

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

СИБИРСКИЙ ВЕСТНИК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ

SIBIRSKII VESTNIK SEL'SKOKHOZYAISTVENNOI NAUKI

УЧРЕДИТЕЛИ: СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР АГРОБИОТЕХНОЛОГИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ОСНОВАН В 1971 г.

ВЫХОДИТ ШЕСТЬ РАЗ В ГОД

Том 52, № 2 (285)

DOI: 10.26898



2022

март – апрель

Главный редактор – Донченко Александр Семенович, академик РАН, доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник, руководитель научного направления Сибирского федерального научного центра агrobiотехнологий Российской академии наук, Новосибирск, Россия

Заместитель главного редактора – Ломбанина Татьяна Александровна, начальник редакционно-издательского отдела Сибирского федерального научного центра агrobiотехнологий Российской академии наук, Новосибирск, Россия

Редакционная коллегия:

В.В. Азаренко	д-р техн. наук, член-корреспондент НАН Беларуси, Минск, Беларусь
В.В. Альт	академик РАН, д-р техн. наук, Новосибирск, Россия
О.С. Афанасенко	академик РАН, д-р биол. наук, Санкт-Петербург, Россия
Б. Бямбаа	д-р вет. наук, академик Академии наук Монголии, Улан-Батор, Монголия
А.Н. Власенко	академик РАН, д-р с.-х. наук, Новосибирск, Россия
Н.Г. Власенко	академик РАН, д-р биол. наук, Новосибирск, Россия
К.С. Голохваст	член-корреспондент РАО, д-р биол. наук, Новосибирск, Россия
О.В. Голуб	д-р техн. наук, Новосибирск, Россия
Н.П. Гончаров	академик РАН, д-р биол. наук, Новосибирск, Россия
М.И. Гулюкин	академик РАН, д-р вет. наук, Москва, Россия
В.Н. Десягин	д-р техн. наук, Новосибирск, Россия
С.А. Джохари	профессор, PhD, Санандадж, Иран
И.М. Донник	академик РАН, д-р биол. наук, Москва, Россия
Н.А. Донченко	член-корреспондент РАН, д-р вет. наук, Новосибирск, Россия
Н.М. Иванов	член-корреспондент РАН, д-р техн. наук, Новосибирск, Россия
А.Ю. Измайлов	академик РАН, д-р техн. наук, Москва, Россия
Н.И. Кашеваров	академик РАН, д-р с.-х. наук, Новосибирск, Россия
В.И. Кирюшин	академик РАН, д-р биол. наук, Москва, Россия
С.Н. Магер	д-р биол. наук, Новосибирск, Россия
К.Я. Мотовилов	член-корреспондент РАН, д-р биол. наук, Новосибирск, Россия
О.К. Мотовилов	д-р техн. наук, Новосибирск, Россия
А.М. Наметов	д-р вет. наук, член-корреспондент НАН Республики Казахстан, Уральск, Казахстан
В.С. Николов	д-р вет. наук, София, Болгария
С.П. Озорнин	д-р техн. наук, Чита, Россия
В.Л. Петухов	д-р биол. наук, Новосибирск, Россия
Р.И. Полюдина	д-р с.-х. наук, Новосибирск, Россия
М.И. Селионова	д-р биол. наук, Москва, Россия
В.А. Солошенко	академик РАН, д-р с.-х. наук, Новосибирск, Россия
Н.А. Сурин	академик РАН, д-р с.-х. наук, Красноярск, Россия
И.Ф. Храмов	академик РАН, д-р с.-х. наук, Омск, Россия
С. Эркисли	профессор, PhD, Эрзурум, Турция
С.Х. Янг	профессор, PhD, Кванджу, Корея



www.sibvest.elpub.ru

Редакторы *Е.В. Мосунова, Г.Н. Ягунова*. Корректор *В.Е. Селянина*. Оператор электронной верстки *Н.Ю. Бориско*. Переводчик *М.Ш. Гаценко*. 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 агrobiотехнологий 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: sibvestnik@sfsca.ru, vestnik.nsk@ngs.ru; <https://sibvest.elpub.ru/jour>

Вышел в свет 25.05.2022. Формат 60 × 84^{1/8}. Бумага тип. № 1. Печать офсетная. Печ. л. 14,75.

Уч-изд. л. 15,25. Тираж 300 экз. Цена свободная.

Отпечатано в Сибирском федеральном научном центре агrobiотехнологий Российской академии наук

© ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий Российской академии наук», 2022

© ФГБУ «Сибирское отделение Российской академии наук», 2022



СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ
И ХИМИЗАЦИЯ

AGRICULTURE
AND CHEMICALIZATION

Власенко Н.Г., Теплякова О.И. Разложение целлюлозы в прикорневой зоне яровой пшеницы, возделываемой с применением препаратов БиоВайс, ТурМакс и азотного удобрения

5 Vlasenko N.G., Teplyakova O.I. Decomposition of cellulose in the root zone of spring wheat cultivated with the use of BioVays, TurMax and nitrogen fertilizer

РАСТЕНИЕВОДСТВО И СЕЛЕКЦИЯ

PLANT GROWING AND BREEDING

Сурин Н.А., Бутковская Л.К., Сурина Е.А. Влияние удобрений и сроков посева на качество семян ярового ячменя в красноярской лесостепи

12 Surin N.A., Butkovskaya L.K., Surina E.A. Influence of fertilizers and sowing dates on the quality of spring barley seeds in the Krasnoyarsk forest-steppe

Мусаев Ф.Б., Прияткин Н.С., Иванова М.И., Бухаров А.Ф., Кашлева А.И. Анализ морфометрических и оптических параметров семян подрода сера (*Allium L.*, Alliaceae) методом цифрового сканирования

22 Musaev F.B., Priyatkin N.S., Ivanova M.I., Bukharov A.F., Kashleva A.I. Analysis of morphometric and optical parameters of seeds of the subgenus cepa (*Allium L.*, Alliaceae) by digital scanning

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

PLANT PROTECTION

Костюк А.В., Ляшенко Е.В. Изучение фитотоксичности гербицида Люмакс в посевах кукурузы на зерно в условиях юга Дальнего Востока

32 Kostyuk A.V., Lyashenko E.V. Study of phytotoxicity of Lumax herbicide in grain maize crops under conditions of the South of the Far East

Разина А.А., Дятлова О.Г. Фитопатогенные микромицеты овса в условиях Иркутской области

*ЗООТЕХНИКА
И ВЕТЕРИНАРИЯ*

39 Razina A.A., Dyatlova O.G. Phytopathogenic micromycetes of oats under the conditions of the Irkutsk region

*ZOOTECHNICS AND
VETERINARY MEDICINE*

Рогачёв В.А., Мерзлякова О.Г., Лукьянчикова Н.Л., Магер С.Н. Белково-витаминная мука из пшеничных отрубей, обогащенная фитазой в рационе перепелов

46 Rogachev V.A., Merzlyakova O.G., Lukyanchikova N.L., Mager S.N. Protein-vitamin flour from wheat bran enriched with phytase in the diet of quails

Нефедова Е.В., Шкиль Н.Н. Влияние наночастиц серебра на антибиотикорезистентность микроорганизмов при лечении эндометрита коров

55 Nefedova E.V., Shkil N.N. Effect of silver nanoparticles on antibiotic resistance of microorganisms in the treatment of endometritis in cows

*ПЕРЕРАБОТКА
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ПРОДУКЦИИ*

*PROCESSING
OF AGRICULTURAL PRODUCTS*

Щербинин В.В., Голуб О.В., Чекрыга Г.П., Мотовилов О.К. Использование плодов шиповника в технологии питьевых киселей

63 Shcherbinin V.V., Golub O.V., Chekryga G.P., Motovilov O.K. The possibilities of using rosehip fruits in the potable kissels technology

Давыденко Н.И., Ульянова Г.С., Голубцова Ю.В., Сергеева И.Ю. Применение плодового сырья Сибирского региона как основы начинок для хлебобулочных изделий

73 Davydenko N.I., Ulyanova G.S., Golubtsova Yu.V., Sergeeva I.Yu. The use of fruit raw materials of the Siberian region as the basis of fillings for bakery products

*ИЗ ИСТОРИИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ*

*FROM THE HISTORY
OF AGRICULTURAL SCIENCE*

Донченко А.С., Голохваст К.С., Самоловova Т.Н., Донченко Н.А., Юшкова Л.Я. Страницы истории советской ветеринарии в период Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.)

82 Donchenko A.S., Golokhvast K.S., Samolovova T.N., Donchenko N.A., Yushkova L.Ya. Chapters of history of the Soviet veterinary science during the Great Patriotic War (1941–1945)

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОБЛЕМЫ. СУЖДЕНИЯ

PROBLEMS. SOLUTIONS

- Потанин В.Г.** Усовершенствование ГТК Селянинова для расширения возможностей его применения **95** **Potantin V.G.** Improvement of the Selyaninov HTC to expand the possibilities of its application

НАУЧНЫЕ СВЯЗИ

SCIENTIFIC RELATIONS

- Мусынов К.М., Аринов Б.К., Абышева Г.Т.** Урожайность семян рыжика в зависимости от применения различных препаратов и сроков посева на севере Казахстана **105** **Mussynov K.M., Arinov B.K., Abysheva G.T.** Camelina seeds yield depending on the use of different preparations and sowing dates in the north of Kazakhstan



РАЗЛОЖЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В ПРИКОРНЕВОЙ ЗОНЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ, ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРЕПАРАТОВ БИОВАЙС, ТУРМАКС И АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ

✉ Власенко Н.Г., Теплякова О.И.

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

✉ e-mail: nvlaskenko@sfscs.ru

Изучено влияние обработки семян препаратами БиоВайс Спринт и ТурМакс на целлюлозолитическую активность чернозема выщелоченного под посевом яровой пшеницы в лесостепной зоне Приобья. Эксперимент проведен в 2020, 2021 гг. в ризосферном слое почвы под посевом пшеницы сорта Новосибирская 31, которую размещали второй культурой после пара по зерновому предшественнику на двух фонах азотного питания – N_0 и N_{60} . Целлюлозолитическую активность почвы определяли стандартным методом – по потере массы внесенного в почву целлюлозосодержащего полотна. Показано, что на данный показатель влияют условия вегетационного периода. В 2021 г. целлюлозолитическая активность почвы в ризосфере пшеницы была выше, чем в 2020 г., как на фоне без внесения удобрения – на 36,6%, так и при их применении – на 119,54%. Распад ткани усиливался в 1,3–1,4 раза, если высевали семена, обработанные БиоВайсом Спринт, и в 1,3 раза при использовании ТурМакса. На удобренном фоне в 2020 г. при применении ТурМакса целлюлозолитическая активность почвы усиливалась в 1,6 раза, БиоВайса – в 1,3 раза. В 2021 г. при обработке семян БиоВайсом показатель увеличивался в 2,8 раза, ТурМаксом – в 2,2 раза. Полученные результаты не позволяют выделить очевидное преимущество одного из двух изучаемых препаратов, но на их основании можно заключить, что обработка семян и ТурМаксом, и БиоВайсом Спринт способна усилить целлюлозолитическую активность почвы, особенно на фоне применения азотного удобрения.

Ключевые слова: целлюлозолитическая активность почвы, прикорневая зона пшеницы, БиоВайс, ТурМакс, азотное удобрение

DECOMPOSITION OF CELLULOSE IN THE ROOT ZONE OF SPRING WHEAT CULTIVATED WITH THE USE OF BIOVAYS, TURMAX AND NITROGEN FERTILIZER

✉ Vlasenko N.G., Teplyakova O.I.

Siberian Federal Scientific Center of Agro-Biotechnologies of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

✉ e-mail: nvlaskenko@sfscs.ru

The effect of BioVays Sprint and TurMax seed treatment on cellulolytic activity of leached chernozem under spring wheat in the forest-steppe zone of the Priob'ye region was studied. The experiment was conducted in 2020-2021 in the rhizosphere layer of soil under the Novosibirskaya

31 wheat, which was placed as the second crop after the fallow on the grain forecrop on two backgrounds of nitrogen nutrition - N_0 and N_{60} . Cellulosolytic activity of soil was determined by the standard method - by the weight loss of cellulosic cloth introduced into the soil. It was shown that this indicator is influenced by the conditions of the growing season. In 2021, soil cellulosolytic activity in the wheat rhizosphere was higher than in 2020, both in the background without fertilizer application, by 36.6%, and with their application, by 119.54%. Tissue decay increased 1.3-1.4-fold if seeds treated with BioVays Sprint were sown, and 1.3-fold if TurMax was used. On the fertilized background in 2020, the application of TurMax increased the cellulosolytic activity of the soil by 1.6 times, BioVays by 1.3 times. In 2021, seed treatment with BioVays increased the indicator by 2.8 times and with TurMax by 2.2 times. The results obtained do not allow to identify an obvious advantage of one of the two preparations studied, but on their basis, it can be concluded that treatment of seeds with both TurMax and BioVays Sprint is able to increase the cellulosolytic activity of the soil, especially against the background of nitrogen fertilizer application.

Keywords: cellulosolytic activity of soil, wheat root zone, BioVays, TurMax, nitrogen fertilizer

Для цитирования: Власенко Н.Г., Теплякова О.И. Разложение целлюлозы в прикорневой зоне яровой пшеницы, возделываемой с применением препаратов БиоВайс, ТурМакс и азотного удобрения // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 2. С. 5–11. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-1>. EDN AIEBMD.

For citation: Vlasenko N.G., Teplyakova O.I. Decomposition of cellulose in the root zone of spring wheat cultivated with the use of BioVays, TurMax and nitrogen fertilizer. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 52, no. 2, pp. 5–11. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-1>. EDN AIEBMD.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальная задача современного земледелия – получение высокой урожайности культур с помощью биологизированных агротехнологий, в которых энергоемкие агрохимикаты заменяются препаратами нового поколения [1, 2]. Биопрепарат БиоВайс, который содержит консорциум высокоэффективных выделенных из почвы штаммов *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus mucilaginosus*, *B. megaterium*, *B. subtilis*, *B. phosphaticum*, является новым бактериальным удобрением, которое улучшает обеспеченность растений азотом, фосфором и кремнием. Кроме того, препарат обладает фунгицидными свойствами [3]. Этот препарат проявил свою эффективность на яровой и озимой пшенице в условиях юга Россий-

ской Федерации и в Сибири^{1,2} [4]. Активный ингредиент в составе препарата ТурМакс – натуральная смесь олигосахаридов, аминокислот, фитогормонов и витаминов. БиоВайс был эффективен на посевах яровой пшеницы в условиях Сибири [4], озимой пшеницы в Алтайском крае³ и при возделывании картофеля в Томской области [5–7].

Инокуляция семян яровой пшеницы биопрепаратами ассоциативных азотфиксаторов, в том числе БиоВайсом, в целом оказывает стимулирующее влияние на биологическую активность ризосферы возделываемой пшеницы, способствует развитию полезных для питания растений нитрифицирующих и фосфатмобилизирующих бактерий, росту целлюлолитической активности почвы [8].

¹Хамова О.Ф. Из истории применения микробных препаратов в земледелии Омского Прииртышья // Сборник научных статей, посвященных 190-летию опытного дела в Сибири, 100-летию сельскохозяйственной науки в Омском Прииртышье и 85-летию образования Сибирского НИИ сельского хозяйства. Омск, 2018. С. 82–84.

²Хамова О.Ф. Эффективность применения биопрепаратов в посевах яровой пшеницы // Сборник научных статей, посвященных 70-летию академика РАН Ивана Федоровича Храмцова, 95-летию основания отдела земледелия ФГБНУ «Омский АНЦ». Омск, 2020. С. 118–120.

³Усенко В.И., Литвинцев П.А., Литвинцева Т.А. Эффективность минеральных и бактериальных удобрений на озимой пшенице в лесостепи Алтайского края // Научное обеспечение зернового производства Алтайского края: сборник статей. Барнаул, Алтайский НИИСХ, 2016. С. 127–132.

Интенсивность разложения целлюлозы в почве является интегрированным показателем ее биологической активности, зависящим от сложившегося плодородия, а также от погодных условий вегетационного периода. Целлюлозолитическая способность почвы может служить характеристикой трансформации органического вещества, вовлечения труднодоступных форм углерода в биологический круговорот и в конечном итоге определяет уровень почвенного плодородия и продуктивность биоты [9].

Цель исследования – изучить влияние обработки семян препаратами БиоВайс и ТурМакс на процесс распада целлюлозы в почве прикорневого слоя яровой мягкой пшеницы в лесостепи Приобья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в 2020, 2021 гг. на опытном поле лаборатории защиты растений Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН. Почва – чернозем выщелоченный, среднесуглинистый, среднемощный. Сорт пшеницы Новосибирская 31 высевали второй культурой после пара по яровой пшенице. Осенняя обработка почвы – глубокое рыхление стойками СИБИМЭ. Посев – 14 и 21 мая сеялкой СЗС-2,1 с анкерными сошниками, норма высева 6 млн всхожих зерен/га. Препараты БиоВайс Спринт и ТурМакс применяли для обработки семян, которую проводили с увлажнением (10 л/т), норма расхода 0,25 кг/т и 0,25 л/т соответственно. Опыт размещали на двух фонах азотного питания: без внесения удобрения; с внесением 60 кг д.в. N/га. В период вегетации против одно- и двудольных сорняков проводили сплошную обработку баковой смесью гербицидов Аксиал, КЭ (1,0 л/га) + Примадонна, СЭ (0,4 л/га) + Гекстар, ВДГ (10 г/га) в фазе кущения пшеницы. В фазе колошения пшеницу обрабатывали фунгицидом Титул Дуо, ККР (0,32 л/га). Интенсивность разложения целлюлозы определяли стандартным методом – по потере массы внесенного в почву целлюлозо-

содержащего полотна [10, 11]. Капроновые мешочки с закрепленным на стерильном стекле материалом (шесть повторностей) вносили в почвенный разрез ризосферного слоя (0–10 см) в фазе полных всходов, примыкая к формирующимся на глубине заделки семян корням растений. Время выдержки полотен 90 сут. Статистическая обработка данных выполнена с помощью программ Statistica 7.0, Snedecor⁴.

Исследования проведены в контрастные по увлажнению годы. Сумма осадков за май, июнь, июль и август в 2020 г. составила соответственно 54,4; 23,8; 84,9 и 82,0 мм (всего за вегетационный период 2020 г. выпало 245 мм), среднесуточная температура – 16,5; 16,6; 19,7 и 18,6 °С; в 2021 г. – 34,0; 71,0; 36,0 и 44,0 мм (за вегетационный период – 185,0 мм) и 15,1; 17,2; 21,0 и 19,1 °С соответственно.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 2021 г. целлюлозолитическая активность почвы в ризосфере пшеницы была выше, чем в 2020 г., как на фоне без внесения удобрения – в среднем по опыту на 36,6%, так и при их применении – на 119,54% (степень влияния фактора год по Снедекору на $N_0 = 53,4$, на $N_{60} = 65,1\%$) (см. таблицу).

Влияние обработки семян на процесс разложения целлюлозы было слабее (степень влияния по Снедекору на $N_0 = 29,4$, на $N_{60} = 18,2\%$), но утилизация полотна увеличивалась на 27,9–38,7 и 56,36–79,38% соответственно уровням применения удобрения. В оба сезона процент разложившейся ткани по вариантам опыта увеличивался на фоне применения азотного удобрения (см. рис. 1).

В целом за 2 года в почве, где не вносили удобрения, в ризосфере пшеницы контрольного варианта интенсивность распада целлюлозы относительно N_{60} снижалась в 1,6 раза, в варианте с применением ТурМакса – в 1,97, БиоВайса – в 2,2 раза. Сравнивая интенсивность распада клетчатки в опытных вариантах установлено, что существенная разница между ними проявилась в

⁴Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. 2-е изд. Новосибирск, 2012. 282 с.

Разложение целлюлозы под яровой пшеницей, выращиваемой с применением препаратов Био-Вайс Спринт и ТурМакс

Cellulose decomposition under spring wheat grown with BioVays Sprint and TurMax

Доза азотного удобрения	Обработка семян	Убыль массы полотна, мг		
		2020 г.	2021 г.	Среднее
N ₀	Без обработки (контроль)	83,33 ± 4,21	101,67 ± 4,77	92,50 ± 2,81
	Турмакс	93,33 ± 3,33	143,33 ± 6,15	118,33 ± 4,01
	БиоВайс Спринт	110,00 ± 11,54	146,67 ± 7,15	128,34 ± 7,38
		95,55	130,56	
НСР ₀₅ для факторов: год = 6,25, обработка семян = 7,65, частных средних = 10,82				
N ₆₀	Без обработки (контроль)	103,33 ± 9,54	171,67 ± 7,03	137,50 ± 3,59
	Турмакс	121,67 ± 11,66	308,33 ± 27,74	215,00 ± 14,94
	БиоВайс Спринт	150,00 ± 11,54	343,30 ± 17,64	246,65 ± 9,46
		125,00	274,43	
НСР ₀₅ для факторов: год = 14,92, обработка семян = 18,27, частных средних = 25,84				

2020 г. на фоне без применения удобрения и в оба года на фоне его внесения. Распад ткани усиливался в 1,6 и 1,4 раза, если высевали семена, обработанные БиоВайсом Спринт по фону без внесения удобрения, и в 1,5 и 2,3 раза на фоне N₆₀. При применении препарата ТурМакс соответствующие показатели составили 1,3; 1,4 и 1,7 раза.

За одни сутки в опытных вариантах утилизировалось от 0,17–0,58% (ТурМакс) и 0,22–0,79% (БиоВайс Спринт) внесенного

полотна, что в среднем выше контроля в 1,5–2,0 раза (см. рис. 2).

Известно, что внесение в черноземную почву азотного удобрения способно почти вдвое повысить целлюлозолитическую активность ее верхнего (0–10 см) слоя [12]. В наших экспериментах аналогичный повышающий индекс составил 1,5 раза (2020 г.) и 1,7 раза (2021 г.). В итоге по шкале Звягинцева⁵ (очень слабая – < 10%, слабая – 10–30, средняя – 30–50, сильная – 50–80,

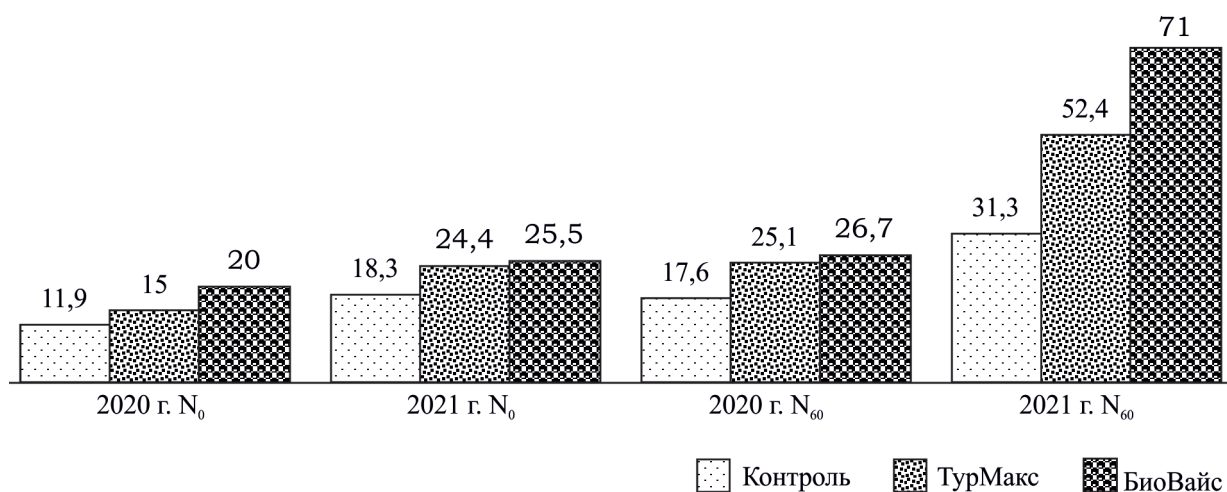


Рис. 1. Количество утилизированной целлюлозы под яровой пшеницей, выращиваемой на двух уровнях азотного питания с применением препаратов ТурМакс и БиоВайс, %

Fig. 1. Amount of utilized cellulose under spring wheat grown on two levels of nitrogen nutrition with application of TurMax and BioVays preparations, %

⁵Методы почвенной микробиологии и биохимии: учеб. пособие / под ред. Д.Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ. 1991. 304 с.

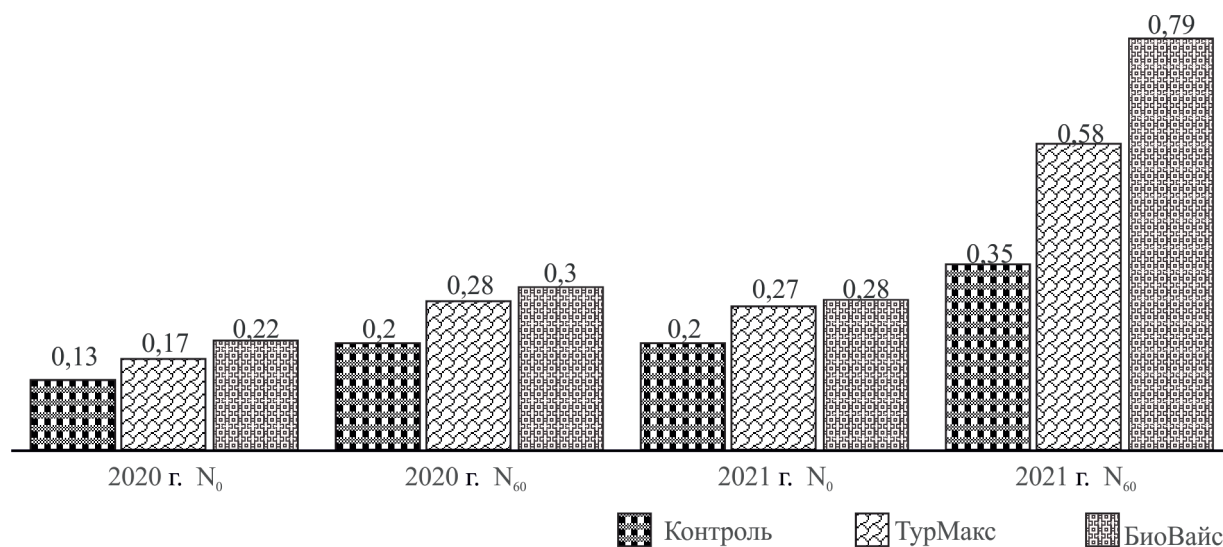


Рис. 2. Ежесуточный процент разложения целлюлозы под яровой пшеницей, выращиваемой на двух уровнях азотного питания с применением препаратов ТурМакс и БиоВайс Спринт, %

Fig.2. Daily percentage of cellulose decomposition in spring wheat grown on two levels of nitrogen nutrition with the use of TurMax and BioVays Sprint, %

очень сильная – > 80%) высокая интенсивность разрушения клетчатки зафиксирована лишь в одном из двух сезонов – под пшеницей, выросшей из обработанных БиоВайсом Спринт и ТурМаксом семян, на удобренной азотом (N₆₀) почве. В первом случае уровень целлюлозолитической активности может быть охарактеризован как сильный, во втором – средний, в контрольной почве (распад ткани 11,88 и 18,3% от исходной массы полотна) – слабый. Ежесуточно более высокая интенсивность разложения целлюлозы прослеживалась в варианте с обработкой семян БиоВайсом Спринт.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования целлюлозолитической активности почвы ризосферы яровой пшеницы показано воздействие препаратов БиоВайс и ТурМакс на этот процесс. Полученные результаты не позволяют выделить очевидное преимущество одного из двух изучаемых препаратов, но на их основании можно заключить, что обработка семян и ТурМаксом, и БиоВайсом Спринт способна вызывать эффект усиления целлюлозолитической активности почвы, особенно на фоне применения азотного удобрения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дегтярева И.А., Яппаров И.А., Хидиятуллина А.Я. Биологические подходы к повышению урожайности сельскохозяйственных культур // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2013. Т. 215. С. 91–96.
2. Боровая В.П. Биовайс на посевах озимой пшеницы // Защита и карантин растений. 2013. № 4. С. 30–35.
3. Ступина Л.А. Влияние стимуляторов роста и азотных минеральных удобрений на микробиологическую активность чернозема выщелоченного и урожайность яровой пшеницы в условиях Алейской степи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 3 (173). С. 5–11.
4. Ступина Л.А. Влияние азотных минеральных удобрений и биостимуляторов «Биовайс» и «Турмакс» на минеральное питание и урожайность яровой пшеницы в условиях Алейской степи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 6 (176). С. 16–21.
5. Галеев Р.Р., Сергеева О.Н., Перченко Н.А. Органоминеральный препарат для повышения продуктивности и снижения заболеваемости картофеля в условиях Томской области // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2018.

