в файле (файлах) содержится вся необходимая информация на русском и английском языках, указаны источники информации, размещенной на рисунках и в таблицах, все ссылки оформлены корректно.

На публикацию представляемых в редакцию материалов требуется письменное разрешение и рекомендация руководства организации, на средства которой проводились работы. Авторы (соавторы) подписывают рукопись, подтверждая свое участие в выполнении представляемой работы и удостоверяя согласие с ее содержанием. Сведения об авторах (соавторах) заполняются согласно представленной анкете на русском и английском языках.

АНКЕТА АВТОРА

- Фамилия, имя, отчество (полностью)
- Ученая степень
- Место работы (полное название организации и подразделения)
- Должность
- Почтовый адрес места работы
- Контактные телефоны (служебный, домашний, мобильный), e-mail
- Отдельно следует выделить автора, ответственного за связь с редакцией, и указать его контактные e-mail и мобильный телефон

По представленной форме заполняется Авторская справка <http://sibvest.elpub.ru/>, в которой должно быть выражено согласие на открытое опубликование статьи в печатном варианте журнала и его электронной копии в сети Интернет. Автор, подписывая рукопись и направляя ее в редакцию, тем самым передает авторские права на издание этой статьи СФНЦА РАН.

Полный пакет документов (сопроводительное письмо, анкеты авторов, авторская справка, статья на одной стороне стандартного листа формата А4) направить по адресу: 630501, Новосибирская область, Новосибирский район, р.п. Краснообск, а/я 463, научно-организационный отдел СФНЦА РАН.

Необходимо также предоставить электронный вариант рукописи по электронной почте: vestnik.nsk@ngs.ru. Запись на электронном носителе должна быть идентична оригиналу на бумаге. Текст оформляется в программе Word кеглем 14, шрифтом Times New Roman с интервалом 1,5, все поля 2,0 см, нумерация страниц внизу и посередине. Объем статьи, включая таблицы, иллюстрации и библиографию, не должен превышать 15 страниц компьютерного набора; статей, размещаемых в рубриках «Из диссертационных работ» и «Краткие сообщения», – не более 5 страниц.

Число публикаций одного автора в номере журнала не должно превышать двух, при этом вторая статья допустима лишь в соавторстве.

Плата за публикацию статей в журнале с аспирантов не взимается, для иных авторов статьи в журнале публикуются на платной основе. После прохождения рецензирования рукописи редакция направляет в адрес организации или автора счет для оплаты.

ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК

Заголовок статьи (не более 70 знаков)

Фамилия и инициалы автора, полное официальное название научного учреждения, в котором проведены исследования, а также его полный почтовый адрес (включая индекс, город и страну). Если в подготовке статьи принимали участие авторы из разных учреждений, необходимо указать принадлежность каждого автора к конкретному учреждению с помощью надстрочного индекса. Необходимо официальное англоязычное название учреждения для блока информации на английском языке.

Информация о конфликте интересов либо его отсутствии. Автор обязан уведомить редактора о реальном или потенциальном конфликте интересов, включив информацию о конфликте интересов в соответствующий раздел статьи. Если конфликта интересов нет, автор должен также сообщить об этом. Пример формулировки: «Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов».

Реферат. Реферат является кратким и последовательным изложением материала статьи по основным разделам и должен отражать основное содержание, следовать логике изложения материала и описания результатов в статье с приведением конкретных данных. Объем реферата не менее 200–250 слов. Не следует включать впервые введенные термины, аббревиатуры (за исключением общеизвестных), ссылки на литературу. В реферате не следует подчеркивать новизну, актуальность и личный вклад автора; место исследования необходимо указывать до области (края), не упоминать конкретные организации.

Ключевые слова. 5–7 слов по теме статьи. Желательно, чтобы ключевые слова дополняли аннотацию и название статьи.