- № 4 (49). С. 18–24. DOI: 10.31677/2072-6724-2018-49-4-18-24.
6. Перченко Н.А., Сергеева О.Н. Эффективность препарата ТурМакс при возделывании картофеля в условиях Томской области // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 5. С. 34–37. DOI: 10.31857/S2500262720050087.
 7. Сергеева О.Н., Перченко Н.А., Шипилин Н.Н. Применение органоминеральной добавки ТурМакс при возделывании картофеля // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2013. № 4 (29). С. 36–40.
 8. Хамова О.Ф., Ледовский Е.Н., Тукмачева Е.В., Шулико Н.Н. Влияние бактериальных препаратов на биологическую активность чернозема выщелоченного и урожайность зерновых культур // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2016. № 3 (23). С. 44–48.
 9. Хасанова Р.Ф., Аблаева А.Р., Суюндуков Я.Т. Биологическая продуктивность многолетних трав и целлюлозолитическая активность чернозема обыкновенного // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 5. С. 283–290.
 10. Буянтуева Л.Б., Никитина Е.П. Исследование интенсивности процессов микробной деструкции органического вещества в сухостепных почвах Юго-Западного Забайкалья с использованием аппликационных методов // Природа Внутренней Азии. 2018. № 3 (8). С. 28–37. DOI: 10.18101/2542-0623-2018-3-28-37.
 11. Гаврилова В.И., Герасимова М.И. Целлюлозолитическая активность почв: методы измерения, факторы и экологическая изменчивость // Вестник Московского государственного университета. Сер. 17. Почвоведение. 2019. № 1. С. 23–27.
 12. Еремин Д.И., Попова О.Н. Влияние минеральных удобрений на интенсивность разложения целлюлозы в пахотном черноземе лесостепной зоны Зауралья // Вестник государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2016. № 4 (35). С. 27–33.
 - vennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N.E. Bauman = Scientific Notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary medicine, 2013, vol. 215, pp. 91–96. (In Russian).
 2. Borovaya V.P. BioVays on winter wheat crops. *Zashchita i karantin rastenii = Board of Plant Protection and Quarantine*, 2013, no. 4, pp. 30–35. (In Russian).
 3. Stupina L.A. The influence of growth stimulators and nitrogen mineral fertilizers on microbiological activity of leached chernozem and spring wheat yield in the Aley steppe of the Altai region. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural university*, 2019, no. 3 (173), pp. 5–11. (In Russian).
 4. Stupina L.A. The influence of nitrogen mineral fertilizers and biological growth stimulants BioVays and TurMax on mineral nutrition and yield of spring wheat in the Aley steppe of the Altai region. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2019, no. 6 (176), pp. 16–21.
 5. Galeev R.R., Sergeeva O.N., Perchenko N.A. Organomineral specimen for increasing potato yield and reducing its disease level under conditions of Tomsk region. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of NSAU*, 2018, no. 4 (49), pp. 18–24. (In Russian). DOI: 10.31677/2072-6724-2018-49-4-18-24.
 6. Perchenko N.A., Sergeeva O.N. Effectiveness of TurMax in potato cultivation under the conditions of the Tomsk region. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka = Russian Agricultural Sciences*, 2020, no. 5, pp. 34–37. (In Russian). DOI: 10.31857/S2500262720050087
 7. Sergeeva O.N., Perchenko N.A., Shipilin N.N. Application of TurMax organomineral additive in potato cultivation. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of NSAU*, 2013, no. 4 (29), pp. 36–40. (In Russian).
 8. Khamova O.F., Ledovskii E.N., Tukmacheva E.V., Shuliko N.N. Influence of bacterial fertilizer on the biological activity of leached chernozem and cereal crops productivity. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Omsk SAU*, 2016, no. 3 (23), pp. 44–48. (In Russian).
 9. Khasanova R.F., Ablaeva A.R., Suyundukov Ya.T. Biological productivity of perennial

REFERENCES

1. Degtyareva I.A., Yapparov I.A., Khidiyatulina A.Ya. Biological approaches to increasing of the productivities of the agricultural cultures. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarst-*

- grasses and cellulolytic activity of ordinary chernozem. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* = *Modern problems of science and education*, 2012, no. 5, pp. 283–290. (In Russian).
10. Buyantueva L.B., Nikitina E.P. Investigation of the intensity of organic matter microbial decomposition in arid steppe soils of South-Western Transbaikalia by application methods. *Priroda Vnutrennei Azii* = *Nature of Inner Asia*, 2018, no. 3 (8), pp. 28–37. (In Russian). DOI: 10.18101/2542-0623-2018-3-28-37.
11. Gavrilova V.I., Gerasimova M.I. Cellulosolytic activity of soils: methods of measuring, factors, and geographic variability. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. 17. Pochvovedenie* = *Bulletin of the Moscow University. Series 17. Soil Science*, 2019, no. 1, pp. 23–27. (In Russian).
12. Eremin D.I., Popova O.N. Influence of mineral fertilizers on the intensity of cellulose decomposition in the arable chernozem steppe Trans-Urals area. *Vestnik gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zaural'ya* = *Bulletin of GAU SZ*, 2016, no. 4 (35), pp. 27–33. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Власенко Н.Г.**, доктор биологических наук, главный научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск; e-mail: nvlasenko@sfscs.ru

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

AUTHOR INFORMATION

✉ **Nataliya G. Vlasenko**, Doctor of Science in Biology, Head Researcher; **address:** Krasnoobsk, Novosibirsk region, 630501, Russia; e-mail: nvlasenko@sfscs.ru

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

Дата поступления статьи / Received by the editors 24.12.2021
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 21.02.2022
Дата публикации / Published 25.05.2022



ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И СРОКОВ ПОСЕВА НА КАЧЕСТВО СЕМЯН ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Сурин Н.А., (✉) Бутковская Л.К., Сурина Е.А.

*Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства –
обособленное подразделение Федерального исследовательского центра
«Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»*

Красноярск, Россия

(✉) e-mail: lidabut16@yandex.ru

По представленным результатам исследования отзывчивость сортов на внесение разных доз минерального питания оказалась более значительной по сравнению со сроками посевов. Дозы удобрений $N_{60}P_{30}K_{60}$ и $N_{90}P_{30}K_{60}$ повышали урожайность сортов ячменя Такмак, Абалак, Буян и перспективного образца Д-5-7022 на 1,2–1,8 т/га, массу 1000 зерен – на 2–6 г, всхожесть – на 1–4% по сравнению с контролем (без удобрений). Сорт Буян превысил урожайность всех изучаемых сортов на 0,2 т/га на удобренных фонах и в данной группе проявил себя как интенсивный (прибавка урожая к контролю – 1,8 т/га, bi (коэффициент линейной регрессии урожайности) = 1,34). Урожайность нового образца Д-5-7025 была выше районированных сортов в контроле без удобрений на 0,3–0,4 т/га. С внесением удобрений урожайность сортов Абалак, Такмак выравнивалась в среднем до 5,68 т/га при $N_{60}P_{30}K_{60}$ и до 5,85 т/га при $N_{90}P_{30}K_{60}$. Они менее требовательны к условиям возделывания и более пластичны. Элементы структуры урожайности, продуктивный стеблестой, озерненность колоса и масса 1000 зерен в целом влияли на ее повышение во втором сроке посева на интенсивных агрофонах. Величина развитости проростков семян, как и урожайность, в меньшей степени зависела от сроков посева, а больше – от внесения удобрений. При дозе $N_{90}P_{30}K_{60}$ все показатели развитости проростков увеличились на 1,2–2,5 см по сравнению с контролем. Использование оптимального срока посева (27 мая) при сумме активных температур 182,8° и рекомендованная доза удобрений $N_{90}P_{30}K_{60}$ позволили увеличить выход семян сортов ячменя Такмак, Абалак, Буян и нового образца Д-5-7022 в среднем на 20–30%.

Ключевые слова: яровой ячмень, посевные качества, минеральное питание, сроки посева, дозы удобрений, развитость проростков

INFLUENCE OF FERTILIZERS AND SOWING DATES ON THE QUALITY OF SPRING BARLEY SEEDS IN THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

Surin N.A., (✉) Butkovskaya L.K., Surina E.A.

Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture - separate division of FRC KSC SB RAS

Krasnoyarsk, Russia

(✉) e-mail: lidabut16@yandex.ru

According to the presented results of the study, the responsiveness of varieties to the application of different doses of mineral nutrition was more significant compared to the sowing dates. Doses of fertilizers $N_{60}P_{30}K_{60}$ and $N_{90}P_{30}K_{60}$ increased the barley yield of varieties Takmak, Abalak, Buyan and a promising sample D-5-7022 by 1,2-1,8 t/ha, weight of 1000 grains by 2-6 g, germination - by 1-4% as compared to the control (without fertilizers). The Buyan variety exceeded the yield of all

the varieties studied by 0.2 t / ha on a fertilized background and in this group proved to be intensive (increase in yield to control - 1.8 t / ha, bi (linear regression coefficient of yield) = 1.34). The yield of the new sample D-5-7025 was 0.3-0.4 t/ha higher than the released varieties in the control without fertilizers. With fertilization the yield of Abalak, Takmak varieties leveled off to an average of 5.68 t/ha at $N_{60}P_{30}K_{60}$ and to 5.85 t/ha at $N_{90}P_{30}K_{60}$. They are less demanding to the conditions of cultivation and more plastic. Elements of yield structure, productive stem, ear grain content and 1000 grains weight generally influenced its increase in the second sowing term on intensive agricultural backgrounds. The size of the development of seedlings, as well as the yield was less dependent on the sowing dates, but more on the application of fertilizers. At a dose of $N_{90}P_{30}K_{60}$ all indicators of seedling development increased by 1.2-2.5 cm compared with the control. The use of optimal sowing date (May 27) with the sum of active temperatures of 182,8° and the recommended dose of fertilizers $N_{90}P_{30}K_{60}$ made it possible to increase the yield of barley seeds of Takmak, Abalak, Buyan and the new sample D-5-7022 on average by 20-30%.

Keywords: spring barley, sowing qualities, mineral nutrition, sowing time, fertilizer doses, seedlings development

Для цитирования: Сурин Н.А., Бутковская Л.К., Сурина Е.А. Влияние удобрений и сроков посева на качество семян ярового ячменя в красноярской лесостепи // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 2. С. 12–21. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-2>. EDN ANZIDI.

For citation: Surin N.A., Butkovskaya L.K., Surina E.A. Influence of fertilizers and sowing dates on the quality of spring barley seeds in the Krasnoyarsk forest-steppe. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2022, vol. 52, no. 2, pp. 12–21. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-2>. EDN ANZIDI.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Качество семян сельскохозяйственных культур является первоосновой эффективного использования современных сортов в производстве. Создание благоприятных агротехнических условий (сроки посева, нормы высева, системы удобрений) для роста и развития сортов зерновых культур позволяет до некоторой степени сократить зависимость растений от воздействия неблагоприятных факторов среды и сформировать качественные семена [1].

Создать оптимальную влагообеспеченность и благоприятные условия питания зерновых культур в лесостепной зоне Красноярского края можно с помощью рационального использования летних осадков путем изменения сроков посева, а также подбором оптимальных доз удобрений и предшественников [2, 3].

Среди многих технологических процессов, оказывающих влияние на формирование урожайности и посевных качеств семян, наиболее существенными и контролируруемыми приемами являются применение минеральных удобрений, использование различных норм и сроков посева [4].

Сроки посевов оказывают влияние на урожай, посевные качества и урожайные свойства семян в той степени, в какой они совпадают с благоприятными условиями среды. Изучение сортов зерновых культур показывает, что для одних сортов поздний срок невозможен, в то время как для других приемлем. Вопрос о сроках посева решается с учетом наступления биологической и физической спелости почвы, распределения тепла и влаги в течение вегетационного периода и т.д. Поэтому влияние сроков посева на урожайность часто оказывается более эффективным, чем другие агротехнические приемы [5].

В условиях Красноярского края высокий урожай семян с хорошими посевными качествами можно получить только при сбалансированном соотношении элементов питания. Энергия прорастания семян ярового ячменя, выращенных на удобренном фоне, часто повышается на 14% и всхожесть – на 10% по сравнению с возделанными на не удобренном. Высокие результаты в получении высококачественных семян обеспечивают фосфорные удобрения, увеличивая поле-

вую всхожесть, способствуя ускоренному и равномерному созреванию растений, повышению устойчивости к полеганию. Семена на таком фоне формируются с высокими посевными и урожайными качествами [6]. Во влажные годы отмечается тенденция увеличения всходов в улучшенных условиях минерального питания, а в неблагоприятные – полнота всходов в присутствии удобрений понижается. Увеличение полевой всхожести на удобренных фонах можно объяснить большей доступностью фосфора, который участвует в обменных процессах сразу же при прорастании семян [7].

Улучшение условий минерального питания путем внесения основного удобрения оказывает положительное влияние на структуру урожая. Выявлены тесные связи урожайности с такими параметрами, как количество продуктивных побегов и масса зерна с колоса [8].

Основными характеристиками качества семян, отражающими их пригодность к посеву, являются энергия прорастания, лабораторная и полевая всхожесть, масса 1000 зерен и др. Для более глубокой комплексной оценки урожайных свойств сортовых семян дополнительно используется морфофизиологическая оценка органов проростков зерновых культур. Оцениваются такие показатели, как высота проростка, средняя длина coleoptили, длина зародышевых корешков и их количество [9]. При размножении новых сортов возникает необходимость создания таких условий, которые бы способствовали формированию крупного зерна (большой массы 1000 зерен), повышению числа зерен в колосе и продуктивного стеблестоя на метр квадратный, оказывающих влияние на величину урожая [10].

Цель исследований – разработать семеноводческую технологию возделывания новых сортов ячменя на семена в зависимости от сроков посева и различных доз удобрений, обеспечивающую повышение выхода качественных семян ячменя на 20–30%.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Погодные условия вегетационного периода 2020 г. характеризовались достаточной увлажненностью во все месяцы. Фаза всходов зерновых культур проходила при хорошем увлажнении, в I декаде мая прошли обильные дожди, что способствовало появлению дружных всходов. Наибольшее количество осадков выпало в июне и июле, выше на 53,3 и 83,6 мм в сравнении со среднемноголетними данными.

По распределению температур весна 2020 г. оказалась теплой – среднемесячная температура мая составила 14,2 °С, что больше среднемноголетнего значения на 3,2 °С. В июне, июле температура воздуха близка к среднемноголетним показателям.

Погодные условия вегетационного периода 2021 г. характеризовались недостатком влаги. Особенно засушливыми были май и июль, количество осадков на 13,7 и 28,5 мм ниже среднемноголетней нормы. Количество осадков в июне превышало среднемноголетнее значение на 58,8 мм. Весна была прохладной, среднемесячная температура мая ниже среднего на 0,5 °С. Летние месяцы зарегистрированы теплыми, среднемесячная температура июня, июля и августа на 1,0–1,7 °С отмечена выше среднемноголетних.

Важный показатель, определяющий степень и скорость созревания сельскохозяйственных культур, – сумма активных температур выше 10 °С. В среднем за 2020, 2021 гг. этот показатель составил 1897,4°. Такое количество активных температур позволило обеспечить созревание исследуемых сортов зерновых культур. Наряду с хорошей теплообеспеченностью за вегетационный период 2020, 2021 гг. в среднем выпало 261,8 мм осадков. ГТК составил 1,38. Среднее многолетнее количество осадков за год в регионе 370 мм. ГТК многолетний – 1,25.

Агротехнические опыты проводили на опытных полях обособленного подразделения Красноярского научно-исследовательского института сельского хозяйства (КрасНИИСХ) в деревне Минино. В качестве объектов исследований использовали семена районированных сортов ячменя Такмак,

Абалак, Буян и перспективный образец селекции КрасНИИСХ – Д-5-7022.

Буян. Оригинатор – КрасНИИСХ Россельхозакадемии.

Родословная: Кедр × Жо 1345 (Финляндия). Разновидность нутанс. Масса 1000 зерен 43–54 г. Средняя урожайность в регионе – 24,0 ц/га. В рекомендуемой для возделывания зоне Красноярского края прибавка к стандарту Ача составила 4,3 ц/га при средней урожайности 47,2 ц/га. Максимальная урожайность 68,9 ц/га получена в Красноярском крае в 2011 г. Позднеспелый, вегетационный период 77–99 дней, созревает на 8–11 дней позднее стандарта Ача. Зернофуражный. Содержание белка 8,1–15,2%.

Абалак. Оригинаторы и патентообладатели КрасНИИСХ Россельхозакадемии, Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья.

Родословная: У–53-8515 × Са46925. Включен в Государственный реестр селекционных достижений по Восточно-Сибирскому (11) региону. Масса 1000 зерен 42–55 г. Средняя урожайность в регионе допуска составила 26,8 ц/га, превысив средний стандарт на 2,2 ц/га. Максимальная урожайность 62,6 ц/га получена в Красноярском крае в 2011 г. Среднеранний, вегетационный период 72–89 дней, созревает на 2–3 дня раньше сорта Ача и на 2–3 дня позднее сорта Биом. Ценный по качеству. Содержание белка 9,1–14,5%.

Такмак. Родословная: Приазовский 9 × [(Винер × Омский 13709) × (Винер × Донецкий 650)]. Сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Восточно-Сибирскому (11) региону. Разновидность нутанс. Масса 1000 зерен 40–50 г. Максимальная урожайность 60,8 т/га получена в 2018 г. в Красноярском крае. Среднеспелый, вегетационный период 73–92 дня, созревает на 3–6 дней позднее стандартов Ача и Биом. Ценный по качеству. Содержание белка 11,6–15,9%. Умеренно устойчив к каменной головне.

Д-5-7022. Перспективная селекционная линия селекции КрасНИИСХ. Получена от скрещивания сортов Омский 95 и Оленёк. Разновидность нутанс. Относится к группе среднеспелых сортов. Масса 1000 зерен 37–42 г. Урожайность в конкурсном сортоиспытании 4,5–4,9 т/га. Содержание белка 14,4%, пленчатость 9,5%, содержание масла 2,3%.

Исследования по влиянию различных доз удобрений и сроков посева на получение качественных и урожайных семян сортов ячменя Такмак, Абалак, Буян и перспективного образца Д-5-7022 проведены по следующей схеме:

- а) контроль (без минеральных удобрений);
- б) внесение удобрений ($N_{60}P_{30}K_{60}$), азофоска;
- в) внесение удобрений ($N_{90}P_{30}K_{60}$), азофоска + аммиачная селитра;

Сроки посева – 20 мая (1-й – ранний) и 27 мая (2-й – поздний).

Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным маломощным тяжелосуглинистым, характеризующимся следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса 3,8%, реакция среды нейтральная ($pH_{\text{сол}} = 6,4$), гидролитическая кислотность 1,3 мг-экв./100 г, содержание нитратного азота – очень низкое (3,3 мг/кг), подвижного фосфора (по Чирикову) – очень высокое (200–250 мг/кг), калия – высокое (145 мг/кг).

Посевы опытов проводили сеялкой ССФК-7, уборку – комбайном Хэге. Зерно просушивали, очищали от примесей, взвешивали. Энергию прорастания и всхожесть определяли согласно ГОСТ 12036–66. Полевые опыты и наблюдения проводили согласно методике¹ и рекомендациям².

Определение длины ростка, coleoptilia, зародышевых корешков (центрального) и количества их у проростков проводили через 10 дней, чтобы максимально установить разные качества семян по степени и темпам развития [9].

¹Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 240 с.

²Методические рекомендации по производству семян элиты зерновых, зернобобовых и крупяных культур. М.: ВАСХНИЛ, 1990. 39 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В опытах применяли различные дозы удобрений при раннем (20 мая) и позднем (27 мая) сроках посева (см. рис. 1).

Обобщение науки и практики показывает, что выбор оптимального срока посева оказывает положительное влияние на повышение урожая, выравненность семян, содержание белка в зерне, посевные качества и способствует сокращению общей продолжительности вегетационного периода на 5–7 дней [11]. Условия минерального питания оказывают влияние на весь комплекс роста и развития растений на всех этапах органогенеза [12].

Более поздний срок увеличивал урожайность на 0,1–0,2 т/га по всем вариантам, массу 1000 зерен на 1,1–1,3 г и всхожесть на 1–2%.

Реакция сортов на внесение минеральных удобрений оказалась более значительной в сравнении со сроками посева. Дозы удобрений $N_{60}P_{30}K_{60}$ и $N_{90}P_{30}K_{60}$ повышали урожайность сортов Такмак, Абалак, Буян и образца Д-5-7022 на 1,2–1,8 т/га (см. табл. 1).

При этом масса 1000 зерен увеличивалась в среднем на 2–6 г, всхожесть – на 1–4% (см. табл. 2).

Для выявления реакции на изменение условий выращивания (удобрения) рассчитали коэффициент линейной регрессии урожайности сортов (bi) по методике С.А. Эберхарта и В.А. Расселла [13]. Чем выше значение коэффициента ($bi > 1$), тем большей отзывчивостью обладает данный сорт. В случае $bi < 1$ сорт реагирует слабее на изменение условий среды, чем в среднем весь набор изучаемых сортов.

Сорт Буян превысил урожайность изучаемых сортов на 0,2 т/га при использовании удобрений и в данной группе проявил себя как наиболее интенсивный (прибавка урожая к контролю 1,8 т/га, $bi = 1,34$). Сорта Абалак, Такмак, Д-5-7022 оказались менее требовательны к условиям возделывания, прибавки к контролю без удобрений соответственно составили 1,41; 1,47; 1,13 т/га, коэффициенты линейной регрессии bi равны 1,12; 1,2; 1,14.



Рис. 1. Опытные деланки сортов ячменя с различными дозами удобрений
Fig. 1. Experimental plots of barley varieties with different doses of fertilizers

Табл. 1. Влияние различных доз удобрений на урожайность семян сортов ячменя, 2020, 2021 гг.**Table 1.** Effect of different fertilizer doses on barley seed yields, 2020, 2021

Сорт	Срок посева	Доза удобрений			Прибавка к контролю		bi
		контроль	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	N ₉₀ P ₃₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	N ₉₀ P ₃₀ K ₆₀	
Такмак	1-й	4,32	5,52	5,82	1,20	1,50	1,20
	2-й	4,40	5,72	5,84	1,32	1,44	
	Среднее	4,36	5,62	5,83	1,26	1,47	
Д-5-7022	1-й	4,56	5,63	5,82	1,07	1,26	1,14
	2-й	4,86	5,73	5,88	0,87	1,02	
	Среднее	4,72	5,68	5,85	0,96	1,13	
Буян	1-й	4,44	5,74	5,91	1,30	1,47	1,34
	2-й	4,49	5,80	6,41	1,31	1,92	
	Среднее	4,46	5,77	6,26	1,31	1,8	
Абалак	1-й	4,38	5,48	5,74	1,10	1,36	1,12
	2-й	4,42	5,69	5,88	1,27	1,46	
	Среднее	4,40	5,59	5,81	1,19	1,41	

Примечание. НСР_{0,5} удобрений – 1,2; НСР_{0,5} сорт – 0,3; НСР_{0,5} срок посева – 0,2.

Табл. 2. Влияние различных доз удобрений на посевные качества семян сортов ячменя, 2020, 2021 гг.**Table 2.** Influence of different fertilizer doses on the sown quality of barley varieties seeds, 2020, 2021

Сорт	Доза удобрений	Всхожесть, %		Среднее	Масса 1000 зерен, г		Среднее
		1-й срок	2-й срок		1-й срок	2-й срок	
Такмак	Контроль	84	85	84	46,2	46,4	46,3
	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	88	88	88	47,1	48,0	47,6
	N ₉₀ P ₃₀ K ₆₀	87	89	88	48,0	49,2	48,6
Д-5-7022	Контроль	84	86	85	41,5	45,2	43,4
	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	85	87	86	46,4	49,1	47,7
	N ₉₀ P ₃₀ K ₆₀	89	89	89	49,2	49,1	49,2
Буян	Контроль	84	86	85	48,1	50,1	49,1
	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	85	87	86	49,6	52,0	50,8
	N ₉₀ P ₃₀ K ₆₀	86	90	88	53,0	53,6	53,3
Абалак	Контроль	89	91	90	45,8	46,0	45,9
	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	90	93	91	47,3	48,3	47,8
	N ₉₀ P ₃₀ K ₆₀	90	93	91	48,9	49,7	49,3

Примечание. НСР_{0,5} массы 1000 зерен: срок посева – 0,2; удобрения – 0,3; сорт – 0,2.

В контрольном варианте (без удобрений) среди сортов выделился перспективный образец Д-5-7022, урожайность которого выше районированных сортов на 0,3–0,4 т/га.

По данным некоторых авторов³, величина урожая главным образом зависит от плотности продуктивного стеблестоя, числа зерен в колосе и массы 1000 зерен. В наших опытах

с повышением дозы минерального удобрения до N₉₀P₃₀K₆₀ показатели продуктивного стеблестоя увеличивались по сравнению с контролем в среднем по срокам на 45–101 шт./м². Число зерен в колосе возрастало на 2–4 шт., продуктивная кустистость – на 0,1–0,5 (см. табл. 3).

³Butkovskaya L.K., Kozulina N.S. Sowing time and seeding rate in the new wheat varieties cultivation for seeds // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 839. 2021. № 4. P. 1–5.

Табл. 3. Влияние удобрений и сроков посева на структуру урожайности сортов ячменя, 2020, 2021 гг.

Table 3. Influence of fertilizers and sowing dates on the structure of barley varieties yield, 2020, 2021

Сорт	Доза удобрений	Продуктивный стеблестой, шт./м²		Среднее	Число зерен в колосе, шт.		Продуктивная кустистость	
		Срок			Срок			
		1-й	2-й		1-й	2-й	1-й	2-й
Такмак	Контроль	392	394	393	21	21	2,18	1,79
	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	424	448	435	22	23	2,56	2,07
	N ₉₀ P ₃₀ K ₆₀	436	548	492	24	25	2,72	2,28
Д-5-7022	Контроль	466	488	477	22	23	1,69	1,66
	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	502	504	503	24	24	1,61	1,55
	N ₉₀ P ₃₀ K ₆₀	540	556	548	26	27	1,95	1,79
Буян	Контроль	378	389	384	24	25	2,21	2,01
	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	404	424	414	26	27	2,61	2,21
	N ₉₀ P ₃₀ K ₆₀	421	438	429	26	28	2,71	2,51
Абалак	Контроль	369	371	370	21	23	2,19	1,85
	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	402	414	408	22	24	2,44	2,12
	N ₉₀ P ₃₀ K ₆₀	420	428	424	24	24	2,51	2,28

Примечание. НСР_{0,5} продуктивного стеблестоя: срок посева – 25; удобрения – 30; сорт – 35.

Табл. 4. Влияние удобрений и сроков посева на развитость проростков сортов ячменя, 2020, 2021 гг.

Table 4. Effect of fertilizers and sowing dates on the development of barley seedlings, 2020, 2021

Сорт	Доза удобрений	Высота проростка, см		Длина главного корешка, см		Длина coleoptilya, см	
		Срок					
		1-й	2-й	1-й	2-й	1-й	2-й
Такмак	Контроль	17,2	17,4	6,2	9,3	4,1	4,1
	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	18,6	18,5	7,1	9,5	4,7	4,7
	N ₉₀ P ₃₀ K ₆₀	18,6	19,8	8,9	9,6	4,8	4,7
Д-5-7022	Контроль	17,0	19,2	5,8	4,8	4,8	4,5
	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	17,6	18,6	7,2	6,9	4,9	4,5
	N ₉₀ P ₃₀ K ₆₀	17,9	19,8	8,2	6,8	5,0	5,0
Буян	Контроль	18,1	18,8	6,8	8,8	4,0	4,2
	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	19,2	20,1	7,4	8,9	4,5	4,7
	N ₉₀ P ₃₀ K ₆₀	19,6	20,4	7,4	9,0	4,8	4,8
Абалак	Контроль	17,3	18,0	7,2	8,0	5,0	5,4
	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	18,4	19,6	8,8	9,0	5,2	5,4
	N ₉₀ P ₃₀ K ₆₀	18,6	19,6	8,9	9,4	5,0	5,2

Следует отметить, что в основном все элементы структуры урожая, за исключением продуктивной кустистости, влияли на ее повышение при позднем сроке посева.

Дополнительной характеристикой урожайных свойств семенных партий являются показатели параметров развитости ор-

ганов проростков семян изучаемых сортов (см. табл. 4).

В 1-м сроке посева высота проростков при дозе N₉₀P₃₀K₆₀ отмечена выше по сравнению с контролем на 0,9–1,5 см, длина главного корешка – на 1,4–2,7 см, длина coleoptilya – на 0,2–0,3 см. Во 2-м сроке вы-

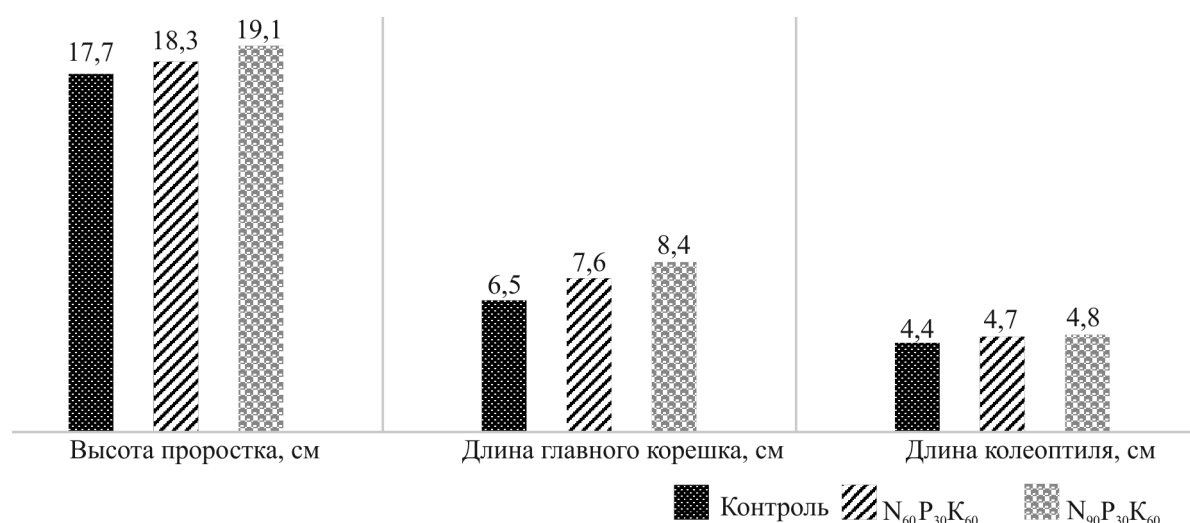


Рис. 2. Влияние различных доз удобрений на развитость проростков образцов ячменя, 2020, 2021 гг.

Fig. 1. Effect of different fertilizer doses on the development of barley sample seedlings, 2020, 2021

сота проростков была больше на 0,6–2,4 см по сравнению с контролем, длина главного корешка – на 0,3–2,0 см, длина coleoptilya – на 0,5–0,6 см. Следует отметить, что развитость проростков семян, как и урожайность, зарегистрирована выше во 2-м сроке и на удобренных посевах.

Анализ средних данных опыта по срокам и сортам показал, что при повышенных дозах удобрений на всех сроках посева показатели развитости проростков превосходили контроль на 1,2–2,5 см (см. рис. 2).

ВЫВОДЫ

1. Изучаемые сорта ячменя значительно реагировали на внесение минерального питания по сравнению со сроками посева. Дозы удобрений N₆₀P₃₀K₆₀ и N₉₀P₃₀K₆₀ повышали урожайность сортов ячменя Такмак, Абалак, Буян и перспективного образца Д-5-7022 на 1,2–1,8 т/га, массу 1000 зерен на 2–6 г, всхожесть на 1–4% по сравнению с контролем.

2. Сорт Буян превысил урожайность изучаемых сортов на 0,2 т/га при использовании удобрений и в данной группе проявил себя как наиболее интенсивный (прибавка урожая к контролю – 1,8 т/га, $bi = 1,34$). Сорта Абалак, Такмак, Д-5-7022 оказались менее требовательны к условиям возделывания, прибавки к контролю без удобрений составили 1,41; 1,47; 1,13 т/га, коэффициенты

линейной регрессии bi равны 1,12; 1,2; 1,14 соответственно. Урожайность нового образца Д-5-7022 выше районированных сортов в контроле без удобрений на 0,3–0,4 т/га.

3. Элементы структуры урожайности: продуктивный стеблестой, озерненность колоса и масса 1000 зерен – в целом влияли на ее повышение во 2-м сроке посева и на интенсивных агрофонах. Величина развитости проростков семян, как и урожайность, в меньшей степени зависела от сроков посева, а больше – от внесения удобрений. При дозе N₉₀P₃₀K₆₀ все показатели развитости проростков увеличились на 0,2–2,5 см по сравнению с контролем.

4. Использование оптимального срока посева (27 мая) при сумме активных температур 182,8° и рекомендованная доза удобрений N₉₀P₃₀K₆₀ позволили увеличить выход семян сортов ячменя Такмак, Абалак, Буян и нового образца Д-5-7022 в среднем на 20–30%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яркулова З., Кадиров А. Влияние сроков посева и норм минеральных удобрений на выживаемость сортов озимого ячменя // Кронос: естественные и технические науки. 2020. С. 15–17.
2. Чувилина В.А., Пархатова О.С. Влияние сроков посева на кормовую и зерновую продуктивность ячменя в условиях острова Са-

- халин // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2021. № 3. С. 119–123.
3. Корчагин А.А., Шукин И.М., Окоркова Л.А., Шукина В.И., Шаркевич В.В. Влияние систем удобрения и обработки почвы на урожайность зерновых культур в адаптивно ландшафтных системах земледелия владимирского ополья // Владимирский земледелец. 2021. № 3. С. 38–44.
 4. Ламажар Р.Р. Изучение влияния норм высева и сроков посева на урожайность сортов ярового ячменя // The Scientific Heritage. 2021. № 74. С. 8–10.
 5. Гребенищikov В.Ю., Копылова В.С., Верхогуров В.В. Влияние нормы высева и сроков посева на урожайность ячменя в условиях Присяня Иркутской области // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 4. С. 29–34.
 6. Келер В.В., Хижняк С.В. Аспекты повышения продуктивности и рентабельности производства зерна яровой пшеницы в Красноярском крае // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2019. № 6. С. 28–34.
 7. Синявский И.В., Плотников А.М., Созинов А.В., Гуценская Н.Д. Оценка зависимости урожайности зерновых культур в севообороте от применения сапропелей, извести, азотного и фосфорного удобрения // Вестник Курганской ГСХА. 2021. № 3. С. 13–20.
 8. Коваленко А.А., Забугина Т.М. Влияние минеральных удобрений на урожайность и окупаемость прибавкой урожая зерновых культур // Плодородие. 2019. № 5. С. 6–9.
 9. Ларионов Ю.С. Оценка урожайных свойств и урожайного потенциала семян зерновых культур. Челябинск: ЧГАУ, 2000. 100 с.
 10. Фадеева И.Д., Тагиров М.Ш., Газизов И.Н. Влияние сроков посева и норм высева на урожайность новых сортов озимой пшеницы // Земледелие. 2019. № 3. С. 21–24.
 11. Шешегова Т.К., Щенникова И.Н., Кокина Л.П. Влияние технологических приемов возделывания на урожайность и качество семян ячменя сорта Родник Прикамья // Достижения науки и техники АПК. 2018. № 10. С. 28–32.
 12. Амиров М.Ф., Толокнов Д.И. Влияние уровня минерального питания микроэлементов на формирование урожая яровой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2019. № 5. С. 18–20.
 13. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop. sci. 1966. Vol. 6. N 1. P. 36–40.
- ## REFERENCES
1. Yarkulova Z., Kadirov A. Impact of sowing dates and mineral fertilizer standards on the survival of winter barley varieties. *Kronos: estestvennye i tekhnicheskie nauki = Kronos: natural and technical sciences*, 2020, pp. 15–17. (In Russian).
 2. Chuvilina V.A., Parkhatova O.S. Influence of sowing dates on forage and grain productivity of barley under conditions of the Sakhalin Island. *Vestnik Dal'nevostochnogo otdeleniya Rossiiskoi akademii nauk = Vestnik of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*, 2021, no. 3, pp. 119–123. (In Russian).
 3. Korchagin A.A., Shchukin I.M., Okorkova L.A., Shchukina V.I., Sharkevich V.V. Influence of fertilizer and tillage systems on grain crop yields in adaptive landscape farming systems of the Vladimir high plains. *Vladimirskii zemledelts = Vladimir agricolist*, 2021, no. 3, pp. 38–44. (In Russian).
 4. Lamazhap R.R. Study of the effect of seeding rates and sowing dates on the yield of spring barley varieties. *The Scientific Heritage*, 2021, no. 74, pp. 8–10. (In Russian).
 5. Grebenschikov V.Yu., Kopylova V.S., Verkhotur V.V. Influence of seeding amount and seeding period on barley yield in the conditions of Transsaiyans of the Irkutsk region. *Vestnik Ulyanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*, 2019, no. 4, pp. 29–34. (In Russian).
 6. Keler V.V., Khizhnyak S.V. The aspects of productivity and profitability increasing in of spring wheat grain production in the Krasnoyarsk Region. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = The Bulletin of KrasGAU*, 2019, no. 6, pp. 28–34. (In Russian).
 7. Sinyavsky I.V., Plotnikov A.M., Sozinov A.V., Gushchenskaya N.D. Estimating of crop yield dependence in crop rotation from the use of sapropels, lime, nitrogen and phosphorus fertilizer. *Vestnik Kurganskoi GSKhA = Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*, 2021, no. 3, pp. 13–20. (In Russian).
 8. Kovalenko A.A., Zabugina T.M. Influence of mineral fertilizers on yield and payback in-

- crease in grain crops. *Plodorodie = Plodorodie*, 2019, no. 5, pp. 6–9. (In Russian).
9. Larionov Yu.S. *Assessment of crop properties and crop potential of grain seeds*. Chelyabinsk, CHGAU Publ., 2000, 100 p. (In Russian).
 10. Fadeeva I.D., Tagirov M.Sh., Gazizov I.N. Influence of seeding terms and rates on the yield of new winter wheat varieties. *Zemledelie*, 2019, no. 3, pp. 21–24. (In Russian).
 11. Sheshegova T.K., Shchennikova I.N., Kokina L.P. Influence of cultivation technology on yield and grain quality of barley “Rodnik Prikamia”. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2018, no. 10, pp. 28–32. (In Russian).
 12. Amirov M.F., Toloknov D.I. Influence of mineral nutrition level and trace elements on the formation of the spring wheat yield. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2019, no. 5, pp. 18–20. (In Russian).
 13. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. sci*, 1966, vol. 6, no. 1, pp. 36–40.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Сурин Н.А., доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, главный научный сотрудник

✉ **Бутковская Л.К.**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 660041, Красноярск, пр. Свободный, 66; e-mail: secretary@sh.krasn.ru

Сурина Е.А., младший научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

Nikolay A. Surin, Doctor of Science in Agriculture, Academician RAS, Head Researcher

✉ **Lidiya K. Butkovskaya**, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher; **address:** 66, Svobodny Ave., Krasnoyarsk, 660041, Russia; e-mail: secretary@sh.krasn.ru

Ekaterina A. Surina, Junior Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 20.11.2021
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 16.03.2022
Дата публикации / Published 25.05.2022

АНАЛИЗ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ И ОПТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЕМЯН ПОДРОДА СЕРА (*ALLIUM* L., ALLIACEAE) МЕТОДОМ ЦИФРОВОГО СКАНИРОВАНИЯ

✉ ¹Мусаев Ф.Б., ²Прияткин Н.С., ³Иванова М.И., ³Бухаров А.Ф., ³Кашлева А.И.

¹Федеральный научный центр овощеводства

Московская область, Россия

²Агрофизический научно-исследовательский институт

Санкт-Петербург, Россия

³Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального научного центра овощеводства

Московская область, Россия

✉ e-mail: musayev@bk.ru

Представлены результаты исследования морфологии семян из подрода Сера: секции Сера (Mill.) Prokh. – *Allium fistulosum* L., *A. altaicum* Pall., *A. galanthum* Kar. & Kir., *A. oschaninii* O. Fedtsch., *A. pskemense* B. Fedtsch.; секции *Schoenoprasum* Dum. – *A. altyncolicum*, *A. ledebourianum*, *A. oliganthum*, *A. schoenoprasum* L.; секции *Condensatum* N. Friesen – *A. condensatum*. Морфологические признаки семян могут быть использованы в качестве дополнительных таксономических показателей в идентификации и различения таксонов в пределах подрода Сера рода *Allium*. Семена имели длину 2,74–3,50 мм, ширину 1,33–2,14 мм. Измерение морфометрических и оптических параметров семянок осуществляли путем анализа изображений с помощью программного обеспечения. Цифровые изображения семянок получены с использованием цифрового планшетного сканера HP Scanjet 200, разрешение 600 dpi, формат файлов JPG. Определены морфометрические и оптические параметры семян, в том числе площадь проекции (см²), длина, ширина, периметр, средний размер (мм), средний диаметр Фере, факторы округлости, удлиненности, эллипса, изрезанности (отн. ед.), параметры яркости, тональности, насыщенности цвета (отн. ед.). По результатам исследования составлены ряды распределения видов в порядке убывания по каждому из изученных признаков. В пределах секции Сера максимальные линейные размеры, периметр и площадь сечения имели семена *A. pskemense*. Среди представителей секции *Schoenoprasum* максимальную длину имели семянки *A. altyncolicum*. Максимальные ширина, периметр, площадь сечения, средний диаметр Фере семян зафиксированы у *A. ledebourianum*. В секции Сера среднее значение RGB в порядке убывания составило ряд: *A. pskemense* > *A. galanthum* > *A. fistulosum* > *altaicum* > *A. oschaninii*. В секции *Schoenoprasum* этот ряд имеет вид: *A. schoenoprasum* > *A. ledebourianum* > *A. altyncolicum* > *A. oliganthum*.

Ключевые слова: *Allium* L., морфология, цифровой анализ изображений, цветовые признаки в системе RGB

ANALYSIS OF MORPHOMETRIC AND OPTICAL PARAMETERS OF SEEDS OF THE SUBGENUS CEPA (*ALLIUM* L., ALLIACEAE) BY DIGITAL SCANNING

✉ ¹Musaev F.B., ²Priyatkin N.S., ³Ivanova M.I., ³Bukharov A.F., ³Kashleva A.I.

¹Federal Scientific Vegetable Center

Moscow region, Russia

²Agrophysical Research Institute

Saint-Petersburg, Russia

³All-Russian Research Institute of Vegetable Growing – branch of the Federal Scientific Vegetable Center

Moscow region, Russia

✉ e-mail: musayev@bk.ru

The results of the study of seed morphology from the subgenus Cepa: section Cepa (Mill.) Prokh. – *Allium fistulosum* L., *A. altaicum* Pall., *A. galanthum* Kar. & Kir., *A. oschaninii* O. Fedtsch., *A. pskemense* B. Fedtsch.; section *Schoenoprasum* Dum. – *A. altyncolicum*, *A. ledebourianum*, *A.*

oliganthum, *A. schoenoprasum* L.; section *Condensatum* N. Friesen - *A. condensatum* are presented. Morphological characters of seeds can be used as additional taxonomic indicators in the identification and distinction of taxa within the subgenus *Cepa* of the genus *Allium*. The seeds were 2.74-3.50 mm long and 1.33-2.14 mm wide. The morphometric and optical parameters of seeds were measured by analyzing images using software. Digital images of seeds were obtained using an HP Scanjet 200 digital flatbed scanner, 600 dpi resolution, JPG file format. Morphometric and optical parameters of seeds were determined, including projection area (cm²), length, width, perimeter, mean size (mm), average feret diameter, factors of roundness, elongation, ellipse, indentation (relative units), parameters of brightness, tonality, color saturation (relative units). According to the results of the study, a series of distribution of species in descending order for each of the studied traits are formed. Within the *Cepa* section, *A. pskemense* seeds had the maximum linear size, perimeter, and cross-sectional area. Among the representatives of *Schoenoprasum* section, the maximum length of the seeds was found in *A. altyncolicum*. Maximum width, perimeter, cross-sectional area, average feret diameter of the seeds were recorded in *A. ledebourianum*. In the *Cepa* section, the average RGB value in descending order was as follows: *A. pskemense* > *A. galanthum* > *A. fistulosum* > *altaicum* > *A. oschaninii*. In the *Schoenoprasum* section this series has the form: *A. schoenoprasum* > *A. ledebourianum* > *A. altyncolicum* > *A. oliganthum*.

Keywords: *Allium* L., seeds, morphology, digital image analysis, color signs in the RGB system

Для цитирования: Мусаев Ф.Б., Прияткин Н.С., Иванова М.И., Бухаров А.Ф., Кашлева А.И. Анализ морфометрических и оптических параметров семян подорода Сера (*Allium* L., Alliaceae) методом цифрового сканирования // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 2. С. 22–31. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-3>. EDN BQLNWV.

For citation: Musaev F.B., Priyatkin N.S., Ivanova M.I., Bukharov A.F., Kashleva A.I. Analysis of morphometric and optical parameters of seeds of the subgenus *Cepa* (*Allium* L., Alliaceae) by digital scanning. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = Siberian Herald of Agricultural Science, 2022, vol. 52, no. 2, pp. 22–31. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-3>. EDN BQLNWV.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Методы визуализации в сельском хозяйстве и науке о растениях были использованы для анализа изображений, снятых с помощью методов дистанционного зондирования с участием самолетов, спутников, а также с близкого расстояния, которые затем обрабатывали и анализировали с использованием компьютеров. С новыми технологическими достижениями в захвате изображения и обработке данных методы визуализации решают различные практические проблемы в области биологии, медицины и сельского хозяйства. Различные типы методов визуализации: тепловидение, флуоресцентная визуализация, гиперспектральная визуализация и фотометрические изображения – внесли значительный вклад в продвижение различных аспектов фенотипирования растений. Один из них – колориметрия, или изображение на основе RGB из-за его зависимости от

изменения цвета различных биологических объектов. В последние годы значительный прогресс в применении изображений на основе RGB отмечен в различных областях сельского хозяйства и науки о растениях. RGB анализ успешно использован для идентификации сорных растений [1], картирования засоренности посевов [2], оценки состояния газонов [3], анализа физиологических процессов в листьях [4], тестирования семян на степень вызревания [5].

Современный уровень научных знаний в семеноведении сельскохозяйственных культур требует применения инновационных инструментальных методов, отличающихся высокой информативностью и скоростью исполнения. Успешно применяются интроскопические методы оценки качества семенного материала, связанные с особенностями внутренней структуры семян [6, 7]. Активно используют технологии компьютерного анализа изображений семян [8].

Морфометрические параметры определяют форму семян, что, в свою очередь, характеризует их жизнеспособность, а в итоге – продуктивность и качество урожая сельскохозяйственных культур. Подсчет семян и «ручная» морфометрия длительны и трудоемки в исполнении. В связи с этим были предложены различные эффективные подходы компьютерной морфометрии семян с использованием методов обработки изображений [9]. Большинство из этих подходов реализованы с использованием программного обеспечения для настольных ПК для анализа изображений семян на светлом фоне, полученных с помощью цифровой камеры или сканера [10]. Эти подходы позволяют пользователям оценивать большое количество морфометрических параметров семени, описывающих форму и цвет [11], которые обеспечивают усовершенствование методов идентификации сорта с использованием изображений семян, определения содержания влаги в семенах и прогнозирования урожайности [12].

Методы обработки изображений для морфометрии и классификации семян применяют с 1980-х годов. Обновления этих методов происходят постоянно, в том числе в последние годы [13]. Разрабатывают различные методы оптического зондирования для оценки качества и безопасности семян [14], описывают сложные формы семян с использованием 2D-изображений [15]. Революционная технология 3D-визуализации и робототехника [16] или рентгеновская компьютерная томография [17] могут быть реализованы для точной оценки формы семян. Однако все еще существует необходимость в фенотипировании семян с использованием простых и доступных инструментов с высокой пропускной способностью [18].

Размерные характеристики, определяющие форму семян, оттенки цвета их поверхности, пригодные для дальнейшей обработки, делают современные методы получения изображений высокоадаптируемыми. Биоморфологические свойства семян могут быть проанализированы с помощью компьютерных систем анализа изображений,

а данные быстро обработаны и сохранены, нанесены на график [19].

Фирмой «Argus-BIO» (Санкт-Петербург) разработан новый морфометрический метод анализа цифровых сканированных изображений семян с использованием серийного программного обеспечения «ВидеоТест-Морфология». Новая программа полностью лишена субъективизма, исключает ошибки оператора, существенно ускоряет время анализа и прибавляет новые параметры оценки исследуемого материала.

Allium L. – большой, разнообразный и таксономически сложный род однодольных. Род включает более 800 видов, относящихся к 15 под родам и более 70 секциям [20], много культивируемых видов – в основном овощные и декоративные растения, некоторые с лечебными свойствами [21]. Установлен высокий уровень морфологического разнообразия семенной оболочки в роде *Allium*, чьи детали хорошо видны под сканирующим электронным микроскопом. Различия в размере семян, форме, цвете и структуре клеток семенной оболочки служили таксономическими и/или филогенетическими маркерами [22].

Цель исследования – изучить геометрические параметры и оптические признаки семян под рода Сера (*Allium* L., Alliaceae) из биоколлекции Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства (ВНИИО) – филиала Федерального научно-го центра овощеводства – путем цифрового сканирования.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследований являлись семена *Allium* L. из под рода Сера: секции Сера (Mill.) Prokh. – *A. fistulosum* L., *A. altaicum* Pall., *A. galanthum* Kar. & Kir., *A. oschaninii* O. Fedtsch., *A. pskemense* B. Fedtsch.; секции *Schoenoprasum* Dum. – *A. altynolicum*, *A. ledebourianum*, *A. oliganthum*, *A. schoenoprasum* L.; секции *Condensatum* N. Friesen – *A. condensatum* из биоколлекции ВНИИО (Московская область). Растения 4–5-го летнего возраста.

Программное обеспечение анализа изображений позволяет проводить автоматические и ручные измерения по изображениям. Измерение морфометрических и оптических параметров семян осуществляли путем анализа изображений с помощью программного обеспечения «ВидеоТест-Морфология» разработки ООО «Argus-BIO» (Санкт-Петербург). Цифровые изображения семян получены с использованием цифрового планшетного сканера HP Scanjet 200, разрешение 600 dpi, формат файлов JPG. Программа с высокой точностью (до 1/1000 долей мм) измеряет линейные параметры семян. Число семян каждого вида 100 шт.

Программа способна выделить объекты интереса (от фона) по значениям пикселей в цветовых системах RGB и HSB (цветовой тон, насыщенность, светлость). Для описания цветности при анализе цифровых изображений пользовались цветовой моделью RGB. Эта цветовая модель дает возможность разрешить до 28 (256) градаций яркости каждого из трех базовых цветов. Яркость в любом из каналов цифрового изображения в данной точке отражает интенсивность света красной, зеленой и синей областей спектра, попадающего на матрицу регистрирующего устройства сканера. Согласно цветовой модели R, G и B могут принимать абсолютные значения от 0 до 255.

Среднее значение RGB (значение R + значение G + значение B) / 3.

Определяли следующие морфометрические параметры семян:

- площадь проекции, см²;
- линейные размеры: длину, ширину, периметр, размер средний, мм;
- факторы округлости, удлиненности, эллипса, изрезанности, отн. ед.;
- параметры яркости: яркость, тональность, насыщенность, отн. ед.

Фактор округлости (отн. ед.) – это отношение периметра семанки к периметру круга с той же площадью. Для круга показатель близок к единице. Фактор удлиненности (отн. ед.) показывает отношение габаритной длины семанки к габаритной ширине. Про-

екция изображения семени, не имеющего форму круга, измеряемая как расстояние между касательными к контуру изображения, проведенными параллельно выбранному направлению (средний диаметр Фере).

Были рассчитаны доверительные интервалы средних значений исследуемых признаков с уровнем значимости 0,01 [22].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Allium – один из крупнейших однодольных родов. Подрод Сера включает пять секций. В настоящем исследовании мы описываем семанки 10 видов из трех секций. Роду *Allium* характерны зонтиковидные соцветия, при основании – с покрывалом. Завязь трех- или одногнездная с шестью или многими семаночками. Плод – коробочка, вскрывающаяся по гнездам. В плоде образуется до шести семян, у редких видов – более 10.

Поливариантность семян является необходимым условием адаптивной стратегии растительных видов в нативных фитоценозах, но в агроценозах ее проявление ограничивается уровнем применяемых технологий возделывания сельскохозяйственной культуры. Варьирование морфометрических параметров семян, как и любых других признаков, является геноспецифичным, следовательно селекционно значимым [23].

Из секции Сера проанализированы семанки видов *A. fistulosum*, *A. altaicum*, *A. galanthum*, *A. oschaninii*, *A. pskemense*. Внутри секции максимальную длину имели семанки *A. pskemense* (3,09 мм), минимальную – *A. fistulosum* (2,88 мм). Максимальная ширина семанки зафиксирована у *A. pskemense* (2,14 мм), минимальная – у *A. altaicum* (1,89 мм). Распределение среднего размера и площади семанки внутри секции составил ряд в порядке убывания: *A. pskemense* > *A. oschaninii* > *A. galanthum* > *A. fistulosum* > *A. altaicum*. Семанки всех изученных видов эллиптические: фактор эллипса 0,99 отн. ед., у *A. altaicum* – 0,98 отн. ед., у которого отмечена минимальная округлость (0,61 отн. ед.) и максимальная удлиненность

(1,57 отн. ед.). Распределение периметра и изрезанности семянки внутри секции составил ряд в порядке убывания: *A. pskemense* > *A. oschaninii* > *A. galanthum* > *A. altaicum* > *A. fistulosum* (см. табл. 1).

Из секции *Schoenoprasum* в изучении находились семена видов *A. altyncolicum*, *A. ledebourianum*, *A. oliganthum*, *A. schoenoprasum*. Внутри секции максимальную длину имели семянки *A. altyncolicum* (3,26 мм), минимальную – *A. oliganthum* (2,74 мм). Максимальная ширина семянки зафиксирована у *A. ledebourianum* (1,89 мм), минимальная – у *A. oliganthum* (1,33 мм). Распределение площади, периметра, ширины, среднего размера и среднего диаметра Фере семянки внутри секции составил ряд в порядке убывания: *A. ledebourianum* > *A. altyncolicum* > *A. schoenoprasum* > *A. oliganthum*.

Распределение длины и максимального диаметра Фере семянки внутри секции составил ряд в порядке убывания: *A. altyncolicum* > *A. ledebourianum* > *A. schoenoprasum* > *A. oliganthum*. Удлиненность семянки составила 2,08 отн. ед. у видов *A. oliganthum* и *A. schoenoprasum*, 2,05 – у *A. altyncolicum* и 1,64 отн. ед. – у *A. ledebourianum*. Семена всех изученных видов эллиптические: фактор эллипса 0,99 отн. ед., изрезанность – 0,01 отн. ед.