Основной текст статьи. При изложении оригинальных экспериментальных данных рекомендуется использовать подзаголовки:

Введение (постановка проблемы, цель, задачи исследования)

Материал и методы (условия, методы (методика) исследований, описание объекта, место и время проведения)

Результаты и обсуждение

Заключение или Выводы

Теоретические, обзорные и проблемные статьи могут иметь произвольную структуру, но обязательно должны содержать реферат, ключевые слова, список литературы.

Список литературы. Библиографический список должен быть оформлен в виде общего списка в порядке цитирования в тексте (не менее 15 источников), желательны ссылки на источники 2–3-летнего срока давности. Список литературы должен быть оформлен в соответствии с требованиями и правилами составления библиографической ссылки (ГОСТ Р 7.05–2008). В тексте ссылка на источник отмечается порядковой цифрой в квадратных скобках, например [1]. Литература в списке дается на тех языках, на которых она издана. В библиографическое описание публикации необходимо вносить всех авторов, не сокращая их одним, тремя и т.п. Недопустимо сокращение названий статей, журналов, издательств. В список литературы включаются только рецензируемые источники: статьи из научных журналов и монографии, упоминающиеся в тексте статьи.

REFERENCES составляется в том же порядке, что и русскоязычный вариант, по следующим правилам:

Фамилии И.О. авторов в транслитерированном варианте, транслитерация названия статьи [перевод названия статьи на английский язык в квадратных скобках], транслитерация названия русскоязычного источника [перевод названия источника на английский язык], через запятую город, транслитерация названия издательства [перевод на английском языке], год, количество страниц (для журнала: год, номер, страницы). (In Russian).

Транслитерация осуществляется через сайт: <https://antropophob.ru/translit-bis>

Пример: Avtor A.A., Avtor B.B., Avtor C.C. Nazvanie stat'i [Title of article].

транслитерация авторов транслитерация статьи название статьи на английском

Zaglavie jurnala [Title of Journal], 2012, vol. 10, no. 2, pp. 49–54.

транслитерация источника название источника на английском языке

ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ СПИСКА ЛИТЕРАТУРЫ И REFERENCES

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Монография

Климова Э.В. Полевые культуры Забайкалья: монография. Чита: Поиск, 2001. 392 с.

Часть книги

Холмов В.Г. Минимальная обработка кулисного пара под яровую пшеницу при интенсификации земледелия в южной лесостепи Западной Сибири // Ресурсосберегающие системы обработки почвы. М.: Агропромиздат, 1990. С. 230–235.

Периодическое издание

Пакуль А.Л., Лапишинов Н.А., Божанова Г.В., Пакуль В.Н. Технологические качества зерна мягкой яровой пшеницы в зависимости от системы обработки почвы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 4. С. 27–35. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-4-4

REFERENCES

Монография

Klimova E.V. *Polevye kul'tury Zabaikal'ya* [Field crops of Zabaikalya]. Chita, Poisk Publ., 2001, 392 p. (In Russian).

Часть книги

Kholmov V.G. Minimal'naya obrabotka kulisnogo para pod yarovuyu pshenitsu pri intensifikatsii zemledeliya v yuzhnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri. [Minimum tillage of coulisse-strip fallow for spring wheat with intensification of arable agriculture in southern forest-steppe of Western Siberia] *Resursosberegayushchie sistemy obrabotki pochvy* [Resource-saving tillage systems]. Moscow, Agropromizdat [Agro-industrial press], 1990, pp. 230–235. (In Russian).

Периодическое издание

Pakul A.L., Lapshinov N.A., Bozhanova G.V., Pakul V.N. Tekhnologicheskie kachestva zerna myagkoi yarvoi pshenitsy v zavisimosti ot sistemy obrabotki pochvy [Technological grain qualities of spring common wheat depending on the system of soil tillage]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2018, vol. 48, no. 4, pp. 27–35. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2018-4-4

Если необходимо сослаться на авторефераты, диссертации, сборники статей, учебники, учебные пособия, ГОСТы, информацию с сайтов, статистические отчеты, статьи в общественно-политических газетах и прочее, то такую информацию следует оформить в *сноску* в конце страницы. Сноски нумеруются арабскими цифрами, размещаются постранично сквозной нумерацией.