В наших исследованиях секция *Condensatum* представлена видом *A. condensatum*. Длина семянки составила 3,5 мм, ширина – 1,95 мм, средний размер – 2,73 мм. Периметр зафиксирован на уровне 8,86 мм, изрезанность – 0,03 отн. ед. Семена эллиптические: фактор эллипса 0,99 отн. ед.

Анализ изрезанности семян изученных видов *Allium* из трех секций показал, что значение этого признака максимально (0,03 отн. ед.) у видов *A. pskemense* и *A. condensatum*. Доверительные интервалы средних значений признака «удлиненность» для секций *Cepa* (1,46–1,50), *Schoenoprasum* (1,93–1,99) и *Condensatum* (1,77–1,87) не

пересекаются, следовательно, удлиненность семени может быть первичным маркерным признаком для идентификации секции.

Программное обеспечение также может извлекать и экспортировать информацию о цвете из изображения. Цветовой анализ стал очень важным в области растений в последние годы. Это позволяет идентифицировать вариации в накоплении различных пигментов, проводить диагностику болезней растений, сравнивать мутантные фенотипы и таксономические вариации [23].

На основе интенсивности всех отдельных цветовых компонентов и среднего значения RGB определены различия значений между секциями и видами (см. табл. 2). В секции *Cepa* среднее значение RGB в порядке убывания составило следующий ряд: *A. pskemense* > *A. galanthum* > *A. fistulosum* > *A. altaicum* > *A. oschaninii*. В секции *Schoenoprasum* этот ряд имеет вид: *A. schoenoprasum* > *A. ledebourianum* > *A. altyncolicum* > *A. oliganthum*. Наивысший показатель среднего значения RGB установлен у *A. schoenoprasum* (63,31 ед. яркости) и *A. condensatum* (63,07 ед. яркости).

Выявлен ряд значений RGB в порядке убывания: в секции *Cepa* и секции *A. condensatum* – R > G > B. В секции *Schoenoprasum* эти значения неоднозначны: у *A. altyncolicum*, *A. oliganthum* и *A. schoenoprasum* – B > R > G, у *A. ledebourianum* – R > G > B. Максимальная тональность семянков обнаружена в секции *Schoenoprasum*: у *A. altyncolicum* – 0,73 отн. ед., у *A. schoenoprasum* – 0,72 отн. ед.

Из секции *Cepa* у *A. altaicum* отмечены высокие значения максимальной яркости (241,68 ед. яркости) и насыщенности (0,04 отн. ед.). Однако в секции *Schoenoprasum* обнаружена обратная закономерность: у *A. schoenoprasum* при наименьшем значении максимальной яркости (226,75 ед. яркости) отмечена высокая насыщенность (0,04 отн. ед.).

Табл. 1. Морфометрический анализ семян некоторых видов *Allium* L. ($n = 100$)
Table 1. Morphometric analysis of the seeds of some species of *Allium* L. ($n = 100$)

Параметр	Секция Сера (Mill.) Prokh.					Секция <i>Schoenoprasum</i> Dum.				Секция <i>Condensatum</i> N. Friesen
	<i>A. fistulosum</i>	<i>A. altaicum</i>	<i>A. galanthum</i>	<i>A. oschaninii</i>	<i>A. pskemensе</i>	<i>A. atyncolicum</i>	<i>A. ledebourianum</i>	<i>A. oliganthum</i>	<i>A. schoenoprasum</i>	<i>A. condensatum</i>
Площадь, мм²	4,10/0,07	4,01/0,08	4,19/0,07	4,57/0,15	4,72/0,08	3,58/0,06	4,34/0,08	2,53/0,06	3,06/0,06	4,77/0,10
Периметр, мм	7,71/0,06	7,73/0,08	7,80/0,07	8,11/0,14	8,42/0,08	7,66/0,06	8,03/0,07	6,45/0,07	7,15/0,06	8,86/0,14
Длина, мм	2,88/0,02	2,95/0,03	2,90/0,02	3,02/0,06	3,09/0,03	3,26/0,02	3,06/0,02	2,74/0,03	3,02/0,02	3,50/0,05
Ширина, мм	1,98/0,02	1,89/0,02	1,99/0,02	2,06/0,03	2,14/0,02	1,60/0,02	1,89/0,03	1,33/0,02	1,47/0,02	1,95/0,03
Средний размер, мм	2,43/0,02	2,42/0,02	2,45/0,02	2,54/0,04	2,61/0,02	2,43/0,02	2,47/0,02	2,04/0,02	2,24/0,02	2,73/0,03
Максимальный диаметр Фере, мм	2,84/0,02	2,90/0,03	2,86/0,02	2,97/0,06	3,04/0,03	3,19/0,02	3,02/0,02	2,67/0,03	2,95/0,02	3,45/0,05
Средний диаметр Фере, мм	2,43/0,02	2,44/0,02	2,44/0,02	2,54/0,04	2,61/0,02	2,43/0,02	2,53/0,02	2,04/0,02	2,24/0,02	2,75/0,03
Фактор круга, отн. ед.	0,86/0,00	0,84/0,01	0,86/0,01	0,87/0,01	0,84/0,01	0,77/0,01	0,84/0,01	0,76/0,01	0,75/0,01	0,77/0,02
Фактор эллипса, отн. ед.	0,99/0,00	0,98/0,00	0,99/0,00	0,99/0,00	0,99/0,00	0,99/0,00	0,99/0,00	0,99/0,00	0,99/0,00	0,99/0,00
Округлость, отн. ед.	0,65/0,01	0,61/0,01	0,65/0,01	0,66/0,01	0,65/0,01	0,45/0,01	0,60/0,01	0,45/0,01	0,45/0,01	0,52/0,01
Удлиненность, отн. ед.	1,47/0,02	1,57/0,02	1,47/0,02	1,46/0,02	1,45/0,02	2,05/0,03	1,64/0,03	2,08/0,03	2,08/0,03	1,82/0,05
Изрезанность, отн. ед.	0,01/0,00	0,01/0,00	0,02/0,00	0,02/0,00	0,03/0,00	0,01/0,00	0,01/0,00	0,01/0,00	0,01/0,00	0,03/0,01

Примечание. Значение / – доверительный интервал.

Табл. 2. Величины цветовых составляющих семян некоторых видов *Allium* L. по модели RGB ($n = 100$)
Table 2. Values of color components of the seeds of some species of *Allium* L. by RGB model ($n = 100$)

Параметр	Секция Сера (Mill.) Prokh.							Секция <i>Schoenoprasum</i> Dum.				Секция <i>Condensatum</i> N. Friesen
	<i>A. fistulosum</i>	<i>A. altaicum</i>	<i>A. galanthum</i>	<i>A. oschaninii</i>	<i>A. pskemense</i>	<i>A. altynolicum</i>	<i>A. ledebourianum</i>	<i>A. oliganthum</i>	<i>A. schoenoprasum</i>	<i>A. condensatum</i>		
Средняя яркость, ед. яркости	58,12/0,56	56,62/0,84	58,35/0,82	54,17/0,64	61,83/0,88	52,80/0,78	61,64/0,79	51,99/0,61	61,59/0,75	62,61/1,11		
Отклонение яркости, ед. яркости	26,44/0,26	27,60/0,35	27,04/0,31	25,00/0,34	29,62/0,47	31,82/0,34	32,31/0,30	32,30/0,35	40,39/0,29	30,13/0,39		
Минимальная яркость, ед. яркости	9,70/0,46	9,80/0,56	10,10/0,54	10,35/0,59	9,59/0,54	6,00/0,60	7,71/0,47	7,90/0,58	9,86/0,48	8,01/0,63		
Максимальная яркость, ед. яркости	239,00/0,20	241,68/0,22	239,56/0,23	237,43/0,17	238,55/0,29	242,24/0,30	243,45/0,25	243,22/0,23	226,75/0,08	240,98/0,47		
Красный, ед. яркости	60,37/0,62	59,88/0,97	60,71/0,86	56,76/0,71	63,35/0,90	53,45/0,81	64,69/0,80	52,19/0,63	62,40/0,80	64,62/1,18		
Зеленый, ед. яркости	57,84/0,55	55,94/0,82	58,00/0,82	53,68/0,62	61,79/0,88	52,75/0,77	60,95/0,79	52,08/0,61	61,08/0,74	62,34/1,09		
Синий, ед. яркости	57,20/0,51	55,18/0,72	57,60/0,77	53,54/0,57	61,63/0,86	55,24/0,77	60,93/0,81	55,17/0,63	66,44/0,70	62,24/1,02		
Среднее значение RGB, ед. яркости	58,47/0,56	57,00/0,84	58,77/0,82	54,66/0,63	62,26/0,88	53,81/0,78	62,19/0,80	53,15/0,62	63,31/0,75	63,07/1,10		
Тональность, отн. ед.	0,27/0,04	0,29/0,06	0,40/0,05	0,46/0,07	0,41/0,05	0,73/0,01	0,46/0,06	0,68/0,01	0,72/0,01	0,46/0,07		
Насыщенность, отн. ед.	0,03/0,00	0,04/0,00	0,03/0,00	0,03/0,00	0,02/0,00	0,02/0,00	0,03/0,00	0,03/0,00	0,04/0,00	0,02/0,00		

Примечание. Значение / — доверительный интервал.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучены геометрические параметры и оптические признаки семян подорода Сера (*Allium* L., Alliaceae) из биоколлекции Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства (ВНИИО) – филиала Федерального научного центра овощеводства – путем цифрового сканирования. В пределах секции Сера максимальные линейные размеры, периметр и площадь сечения имели семена *A. pskemense*. Среди представителей секции *Schoenoprasum* максимальную длину имели семянки *A. altynolicum*. Максимальные ширина, периметр, площадь сечения, средний диаметр Фере семян зафиксированы у *A. ledebourianum*. В секции Сера среднее значение RGB в порядке убывания составило ряд: *A. pskemense* > *A. galanthum* > *A. fistulosum* > *A. altaicum* > *A. oschaninii*. В секции *Schoenoprasum* этот ряд имеет вид: *A. schoenoprasum* > *A. ledebourianum* > *A. altynolicum* > *A. oliganthum*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ahmad I., Muhamin A., Naeem Islam M. Real-time specific weed recognition system using histogram analysis, Proc // World academy of science, engineering and technology. 2006. N 16. P. 145–148.
2. Aitkenhead M.J., Dalgetty I.A., Mullins C.E., McDonald A.J.S., St. Rachan, N.J.C. Weed and crop discrimination using image analysis and artificial intelligence methods // Computers and Electronics in Agriculture. 2003. N 39. P. 157–171.
3. Karcher D.E., Rechardson M.D. Quantifying turf grass color using digital image analysis // Crop Science. 2003. N 3. P. 943–951.
4. Aldea M., Frank T.D., Delucia E.H. A method for quantitative analysis for spatially variable physiological processes across leaf surfaces // Photosynthesis Research. 2006. N 90. P. 161–172.
5. Dana W., Ivo W. Computer image analysis of seed shape and seed color of flax cultivar description // Computers and Electronics in Agriculture. 2008. N 61. P. 126–135.
6. Musaev F.B., Priyatkin N.S., Shchukina P.A., Ivanova M.I., Jafarov I.H., Nowar M. Geometrical parameters and colour index of chive (*Allium schoenoprasum*) seed // Research on Crops. 2020. Vol. 21. N 4. P. 775–782.
7. Мусаев Ф.Б., Иванова М.И., Прияткин Н.С., Кузнец С.В. Цифровая морфометрия семян луковых культур // Овощи России. 2021. № 3. С. 44–48.
8. Kapadia V.N., Sasidharan N., Patil K. Seed Image Analysis and Its Application in Seed Science Research // Advances in Biotechnology and Microbiology. 2017. Vol. 7. Iss. 2. P. 1–3.
9. Tanabata T., Shibaya T., Hori K., Ebana K., Yano M. SmartGrain: high-throughput phenotyping software for measuring seed shape through image analysis // Plant physiology. 2012. N 4. P. 1871–1880. DOI: 10.1104/pp.112.205120.
10. Whan A.P., Smith A.B., Cavanagh C.R., Ral J.P.F., Shaw L.M., Howitt C.A. Grain-Scan: a low cost, fast method for grain size and colour measurements // Plant Methods. 2014. N 10. P. 1. DOI: 10.1186/1746-4811-10-2310.4225/08/536302C43FC28.
11. Bai X.D., Cao Z.G., Wang Y., Yu Z.H., Zhang X.F., Li C.N. Crop segmentation from images by morphology modeling in the CIE L*a*b color space // Computers and Electronics in Agriculture. 2013. N 99. P. 21–34. DOI: 10.1016/j.compag.2013.08.022.
12. Zapotoczny P. Discrimination of wheat grain varieties using image analysis and neural networks, Part I, single kernel texture // Journal of Cereal Science. 2011. N 54. P. 60–68. DOI: 10.1016/j.jcs.2011.02.012.
13. Sankaran S., Wang M., Vandemark G.J. Image-based rapid phenotyping of chickpeas seed size // Eng Agric Environ Food. 2016. N 9. P. 50–55. DOI: 10.1016/j.eaef.2015.06.001.
14. Huang M., Wang Q.G., Zhu Q.B., Qin J.W., Huang G. Review of seed quality and safety tests using optical sensing technologies // Seed Science and Technology. 2015. N 43. P. 337–366. DOI: 10.15258/sst.2015.43.3.16.
15. Cervantes E., Martín J.J., Saadaoui E. Updated methods for seed shape analysis // Scientifica. 2016. N 42. P. 1569–1825. DOI: 10.1155/2016/5691825.
16. Roussel J., Geiger F., Fischbach A., Jahnke S., Scharr H. 3D surface reconstruction of plant seeds by volume carving: performance and accuracies // Frontiers in Plant Science. 2016. N 7. P. 745. DOI: 10.3389/fpls.2016.00745.
17. Strange H., Zwiggelaar R., Sturrock C., Mooney S.J., Doonan J.H. Automatic estimation of wheat grain morphometry from computed tomography data // Functional Plant Biology. 2015. N 42. P. 452–459. DOI: 10.1071/FP14068.

18. Fritsch R.M., Blattner F.R., Gurushidze M. New classification of *Allium* L. subg. *Melanocrommyum* (Webb & Berthel) Rouy (Alliaceae) based on molecular and morphological characters // *Phyton*. 2010. N 49. P. 145–220.
19. Иванова М.И., Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Бухарова А.Р., Кашилева А.И., Середин Т.М., Разин О.А. Биохимический состав листьев видов *Allium* L. в условиях Московской области // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. Т. 33. № 5. С. 47–50.
20. Bednorz L., Krzywińska A., Czarna A. Seed morphology and testa sculptures of some *Allium* L. species (Alliaceae) // *Acta Agrobotanica*. 2011. Vol. 64 (2). P. 33–38.
21. Choi H.J., Giussani L.M., Jang C.G., Oh B.U., Cota-Sánchez J. Hugo. Systematics of disjunct northeastern Asian and northern North American *Allium* (Amaryllidaceae) // *Botany*. 2012. N 90 (6). P. 491–508. DOI:10.1139/b2012-031.
22. Лакин Г.В. Биометрия: монография. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
23. Kasajima I. Measuring plant colors // *Plant Biotechnology*. 2019. N 36. P. 63–75. DOI: 10.5511/plantbiotechnology.19.0322a.
1. Ahmad I., Muhamin A., Naeem Islam M. Real-time specific weed recognition system using histogram analysis, *Proc. World academy of science, engineering and technology*, 2006, no. 16, pp. 145–148.
2. Aitkenhead M.J., Dalgetty I.A., Mullins C.E., McDonald A.J.S., St. Rachan N.J.C. Weed and crop discrimination using image analysis and artificial intelligence methods. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2003, no. 39, pp. 157–171.
3. Karcher D.E., Recharadson M.D. Quantifying turf grass color using digital image analysis. *Crop Science*, 2003, no. 3, pp. 943–951.
4. Aldea M., Frank T.D., Delucia E.H. A method for quantitative analysis for spatially variable physiological processes across leaf surfaces. *Photosynthesis Research*, 2006, no. 90, pp. 161–172.
5. Dana W., Ivo W. Computer image analysis of seed shape and seed color of flax cultivar description. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2008, no. 61, pp. 126–135.
6. Musaev F.B., Priyatkin N.S., Shchukina P.A., Ivanova M.I., Jafarov I.H., Nowar M. Geometrical parameters and colour index of chive (*Allium schoenoprasum*) seed. *Research on Crops*, 2020, vol. 21, no. 4, pp. 775–782.
7. Musaev F.B., Ivanova M.I., Priyatkin N.S., Kuznec S.V. Digital morphometry of onion seeds. *Ovoshchi Rossii = Vegetable crops of Russia*, 2021, no. 3, pp. 44–48. (In Russian).
8. Kapadia V.N., Sasidharan N., Patil K. Seed Image Analysis and Its Application in Seed Science Research. *Advances in Biotechnology and Microbiology*, 2017, vol. 7, iss. 2, pp. 1–3.
9. Tanabata T., Shibaya T., Hori K., Ebana K., Yano M. SmartGrain: high-throughput phenotyping software for measuring seed shape through image analysis. *Plant physiology*, 2012, no. 4, pp. 1871–1880. DOI: 10.1104/pp.112.205120.
10. Whan A.P., Smith A.B., Cavanagh C.R., Ral J.P.F., Shaw L.M., Howitt C.A. GrainScan: a low cost, fast method for grain size and colour measurements. *Plant Methods*, 2014, no. 10, pp. 1. DOI: 10.1186/1746-4811-10-2310.4225/08/ 536302C43FC28.
11. Bai X.D., Cao Z.G., Wang Y., Yu Z.H., Zhang X.F., Li C.N. Crop segmentation from images by morphology modeling in the CIE L*a*b color space. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2013, no. 99, pp. 21–34. DOI: 10.1016/j.compag.2013.08.022.
12. Zapotoczny P. Discrimination of wheat grain varieties using image analysis and neural networks, Part I, single kernel texture. *Journal of Cereal Science*, 2011, no. 54, pp. 60–68. DOI: 10.1016/j.jcs.2011.02.012.
13. Sankaran S., Wang M., Vandemark G.J. Image-based rapid phenotyping of chickpeas seed size. *Eng Agric Environ Food*, 2016, no. 9, pp. 50–55. DOI: 10.1016/j.eaef.2015.06.001.
14. Huang M., Wang Q.G., Zhu Q.B., Qin J.W., Huang G. Review of seed quality and safety tests using optical sensing technologies. *Seed Science and Technology*, 2015, no. 43, pp. 337–366. DOI: 10.15258/sst.2015.43.3.16.
15. Cervantes E., Martín J.J., Saadaoui E. Updated methods for seed shape analysis. *Scientifica*, 2016, no. 42, pp. 1569–1825. DOI: 10.1155/2016/5691825.
16. Roussel J., Geiger F., Fischbach A., Jahnke S., Scharr H. 3D surface reconstruction of plant seeds by volume carving: performance and accuracies. *Frontiers in Plant Science*, 2016, no. 7, pp. 745. DOI: 10.3389/fpls.2016.00745.
17. Strange H., Zwiggelaar R., Sturrock C., Mooney S.J., Doonan J.H. Automatic estima-

- tion of wheat grain morphometry from computed tomography data. *Functional Plant Biology*, 2015, no. 42, pp. 452–459. DOI: 10.1071/FP14068.
18. Fritsch R.M., Blattner F.R., Gurushidze M. New classification of *Allium* L. subg. *Melanocrommyum* (Webb & Berthel) Rouy (Alliaceae) based on molecular and morphological characters. *Phyton*, 2010, no. 49, pp. 145–220.
19. Ivanova M.I., Buharov A.F., Baleev D.N., Buharova A.R., Kashleva A.I., The biochemical composition of *Allium* L. leaves under the environmental conditions of the Moscow region. *Dostizheniya nauki i tehniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2019, vol. 33, no. 5, pp. 47–50. (In Russian).
20. Bednorz L., Krzywińska A., Czarna A. Seed morphology and testa sculptures of some *Allium* L. species (Alliaceae). *Acta Agrobotanica*, 2011, vol. 64 (2), pp. 33–38.
21. Choi H.J., Giussani L.M., Jang C.G., Oh B.U., Cota-Sánchez J. Hugo. Systematics of disjunct northeastern Asian and northern North American *Allium* (Amaryllidaceae). *Botany*, 2012, no. 90 (6), pp. 491–508. DOI:10.1139/b2012-031.
22. Lakin G.V. *Biometrics*: Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1990, 352 p. (In Russian).
23. Kasajima I. Measuring plant colors. *Plant Biotechnology*, 2019, no. 36, pp. 63–75. DOI: 10.5511/plantbiotechnology.19.0322a.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ Мусаев Ф.Б. оглы, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник; адрес для переписки: Россия, 143080, Московская область, Одинцовский район, пос. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14; e-mail: musayev@bk.ru

Прияткин Н.С., кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заведующий сектором

Иванова М.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующая лабораторией

Бухаров А.Ф., доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией

Кашлева А.И., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ Farkhad B. Musaev, Doctor of Science in Agriculture, Lead Researcher; address: 14, Selektionnaya St., VNISSOK settl., Odinzovo district, Moscow region, 143080, Russia; e-mail: musayev@bk.ru

Nikolay S. Priyatkin, Candidate of Science in Engineering, Senior Researcher, Section Leader

Mariya I. Ivanova, Doctor of Science in Agriculture, Professor, Laboratory Head

Alexander F. Bukharov, Doctor of Science in Agriculture, Laboratory Head

Anna I. Kashleva, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 06.04.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 20.04.2022
Дата публикации / Published 25.05.2022



ИЗУЧЕНИЕ ФИТОТОКСИЧНОСТИ ГЕРБИЦИДА ЛЮМАКС В ПОСЕВЕ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В УСЛОВИЯХ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

✉ Костюк А.В., Ляшенко Е.В.

Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений – филиал
Федерального научного центра агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки
Приморский край, с. Камень-Рыболов, Россия

✉ e-mail: dalniizr@mail.ru

Изучена фитотоксичность гербицида Люмакс, состоящего из трех действующих веществ: С-метолахлора, тербутилазина и мезотриона, к гибридной популяции кукурузы П8521. Исследования проведены в Приморском крае в 2020, 2021 гг. на двух фонах: засоренном и чистом от сорняков, который в течение вегетационных сезонов регулярно пропалывали. Гербицид применяли до всходов, в фазы 2–3 и 5–6 листьев кукурузы в нормах расхода 4 (рекомендованная) и 8 л/га (двукратная от рекомендованной). Почва опытных участков лугово-бурая оподзоленная среднесуглинистая, содержащая в пахотном горизонте 3,8% гумуса, Ph 5,0–5,9. Гербицид Люмакс, примененный в фазу 5–6 листьев, в течение вегетационного сезона оказывал фитотоксичное действие на растения и урожайность зерна кукурузы. Существенное снижение урожая зерна отмечено в 2021 г., когда за II и III декады июня и июля выпало всего 35 мм осадков при норме за этот период 187 мм. При применении гербицида Люмакс в фазу 5–6 листьев существенно уменьшилась длина початка, количество зерен в нем, масса початка и зерна с него, а также масса 1000 зерен. Кукуруза более толерантна к гербициду Люмакс при применении в фазу 2–3 листьев и менее – при использовании в фазу 5–6 листьев.

Ключевые слова: кукуруза, гербицид, фитотоксичность, урожайность, толерантность

STUDY OF PHYTOTOXICITY OF LUMAX HERBICIDE IN GRAIN MAIZE CROPS UNDER CONDITIONS OF THE SOUTH OF THE FAR EAST

✉ Kostyuk A.V., Lyashenko E.V.

The Far Eastern Research Institute of Plant Protection – Branch of Federal Scientific Center
of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaiki
Kamen-Rybolov, Primorsky Territory, Russia

✉ e-mail: dalniizr@mail.ru

The phytotoxicity of the herbicide Lumax to the hybrid population of corn P 8521, consisting of three active substances: C-metolachlor, terbutylazine and mesotrion, was studied. The studies were conducted in the Primorsky Territory in 2020 and 2021 on 2 backgrounds: clogged and weed-free which was regularly weeded during the growing seasons. The herbicide was applied before germination, in phases 2-3 and 5-6 of corn leaves at consumption rates of 4 (recommended) and 8 l/ha (twice the recommended). The soil of the experimental plots is meadow-brown podzolized, medium loamy, containing 3.8% humus in the arable horizon, PH 5.0-5.9. The herbicide Lumax, applied in the phase of 5-6 leaves, during the growing season had a phytotoxic effect on plants and corn grain yields. A significant decrease in the grain harvest was noted in 2021 when during the II and III ten-day periods of June and July there were only 35 mm of precipitation, while the norm for this period was 187 mm. When applying Lumax herbicide in the phase of 5-6 leaves, the cob length, the number of grains in it, the weight of the cob and grains from it, as well as the weight of 1000 grains significantly decreased.

Corn is more tolerant to Lumax herbicide when used in the 2-3 leaf phase and less tolerant when used in the 5-6 leaf phase.

Keywords: corn, herbicide, phytotoxicity, yield, tolerance

Для цитирования: Костюк А.В., Ляшенко Е.В. Изучение фитотоксичности гербицида Люмакс в посеве кукурузы на зерно в условиях юга Дальнего Востока // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 2. С. 32–38. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-4>. EDN GOYADC.

For citation: Kostyuk A.V., Lyashenko E.V. Study of phytotoxicity of Lumax herbicide in grain maize crops under conditions of the South of the Far East. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2022, vol. 52, no. 2, pp. 32–38. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-4>. EDN GOYADC.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Цель регистрационных испытаний заключается в разработке и проверке регламентов использования пестицидов, обеспечивающих как эффективность, так и безопасность их применения. Препараты должны соответствовать требованиям экотоксикологической безопасности [1]. Биологическая безопасность защиты растений необходима для адаптивной интенсификации растениеводства, ее экологизации и биологизации. По итогам защитных мероприятий прогнозируются последствия передозировок и аварийных ситуаций с пестицидами [2].

Одним из требований, предъявляемых к гербицидам в регистрационных испытаниях, является безопасность препаратов для культурных растений. Она заключается в отсутствии фитотоксичности гербицидов и в повышении урожайности культуры при их использовании [3]. Применение препарата необходимо изучать в конкретных агротехнологиях и почвенно-климатических условиях. В настоящее время таких исследований проведено недостаточно [4].

Между силой воздействия поражающего фактора и активностью ростовых процессов растений существует тесная зависимость, которая корректируется погодными условиями. Поэтому уровень первоначального воздействия гербицида и погодные условия определяют скорость адаптационного процесса и особенности формирования урожая культуры [5].

Современный ассортимент гербицидов для защиты кукурузы от сорных растений в Российской Федерации насчитывает более 200 препаратов [6]. В 2016 г. по данным компании «Агрозат» в РФ 73% площадей, за-

нятых под кукурузой, обработаны один раз и более [7]. При разработке новых гербицидов для послевсходового применения ключевым фактором является их селективность к культуре [8].

Во Всероссийском научно-исследовательском институте кукурузы на протяжении ряда лет изучали фитотоксическое влияние послевсходовых гербицидов Майстер, Титус Плюс, Дублон Супер, Стеллар, Майстер Пауэр. Визуальными наблюдениями не выявлены признаки угнетения растений кукурузы этими гербицидами при использовании в рекомендованных нормах расхода и сроках применения [9–11]. Однако при применении Майстера Пауэр в фазе 8 листьев отмечено сильное фитотоксичное действие на культуру. Использование гербицида в более поздний срок вызывало задержку роста, изменение числа початков на растении, массы початков и зерна с початка [12].

В Смоленской области при внесении Титуса Плюс при температуре выше 25 °С отмечено замедление роста и порозовение листьев кукурузы. Стрессовое воздействие гербицида сказалось на химическом составе корма – выявлено более низкое содержание протеина и более высокое – клетчатки [13].

При испытаниях нового гербицида Крейцер в семеноводческих посевах линий и простых гибридов кукурузы в условиях жесткой засухи при недостатке влаги и высоких температурах воздуха отмечено повышенное проявление фитотоксичности на растения в норме расхода 0,11 кг/га [14].

В Московской области после применения гербицида Кельвин Плюс в фазе 7–8 листьев кукурузы выявлен хлороз и угнетение роста

и развития. В дальнейшем это снижало величину полученного урожая относительно вариантов с его использованием в рекомендованные сроки [15].

В Дальневосточном научно-исследовательском институте защиты растений в посеве кукурузы на чистом от сорняков фоне использовали гербициды Дублон Голд, Титус Плюс, Майстер, Стеллар и Аденго в рекомендованных и двукратной от рекомендованной нормах расхода. По данным замеров высоты и зеленой массы растений отмечено замедление роста и развития кукурузы практически на всех вариантах с внесением гербицидов. По реакции на них культуры их можно расположить в следующем порядке убывания: Титус Плюс, Аденго, Дублон Голд, Стеллар и Майстер [16]. Также установлено, что гербицид Аденго при опрыскивании в фазу 5–6 листьев у кукурузы может оказывать фитотоксичное действие на растения культуры и существенно (до 0,78 т/га) снижать урожайность зерна [17].

Цель исследований – в посеве кукурузы на зерно изучить фитотоксичность гербицида Люмакс в рекомендованных и двукратных от рекомендованных нормах расхода в условиях юга Дальнего Востока.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на опытных полях Дальневосточного научно-исследовательского института защиты растений – филиале Федерального научного центра агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки в 2020, 2021 гг. Почва опытных участков лугово-бурая оподзоленная среднесуглинистая, содержащая в пахотном горизонте 3,8% гумуса, Ph 5,0–5,9.

Климатические условия в годы исследований существенно различались между собой. Так, в 2020 г. в III декаде мая и июне равномерно выпадавшие осадки (145 мм, норма 106 мм) способствовали активному росту и развитию растений кукурузы. В июле (при среднемноголетних значениях 140 мм) выпало всего 70 мм дождя. В первых двух декадах сентября отмечен переизбыток влаги в почве (в 3 раза больше нормы). В 2021 г. за II и III декады июня и весь июль выпало

всего 35 мм осадков при норме за этот период 187 мм. Дневная температура воздуха во II и III декадах июня достигала 28,1–36,3 °С, а среднесуточная превышала среднемноголетние значения на 4,6–5,5 °С. В августе также осадков выпало всего 73,6 мм, что было в 2 раза меньше нормы (155 мм).

Агротехника выращивания кукурузы общепринятая для данного региона на основе отвальной обработки почвы. Кукурузу гибридной популяции П8521 высевали с нормой 70 тыс. семян/га. При посеве внесено минеральное удобрение (динитроаммофоска) в норме физического веса 70 кг/га. Предшественник – соя.

Опыты закладывали на двух фонах: засоренном и чистом от сорняков. Последний участок в течение вегетационного сезона регулярно пропалывали. Гербицид Люмакс применяли до всходов, в фазы 2–3 и 5–6 листьев кукурузы в нормах расхода 4,0 (рекомендованная) и 8,0 л/га (двукратная от рекомендованной). Рабочие растворы гербицида вносили ручным штанговым опрыскивателем конструкции Всероссийского научно-исследовательского института фитопатологии с нормой расхода рабочего раствора 200 л/га. Площадь опытных делянок 22,5 м², повторность четырехкратная, расположение рендомизированное.

В фазы 10–12 листьев и молочной спелости початков проведены замеры высоты растений и учет зеленой массы. Для этого отбирали по 10 наиболее характерных для каждой делянки растений. Уборку початков кукурузы осуществляли вручную в фазу восковой спелости зерна. После сушки по методике Н.А. Майсурия [18] провели их анализ (по 5 шт. с каждой делянки). Оставшиеся початки обмолачивали на стационарной молотилке. Для количественного выражения характера непосредственной реакции культурного растения на гербицид Люмакс использовали коэффициент толерантности (Т), который рассчитывали по формуле

$$T = \frac{U_{\Gamma}}{U_{\kappa}},$$

где U_{κ} – урожайность в чистом от сорняков контроле, выраженная в тоннах на гектар; U_{Γ} – урожайность зерна в чистом от сорняков фоне при внесении гербицида, выраженная

в тоннах на гектар. Оценку толерантности растений кукурузы к гербициду Люмакс проводили путем анализа результатов опытов, заложенных на засоренных в той или иной степени посевах. Для этого использовали методику оценки вредоносности сорняков В.С. Зуза¹. Такая оценка предполагает расчет коэффициента вредоносности сорняков K_v , который показывает величину недобора урожая, вызываемую 1 т массы сорняков. Подсчет недобора урожая в конце вегетации культуры осуществляется по формуле

$$K_v = \frac{\Delta Y}{\Delta B},$$

где ΔY – разница в урожайности в контроле и варианте, где изучали гербицид, выраженная в тоннах на гектар; ΔB – разница в отношении массы сорняков, выраженная в тоннах на гектар.

Все исследования и обработку данных выполняли по общепринятым методикам²⁻⁴.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В фазу 10–12 листьев кукурузы в контрольном варианте произрастали растения высотой в среднем 125 см и вегетативной

массой 357 г (см. табл. 1). В вариантах с внесением гербицида Люмакс до появления всходов и в фазу 2–3 листьев растения были на 1–5 см выше и наращивали надземную массу на 3–25 г больше, чем в контроле. При использовании гербицида в более позднюю фазу развития (5–6 листьев) Люмакс оказывал существенное фитотоксичное действие на культуру. Растения зарегистрированы на 13–14 см ниже, а их надземная масса была на 57–61 г меньше, чем в контроле.

При проведении учета в фазу молочной спелости початков гербицид Люмакс продолжал негативно действовать на растения культуры (высота 208 см, масса 648–670 г) при использовании в фазу 5–6 листьев в обеих нормах расхода. На безгербицидном варианте растения кукурузы достигали в среднем 214 см и наращивали 702 г вегетативной массы.

Фитотоксичное действие гербицида Люмакс (4,0 и 8,0 л/га), проявляемое в течение вегетационного сезона при использовании в позднюю фазу развития 5–6 листьев, оказало влияние на урожайность зерна кукурузы. За 2 года исследований на данных вариантах получено зерна меньше на 0,40–0,52 т/га, чем в контроле (см. табл. 2). Следует отметить, что

Табл. 1. Влияние гербицида Люмакс на растения кукурузы (среднее за 2020, 2021 гг.)

Table 1. Influence of Lumax herbicide on corn plants (average for 2020 and 2021)

Вариант опыта	Доза, л/га	Срок обработки	Фаза 10–12 листьев				Молочная спелость початков			
			Высота одного растения, см	Зеленая масса одного растения, г	Изменение (+/–) относительно контроля		Высота одного растения, см	Зеленая масса одного растения, г	Изменение (+/–) относительно контроля	
					высоты, см	зеленой массы, г			высоты, см	зеленой массы, г
Контроль	–	–	125	357	–	–	214	702	–	–
Люмакс	4,0	До всходов	126	354	+1	–3	214	670	0	–32
Люмакс	8,0		130	374	+5	+17	218	722	+4	+20
Люмакс	4,0	Фаза	126	358	+1	+1	215	678	+1	–24
Люмакс	8,0	2–3 листа	128	366	+3	+9	216	698	+2	–4
Люмакс	4,0	Фаза	112	300	–13	–57	208	670	–6	32
Люмакс	8,0	5–6 листьев	111	296	–14	–61	208	648	–6	–54
НСР ₀₅			6	31			7	58		

¹Зуза В.С. Регрессионный анализ в изучении взаимоотношений культурных растений и сорняков // Сельхоз. биология. 1974. № 6. С. 838–843.

²Спиридонов Ю.Я., Ларина Г.Е., Шестаков В.Г. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве. М.: Печатный город, 2009. 252 с.

³Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.

⁴Короневский В.А. К методике статистической обработки данных многолетних полевых опытов // Земледелие. 1985. № 1. С. 56–57.

Табл. 2. Влияние гербицида Люмакс на урожайность зерна кукурузы и элементы ее структуры (среднее за 2020, 2021 гг.)**Table 2.** Influence of Lumax herbicide on the yield of corn grain and elements of its structure (average for 2020 and 2021)

Вариант опыта	Доза, л/га	Срок обработки	Длина початка, см	Число зерен в початке, шт.	Масса, г			Урожайность зерна, т/га	Коэффициент толерантности
					початка	зерна с початка	1000 зерен		
Контроль	—	—	17,9	536	177	150	274	7,38	—
Люмакс	4,0	До всходов	17,7	534	168	147	271	7,28	99
Люмакс	8,0		17,8	544	174	152	280	7,52	102
Люмакс	4,0	Фаза 2–3 листа	17,4	518	158	138	271	7,09	96
Люмакс	8,0		17,5	524	165	144	272	7,26	98
Люмакс	4,0	Фаза 5–6 листьев	17,4	516	157	138	268	6,92	94
Люмакс	8,0		17,1	494	151	132	265	6,86	93
НСР ₀₅			0,5	29	11	10	1,6	0,56	

достоверно меньшее его количество собрано в 2021 г. (5,81–6,13 т/га, в контроле 6,85 т/га). Существенное влияние оказали климатические условия этого года, о чем сказано выше.

Лабораторным анализом початков кукурузы подтверждены урожайные данные. Так, в вариантах использования Люмакса в фазу 5–6 листьев длина початка, число зерен в нем, масса початка и зерна, а также масса 1000 зерен с него были достоверно на 0,5–0,8 см, 42 шт., 20–26 г, 12–18 г и 6–9 г соответственно меньше, чем в контроле. При внесении гербицида в довсходовый период в двукратной от рекомендованной нормы расхода перечисленные выше показатели (исключения: длина и масса початка) были соответственно на 8 шт., 2 и 6 г больше, что подтверждает полученную прибавку урожая 0,14 т/га на этом варианте.

Расчет коэффициента толерантности показал, что на вариантах с применением гербицида Люмакс до всходов и в фазу 2–3 листьев кукурузы разница урожайности зерна находилась в пределах 2–4% в ту или иную сторону, а при обработке в более позднюю

фазу развития культуры (5–6 листьев) разница достигала 6–7% в сторону снижения. Можно считать, что в первом случае кукуруза была индифферентной по отношению к Люмаксу, а во втором можно свидетельствовать о значительном фитотоксичном влиянии на кукурузу.

При постановке опытов на засоренном фоне за 2 года исследований на контрольном (без гербицидов) варианте получено зерна кукурузы 1,12 т/га (см. табл. 3).

На данном участке произрастали сорные растения с общей надземной массой 28,1 т/га. Расчет коэффициента вредоносности показал, что если бы кукуруза одинаково реагировала на все три срока внесения гербицида, то прибавки урожайности от них были бы пропорциональны уменьшению массы сорняков, тогда бы и величины Кв во всех трех случаях были бы примерно на одном уровне. Однако фактические величины коэффициентов различны, значит, можно предположить, что кукуруза более толерантна при внесении Люмакса в фазу 2–3 листьев и менее толерантна при его использовании в более позднюю фазу развития.

Табл. 3. Расчет коэффициентов вредоносности сорняков**Table 3.** Calculation of weed harmfulness coefficients

Вариант	В, т/га	У, т/га	D	D	Кв
Контроль (без гербицидов)	28,1	1,12	—	—	—
Контроль (ручная прополка)	0	7,38	28,1	–6,26	–0,223
Люмакс 4,0 л/га					
до всходов	12,4	4,46	15,7	–3,34	–0,213
фаза 2–3 листа	12,6	4,61	15,5	–3,49	–0,225
фаза 5–6 листьев	14,1	3,71	14,0	–2,59	–0,185

Примечание. В – сырая масса сорняков перед уборкой урожая; У – урожайность кукурузы; Кв – коэффициент вредоносности.

ВЫВОДЫ

1. Гербицид Люмакс при несоблюдении регламентов применения (передозировка, применение в поздние фазы развития) способен оказывать фитотоксичное действие на растения и урожайность зерна кукурузы. Уменьшается длина початка, число зерен в нем, масса початка и зерна с него, а также масса 1000 зерен.

2. Кукуруза более толерантна к гербициду Люмакс при применении в фазу развития 2–3 листа и менее – при использовании в более поздние фазы развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петрова М.О., Черменская Т.Д., Долженко В.И. Развитие исследований в аналитической лаборатории ВИЗР по оценке остаточных количеств пестицидов // Вестник защиты растений. 2020. Т. 103. № 2. С. 87–93. DOI: 10.31993/2308-6459-2020-103-2-13571.
2. Соколов М.С., Санин С.С., Долженко В.И., Спиридонов Ю.Я., Глинушкин А.П., Каракотов С.Д., Надыкта В.Д. Концепция фундаментально-прикладных исследований защиты растений и урожая // Агрохимия. 2017. № 4. С. 3–9.
3. Долженко В.И., Петунова А.А., Маханькова Т.А. Биолого-токсикологические требования к ассортименту гербицидов // Защита и карантин растений. 2001. № 5. С. 14.
4. Данилова А.А. Доступный способ регулирования скорости детоксикации пестицидов в зерновых агроценозах Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 4. С. 33–35.
5. Дворянkin Е.А. Продуктивность сахарной свеклы, поврежденной гербицидами гормоноподобного действия в сублетальных и изреживающих посевах дозах // Агрохимия. 2021. № 1. С. 49–54. DOI: 10.31857/S0002188121010051.
6. Маханькова Т.А., Голубев А.С. Гербициды для кукурузы // Защита и карантин растений. 2018. № 2. С. 37–64.
7. Колесник С.А., Сташкевич А.В., Кислушко П.М. Формирование ассортимента гербицидов для защиты посевов кукурузы в Беларуси // Защита и карантин растений. 2021. № 1. С. 18–21.
8. Захаренко В.А. Перспективы применения химических средств защиты растений в сельском хозяйстве (по материалам VII Международной конференции «Пестициды-16») // Агрохимия. 2017. № 4. С. 10–15.

9. Кузнецова С.В., Губа Е.И. Гербициды для раннеспелых гибридов кукурузы // Защита и карантин растений. 2017. № 7. С. 48–50.
10. Багринцева В.Н. Защита кукурузы от сорняков в товарных и семеноводческих посевах // Кукуруза и сорго. 2012. № 1. С. 27–28.
11. Багринцева В.Н., Кузнецова С.В., Губа Е.И. Послевсходовые гербициды с почвенным действием для кукурузы // Кукуруза и сорго. 2015. №1. С. 22–26.
12. Багринцева В.Н., Губа Е.И., Кузнецова С.В. Эффективность гербицида Майстер Пауэр в зависимости от сроков применения // Защита и карантин растений. 2020. № 3. С. 10–12.
13. Солнцева О.И., Прудников А.Д. Действие гербицидов на химический состав корма из кукурузы // Агрохимический вестник. 2019. № 2. С. 65–67. DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10031.
14. Кузнецова С.В., Багринцева В.Н. Эффективность применения нового гербицида Крейцер // Агрохимия. 2021. № 10. С. 36–44. DOI: 10.31857/S0002188121100100.
15. Голубев С.А., Маханькова Т.А., Комарова А.С. Эффективность и безопасность применения гербицида Кельвин Плюс в посевах кукурузы в разных фазах развития культуры // Агрохимия. 2021. № 3. С. 38–44. DOI: 10.31857/S000218812103008X.
16. Костюк А.В., Лукачёва Н.Г. Эффективность применения гербицидов в посевах кукурузы и толерантность культуры к ним // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 1. С. 38–43. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-5.
17. Костюк А.В., Лукачёва Н.Г. Оценка эффективности и фитотоксичности гербицида Аденго в посевах кукурузы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 1. С. 40–47. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-1-5.
18. Майсурян Н.А. Растениеводство: монография. М., 1960. 383 с.

REFERENCES

1. Petrova M.O., Chermenskaya T.D., Dolzhenko V.I. Development of the research to assess residual pesticides in the analytical laboratory of VIZR. *Vestnik zaschity rastenii = Plant protection News*, 2020, vol. 103, no.2, pp. 87–93. (In Russian). DOI: 10.31993/2308-6459-2020-103-2-13571.
2. Sokolov M.S., Sanin S.S., Dolzhenko V.I., Spiridonov Yu.Ya., Glinushkin A.P., Karakotov S.D.,

- Nadykta V.D. The concept of fundamental-applied studies of plant and yield protection. *Agrokhimiya = Agricultural chemistry*, 2017, no. 4, pp. 3–9. (In Russian).
3. Dolzhenko V.I., Petunova A.A., Makhan'kova T.A. Biological and toxicological requirements for the range of herbicides. *Zashchita i quarantine rastenii = Board of Plant Protection and Quarantine*. 2001, no. 5, pp. 14. (In Russian).
 4. Danilova A.A. Accessible method of regulation of pesticide detoxication rate in cereal agrocenosis of Western Siberia. *Dostizheniy nayki i tehniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*. 2016, vol. 30, no. 4, pp. 33–35. (In Russian).
 5. Dvoryankin E.A. Productivity of beet damaged by hormone – like herbicides in sublethal and thinning doses. *Agrokhimiya = Agricultural chemistry*. 2021, no. 1 pp. 49–54. (In Russian). DOI: 10.31857/S0002188121010051.
 6. Makhan'kova T.A., Golyubev A.S. Herbicides for corn. *Zashchita i karantin rastenii = Board of Plant Protection and Quarantine*. 2018, no. 2, pp. 37–64. (In Russian).
 7. Kolesnik S.A., Stashkevich A.V., Kislyshko P.M. Formation of range of herbicides for the protection of corn in Belarus. *Zashchita i karantin rastenii = Board of Plant Protection and Quarantine*. 2021, no 1, pp. 18–21. (In Russian).
 8. Zakharenko V.A. The prospects of application of chemical means of plants protection in Agriculture (on materials of VII international conference «Pesticides-16», *Agrokhimiya = Agricultural chemistry*. 2017, no. 4, pp. 10–15. (In Russian).
 9. Kuznetsova S.V., Guba E.I. Herbicides for early and mid-ripening corn hybrids. *Zashchita i karantin rastenii = Board of Plant Protection and Quarantine*. 2017, no. 7, pp. 48–50. (In Russian).
 10. Bagrintseva V.N. Maize protection against weeds in commodity and seed-growing crops. *Kukuruza i sorgo = Corn and Sorghum*. 2012, no. 1, pp. 27–28. (In Russian).
 11. Bagrintseva V.N., Kuznetsova S.V., Guba E.I. Postemergence herbicides with soil action for corn. *Kukuruza i sorgo = Corn and Sorghum*. 2015, no. 1, pp. 22–26. (In Russian).
 12. Bagrintseva V.N., Guba E.I., Kuznetsova S.V. The effectiveness of herbicide Maister Power depending on the timing of application. *Zashchita i karantin rastenii = Board of Plant Protection and Quarantine*. 2020, no. 3, pp. 10–12. (In Russian).
 13. Solntseva O.I., Prudnikov A.D. Influence of herbicides on chemical compound of forage from corn. *Agrokhimicheskii vestnik = Agrochemical Herald*. 2019, no. 2, pp. 65–67. (In Russian). DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10031.
 14. Kuznetsova S.V., Bagrintseva V.N. Effectiveness of the new herbicide Kreutzer. *Agrokhimiya = Agricultural Chemistry*. 2021, no. 10, pp. 36–44. (In Russian). DOI: 10.31857/S0002188121100100.
 15. Golubev A.S., Makhan'kova T.A., Komarova A.S. Efficiency and safety of application of herbicide Kelvin Plus an corn at different crop stage. *Agrokhimiya = Agricultural Chemistry*. 2021, no. 13, pp. 38–44. (In Russian). DOI: 10.31857/S000218812103008X.
 16. Kostyuk A.V., Lukacheva N.G. Efficiency of herbicide in maize sowing and culture tolerance to them. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaystvennoy nayki = Siberian Herald of Agricultural Science*. 2018, vol. 48, no. 1, pp. 38–43. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2018-5.
 17. Kostyuk A.V., Lukacheva N.G. Estimation of efficiency and phytotoxicity of Adengo herbicide in corn crops. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaystvennoy nayki = Siberian Herald of Agricultural Science*. 2020, vol. 50, no. 1, pp. 40–47. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8794-2020-1-5.
 18. Maisuryan N.A. *Plant growing*. Moscow, 1960. 383 p. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Костюк А.В.**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 692684, Приморский край, Ханкайский район, с. Камень-Рыболов, ул. Мира, 42-а; e-mail: dalniizr@mail.ru

Ляшенко Е.В., младший научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Alexander V. Kostyuk**, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher; **address:** 42-a, Mira St., Kamen-Rybolov, Khankasky district, Primorsky Territory, 692684, Russia; e-mail: dalniizr@mail.ru

Elena V. Lyashenko, Junior Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 24.01.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 13.04.2022
Дата публикации / Published 25.05.2022

ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ ОВСА В УСЛОВИЯХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

✉ Разина А.А., Дятлова О.Г.

Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

Иркутская область, с. Пивовариха, Россия

✉ e-mail: gnu_iniish_nauka@mail.ru

Представлены результаты фитопатологического обследования партий районированных сортов овса Ровесник и Егорыч урожаев 2015, 2016 гг. и 2020, 2021 гг., выращенных в разных районах Иркутской области. Зараженность микромицетами определяли методом влажной камеры по ГОСТ 12044–93. Погодные условия в годы выращивания обследуемых партий овса были теплыми и характеризовались отклонением увлажнения в период вегетации от нормы, что приводило к ослаблению растений и к усилению развития фитопатогенных микромицетов. Установлена высокая повсеместная встречаемость грибов из рода *Alternaria*. Зараженность грибами из рода *Alternaria* овса сорта Ровесник, выращенного в 2015 г., составила от 20 до 36%, в 2016 г. – от 44 до 83%. Сорт Егорыч в 2016 г. заражен от 43 до 91%. В партиях урожая 2020 г. и 2021 г. независимо от сорта зараженность составила от 70 до 100% и от 60 до 98% соответственно. *Bipolaris* spp. отмечен во всех анализируемых партиях овса сорта Ровесник в урожае 2015, 2016 гг. при варьировании зараженности 3–12 и 4–37% соответственно. Сорт Егорыч урожая 2016 г. имел зараженность от 3 до 87%. В урожае 2020 и 2021 гг. выявлены единичные партии, свободные от *Bipolaris* spp., но большинство из них независимо от сорта имели степень заражения 7–40 и 3–45% соответственно в 2020 г. и в 2021 г. Встречаемость фитопатогенов из рода *Fusarium* spp. не зависела от сорта, но сильно отличалась по годам. В зерне большинства партий урожая 2015, 2016 гг. зараженность микромицетами *Fusarium* spp. была в интервале 1–24%, а в урожае 2020, 2021 гг. преобладали партии с очень высоким заражением этим возбудителем (23–93, 20–67% соответственно). Единичные партии были свободны от *Fusarium* spp.

Ключевые слова: овес, сорта, микромицеты, фитопатогены

PHYTOPATHOGENIC MICROMYCETES OF OATS UNDER THE CONDITIONS OF THE IRKUTSK REGION

✉ Razina A.A., Dyatlova O.G.

Irkutsk Research Institute of Agriculture

Pivovarikha, Irkutsk region, Russia

✉ e-mail: gnu_iniish_nauka@mail.ru

The results of phytopathological examination of grain batches of oat zoned varieties Rovesnik and Egorych grown in different areas of the Irkutsk region and harvested in 2015–2016 and in 2020–2021 have been presented. Infestation with micromycetes was determined by the wet chamber method according to GOST 12044–93. The weather conditions during the growing years of the examined oat batches were warm and characterized by a deviation of moisture during the growing season from the norm which led to plants weakening and the reinforced development of phytopathogenic micromycetes. A high ubiquitous occurrence of fungi from the genus *Alternaria* has been established. In 2015 the infestation of oat cultivar with Rovesnik fungi from the genus *Alternaria* ranged from 20 to 36%, and that grown in 2016 – from 44 to 83%. The variety Egorych in 2016 was infested from 43 to 91%. In the batches harvested in 2020 and 2021, irrespective to a cultivar, the infestation was from 70 to 100% and from 60 to 98%, correspondingly. *Bipolaris* spp. was observed in all the analyzed batches of oat variety Rovesnik in the harvests of 2015 and 2016 with a varying infestation range of 3–12% and 4–37%, respectively. The cultivar Egorych harvested in 2016 had the infestation level from 3 to 87%. In the harvests of 2020 and 2021, single batches free from *Bipolaris* spp. were found, but most of them had a degree of infestation, regardless of a variety, of 7–40% and 3–45%,

respectively, in 2020 and 2021. The occurrence of phytopathogens of the genus *Fusarium* spp. did not depend on the variety, but it differed greatly in years. In the grain of most batches harvested in 2015-2016, the infestation with micromycetes *Fusarium* spp. was within the range of 1-24%, and in the harvest of 2020-2021 the batches with very high infestation with this pathogen prevailed – 23-93% and 20-67%, respectively. Single batches were free of *Fusarium* spp.

Keywords: oats, cultivars, micromycetes, phytopathogens

Для цитирования: Разина А.А., Дятлова О.Г. Фитопатогенные микромицеты овса в условиях Иркутской области // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 2. С. 39–45. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-5>. EDN GWLEYQ.

For citation: Razina A.A., Dyatlova O.G. Phytopathogenic micromycetes of oats under the conditions of the Irkutsk region. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2022, vol. 52, no. 2, pp. 39–45. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-5>. EDN GWLEYQ.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Овес – важнейшая продовольственная и зернофуражная культура России. Биологический потенциал продуктивности овса ограничивают различные виды ржавчины и головни, корневая гниль, красно-бурая пятнистость листьев, в микобиоте зерна доминируют представители родов *Fusarium* и *Alternaria*.

Решению проблемы устойчивости овса к ряду возбудителей болезней посвящено много исследований в различных регионах нашей страны, в результате которых выявлены механизмы устойчивости этой культуры к фитопатогенам [1], созданы сорта, устойчивые к корончатой и стеблевой ржавчине, пыльной и твердой головне, корневой гнили [2], выделены образцы овса, устойчивые и высокоустойчивые к сибирской популяции возбудителя красно-бурой пятнистости *Drechslera avenae* (Eidam.) Ito et Kuribay [3]. Исследовано влияние токсических метаболитов грибов рода *Fusarium* на процессы морфогенеза и регенерации растений в культуре незрелых зародышей ярового овса [4], изучена эффективность применения биометода для защиты овса от фитопатогенов [5].

Грибы из родов *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium* и *Aspergillus* являются основными продуцентами микотоксинов, имеющих хозяйственное значение. Кроме снижения продуктивности овса и других зерновых культур из-за поражения различными возбудителями болезней большое значение во

всем мире имеет заражение посевов токсигенными грибами из родов *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium* и *Aspergillus* и накопление в растительной продукции опасных для здоровья человека и животных микотоксинов [6–8].

В России наиболее распространенными микотоксинами для продовольственного зерна овса являются альтернариатоксины, Т-2 и НТ-2, НЕОС, ЦИТ, ДОН [9, 10]. Показано влияние биохимического состава и некоторых морфологических признаков зерна овса различных сортов на зараженность их микромицетами родов *Alternaria* и *Fusarium* и накопление токсинов [11, 12]. Предпосевное протравливание семян считается обоснованной стратегией снижения риска загрязнения микотоксинами будущего урожая [13].

В Иркутской области в настоящее время возрастает значение овса не только как фуражной культуры, но и продовольственной как для внутреннего потребления в регионе, так и для экспорта. В системе севооборотов региона перспективными являются предшественники для пшеницы с использованием овса как одного из компонентов в составе однолетних трав, в смеси с рапсом в качестве сидерата.