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СНОСКИ:

Цитируемый текст.¹

¹Климова Э.В., Андреева О.Т., Темникова Г.П. Пути стабилизации кормопроизводства Забайкалья // Проблемы и перспективы совершенствования зональных систем земледелия в современных условиях: материалы науч.-практ. конф. (Чита, 16–17 октября 2008 г.). Чита, 2009. С. 36–39.

Цифровой идентификатор Digital Object Identifier – DOI (когда он есть у цитируемого материала) необходимо указывать в конце библиографической ссылки.

Пример:

Chu T., Starek M.J., Brewer M.J., Murray S.C., Pruter L.S. Assessing lodging severity over an experimental maize (Zea mays L.) field using UAS images // Remote Sensing. 2017. Vol. 9. P. 923. DOI: 10.3390/rs9090923.

Наличие DOI статьи следует проверять на сайте <http://search.crossref.org/> или <https://www.citethisforme.com>. Для этого нужно ввести в поисковую строку название статьи на английском языке.

БЛАГОДАРНОСТИ

В этом разделе указываются все источники финансирования исследования, а также благодарности людям, которые участвовали в работе над статьей, но не являются ее авторами.

РИСУНКИ, ТАБЛИЦЫ, СКРИНШОТЫ И ФОТОГРАФИИ

Рисунки должны быть хорошего качества, пригодные для печати. Все рисунки должны иметь подрисуночные подписи. Подрисуночную подпись необходимо перевести на английский язык. Рисунки нумеруются арабскими цифрами по порядку следования в тексте. Если рисунок в тексте один, то он не нумеруется. Отсылки на рисунки оформляются следующим образом: «На рис. 3 указано, что ...» или «Указано, что ... (см. рис. 3)». Подрисуночная подпись включает порядковый номер рисунка и его название. Выравнивается по центру: «Рис. 2. Описание жизненно важных процессов». Точка после подрисуночной подписи не ставится. Перевод подрисуночной подписи следует располагать после подрисуночной подписи на русском языке.

Таблицы должны быть хорошего качества, пригодные для печати. Предпочтительны таблицы, пригодные для редактирования, а не отсканированные или в виде рисунков. Все таблицы должны иметь заголовки. Название таблицы должно быть переведено на английский язык. Таблицы нумеруются арабскими цифрами по порядку следования в тексте. Если таблица в тексте одна, то она не нумеруется. Отсылки на таблицы оформляются следующим образом: «В табл. 3 указано, что ...» или «Указано, что ... (см. табл. 3)». Заголовок

таблицы включает порядковый номер таблицы и ее название. Выравнивается по центру: «Табл. 2. Описание жизненно важных процессов». Точка после заголовка таблицы не ставится. Перевод заголовка таблицы следует располагать после заголовка таблицы на русском языке.

Следует обратить внимание на написание формул в статье. Во избежание путаницы необходимо греческие (α , β , π и др.), русские (А, а, Б, б и др.) буквы и цифры писать прямым шрифтом, латинские – курсивным (*W*, *Z*, *m*, *n* и др.). Математические знаки и символы нужно писать также прямым шрифтом. Необходимо четко указывать верхние и нижние надстрочные символы (W^1 , F_1 и др.).

Фотографии, скриншоты и другие нерисованные иллюстрации необходимо загружать отдельно в специальном разделе формы для подачи статьи в виде файлов формата *.jpeg, *.bmp, *.gif (*.doc и *.docx – в случае, если на изображение нанесены дополнительные пометки). Разрешение изображения должно быть >300 dpi. Файлам изображений необходимо присвоить название, соответствующее номеру рисунка в тексте. В описании файла следует отдельно привести подрисовочную подпись, которая должна соответствовать названию фотографии, помещаемой в текст.

Редакция просит авторов при подготовке статей руководствоваться изложенными выше правилами. Статьи, оформленные не по правилам, будут возвращаться авторам без рассмотрения.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ ЖУРНАЛОМ И АВТОРОМ

Редакция журнала ведет переписку с ответственным (контактным) автором, однако при желании коллектива авторов письма могут направляться всем авторам, для которых указан адрес электронной почты.