В связи с этим большое значение приобретает изучение микобиоты зерна овса, определяющей зараженность его микотоксинами, и определение возможности использования зерна для продовольственных и фуражных целей. Также фитосанитарное

состояние семян овса как предшественника пшеницы в составе однолетних трав и сидератов при их отсутствии показывает зараженность почвы патогенами корневой гнили или способствует поступлению инфекции в почву с зараженными семенами.

Цель исследований – выявить зараженность микромицетами семян овса, выращенного в Иркутской области.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Зараженность зерна овса микромицетами определяли методом влажной камеры¹. Исследования проведены на 65 образцах районированных сортов овса Ровесник и Егорыч из разных почвенно-климатических зон Иркутской области урожая 2015, 2016 и 2020, 2021 гг.

Сельскохозяйственные предприятия Иркутской области сеют овес второй или третьей культурой после ценного предшественника (пар, горох, пласт многолетних трав, кукуруза). Традиционна осенняя зябь (отвальная и безотвальная), также распространены различные виды безотвальной обработки осенью или весной (дискование и культивация). Хозяйства, имеющие современную технику (ПК Кузбасс, Обь-4), проводят прямой посев овса. Из-за трудного финансового положения хозяйства практически не протравливают семена овса.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее преобладало заражение овса фитопатогенным микромицетом *Bipolaris* spp., в настоящее время происходит постепенное изменение структуры микробиоценоза этой культуры. В литературе имеются сведения об изменении фитопатогенного комплекса на семенах яровой пшеницы – *Bipolaris sorokiniana* не является преобладающим микромицетом [14].

В наших исследованиях все партии овса, подвергшиеся фитопатологической экспертизе, в большей степени были заражены комплексом микромицетов из родов *Alternaria* и *Fusarium*, меньше – *Bipolaris* sp.

Погодные условия в годы выращивания обследуемых партий овса были теплыми и характеризовались отклонением увлажнения в период вегетации от нормы, что приводило к ослаблению растений и к усилению развития фитопатогенных микромицетов, преимущественно токсинообразующих *Alternaria* spp. и *Fusarium* spp. и накоплению их на зерне (см. табл. 1, 2).

Установлена высокая повсеместная встречаемость грибов из рода *Alternaria*. Степень зараженности ими варьировала в зависимости от года урожая. Так, в партиях овса сорта Ровесник, выращенного в 2015 г., который характеризовался по ГТК как засушливый, зараженность грибами этого рода составила от 20 до 36% (среднее – 26%). В 2016 г. – по ГТК влажного, зерно урожая сорта Ровесник было заражено от 44 до 83% (среднее 61%), сорта Егорыч – от 43 до 91% (среднее 61 %). В партиях урожаев 2020 г. и 2021 г. – слабо засушливых и влажных по разным районам независимо от сорта интервал зараженности был соответственно от 70 до 100% (среднее 78–92%) и от 60 до 98% (среднее 83–96%). Слабо засушливые и влажные условия вегетационных периодов способствуют высокой зараженности зерна грибами рода *Alternaria* 72–96%.

Bipolaris spp. отмечен во всех анализируемых партиях овса сорта Ровесник в урожае 2015, 2016 гг. при варьировании зараженности 3–12, 4–37% соответственно. Сорт Егорыч урожая 2016 г. имел зараженность от 3 до 87%. В урожае 2020 и 2021 гг. выявлены единичные партии, свободные от *Bipolaris* spp., но большинство имели степень заражения независимо от сорта 7–40 и 3–45% соответственно в 2020 г. и 2021 г. По районам зараженность партий *Bipolaris* spp. также различалась. У сорта Ровесник самой низкой (до 10%) в 2015 г. она отмечена в Куйтунском районе, в 2020 г. – в Заларинском и Тайшетском районах, в 2021 г. – в Аларском, Боханском и Заларинском районах. Сорт Егорыч наименьшее заражение в 2020 г. имел в Тайшетском районе, в

¹ГОСТ 12044-93 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 33 с.

Табл. 1. Результаты фитопатологического анализа зерна овса сорта Ровесник**Table 1.** Results of phytopathological analysis of Rovesnik cultivar oat grain

Сорт, район, число партий	Год урожая	ГТК	Микромицеты, %			Общее заражение, %	Всхожесть, %
			<i>Alternaria</i> spp.	<i>Bipolaris</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.		
Ровесник, Куйтунский, 6 партий	2015	0,99	26	8	20	49	90
Ровесник, Заларинский, 8 партий	2016	1,66	61	19	31	81	76
Ровесник (среднее)	2020	–	85	17	54	100	69
В том числе:							
Аларский, 2 партии	2020	1,17	78	12	91	100	51
Баяндаевский, 2 партии	2020	1,62	89	20	53	100	66
Боханский, 1 партия	2020	1,27	88	20	0	100	71
Заларинский район, 2 партии	2020	1,20	80	5	55	100	57
Тайшетский, 2 партии	2020	1,65	92	4	65	100	83
Усть-Удинский, 2 партии	2020	1,19	87	40	63	100	88
Ровесник (среднее)	2021	–	92	16	28	100	68
В том числе:							
Аларский, 2 партии	2021	1,39	94	8	23	100	88
Баяндаевский, 2 партии	2021	1,70	90	45	26	100	57
Боханский, 3 партии	2021	1,35	92	7	19	100	68
Заларинский, 2 партии	2021	1,53	93	3	46	100	60

Табл. 2. Результаты фитопатологического анализа зерна овса сорта Егорыч**Table 2.** Results of phytopathological analysis of Egorych cultivar oat grain

Сорт, район, число партий	Год урожая	ГТК	Микромицеты, %			Общее заражение, %	Всхожесть, %
			<i>Alternaria</i> spp.	<i>Bipolaris</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.		
Егорыч, Заларинский, 9 партий	2016	1,66	61	28	20	82	86
Егорыч (среднее)	2020		79	15	36	100	72
В том числе:							
Аларский, 2 партии	2020	1,17	82	13	45	100	63
Баяндаевский, 2 партии	2020	1,62	81	15	42	100	75
Боханский, 2 партии	2020	1,27	78	30	23	100	63
Заларинский, 2 партии	2020	1,20	72	11	43	100	62
Тайшетский, 2 партии	2020	1,65	90	4	35	100	80
Усть-Удинский, 3 партии	2020	1,19	74	20	32	100	86
Егорыч (среднее)	2021	–	90	10	27	100	57
В том числе:							
Аларский, 2 партии	2021	1,39	85	8	25	100	45
Баяндаевский, 3 партии	2021	1,70	83	7	16	96	50
Боханский, 3 партии	2021	1,35	96	10	37	100	65
Заларинский, 3 партии	2021	1,53	96	16	30	100	68

2021 г. – в Аларском и Баяндаевском районах. Влияние гидротермических условий на степень зараженности зерна *Bipolaris* spp. не установлено, так у сорта Егорыч при значении ГТК 1,65 зараженность составила 4%, а 1,27 – 30%, у сорта Ровесник при ГТК 1,62 зараженность 20%, 1,65 – 4%.

Встречаемость фитопатогенов из рода *Fusarium* spp. не зависела от сорта, но сильно отличалась по годам. В зерне большинства партий урожая 2015, 2016 гг. зараженность микромицетами *Fusarium* spp. была в интервале 1–24% (среднее 20–31%), а в урожае 2020, 2021 гг. преобладали партии с очень высоким заражением этим возбудителем – 23–93% (среднее 0–91%), 20–67% (среднее 16–46%) соответственно. Единичные партии были свободны от *Fusarium* spp. Зерно обоих анализируемых сортов овса наиболее сильно было заражено в 2020 г. во всех изучаемых районах при ГТК от 1,17 до 1,65, особенно сорта Ровесник – средняя зараженность партий этого сорта была на 18% больше по сравнению с сортом Егорыч.

Широкие диапазоны заражения микромицетами в пределах рассматриваемых годов, районов и сортов позволяют предположить, что степень зараженности партий овса зависит не только от этих факторов, но и от приемов агротехники при выращивании культуры, применяемой в конкретном хозяйстве. Микромицеты зараженных семян овса могут способствовать усилению патогенности почвы и отрицательно влиять на фитосанитарную ситуацию в зерновых севооборотах. В настоящее время они применяются в Иркутской области при зерноживотноводческой специализации предприятий со стойловым содержанием животных, требующей использования концентрированных зерновых кормов, что вынуждает хозяйства сокращать пары и пропашные культуры.

С точки зрения безопасности использования зерна на продовольственные и фуражные цели необходимо обратить внимание

на высокую зараженность в регионе зерна овса токсинообразующими грибами родов *Alternaria* и *Fusarium*. Отрицательное действие высокой зараженности фитопатогенными микромицетами проявилось в снижении лабораторной всхожести овса, которая в подавляющем числе партий не превышала 87% и не могла соответствовать по качеству российскому стандарту ГОСТ Р 52325–2005 (см. табл. 1 и 2)².

В целях получения высокого урожая зерна, свободного от микотоксинов, и формирования благоприятной ситуации в зерновых агроценозах при возделывании овса следует отдавать предпочтение агроприемам, снижающим накопление и распространение фитопатогенных микромицетов, и учитывать фитосанитарное состояние семян. Партии семян с высокой зараженностью требуют обязательного предпосевного протравливания фунгицидами, разрешенными для применения в Российской Федерации.

ВЫВОДЫ

1. Фитопатогенные микромицеты родов *Alternaria* и *Fusarium* являются преобладающими при заражении зерна партий овса, выращенных в Иркутской области в 2015, 2016 и 2020, 2021 гг. *Bipolaris* spp. встречается реже, но в подавляющем числе обследованных партий превышает порог вредоносности заражения семян.

2. Аграриям Иркутской области в целях производства безопасной продовольственной продукции необходимо обратить внимание на высокую зараженность в регионе зерна овса токсинообразующими грибами родов *Alternaria* и *Fusarium*.

3. Микромицеты зараженных семян овса могут способствовать усилению патогенности почвы и сыграть отрицательную роль в формировании фитосанитарной ситуации в зерновых севооборотах, широко применяемых в настоящее время в Иркутской области.

²Семена сельскохозяйственных растений. Сортные и посевные качества. Общие и технические условия. М.: Стандартинформ, 2009. 23 с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исачкова О.А. Устойчивость голозерного овса к семенной инфекции // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. № 2. С. 11–16. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-2-2.
2. Баталова Г.А. Селекция зерновых культур на иммунитет на Северо-Востоке Европейской территории России // Зерновое хозяйство России. 2017. № 3. С. 8–11.
3. Нешумаева Н.А., Голубев С.С. Оценка устойчивости овса к сибирской популяции возбудителя красно-бурой пятнистости *Drechslera avenae* // Достижения науки и техники АПК. 2018. № 5. С. 48–51.
4. Зобова Н.В., Луговцева С.Ю., Нешумаева Н.А. Исследование влияния метаболитов микомицетов рода *Fusarium* на каллусную культуру овса // Достижения науки и техники АПК. 2019. № 7. С. 24–28.
5. Власов А.Г., Купцов В.Н., Халецкий С.П., Коломиец Э.И. Применение биопестицида Бактавен для защиты посевов овса от болезней // Вестник защиты растений. 2017. № 2. С. 40–45.
6. Левитин М.М., Джавахия Г.Г. Токсикогенные грибы и проблемы продовольственной безопасности (обзор) // Достижения науки и техники АПК. 2020. № 12. С. 5–11.
7. Drakopoulos D., Kagi A., Alejandro G., Six J., Jenny E., Forrer H-R., Musa T., Meca G., Vogelgsang S. Prevention of *Fusarium* head blight infection and mycotoxins in wheat with cut-and-carry biofumigation and botanicals. *Field Crops Research*, 2020, no. 246, P. 107681.
8. Кононенко Г.П., Зотова А.Е., Буркин А.А. Опыт микотоксикологического обследования зернофуражных культур // Сельскохозяйственная биология. 2021. № 5. С. 958–967. DOI: 10.15389/agrobiology.2021.5.958rus.
9. Киселева М.Г., Седова И.Б., Чалый З.А., Захарова Л.П., Аристархова Т.Б., Тутельян В.А. Анализ продовольственного зерна в Российской Федерации на загрязненность широким спектром микотоксинов (на примере урожая 2018 года) // Сельскохозяйственная биология. 2021. № 3. С. 559–577. DOI: 10.15389/agrobiology.2021.3.559rus.
10. Орина А.С., Гаврилова О.П., Гагкаева Т.Ю., Гогина Н.Н. Контаминация зерна в Западной Сибири грибами *Alternaria* и их микотоксинами // Вестник защиты растений. 2021. № 3. С. 153–162.

11. Лоскутов И.Г., Шеленга Т.В., Конарев А.В., Хорева В.И., Шварда А.Л., Блинова Е.В., Гнутиков А.А. Биохимические аспекты взаимоотношений грибов и растений на примере фузариоза овса // Сельскохозяйственная биология. 2019. № 3. С. 575–588.
12. Орина А.С., Гаврилова О.П., Гагкаева Т.Ю., Лоскутов И.Г. Симбиотические взаимоотношения грибов *Fusarium* и *Alternaria*, колонизирующих зерно овса // Сельскохозяйственная биология. 2017. № 5. С. 986–994.
13. Sarrocco S., Vannacci G. Preharvest application of beneficial fungi as a strategy to prevent postharvest mycotoxin contamination: A review. *Crop Protection*, 2018, no. 110, pp. 160–170.
14. Кекало А.Ю., Заргарян Н.Ю., Филиппов А.С., Немченко В.В. Эффективность применения фунгицидов для защиты яровой пшеницы от корневых гнилей // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. № 3. С. 24–30. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-3-3.

REFERENCES

1. Isachkova O.A. Resistance of hulless oats to seed infection. *Sibirskij vestnik sel'skokhozyaistvennoy nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2018, no. 2, pp. 11–16. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2018-2-2.
2. Batalova G.A. Grain crop breeding for immunity in the north-east of the European territory of Russia. *Zernovoe khozyaistvo Rossii = Grain economy of Russia*, 2017, no. 3, pp. 8–11. (In Russian).
3. Neshumaeva N.A., Golubev S.S. Evaluation of oat resistance to Siberian population of a pathogenic agent of leaf stripe DRECHSLERA AVENAE. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2018, no. 5, pp. 48–51. (In Russian).
4. Zobova N.V., Lugovtsova S.Yu., Neshumaeva N.A. Study of the influence of mycomycetes' metabolites of fusarium genus on callus oat culture. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2019, no. 7, pp. 24–28. (In Russian).
5. Vlasov A.G., Kuptsov V.N., Khaletsky S.P., Kolomiets E.I. Application of Bactaven biopesticide in oat crop protection against diseases. *Vestnik zashchity rastenij = Plant Protection News*, 2017, no. 2, pp. 40–45. (In Russian).

6. Levitin M.M., Dzhavakhiya V.G. Toxigenic fungi and food security issues (review). *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2020, no. 12, pp. 5–11. (In Russian).
7. Drakopoulos D., Kägi A., Alejandro G., Six J., Jenny E., Forrer H-R., Musa T., Meca G., Vogelgsang S. Prevention of Fusarium head blight infection and mycotoxins in wheat with cut-and-carry biofumigation and botanicals. *Field Crops Research*, 2020, no. 246, p. 107681.
8. Kononenko G.P., Zotova E.V., Burkin A.A. Advances in mycotoxicological research of forage grain crops. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2021, no. 5, pp. 958–967. (In Russian). DOI: 10.15389/agrobiology.2021.5.958rus.
9. Kiseleva M.G., Sedova I.B., Chalyy Z.A., Zakharova L.P., Aristarkhova T.V., Tutelyan V.A. Multi-mycotoxin screening of food grain produced in Russia in 2018, *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2021, no. 3, pp. 559–577. (In Russian). DOI: 10.15389/agrobiology.2021.3.559rus.
10. Orina A.S., Gavrilova O.P., Gagkaeva T.Yu., Gogina N.N. Contamination of grain in West Siberia by *Alternaria* fungi and their mycotoxins. *Vestnik zaschity rastenij = Plant Protection News*, 2021, no. 3, pp. 153–162. (In Russian).
11. Loskutov I.G., Shelenga T.V., Konarev A.V., Horeva V.I., Shvarda A.L., Blinova E.V., Gnutikov A.A. Biochemical aspects of interactions between fungi and plants: a case study of *Fusarium* in oats. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2019, no. 3, pp. 575–588. (In Russian).
12. Orina A.S., Gavrilova O.P., Gagkaeva T. Yu., Loskutov I.G. Symbiotic relationships between aggressive *Fusarium* and *Alternaria* fungi colonizing oat grain. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2017, no. 5, pp. 986–994. (In Russian).
13. Sarrocco S., Vannacci G. Preharvest application of beneficial fungi as a strategy to prevent post-harvest mycotoxin contamination: A review. *Crop Protection*, 2018, no. 110, pp. 160–170.
14. Kekalo A.Yu., Zargaryan N.Yu., Filippov A.S., Nemchenko V.V. Efficiency of application of fungicides for spring wheat protection against root rots. *Sibirskij vestnik sel'skokhozyaistvennoy nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2019, no. 3, pp. 24–30. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2019-3-3.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Разина А.А.**, кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник; **адрес для переписки:** 664511, Иркутская область, Иркутский район, с. Пивовариха, ул. Дачная, 14; e-mail: gnu_iniish_nauka@mail.ru

Дятлова О.Г., научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Alfia A. Razina**, Candidate of Science in Biology, Associate Professor, Senior Researcher; **address:** 14, Dachnaya St., Pivovarikha, Irkutsk district, Irkutsk region, 664511; e-mail: gnu_iniish_nauka@mail.ru

Olga G. Dyatlova, Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 20.01.2021
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 05.04.2022
Дата публикации / Published 25.05.2022



БЕЛКОВО-ВИТАМИННАЯ МУКА ИЗ ПШЕНИЧНЫХ ОТРУБЕЙ, ОБОГАЩЕННАЯ ФИТАЗОЙ В РАЦИОНЕ ПЕРЕПЕЛОВ

¹ (✉) Рогачёв В.А., ¹Мерзлякова О.Г., ²Лукьянчикова Н.Л., ¹Магер С.Н.

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

²Сибирский филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова
Российской академии наук
Новосибирск, Россия

(✉) e-mail: helmmet@mail.ru

Представлены результаты эксперимента по использованию в рационе выращиваемых перепелов фракционированной белково-витаминной муки из пшеничных отрубей (в чистом виде и в смеси с ферментным препаратом, выпускаемым под торговой маркой Фитбест) с размером частиц 140 мкм. Опыт продолжительностью 60 дней проведен по общепринятой методике на перепелах японской породы. Для эксперимента три аналогичные группы по 80 гол. (одна контрольная и две опытные) сформированы в суточном возрасте птиц. Все группы получали основной рацион, приготовленный с учетом возраста и физиологических особенностей перепелов. В рационе молодняка 1-й и 2-й опытных групп часть пшеницы (7%) комбикорма заменили пшеничной белково-витаминной мукой (размер частиц 140 мкм). При этом перепелам 2-й опытной группы скармливали белково-витаминную муку с ферментным препаратом Фитбест Р5000 GT, предназначенным для повышения биодоступности фосфора, минеральных элементов и аминокислот из компонентов кормов для сельскохозяйственной птицы и свиней. Птицу содержали в клеточной батарее при соблюдении требуемых условий микроклимата. Изучено влияние скармливания экспериментальных добавок на сохранность поголовья цыплят, интенсивность их роста, мясную продуктивность, химический и аминокислотный состав мяса (фарша), гематологические показатели. Введение в комбикорм перепелов белково-витаминной муки из пшеничных отрубей в чистом виде и с ферментным препаратом Фидбест Р5000 GT повысило сохранность птицы на 3,01%, среднесуточный прирост живой массы на 3,09 и 3,44% при практически равных затратах кормов на единицу продукции. В мясе птицы, потреблявшей в составе комбикорма муку из пшеничных отрубей с препаратом, содержащим фитазу, содержание жира, кальция и фосфора увеличилось соответственно в 1,17; 1,13 и 1,17 раза. Концентрация кальция и фосфора в мясе перепелов, получавших муку без ферментного препарата, была ниже, чем у аналогов, потреблявших муку с фитазой в 1,2 и 1,1 раза. Биохимические показатели крови всех подопытных цыплят оставались в пределах физиологической нормы.

Ключевые слова: перепела, комбикорм, белково-витаминная мука, ферментный препарат, сохранность, живая масса

PROTEIN-VITAMIN FLOUR FROM WHEAT BRAN ENRICHED WITH PHYTASE IN THE DIET OF QUAILS

✉ ¹Rogachev V.A., ¹Merzlyakova O.G., ²Lukyanchikova N.L., ¹Mager S.N.

¹*Siberian Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia*

²*Siberian branch of Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Center for
Food Systems named after V.M. Gorbatov RAS
Novosibirsk, Russia*

✉ e-mail: helmmet@mail.ru

The results of the experiment on the use of fractionated protein-vitamin wheat bran flour (pure and mixed with enzyme preparation produced under Feedbest® trade mark) with particle size 140 microns in the ration of growing quails are presented. The experiment lasting 60 days was conducted according to the generally accepted methodology on quails of the Japanese breed. For the experiment, three similar groups of 80 birds each (one control and two experimental) were formed at one day of age. All groups received a basic diet prepared taking into account the age and physiological characteristics of quails. In the diet of young animals of the 1st and 2nd experimental groups a part of wheat (7%) mixed fodder was replaced by wheat protein-vitamin flour (particle size 140 microns). The quails of the 2nd experimental group were fed protein-vitamin meal with the enzyme preparation Feedbest® P5000 GT designed to increase the bioavailability of phosphorus, mineral elements and amino acids from components of feed for poultry and pigs. The birds were kept in a cage battery under the required microclimate conditions. The effect of feeding experimental additives on the safety of chickens, the intensity of their growth, meat productivity, chemical and amino acid composition of meat (minced meat), hematological parameters was studied. Introduction of protein-vitamin wheat bran meal pure and enzyme preparation Feedbest® P5000 GT into quail mixed fodder increased bird survival by 3.01%, average daily gain of live weight by 3.09 and 3.44% with almost equal feed expenses per unit production. The fat, calcium and phosphorus content in the meat of poultry fed with wheat bran flour containing phytase increased by 1.17, 1.13 and 1.17 times, respectively. The concentration of calcium and phosphorus in the meat of quail that received flour without enzyme preparation was 1.2 and 1.1 times lower than that of their counterparts that consumed flour with phytase. Biochemical blood parameters of all the experimental chickens remained within the physiological norm.

Keywords: quail, compound feed, protein-vitamin flour, enzyme preparation, livability, live weight

Для цитирования: Рогачёв В.А., Мерзлякова О.Г., Лукьянчикова Н.Л., Мажер С.Н. Белково-витаминная мука из пшеничных отрубей, обогащенная фитазой в рационе перепелов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 2. С. 46–54. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-6>. EDN IXOMCC.

For citation: Rogachev V.A., Merzlyakova O.G., Lukyanchikova N.L., Mager S.N. Protein-vitamin flour from wheat bran enriched with phytase in the diet of quails. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2022, vol. 52, no. 2, pp. 46–54. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-6>. EDN IXOMCC.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Оптимизация кормления сельскохозяйственной птицы предполагает сбалансированность рационов по незаменимым питательным элементам [1]. Следовательно, особое значение имеют разработки, направленные на повышение эффективности использования зернового сырья в комбикормах. При сортовых помолах зерна пшеницы и ржи от зерновки отделяются оболочки, алейроновый слой и зародыш, морфологические части, содержащие биологически ценные компоненты^{1,2} [2–4]. В Сибирском филиале Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук занимаются обоснованием возможности выработки биологически активных кормовых высокобелковых и белково-витаминных добавок из продуктов мукомольного производства (отрубей). Фракции, получаемые при размоле отрубей и их разделении на ситах, различаются по биохимическому составу. Высокобелковая мука является очень мелкой фракцией (50–60 мкм) размолы. В мелкодисперсной фракции (140 мкм) содержится больше белка и витаминов, но меньше сырой клетчатки по сравнению с крупными фракциями (400–800 мкм). Аминокислотный состав белка полученных фракций значительно отличается от состава белков эндосперма пшеницы и характеризуется более сбалансированной аминокислотной композицией [5]. Содержание диетических волокон в отрубях пшеницы может достигать более 50%. Они представлены в основном некрахмальными полисахаридами: арабиноксиланами, β -глюканами, фруктанами, целлюлозой [6]. В наших предыдущих исследованиях установлено, что использование в рационе несушек перепелов фракционированной муки из пшеничных отрубей с размером частиц 140 мкм взамен 7% пшеницы комбикорма яв-

ляется наиболее эффективным [7]. Эта мелкая фракция муки содержит больше белка и почти в 2 раза меньше сырой клетчатки, чем крупные фракции (400–800 мкм), поскольку обогащена элементами алейронового слоя и зародыша, концентрация белка в которых достигает 35%, а целлюлоза и лигнин практически отсутствуют. Алейроновый слой характеризуется также более высоким содержанием растворимых волокон по сравнению с внешними оболочками зерна [8]. Преобладание элементов алейронового слоя и зародыша в мелкой фракции муки объясняется их более хрупкой структурой по сравнению с внешними оболочками зерна, они легче поддаются сухому размолу и образуют мелкодисперсный порошок. Основной формой сохранения фосфата в злаках, бобовых и орехах является фитиновая кислота. В комплексе с этим природным соединением может находиться до 80% всего фосфора семян. Почти 90% фитиновой кислоты злаков локализовано в алейроновом слое, некоторое количество (10%) находится в зародыше [9]. Фитиновая кислота считается антиалиментарным фактором из-за способности прочно связывать ионы железа, кальция, цинка и магния с образованием фитат-минеральных комплексов, растворимость и усвояемость которых понижена. В пшеничных отрубях концентрация фитиновой кислоты составляет 3116–5839 мг/100 г [10]. Во время прорастания зерна фитиновая кислота разлагается под действием эндогенных фитаз, в результате чего биодоступность фосфора и 2-валентных ионов возрастает. Добавление препаратов, содержащих фитазу, в отруби должно способствовать ферментативному разрушению фитатов и, как следствие, увеличению биодоступности минералов. Поэтому актуальными являются исследования влияния фитазы, вносимой в кормовую добавку из фракционированной белково-вита-

¹Сивильгаев А.В., Скрябин В.А., Реймер В.А. Производство и применение активированных высокобелковых добавок из зернового сырья // Сборник статей II Международной конференции «Пища, экология, качество». Краснообск, 2002. С. 216.

²Мачихин Л.И., Скрябин В.А. Выработка белково-витаминных продуктов из вторичного зернового сырья // Пища. Экология. Качество. Труды V Международной научно-практической конференции / РАСХН. Сибирское отделение. ГНУ СибНИПТИП. Новосибирск, 2008. С. 144–146.

минной муки пшеничных отрубей, на продуктивность и физиологическое состояние птицы.

Цель исследований – оценить эффективность использования в рационах выращиваемых до 60-дневного возраста перепелов белково-витаминной фракции пшеничных отрубей (степень помола 140 мкм), обогащенных ферментным препаратом нового поколения Фитбест® P5000 GT.

Задачи исследования – определить влияние изучаемой кормовой добавки на сохранность и интенсивность роста цыплят перепелов, их мясную продуктивность, химический и аминокислотный состав мяса, биохимические показатели крови.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Опыт продолжительностью 60 дней проведен по общепринятой методике в 2021 г. на перепелиной ферме физиологического двора Сибирского научно-исследовательского и проектно-технологического института животноводства Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий Российской академии наук (СибНИПТИЖ СФНЦА РАН) на перепелах японской породы, сформированных в суточном возрасте в три аналогичные группы (одна контрольная и две опытных) по 80 гол. в каждой³ (см. табл. 1).