Все поступающие в журнал «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» статьи проходят предварительную проверку на соответствие формальным требованиям. На этом этапе статья может быть возвращена автору (авторам) на доработку с просьбой устранить ошибки или добавить недостающие данные. Также на этом этапе статья может быть отклонена из-за несоответствия ее целям журнала, отсутствия оригинальности, малой научной ценности.

Все научные статьи, поступившие в редакцию журнала «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки», проходят обязательное двухстороннее «слепое» рецензирование (double-blind – автор и рецензент не знают друг о друге). Рукописи направляются по профилю научного исследования на рецензию членам редакционной коллегии.

В спорных случаях редактор может привлечь к процессу рецензирования нескольких специалистов, а также главного редактора. При положительном заключении рецензента статья передается редактору для подготовки к печати.

При принятии решения о доработке статьи замечания и комментарии рецензента передаются автору. Автору дается 2 месяца на устранения замечаний. Если в течение этого срока автор не уведомил редакцию о планируемых действиях, статья снимается с очереди публикации.

При принятии решения об отказе в публикации статьи автору отправляется соответствующее решение редакции.

Ответственному (контактному) автору принятой к публикации статьи направляется финальная версия верстки, которую он обязан проверить.

ПОРЯДОК ПЕРЕСМОТРА РЕШЕНИЙ РЕДАКТОРА/РЕЦЕНЗЕНТА

Если автор не согласен с заключением рецензента и/или редактора или отдельными замечаниями, он может оспорить принятое решение. Для этого автору необходимо:

- исправить рукопись статьи согласно обоснованным комментариям рецензентов и редакторов;
- ясно изложить свою позицию по рассматриваемому вопросу.

Редакторы содействуют повторной подаче рукописей, которые потенциально могли бы быть приняты, однако были отклонены из-за необходимости внесения существенных изменений или сбора дополнительных данных, и готовы подробно объяснить, что требуется исправить в рукописи для того, чтобы она была принята к публикации.

ДЕЙСТВИЯ РЕДАКЦИИ В СЛУЧАЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ПЛАГИАТА, ФАБРИКАЦИИ ИЛИ ФАЛЬСИФИКАЦИИ ДАННЫХ

Редакция научного журнала «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» в своей работе руководствуется традиционными этическими принципами научной периодики и сводом принципов «Кодекса этики научных публикаций», разработанным и утвержденным Комитетом по этике научных публикаций, требуя соблюдения этих правил от всех участников издательского процесса.

ИСПРАВЛЕНИЕ ОШИБОК И ОТЗЫВ СТАТЬИ

В случае обнаружения в тексте статьи ошибок, влияющих на ее восприятие, но не искажающих изложенные результаты исследования, они могут быть исправлены путем замены pdf-файла статьи. В случае обнаружения в тексте статьи ошибок, искажающих результаты исследования, либо в случае плагиата, обнаружения недобросовестного поведения автора (авторов), связанного с фальсификацией и/или фабрикацией данных, статья может быть отозвана. Инициатором отзыва статьи может быть редакция, автор, организация, частное лицо. Отзыванная статья помечается знаком «Статья отозвана», на странице статьи размещается информация о причине отзыва статьи. Информация об отзыве статьи направляется в базы данных, в которых индексируется журнал.

УВАЖАЕМЫЕ ПОДПИСЧИКИ!

*Подписка на журнал
«Сибирский вестник сельскохозяйственной науки»
принимается в почтовых отделениях ФГУП «Почта России»
и в других организациях, осуществляющих прием подписки*

*В каталоге «Газеты. Журналы»
ОАО Агентство «Роспечать»
подписной индекс 46808*

*На годовой комплект журналов
или отдельные номера можно подписаться
в редакции*

*Полнотекстовая версия журнала
«Сибирский вестник сельскохозяйственной науки»
размещена на сайте Научной электронной библиотеки:
<http://www.elibrary.ru>*

THE SCIENTIFIC JOURNAL

SIBERIAN HERALD OF AGRICULTURAL SCIENCE

FOUNDERS: SIBERIAN FEDERAL SCIENTIFIC CENTRE OF AGRO-BIOTECHNOLOGIES
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

SIBERIAN BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
ESTABLISHED IN 1971

Volume 50, No 3 (274)



2020
May-June

Editor-in-Chief A.S. DONCHENKO, RAS Member
Deputy Editor-in-Chief O.N. ZHITELEVA

EDITORIAL BOARD:

V.V. Alt	RAS Member, Novosibirsk, Russia
O.S. Afanasenko	RAS Member, Saint-Petersburg, Russia
A.N. Vlasenko	RAS Member, Novosibirsk, Russia
N.G. Vlasenko	RAS Member, Novosibirsk, Russia
N.P. Goncharov	RAS Member Novosibirsk, Russia
I.M. Gorobey	Doctor of Science in Agriculture, Novosibirsk, Russia
M.I. Gulyukin	RAS Member, Moscow, Russia
V.N. Delyagin	Doctor of Science in Engineering, Novosibirsk, Russia
I.M. Donnik	RAS Member, Moscow, Russia
N.A. Donchenko	Corresponding Member, Novosibirsk, Russia
N.M. Ivanov	Corresponding Member, Novosibirsk, Russia
A.Yu. Izmailov	RAS Member, Moscow, Russia
V.K. Kalichkin	Doctor of Science in Agriculture, Novosibirsk, Russia
N.I. Kashevarov	RAS Member, Novosibirsk, Russia
S.N. Mager	Doctor of Science in Biology, Novosibirsk, Russia
S.P. Ozornin	Doctor of Science in Engineering, Chita, Russia
V.L. Petukhov	Doctor of Science in Biology, Novosibirsk, Russia
R.I. Polyudina	Doctor of Science in Agriculture, Novosibirsk, Russia
M.I. Selionova	Doctor of Science in Biology, Stavropol, Russia
V.A. Soloshenko	RAS Member, Novosibirsk, Russia
N.A. Surin	RAS Member, Krasnoyarsk, Russia
I.F. Khramtsov	RAS Member, Omsk, Russia
I.N. Sharkov	Doctor of Science in Biology, Novosibirsk, Russia

Foreign Members of Editorial Board:

V.V. Azarenko	Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Science in Engineering, Academician-Secretary of the Department of Agrarian Sciences NASB, Minsk, Belarus
B. Byambaa	Member of the Mongolian Academy of Sciences, Doctor of Science in Veterinary Medicine, President of the Mongolian Academy of Agricultural Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia
A.M. Nametov	Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Doctor of Science in Veterinary Medicine, Zhanger Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University, Rector, Astana, Kazakhstan
V. Nikolov	Professor Doctor, Chairman of the Agricultural Academy of the Republic of Bulgaria, Sofia, Bulgaria.

The scientific journal "Siberian Herald of Agricultural Science" has been included on the Higher Certification Commission (VAK) List of Russian Reviewed Scientific Periodicals issued in the Russian Federation, in which major scientific results of theses for doctor and candidate degrees should be published.

The journal is presented in the international database AGRIS, and put in the catalogue Ulrich's Periodicals Directory, Bowker, USA.

The "Siberian Herald of Agricultural Science" is registered in the Russian Science Citation Index (RSCI) based on Web of Science.



www.sibvest.elpub.ru

Editors *E.V. Mosunova, G.N. Yagupova*
Corrector *V.E. Selianina*, Desktop Publisher *N.U. Borisko*
Translator *E.A. Pomanova*

Certificate PI FS77-64832 issued by the Federal Service for Supervision of Media, Communications and Information Technologies on February 2, 2016

Publisher: Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences

Address: PO Box 463, office 456, SFSCA RAS Building, Krasnoyarsk, Novosibirsk District,

Novosibirsk Region, 630501, Russia. Tel/fax: +7-383-348-37-62

e-mail: vestnik.nsk@ngs.ru; www.sibvest.elpub.ru