Табл. 1. Схема опыта

Table 1. Experiment scheme

Группа	Число, гол.	Условия кормления
Контрольная	80	ОР (основной рацион – комбикорм)
Опытная:		
1-я	80	ОР, содержащий 7% белково-витаминной фракции пшеничных отрубей (помол 140 мкм)
2-я	80	ОР, содержащий 7% белково-витаминной фракции пшеничных отрубей (помол 140 мкм) с ферментным препаратом Фитбест® P5000 GT (дозировка 300 г/т)

Условия содержания птицы и микроклимат в клеточной батарее соответствовали зоотехническим требованиям. Всей подопытной птице скармливали одинаковый основной рацион (комбикорм), приготовленный с учетом возраста и физиологических особенностей перепелов. Межгрупповые различия заключались в следующем: птица контрольной группы получала только основной рацион (ОР), перепела 1-й и 2-й опытных групп потребляли ОР, в котором часть пшеницы (7%) была заменена белково-витаминной фракцией пшеничных отрубей со степенью помола 140 мкм. При этом перепела 2-й опытной группы получали белково-витаминную фракцию пшеничных отрубей, в которую введен ферментный препарат Фитбест® P5000 GT, предназначенный для повышения биодоступности фосфора, минеральных элементов и аминокислот из компонентов кормов для сельскохозяйственной птицы и свиней. Термостабильный препарат нового поколения Фитбест® P5000 GT обеспечивает высвобождение более половины связанного в белковой матрице с фитином Р и аминного азота, хелатированных минералов (Ca, Mg, Zn, Cu, Fe и др.), устраняет антиалиментарные факторы, увеличивает доступность питательных веществ и энергии корма. Дозировка ферментного препарата (300 г/т корма) соответствует норме для цыплят-бройлеров, рекомендуемой в инструкции по его применению. Белково-витаминная мука с размером частиц 140 мкм, используемая в эксперименте, выработана на опытном стенде Сибирского филиала ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН путем размолла пшеничных отрубей на пальцевой мельнице и дальнейшего фракционирования на ситах. Выход требуемой фракции составляет 50% от исходной массы пшеничных отрубей.

Рационы составляли в соответствии с нормами Всероссийского научно-исследовательского технологического института

³Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы / под общ. ред. В.И. Фисинина и Ш.А. Имангулова. Сергиев Посад, 2000. 33 с.

птицеводства РАН⁴ [1]. Комбикорма, скормливаемые по поедаемости, содержали рекомендуемое количество обменной энергии и основных питательных веществ. Первые 5 дней цыплятам дополнительно к комбикорму скормливали вареные перепелиные яйца с целью улучшения адаптации птицы к внешней среде. Учет поедаемости кормов осуществляли ежедневно путем взвешивания заданных кормов и их остатков. Ежедневно велось наблюдение за поведением и состоянием здоровья перепелов. Контрольные взвешивания птицы проводили при постановке на опыт, в возрасте 30 дней и в 2-месячном возрасте по окончании периода выращивания. В 60-дневном возрасте произведен убой петушков перепелов, отобранных с учетом средней по группе живой массы (по три головы из каждой группы) (см. сноску 3). Химический состав комбикорма, муки из пшеничных отрубей и мяса перепелов исследовали в биохимической лаборатории СибНИПТИЖа СФНЦА РАН по общепринятым методикам зоотехнического анализа. Биохимический состав крови птицы определяли в лаборатории биотехнологий Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока СФНЦА РАН. Полученный в опыте цифровой материал обработан методом вариационной статистики на персональном компьютере с помощью программного обеспечения Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Комбикорм для перепелов приготовили с учетом их возраста и в соответствии с основными требованиями для данного вида птицы: сбалансированность, высокая калорийность и необходимая степень измельчения (см. табл. 2). Комбикорма скормливали по поедаемости.

По энергетической питательности чистая и обогащенная ферментным препаратом Фитбест® P5000 GT фракционированная белково-витаминная мука пшеничных отру-

Табл. 2. Структура и питательность комбикормов для перепелов

Table 2. Structure and nutritional value of mixed fodder for quails

Компонент	Возраст, дней	
	0–30	31–60 и старше
<i>Структура, %</i>		
Пшеница фуражная	60,0	57,0
Соя полножирная	10,0	10,0
Жмых подсолнечниковый	10,0	10,0
Мука рыбная	5,0	–
Мука мясо-костная	5,0	10,0
Дрожжи кормовые	5,0	5,0
Премикс	1,0	1,0
Трикальцийфосфат	2,0	2,0
Мел кормовой	2,0	2,0
Ракушка	–	3,0
<i>В 100 г комбикорма содержится</i>		
Обменная энергия, МДж		
по сырым ПВ	1,28	1,32
по переваримым ПВ	1,10	1,11
Сырой протеин, %	26,40	20,88
Переваримый протеин, %	15,45	14,60
Сырой жир, %	3,71	3,83
Сырая клетчатка, %	7,29	3,97
БЭВ, %	41,28	45,49
Сырая зола, %	1,31	1,21
Кальций, %	1,46	1,84
Фосфор, %	0,86	1,01

бей были практически равны (различие по концентрации ОЭ 0,78%). Существенных различий между ними по содержанию сырого протеина (различие 0,35%) и аминокислотному индексу (сбалансированности по аминокислотам) (различие 2,06%) также не отмечено (см. табл. 3).

В 1 кг фракционированной белково-витаминной муки пшеничных отрубей со степенью помола 140 мкм содержание витаминов В₁ составило 7,6 мг, витамина В₃ – 3,8 мг,

⁴Рекомендации по кормлению сельскохозяйственной птицы / под общ. ред. В.И. Фисинина и Ш.А. Имангулова, И.А. Егорова, Т.М. Околеловой. Сергиев Посад, 2003. 142 с.

Табл. 3. Питательность и химический состав фракционированной белково-витаминной муки пшеничных отрубей (степень помола 140 мкм)
Table 3. Nutritional value and chemical composition of fractionated protein-vitamin wheat bran flour (degree of grinding 140 microns)

Показатель	Фракционированная белково-витаминная мука пшеничных отрубей	
	чистая	с ферментным препаратом Фидбест® P5000 GT
Обменная энергия, МДж/кг	14,17	14,06
<i>Химический состав, %</i>		
Сырой протеин	14,68	15,03
Сырой жир	3,86	3,97
Сырая клетчатка	3,80	3,09
БЭВ	60,7	57,51
Сырая зола	2,86	2,98
Кальций	0,500	0,546
Фосфор	0,252	0,246
Сумма незаменимых аминокислот	4,297	3,686
Сумма заменимых аминокислот	8,035	7,038
Всего аминокислот	12,332	10,724
Аминокислотный индекс	0,535	0,524

витамина В₅ – 72,3 мг, витамина Е – 31,0 мг, что больше, чем в исходных пшеничных отрубях в 2,17; 1,52; 1,64 и 1,24 раза соответственно.

Установлено, что использование в рационах перепелов белково-витаминной муки пшеничных отрубей со степенью помола 140 мкм в чистом виде и обогащенной ферментным препаратом Фидбест® P5000 GT оказало положительное влияние на сохранность и интенсивность роста птицы (см. табл. 4).

Сохранность цыплят в 1-й и 2-й опытных группах увеличилась по отношению к контролю на 3,01%, среднесуточный прирост живой массы (за 60 дней опыта) – на 3,09 и 3,44% ($p > 0,05$) при практически равных затратах корма на единицу продукции (максимальное межгрупповое различие между контрольной и 2-й опытной группой составило 1,75%). Потребление кормов птицей 1-й и 2-й опытных групп возросло в сравнении с контрольными аналогами незначительно – на 3,55 и 5,0%.

Результаты контрольного убоя цыплят перепелов показали, что масса потрошенной тушки в 1-й и 2-й опытных группах была больше, чем в контроле, на 1,44 и 3,36% ($p > 0,05$) (см. табл. 5). Межгрупповые различия по убойному выходу незначительны (максимум 1,92%).

Табл. 4. Сохранность, прирост живой массы цыплят-перепелов и расход корма на 1 кг прироста
Table 4. Safety, live weight gain of quail chickens and feed consumption per 1 kg of gain

Показатель	Группа		
	контрольная	опытная	
		1-я	2-я
Сохранность, %	94,00	97,01	97,01
Живая масса, г:			
в начале опыта	8,50 ± 0,07	8,50 ± 0,09	8,73 ± 0,07
в возрасте 30 дней	79,81 ± 2,42	90,32 ± 2,42	85,31 ± 2,08
в возрасте 60 дней	183,37 ± 2,53	188,73 ± 2,55	189,26 ± 2,04
Прирост живой массы за 60 дней, г:			
абсолютный	174,87 ± 2,39	180,23 ± 2,44	180,53 ± 2,38
среднесуточный	2,91 ± 0,03	3,0 ± 0,04	3,01 ± 0,03
Потреблено кормов за 60 дней, кг	1,100	1,139	1,155
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	6,29	6,32	6,40

Табл. 5. Результаты контрольного убоя подопытной птицы**Table 5.** Results of control slaughter of experimental poultry

Показатель	Группа		
	контрольная	опытная	
		1-я	2-я
Предубойная живая масса, г	180,12 ± 0,77	185,43 ± 0,68	184,29 ± 0,59
Масса потрошеной тушки, г	139,0 ± 0,84	141,00 ± 0,63	143,67 ± 0,99
Убойный выход, %	77,17 ± 0,43	76,04 ± 0,95	77,96 ± 0,53

Табл. 6. Химический и аминокислотный состав мяса (фарша) цыплят перепелов, %**Table 6.** Chemical and amino acid composition of meat (minced meat) of quail chickens, %

Показатель	Группа		
	контрольная	опытная	
		1-я	2-я
Сухое вещество	29,27 ± 0,17	31,02 ± 0,09	30,14 ± 0,20
Белок	19,67 ± 0,27	20,32 ± 0,11	19,58 ± 0,22
Жир	6,00 ± 0,19	7,07 ± 0,10	7,00 ± 0,10
Зола	3,60 ± 0,08	3,63 ± 0,05	3,56 ± 0,04
Кальций	1,329 ± 0,004	1,250 ± 0,005	1,504 ± 0,004
Фосфор	0,800 ± 0,005	0,846 ± 0,006	0,933 ± 0,005
Аминокислоты:			
Сумма незаменимых аминокислот (аргинин, валин, гистидин, лизин, лейцин, изолейцин, триптофан, треонин, тирозин, фенилаланин)	7,81	7,76	7,72
Сумма заменимых аминокислот (пролин, серин, аланин, глицин, глутамин, аспарагин, цистин)	8,46	7,99	7,92
Аминокислотный индекс	0,92	0,97	0,97

Включение в рацион белково-витаминной муки пшеничных отрубей сказалось на химическом составе мяса (фарша) цыплят перепелов (см. табл. 6). Первая опытная группа превосходила контрольную по содержанию в мясе сухого вещества на 1,75% ($p > 0,05$), жира в 1,18 раза, но уступала ей по концентрации кальция в 1,06 раза ($p > 0,05$). В мясе птицы 2-й опытной группы, потреблявшей в составе комбикорма пшеничные отруби с ферментным препаратом, содержалось больше по сравнению с контролем

сухого вещества на 0,87%, жира в 1,17 раза ($p < 0,01$), кальция и фосфора в 1,13 и 1,17 раза ($p < 0,05$). Концентрация кальция и фосфора в мясе перепелов, получавших муку без ферментного препарата, была ниже, чем у аналогов, потреблявших муку с фитазой, в 1,2 и 1,1 раза.

Существенных межгрупповых различий в сбалансированности мяса по аминокислотам не отмечено. Аминокислотный индекс мяса перепелов контрольных аналогов, 1-й и 2-й опытных групп отмечен практически одинаковым (в пределах 0,92–0,97).

Табл. 7. Биохимические показатели крови цыплят перепелов

Table 7. Biochemical blood parameters of quail chickens

Показатель	Группа		
	контрольная	опытная	
		1-я	2-я
Общий белок, г/л	38,15 ± 1,54	38,50 ± 0,75	39,12 ± 1,60
Альбумин, г/л	21,08 ± 1,22	20,81 ± 0,74	21,69 ± 0,83
Глобулин, г/л	17,07 ± 0,43	17,69 ± 0,35	17,43 ± 0,76
АСТ, ед/л	280,77 ± 27,18	278,32 ± 19,18	293,03 ± 35,10
АЛТ, ед/л	15,67 ± 3,16	14,73 ± 1,58	14,73 ± 3,68
Кальций, ммоль/л	2,41 ± 0,07	2,47 ± 0,09	2,57 ± 0,07
Фосфор, ммоль/л	2,32 ± 0,13	3,15 ± 0,51	3,19 ± 0,47
Глюкоза, ммоль/л	4,54 ± 0,27	5,02 ± 0,31	4,70 ± 0,21

Гематологические исследования свидетельствуют о том, что все подопытные перепела были клинически здоровы (см. табл. 7). Существенных межгрупповых различий по биохимическим показателям крови птицы не отмечено.

ВЫВОДЫ

1. Использование в рационах перепелов белково-витаминной муки пшеничных отрубей со степенью помола 140 мкм в чистом виде и с ферментным препаратом Фитбест® P5000 GT (взамен 7% пшеницы комбикорма) оказало положительное влияние на зоотехнические показатели выращивания птицы. Сохранность цыплят в опытных группах увеличилась по отношению к контролю на 3,01%, среднесуточный прирост живой массы – на 3,09 и 3,44% ($p < 0,05$) при практически равных затратах корма на единицу продукции. Межгрупповые различия по убойному выходу незначительны (максимум 1,92%).

2. В мясе птицы, потреблявшей в составе комбикорма белково-витаминную муку пшеничных отрубей с препаратом Фитбест® P5000 GT, содержащим фитазу, зарегистрировано по сравнению с контролем больше жира, кальция и фосфора соответственно в 1,17; 1,13 и 1,17 раза ($p < 0,05$). Концентрация кальция и фосфора в мясе

перепелов, получавших муку без ферментного препарата, была ниже, чем у аналогов, потреблявших муку с фитазой, в 1,2 и 1,1 раза. Биохимические показатели крови всех подопытных цыплят оставались в пределах физиологической нормы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фисинин В.И., Егоров И.А., Околелова Т.М., Имангулов Ш.А. Кормление сельскохозяйственной птицы: монография. Сергиев Посад, 2003. 375 с.
2. Вишняков А., Власов В., Тоньшина Т., Новицкий О., Панин И. Мука зародышей пшеницы в комбикормах // Комбикорма. 2003. № 4. С. 41–42.
3. Казаков Е.Д., Кретович В.Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки: монография. М.: Агропромиздат, 1989. 368 с.
4. Якунина Н., Мальцева Н., Ядришенская О., Невинный В. Кормовая добавка из зародышей пшеницы // Комбикорма. 2004. № 4. С. 37–38.
5. Скрябин В.А., Сабоев И.А., Табанюхов К.А. Побочные продукты мукомольно-крупяного производства как источник белка повышенной биологической ценности // Инновации и продовольственная безопасность, 2019. № 3 (25). С. 105–111.
6. Лукьянчикова Н.Л., Скрябин В.А., Табанюхов К.А. Особенности состава отрубей пшеницы и ржи и их роль в профилактике хронических заболеваний человека. Обзор //

Инновации и продовольственная безопасность. 2020. № 4 (30). С. 41–58.

7. *Рогачёв В.А., Мерзлякова О.Г., Чегодаев В.Г., Лукьянчикова Н.Л.* Фракционированная белково-витаминная мука из пшеничных отрубей в рационах несушек перепелов // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2021. № 11 (196). С. 40–48.
8. *Hemery Y., Rouau X., Lullien-Pellerin V., Barron C., Abecassis J.* Dry processes to develop wheat fractions and products with enhanced nutritional quality // Journal of Cereal Science. 2007. N 46. P. 327–347.
9. *Dost K., Tokul O.* Determination of phytic acid in wheat and wheat products by reverse phase high performance liquid chromatography // Analytica Chimica Acta. 2006. N 558. P. 22–27.
10. *Bilgili N., Ibanoglu. S.* Effect of wheat germ and wheat bran on the fermentation activity, phytic acid content and colour of tarhana // Journal of Food Engineering. 2007. N 78. P. 681–686.

REFERENCES

1. *Fisinin V.I., Egorov I.A., Okolelova T.M., Imangulov S.A.* Feeding of poultry. Sergiev Posad, 2003, 375 p. (In Russian).
2. *Vishnyakov A., Vlasov V., Tonshina T., Novitsky O., Panin I.* Flour of wheat germ in compound feeds. *Kombikorma = Compound feeds*, 2003, no. 4., pp. 41–42. (In Russian).
3. *Kazakov E.D., Kretovich V.L.* Biochemistry of grain and products of its processing. Moscow, Agropromizdat Publ., 1989, 368 p. (In Russian).
4. *Yakunin, N., Maltsev N., Adriansky O., Nevinny V.* Feed additive of wheat germ. *Kombikorma = Compound feeds*, 2004, no. 4, pp. 37–38. (In Russian).

ma = Compound feeds, 2004, no. 4, pp. 37–38. (In Russian).

5. *Skryabin V.A., Sabayev I.A., Tabanyukhov K.A.* By-products of milling and corn production as a source of protein of increased biological value. *Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost' = Innovation and food safety*, 2019, no. 3 (25), pp. 105–111. (In Russian).
6. *Lukyanchikova N.L., Skryabin V.A., Tabanyukhov K.A.* Peculiarities of the composition of wheat and rye bran and their role in the prevention of chronic diseases. Review. *Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost' = Innovations and food safety*, 2020, no. 4 (30), pp. 41–58. (In Russian).
7. *Rogachev V.A., Merzlyakova O.G., Chego daev V.G., Lukyanchikova N.L.* Fractionated protein and vitamin flour from wheat bran in the diets of laying quails. *Kormlenie sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo = Feeding of farm animals and feed production*, 2021, no.11 (196), pp. 40–48. (In Russian).
8. *Hemery Yu., Ruau H., Lullien-Pellerin V., Barron S., Abekassis J.* Dry processes for obtaining wheat fractions and products with increased nutritional quality. *Journal of Grain Sciences*, 2007, no. 46, pp. 327–347.
9. *Dost K., Tokul O.* Determination of phytic acid in wheat and wheat products by high-performance liquid chromatography with a reverse phase. *Analytica Chimica Acta*, 2006, no. 558, pp. 22–27.
10. *Have Bilgili N., Ibanoglu. S.* Effect of wheat germ and wheat bran on the activity of fermentation, the contents of phytic acid and color Tarkhany. *Journal of food engineering*, 2007, no. 78, pp. 681–686.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Рогачёв В.А.**, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, а/я 463, СФНЦА РАН; e-mail: helmnet@mail.ru

Мерзлякова О.Г., старший научный сотрудник
Лукьянчикова Н.Л., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Магер С.Н., доктор биологических наук, руководитель структурного подразделения СибНИПТИЖ СФНЦА РАН

AUTHOR INFORMATION

✉ **Victor A. Rogachev**, Doctor of Science in Agriculture, Laboratory Head; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: helmnet@mail.ru

Olga G. Merzlyakova, Senior Researcher

Nina L. Lukyanchikova, Candidate of Science in Biology, Senior Researcher

Sergey N. Mager, Doctor of Science in Biology, Business Unit Supervisor at Siberian Research Institute of Animal Husbandry SFSCA RAS

Дата поступления статьи / Received by the editors 22.12.2021
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 17.03.2022
Дата публикации / Published 25.05.2022

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА НА АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ЭНДОМЕТРИТА КОРОВ

Нефедова Е.В., ✉ Шкиль Н.Н.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

✉ e-mail: nicola07@mail.ru

Главный этиологический фактор возникновения эндометритов – патогенная и условно-патогенная микрофлора, проникающая в матку в послеродовой период, во время течки, искусственного осеменения загрязненной спермой. Проведено исследование с целью изучения изменения антибактериальной чувствительности микроорганизмов при терапии послеродового гнойно-катарального эндометрита коров препаратом, содержащим наночастицы серебра. Для изучения роли условно-патогенной микрофлоры в этиологии послеродовых гнойно-катаральных эндометритов проведено клиническое исследование 150 коров в условиях хозяйства Новосибирской области в период массового отела. Животных по принципу аналогов разделили на опытную и контрольную группы. Контрольной группе вводили рыбий жир внутриматочно в дозе 150 мл с окситетрациклином гидрохлоридом в дозе 40 мг/кг живой массы, 1 раз в 48 ч и утеротон внутримышечно в дозе 10 мл, однократно 1 раз в 48 ч. Опытной группе вводили внутриматочно 10%-й водный раствор арговита в дозе 100 мл, 1 раз в 48 ч и утеротон внутримышечно 10 мл, однократно 1 раз в 48 ч. Установлено, что при лечении послеродового гнойно-катарального эндометрита коров препаратом арговит уменьшается средний срок лечения заболевания в 1,8 раза по сравнению препаратом в контрольной группе. При лечении послеродового гнойно-катарального эндометрита коров препаратом арговит установлен рост антибиотикочувствительности изолированной микрофлоры к 21 препарату (87,5%) – от 1,2 до 100%. В контрольной группе отмечено снижение антибиотикочувствительности выделенной микрофлоры к 18 (75%) препаратам – от 1,1 до 28,7%.

Ключевые слова: гнойно-катаральный эндометрит, наночастицы серебра, антибиотикорезистентность, микроорганизмы

EFFECT OF SILVER NANOPARTICLES ON ANTIBIOTIC RESISTANCE OF MICROORGANISMS IN THE TREATMENT OF ENDOMETRITIS IN COWS

Nefedova E.V., ✉ Shkil N.N.

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

Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russia

✉ e-mail: nicola07@mail.ru

The main etiological factor in endometritis is pathogenic and opportunistic pathogenic microflora entering the uterus during the postpartum period, during estrus, artificial insemination with contaminated sperm. A study was carried out to investigate changes in antibacterial sensitivity of microorganisms during therapy after labor purulent-catarrhal endometritis of cows with a preparation containing silver nanoparticles. To study the role of opportunistic pathogenic microflora in the etiology of postpartum purulent-catarrhal endometritis a clinical study of 150 cows in a farm in the Novosibirsk region during mass calving was carried out. Animals were divided into experimental and control groups according to the analogy principle. The control group received fish oil intramuscularly in a dose of 150 ml with oxytetracycline hydrochloride in a dose of 40 mg/kg of live weight once every 48 hours and uteroton intramuscularly in a dose of 10 ml once every 48 hours. The experimental group received intrauterine injections of argovit 10% aqueous solution at a dose of 100 ml once every 48 h and uteroton intramuscularly at a dose of 10 ml once every 48 h. It was found that the treatment of postpartum purulent-catarrhal endometritis of cows with argovit decreased the average duration of treatment of the disease by 1.8 times compared to the preparation in the control group. When treating postpartum purulent-catarrhal endometritis of cows with argovit, an increase

in antibiotic sensitivity of the isolated microflora to 21 drugs (87.5%) from 1.2 to 100% was found. In the control group, there was a decrease in antibiotic sensitivity of the isolated microflora to 18 (75%) preparations from - 1.1 to 28.7%.

Keywords: clinical endometritis, silver nanoparticles, antibiotic resistance, microorganisms.

Для цитирования: Неведова Е.В., Шкиль Н.Н. Влияние наночастиц серебра на антибиотикорезистентность микроорганизмов при лечении эндометрита коров // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 2. С. 55–62. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-7>. EDN LAVGTZ.

For citation: Nefedova E.V., Shkil N.N. Effect of silver nanoparticles on antibiotic resistance of microorganisms in the treatment of endometritis in cows. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2022, vol. 52, no. 2, pp. 55–62. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-7>. EDN LAVGTZ.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Увеличение воспроизводства стада в большой степени замедляется распространением бесплодия маточного поголовья, причиной которого является гинекологические патологии. Воспалительные процессы в матке принимают хроническое течение вследствие несвоевременного оказания лечебной помощи при острых эндометритах, а также проведения неполного курса терапии. Эндометрит, снижающий молочную продуктивность, репродуктивную способность, а также качество молока, приводящий к преждевременной выбраковке и недополучению приплода, – одно из самых распространенных гинекологических заболеваний крупного рогатого скота [1–5].

Эндометриты бактериального происхождения остаются одной из самых актуальных проблем ветеринарной медицины. В связи со сложностью этиологии данного заболевания разработать специфическую профилактику и терапию в настоящее время не представляется возможным, что влечет за собой бесконтрольное применение препаратов широкого спектра действия. Их длительное бесконтрольное использование привело к глобальной антибиотикорезистентности микроорганизмов [6, 7]. В связи с этим возникает потребность в новейших комплексных препаратах. Одно из перспективных направлений современной фармакологии – создание новых лекарственных средств с использованием продуктов нанотехнологий, что открывает возможность повышения их эффективности [8, 9].

Цель исследования – изучить изменение антибактериальной чувствительности микроорганизмов при терапии послеродового гнойно-катарального эндометрита коров препаратом, содержащим наночастицы серебра.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для изучения роли условно-патогенной микрофлоры в этиологии послеродовых гнойно-катаральных эндометритов проведено клиническое исследование 150 коров в условиях хозяйства Новосибирской области. Диагностику эндометрита, лечение, типирование и определение антибиотикочувствительности выделенных микроорганизмов проводили в соответствии с «Методическими указаниями по диагностике, терапии и профилактике болезней органов размножения у коров и телок» (2005 г.). Материалом для исследования служил секрет влагалищной слизи до и после лечения. Отбор влагалищного секрета осуществляли стерильным ватно-марлевым тампоном, предварительно проведя тщательный туалет наружных половых органов вокруг вульвы и корня хвоста, завершив его обработкой тампоном, смоченным 70%-м этиловым спиртом-ректификатором.

Бактериологическое исследование проводили путем посева секрета влагалищной слизи на 5%-й кровяной агар, МПА с 1%-й глюкозой, среду Эндо. Выделение стафилококков, стрептококков осуществляли с использованием селективной добавки («Staph-Strepto Supplement», Индия). Идентификацию микрофлоры, выделенной от больных

коров, проводили с учетом культуральных, морфологических и биохимических свойств бактерий по общепринятым методикам (Определитель бактерий Берджи, 2000 г.). Биохимические свойства бактерий изучали при помощи набора реагентов – пластин биохимических, дифференцирующих энтеробактерии (ООО НПО «Диагностические системы», Нижний Новгород), стрептококки (Стрепто-тест 16 Erba Lachema s.r.o., Чехия), стафилококки (Стафитест- 24 Erba Lachema s.r.o., Чехия).

Чувствительность микрофлоры исследовали дискодиффузионным методом на агаре Мюллера – Хинтона («Bio-Rad», США) в соответствии с критерием Европейского комитета по оценке антибиотикочувствительности (EUCAST, 2018). Множественную лекарственную устойчивость определяли как устойчивость к трем и более антибактериальным средствам.

Препарат арговит представляет комплекс высокодисперсных наночастиц кластерного серебра, поливинилпирролидона и водного раствора, полученного электролучевым способом. Он обладает широким спектром антимикробного действия в отношении грамположительных и грамотрицательных, аэробных и анаэробных, спорообразующих и аспорогенных бактерий в виде монокультур и микробных ассоциаций.

Рыбий жир (жир ветеринарный), полученный из рыбы и морских млекопитающих, является источником витаминов и полиненасыщенных жирных кислот, в 1 мл которого содержатся витамины: Е – 600 мкг, А – 500 МЕ и Д3 – 30 МЕ. Применяют внутрь для профилактики и лечения недостаточности витамина А, рахита, хронических инфекций, половых нарушений у животных.

Окситетрациклин гидрохлорид – антибактериальный препарат группы тетрациклинов, оказывающий эффективное воздействие на риккетсии, грамотрицательные и грамположительные микробы.

Утеротон оказывает блокирующее действие на бета-адренорецепторы миометрия, что способствует проявлению активности эндогенного окситоцина, вследствие чего

усиливаются сокращения гладкой мускулатуры матки.

Животных по принципу аналогов разделили на опытную и контрольную группы. Контрольной группе ($n = 75$) вводили рыбий жир внутриматочно в дозе 150 мл с окситетрациклином гидрохлоридом в дозе 40 мг/кг живой массы 1 раз в 48 ч и утеротон внутримышечно в дозе 10 мл, однократно 1 раз в 48 ч. Опытной группе вводили внутриматочно 10%-й водный раствор арговит в дозе 100 мл, 1 раз в 48 ч и утеротон внутримышечно 10 мл, однократно 1 раз в 48 ч.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При микробиологических исследованиях слизи из цервикально-вагинального канала коров с послеродовыми эндометритами выделили микроорганизмы рода *Streptococcus* spp. в 24,1% проб, *Staphylococcus* spp. – 22,5, *E. coli* – 20,0, *S. enteritidis* – 19,2, *Pr. vulgaris* – 14,2% проб соответственно (см. табл. 1).

При бактериологических исследованиях маточно-влагалищных выделений коров, больных послеродовым гнойно-катаральным эндометритом, выявлены следующие ассоциации микроорганизмов: *Str. pyogenes* + *St. aureus* + *Pr. vulgaris* + *E. coli* (47,5%), *Str. pyogenes* + *E. coli* (19,2),

Табл. 1. Микроорганизмы, выделенные из маточно-влагалищных выделений коров, больных послеродовым гнойно-катаральным эндометритом

Table 1. Microorganisms isolated from the uterine-vaginal secretions of cows with postpartum purulent-catarrhal endometritis

Микроорганизм	Число изолятов	%
<i>Streptococcus pyogenes</i>	29	24,1
<i>Streptococcus aureus</i>	27	22,5
<i>Escherichia coli</i>	24	20,0
<i>Salmonella enteritidis</i>	23	19,2
<i>Proteus vulgaris</i>	17	14,2
<i>Str. pyogenes</i> + <i>St. aureus</i> + <i>Pr. vulgaris</i> + <i>E. coli</i>	57	47,5
<i>Str. pyogenes</i> + <i>E. coli</i>	23	19,2
<i>Salmonella</i> + <i>E. coli</i> + <i>Pr. vulgaris</i>	19	15,8
<i>St. aureus</i> + <i>E. coli</i>	12	10,0
<i>Str. pyogenes</i> + <i>St. aureus</i>	9	7,5

S. enteritidis + *E. coli* + *Pr. vulgaris* (15,8), *St. aureus* + *E. coli* (10) и *Str. pyogenes* + *St. aureus* (7,5%).

Лабораторные исследования изолятов микроорганизмов показали высокую чувствительность к окситетрациклину, что аргументировало его применение в качестве препарата контрольной группы при проведении производственного испытания препарата арговит. Результаты исследования выявили значительную терапевтическую эффективность при лечении послеродового гнойно-катарального эндометрита крупного рогатого скота серебросодержащим препаратом арговит в сравнении с антибактериальным средством. При терапии препаратом арговит средний срок лечения коров составил $7,8 \pm 0,1$ сут, что в 1,8 раза меньше по сравнению с комплексным препаратом (ры-

бий жир + окситетрациклин гидрохлорид) в контрольной группе, срок лечения в которой равнялся $14,1 \pm 0,6$ сут.

После лечения коров, больных послеродовым гнойно-катаральным эндометритом, в контрольной группе отмечено снижение антибиотикочувствительности выделенной микрофлоры к 18 (75%) препаратам – от 1,1 до 28,7%. При этом выявлен незначительный рост к тилозину, линкомицину, полимиксину, эритромицину, гентамицину, карбенициллину – от 3,7 до 24,8%.

При лечении коров препаратом арговит установлен рост антибиотикочувствительности изолированной микрофлоры к 21 препарату (87,5%) – от 1,2 до 100% – при синхронном уменьшении чувствительности к доксициклину, энрофлоксацину и окситетрациклину от 3,1 до 23,2 % (см. табл. 2).

Табл. 2. Изменение уровня чувствительности выделенной микрофлоры к антибиотикам при лечении гнойно-катарального эндометрита ($n = 40$), %

Table 2. Change in the level of sensitivity of the isolated microflora to antibiotics in the treatment of purulent-catarrhal endometritis ($n = 40$), %

Антибиотик	Контрольная группа, $n = 40$		%	Опытная группа		%
	До лечения	После лечения		До лечения	После лечения	
Амоксициллин	$12,9 \pm 0,9$	$11,3 \pm 0,5$	-12,4	$15,2 \pm 0,3$	$18,7 \pm 0,1$	+23
Ампициллин	$15,3 \pm 0,1$	$10,9 \pm 0,4$	-28,7	$16,2 \pm 0,5$	$17,1 \pm 0,4$	+5,5
Амикацин	$14,3 \pm 1,0$	$12,8 \pm 0,2$	-10,4	$16,5 \pm 0,2$	$16,7 \pm 0,7$	+1,2
Бензилпенициллин	$16,1 \pm 0,3$	$15,3 \pm 0,1$	-4,9	$16,1 \pm 0,1$	$16,7 \pm 0,4$	+3,1
Гентамицин	$15,3 \pm 0,8$	$17,4 \pm 0,2$	+13,7	$18,9 \pm 0,4$	$21,4 \pm 0,1$	+13,2
Доксициклин	$16,1 \pm 0,1$	$14,3 \pm 0,9$	-11,2	$16,3 \pm 0,1$	$15,8 \pm 0,5$	-3,1
Карбенициллин	$12,5 \pm 0,7$	$15,6 \pm 0,2$	+24,8	$20,1 \pm 0,4$	$21,8 \pm 0,4$	+8,4
Норфлоксацин	$16,2 \pm 1,1$	$12,3 \pm 0,9$	-24,1	$16,3 \pm 0,7$	$17,4 \pm 0,1$	+6,7
Неомицин	$13,7 \pm 0,5$	$12,6 \pm 0,3$	-8	$16,9 \pm 0,5$	$18,5 \pm 0,2$	+9,5
Полимиксин	$12,1 \pm 0,7$	$13,1 \pm 0,4$	+8,3	$16,4 \pm 0,7$	$17,5 \pm 0,3$	+6,7
Рифампицин	$15,2 \pm 0,2$	$14,1 \pm 0,1$	-7,2	–	$15,6 \pm 0,1$	+100
Стрептомицин	$19,9 \pm 0,1$	$15,6 \pm 0,7$	-21,6	$17,4 \pm 0,2$	$18,1 \pm 0,1$	+4
Энрофлоксацин	$19,3 \pm 0,6$	$17,5 \pm 0,1$	-9,3	$18,9 \pm 0,7$	$16,3 \pm 0,2$	-13,7
Ципрофлоксацин	$18,1 \pm 0,8$	$16,7 \pm 0,5$	-7,7	$16,9 \pm 0,3$	$19,2 \pm 0,4$	+13,6
Тетрациклин	$18,3 \pm 0,4$	$17,1 \pm 0,7$	-6,5	–	$17,1 \pm 0,6$	+100
Окситетрациклин	$22,1 \pm 0,7$	$17,8 \pm 0,5$	-19,4	$23,2 \pm 0,5$	$17,8 \pm 0,7$	-23,2
Офлоксацин	$17,3 \pm 0,5$	$16,2 \pm 0,1$	-6,3	–	$18,4 \pm 0,6$	+100
Линкомицин	$17,6 \pm 0,2$	$18,7 \pm 0,4$	+6,2	$16,9 \pm 0,5$	$18,1 \pm 0,3$	+7,1
Тилозин	$13,7 \pm 0,6$	$14,2 \pm 0,1$	+3,7	$17,8 \pm 0,4$	$18,5 \pm 0,1$	+3,9
Тобромицин	$17,3 \pm 0,2$	$17,1 \pm 0,4$	-1,1	$17,6 \pm 0,7$	$18,4 \pm 0,7$	+4,5
Левомецетин	$17,5 \pm 0,1$	$16,2 \pm 0,3$	-7,4	–	$15,6 \pm 0,1$	+100
Цефтиофур	$16,7 \pm 0,3$	$15,8 \pm 0,6$	-5,4	$16,1 \pm 0,8$	$16,7 \pm 0,2$	+3,7
Офлоксацин	$17,8 \pm 0,6$	$16,6 \pm 0,1$	-6,7	$16,5 \pm 0,5$	$16,8 \pm 0,1$	+1,8
Эритромицин	$14,2 \pm 0,4$	$15,7 \pm 0,8$	+10,5	$18,3 \pm 0,4$	$19,1 \pm 0,7$	+4,4

Полученные результаты усиления бактерицидного эффекта при совместном применении AgNPs с антибактериальными препаратами находят подтверждение и в других исследованиях. S. Z. Naqvi et al. [10] описали комбинированный эффект сочетанного применения антибактериальных препаратов и наночастиц серебра в отношении бактерий с множественной лекарственной устойчивостью. Установлено, что синергетический эффект антибиотиков (ципрофлоксацин, имипенем, гентамицин, ванкомицин, триметоприм) и наночастиц привел к увеличению антибактериальной активности в 0,2–7,0 (в среднем в 2,8) раза. Это подтверждает, что наночастицы возможно эффективно использовать в сочетании с антибиотиками для повышения их эффективности против различных патогенных микробов. M.S.M. Mohamed et al. [11] описали антибактериальный эффект сочетанного применения AgNPs и ванкомицина в отношении *St. aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Streptococcus pneumoniae*.

Отмечено синергетическое действие AgNPs в комбинации с эритромицином и левофлоксацином против *St. aureus*. Антимикробная активность с антибиотиками по сравнению с чистыми наночастицами серебра увеличилась в 1,16–1,32 раза. Этот синергизм может оказаться актуальным для лечения инфекций, вызванных бактериями с множественной лекарственной устойчивостью [12].

Результаты исследований подтверждают синергетический антибактериальный эффект от совместного применения AgNPs и антибактериальных средств, который установлен при определении антимикробной активности AgNPs и глюконата хлоргексидина в отношении пяти наиболее распространенных патогенных бактерий ротовой полости человека. Среднее значение МИК AgNPs для *Streptococcus mutans* MTCC 497 составляло $60 \pm 22,36$ мкг/мл, *Str. oralis* MTCC 2696 – $45 \pm 11,18$, *Lactobacillus acidophilus* MTCC 10307 – $15 \pm 5,59$, *L. fermentum* – $90 \pm 22,36$, *Candida albicans* MTCC 183 – $2,82 \pm 0,68$ мкг/мл соответственно. Для хлоргексидина глюконата среднее значение МИК *Str. mutans* MTCC

497 составляло $300 \pm 111,80$ мкг/мл, *Str. oralis* MTCC 2696 – $150 \pm 55,90$, *L. acidophilus* MTCC 10307 – $450 \pm 111,80$, *L. fermentum* – $450 \pm 111,80$ и *C. albicans* MTCC 183 – $150 \pm 55,90$ мкг/мл [13].

Результаты исследований показали выраженность бактерицидных свойств в зависимости от вида изучаемого препарата. Литературные данные подтверждают оценку антибактериального эффекта использования AgNPs и антибиотиков против бактерий, выделенных от животных, которые проявляют устойчивость к антибиотикам методом серийных разведений. При этом определены минимальные ингибирующие концентрации обоих типов противомикробных препаратов как по отдельности, так и в комбинации. Фракционный индекс ингибирующей концентрации рассчитывали и использовали для классификации наблюдаемой коллективной антибактериальной активности синергетической, аддитивной (только сумма отдельных эффектов лекарств), индифферентной (без эффекта) или антагонистической. Из 40 выполненных тестов 7 были синергетическими, 17 – аддитивными и 16 – индифферентными. Ни одна из протестированных комбинаций не продемонстрировала антагонистического эффекта. Большинство синергетических эффектов наблюдалось для комбинаций AgNPs, вводимых вместе с гентамицином, но наибольшее усиление антибактериальной активности обнаружено при комбинированной терапии вместе с пенициллином G против *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *A. pleuropneumoniae* и *Pasteurella multocida*, изначально устойчивые к амоксициллину, гентамицину и колистину, были чувствительны к этим антибиотикам в сочетании с AgNPs. Исследование показывает, что AgNPs имеют потенциал в качестве адъювантов для лечения бактериальных заболеваний животных [14].

Анализ проведенных исследований позволяет выявить некоторые закономерности изменения антибактериальных свойств препаратов при их моно- и комплексном использовании. Отмечено наличие выра-

женных антибактериальных свойств у препарата арговит, содержащего AgNPs как в моновариантном использовании, так и в комбинации с антибактериальными препаратами. При этом включение в состав AgNPs и ДМСО обладает выраженным синергидным эффектом и значительно снижает концентрацию антибиотика, при котором фиксируется бактерицидный эффект. Наибольшей чувствительностью как AgNPs, так и их сочетаний с антибиотиками обладал референтный штамм *E. coli* ATCC 25922 в сравнении с изолятом *E. coli*, который выделили от животного с клиническим проявлением инфекционного заболевания. Сочетание AgNPs и антибиотиков энрофлоксацина, гентамицина, цефтимага, ципромага, окситетрациклина, ампициллина показало наибольший рост бактерицидной активности в отношении как *E. coli* ATCC 25922, так и изолята *E. coli*, чем в комбинации AgNPs + антибиотик + ДМСО, за исключением клоксациллина при исследовании с изолятом *E. coli* [9, 15].

Повышение эффективности противомикробной активности, обусловленной комбинациями AgNPs и антибиотиков, позволит использовать антибиотики, которые вышли из употребления из-за проблем с бактериальной устойчивостью, предоставляя дополнительные возможности лечения в секторах здравоохранения, ветеринарии и сельского хозяйства. Проведенные исследования подтверждают результаты И.А. Мамоновой¹ о способности наночастиц металлов восстанавливать чувствительность штаммов *E. coli* к некоторым β-лактамам антибиотикам (ампициллину, амоксициклину) и аминогликозидам.

Полученные результаты открывают перспективу дальнейших исследований AgNPs по оценке синергидных качеств увеличения бактерицидных свойств антибиотиков в отношении широкого спектра возбудителей инфекционных болезней при лечении широкого спектра патологий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При лечении послеродового гнойно-катарального эндометрита коров препаратом арговит установлен рост антибиотикочувствительности изолированной микрофлоры к 21 препарату (87,5%) – от 1,2 до 100%. После терапии данным препаратом у коров, больных послеродовым гнойно-катаральным эндометритом, в контрольной группе отмечено снижение антибиотикочувствительности выделенной микрофлоры к 18 (75%) препаратам – от 1,1 до 28,7%. При этом отмечен незначительный рост к тилозину, линкомицину, полимиксину, эритромицину, гентамицину, карбенициллину – от 3,7 до 24,8%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Madoz L.V., Giuliodori M.J., Migliorisi A.L., Jaureguiberry M., Sota R.L. Endometrial cytology, biopsy, and bacteriology for the diagnosis of subclinical endometritis in grazing dairy cows // Journal of Dairy Science. 2014. Vol. 97. N 1. P. 195–201.
2. Wang J. Comparison of vaginal microbial community structure in healthy and endometritis dairy cows by PCR-DGGE and real-time PCR // Anaerobe. 2016. Vol. 38. P. 1–6.
3. Коба И.С., Решетка М.Б., Дубовиков М.С. Распространение острых и хронических эндометритов у коров в сельскохозяйственных организациях Краснодарского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. Т. 2. № 136. С. 103–106.
4. Баймишев М.Х., Григорьев В.С. К этиологии послеродовых осложнений у коров чернопестрой породы // Известия Омского государственного аграрного университета. 2009. Т. 22. № 2. С. 267–269.
5. Медведев Г.Ф., Гавриченко Н. Причины, диагностика, лечение и профилактика метритного комплекса // Ветеринарное дело. 2013. № 10. С. 37–40.
6. Валушкин К.Д. Ветеринарное акушерство, гинекология и биотехнология размножения: монография. М.: Колос, 2003. 495 с.
7. Терентьева Н.Ю., Ермолаев В.А. Роль микроорганизмов в этиологии акушерских заболеваний коров // Вестник Ульяновской

¹Мамонова И.А. Влияние наночастиц переходной группы металлов на антибиотико-резистентные штаммы микроорганизмов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2013. 21 с.

- государственной сельскохозяйственной академии. 2015. Т. 4. № 32. С. 147–155.
8. D'Costa V.M., McGrann K.M., Hughes D.W. Sampling the antibiotic resistome // *Science*. 2006. P. 374–377. DOI: 10.1126/science.1120800.
 9. Шкиль Н.Н., Нефедова Е.В. Влияние антибиотиков и наночастиц серебра на изменение чувствительности *E. coli* к антибактериальным препаратам // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2020. Т. 50. № 2. С. 84–91.
 10. Naqvi S.Z., Kiran U., Ali M.I., Jamal A., Haameed A., Ahmed S., Ali N. Combined efficacy of biologically synthesized silver nanoparticles and different antibiotics against multi-drug-resistant bacteria // *International Journal of Nanomedicine*. 2013. Vol. 8. P. 3187–3195. DOI: 10.2147/IJN.S49284.
 11. Mohamed M.S.M., Mostafa H.M., Mohamed S.H. Combination of silver nanoparticles and vancomycin to overcome antibiotic resistance in planktonic/biofilm cell from clinical and animal source // *Microbial Drug Resistance*. 2020. Nov. 26 (11). P. 1410–1420. DOI: 10.1089/mdr.2020.0089.
 12. Singh R., Wagh P., Wadhwani S., Gaidhani S., Kumbhar A., Bellare J., Ananda Chopade B. Synthesis, optimization, and characterization of silver nanoparticles from *Acinetobacter calcoaceticus* and their enhanced antibacterial activity when combined with antibiotics // *International Journal of Nanomedicine*. 2013. Vol. 8. P. 4277–4290. DOI: 10.2147/IJN.S48913.
 13. Panpaliya N.P., Dahake P.T., Kale Y.J., Dadpe M.V., Kendre S.B. In vitro evaluation of antimicrobial property of silver nanoparticles and chlorhexidine against five different oral pathogenic bacteria // *Saudi Dental Journal*. 2019. N 31 (1). P. 76–83. DOI: 10.1016/j.sdentj.2018.10.004.
 14. Smekalova M., Aragon V., Panacek A., Prucek R., Zboril R., Kvitek L. Enhanced antibacterial effect of antibiotics in combination with silver nanoparticles against animal pathogens // *Journal of Veterinary*. 2016. Vol. 209. P. 174–179. DOI: 10.1016/j.tvjl.2015.10.032.
 15. Shkil N.N., Nefyodova E.V., Shkil N.A., Nozdrin G.A., Lazareva M.V., Rasputina O.V., Ryumkina I.N. Adjuvant properties of silver and dimethyl sulfoxide nanoparticles in studying antibacterial activity of antibiotics against *E. coli* // *International journal of agriculture*

and biological science. 2020. Vol. 4. P. 119–126. DOI: 10.5281/zenodo.4286955.

REFERENCES

1. Madoz L.V., Giuliodori M.J., Migliorisi A.L., Jaureguiberry M., Sota R.L. Endometrial cytology, biopsy, and bacteriology for the diagnosis of subclinical endometritis in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 2014, vol. 97, no. 1, pp. 195–201.
2. Wang J. Comparison of vaginal microbial community structure in healthy and endometritis dairy cows by PCR-DGGE and real-time PCR. *Anaerobe*, 2016, vol. 38. pp. 1–6.
3. Koba I.S., Lattice M.B., Dubovikov M.S. The incidence of acute and chronic endometritis in cows in the farming enterprises of the Krasnodar Region. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2016, vol. 2, no. 136, pp. 103–106. (In Russian).
4. Baymishev M.Kh., Grigoriev V.S. On the etiology of postnatal complications in black-flecked cows. *Izvestiya Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2009, vol. 22, no. 2, pp. 267–269. (In Russian).
5. Medvedev G.F., Gavrichenko N. Causes, diagnosis, treatment and prevention of the metritis complex. *Veterinarnoe delo = Veterinary business*, 2013, no. 10, pp. 37–40. (In Russian).
6. Valyushkin K.D. *Veterinary obstetrics, gynecology and reproduction biotechnology*. Moscow, Kolos Publ., 2003, 495 p.
7. Terentyeva N.Yu., Ermolaev V.A. The role of microorganisms in the etiology of obstetric diseases in cows. *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*, 2015, vol. 4, no. 32, pp. 147–155. (In Russian).
8. D'Costa V.M., McGrann K.M., Hughes D.W. Sampling the antibiotic resistome. *Science*, 2006, pp. 374–377. DOI: 10.1126/science.1120800.
9. Shkil N.N., Nefedova E.V. Influence of antibiotics and silver nanoparticles on the change of sensitivity of *E. coli* to antibacterial drugs. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2020, vol. 50, no. 2, pp. 84–91. (In Russian).
10. Naqvi S.Z., Kiran U., Ali M.I., Jamal A., Haameed A., Ahmed S., Ali N. Combined efficacy

- of biologically synthesized silver nanoparticles and different antibiotics against multidrug-resistant bacteria. *International Journal of Nanomedicine*, 2013, vol. 8, pp. 3187–3195. DOI: 10.2147/IJN.S49284.
11. Mohamed M.S.M., Mostafa H.M., Mohamed S.H. Combination of silver nanoparticles and vancomycin to overcome antibiotic resistance in planktonic/biofilm cell from clinical and animal source. *Microbial Drug Resistance*. 2020, nov. 26 (11), pp. 1410–1420. DOI: 10.1089/mdr.2020.0089.
 12. Singh R., Wagh P., Wadhwani S., Gaidhani S., Kumbhar A., Bellare J., Ananda Chopade B. Synthesis, optimization, and characterization of silver nanoparticles from *Acinetobacter calcoaceticus* and their enhanced antibacterial activity when combined with antibiotics. *International Journal of Nanomedicine*, 2013, vol. 8, pp. 4277–4290. DOI:10.2147/IJN.S48913.
 13. Panpaliya N.P., Dahake P.T., Kale Y.J., Dadpe M.V., Kendre S.B. In vitro evaluation of antimicrobial property of silver nanoparticles and chlorhexidine against five different oral pathogenic bacteria. *Saudi Dental Journal*, 2019, no. 31 (1), pp. 76–83. DOI: 10.1016/j.sdentj.2018.10.004.
 14. Smekalova M., Aragon V., Panacek A., Prucek R., Zboril R., Kvitek L. Enhanced antibacterial effect of antibiotics in combination with silver nanoparticles against animal pathogens. *Journal of Veterinary*, 2016, vol. 209, pp. 174–179. DOI: 10.1016/j.tvjl.2015.10.032.
 15. Shkil N.N., Nefyodova E.V., Shkil N.A., Nozdrin G.A., Lazareva M.V., Rasputina O.V., Ryumkina I.N. Adjuvant properties of silver and dimethyl sulfoxide nanoparticles in studying antibacterial activity of antibiotics against *E. coli*. *International journal of agriculture and biological science*, 2020, vol. 4, pp. 119–126. DOI: 10.5281/zenodo.4286955.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Нефедова Е.В., кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник

✉ **Шкиль Н.Н.**, доктор ветеринарных наук, заведующий лабораторией; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, а/я 463; e-mail: nicola07@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

Ekaterina V. Nefedova, Candidate of Science in Veterinary Medicine, Senior Researcher

✉ **Nikolai N. Shkil**, Doctor of Science in Veterinary Medicine, Laboratory Head; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: nicola07@mail.ru

Дата поступления статьи / Received by the editors 11.01.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 28.03.2022
Дата публикации / Published 25.05.2022



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛОДОВ ШИПОВНИКА В ТЕХНОЛОГИИ ПИТЬЕВЫХ КИСЕЛЕЙ

Щербинин В.В., (✉) Голуб О.В., Чекрыга Г.П., Мотовилов О.К.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук

Новосибирская область, Россия

(✉) e-mail: golubiza@rambler.ru

Представлены исследования по разработке рецептуры и технологии киселей питьевых, содержащих нативные биологически активные вещества за счет использования плодов шиповника. Проанализировано по пять вариантов новой продукции из свежих и сушеных плодов шиповника с добавлением сахара, картофельного крахмала, ксантановой камеди и лимонной кислоты. Установлено, что кисели питьевые, содержащие не менее 21,5% свежих или 5,37% сушеных плодов шиповника, были наиболее привлекательными. Использование механоакустического оборудования при изготовлении киселей приводит к физико-химическим изменениям сырья (частичной деструкции клеточных стенок, образованию новых красящих веществ и др.), что положительно влияет на формирование органолептической характеристики новой продукции, а также сокращает технологические операции производства и ингибирует микроорганизмы. Употребление 200 см³ новой продукции обеспечивает организм человека не менее 62% от суточной потребности в аскорбиновой кислоте и не менее 66% – в β-каротине, а также пищевыми волокнами не менее 0,6 г и фенольными веществами – 11 мг. Установлен срок годности киселей питьевых шиповниковых – 12 мес в стеклянных банках при температуре 25° С и относительной влажности воздуха не выше 75% и в защищенном от прямых солнечных лучей месте. На основании проведенных исследований разработана нормативно-техническая документация на кисели питьевые шиповниковые.

Ключевые слова: шиповник, кисели питьевые, органолептические показатели, физико-химические показатели, биологически активные вещества, микробиологические показатели, срок годности

THE POSSIBILITIES OF USING ROSEHIP FRUITS IN THE POTABLE KISSELS TECHNOLOGY

Shcherbinin V.V., (✉) Golub O.V., Chekryga G.P., Motovilov O.K.

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

Novosibirsk region, Russia

(✉) e-mail: golubiza@rambler.ru

Research on the development of the recipe and technology of potable kissels containing native biologically active substances through the use of rosehip fruits is presented. Five variants of new products from fresh and dried rosehips with the addition of sugar, potato starch, xanthan gum and citric acid were analyzed. It was found that the potable kissels containing at least 21.5% fresh or 5.37% dried rosehip fruits were the most appealing. The use of mechanoacoustic equipment in the manufacture of kissels leads to physical and chemical changes in the raw materials (partial destruction of the cell walls, the formation of new coloring substances, etc.), which positively affects the formation of organoleptic characteristics of new products, as well as reduces the technological operations of production and inhibits microorganisms. The consumption of 200 cm³ of new products

provides the human body with at least 62% of the daily requirement for ascorbic acid and at least 66% for β -carotene, as well as dietary fiber of at least 0.6 g and 11 mg of phenolic substances. The shelf life of rosehip potable kissels is 12 months in glass jars at 25 °C and relative humidity of 75% or higher and in a place protected from direct sunlight. On the basis of this research, normative and technical documentation for potable rosehip kissels was developed.

Keywords: rosehip, potable kissels, organoleptic indicators, physico-chemical indicators, biologically active substances, microbiological indicators, shelf life

Для цитирования: Щербинин В.В., Голуб О.В., Чекрыга Г.П., Мотовилов О.К. Использование плодов шиповника в технологии питьевых киселей // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 2. С. 63–72. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-8>. EDN LQOOID.

For citation: Shcherbinin V.V., Golub O.V., Chekryga G.P., Motovilov O.K. The possibilities of using rosehip fruits in the potable kissels technology. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2022, vol. 52, no. 2, pp. 63–72. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-8>. EDN LQOOID.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Специалисты считают, что плоды шиповника при создании продуктов питания используются в очень небольшом объеме, несмотря на то, что содержат в своем составе ценные для организма человека нутриенты. Содержание биологически активных соединений, обеспечивающих физиологическую ценность плодов шиповника, обладает широкой вариативностью и зависит от множества факторов (вида, помологического сорта, места произрастания, времени и условий сбора и др.) [1–8].

Кисели, относящиеся к исконно русской кухне, в настоящее время разрабатывают, исследуют и выпускают или в виде пищевых концентратов, или в виде сладкого блюда в системе общественного питания [9–14]. При этом практически отсутствуют работы по разработке и исследованию характеристик качества киселей питьевых. В системе Федерального института промышленной собственности, Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам зарегистрирован только один патент Российской Федерации № 2668338 на способ производства обогащенных коллагеном питьевых киселей для функционального питания из плодов (актинидии, аронии черноплодной, жимолости,

рябины красной). Согласно «Единому реестру выданных сертификатов соответствия и зарегистрированных деклараций о соответствии» в настоящее время продукцию «Кисели питьевые» вырабатывают лишь шесть российских предприятий в Москве, Санкт-Петербурге, Ставрополе, Красноярске, Екатеринбурге и Рассказове. Шиповниковые кисели (согласно «Единому реестру...») вырабатывают на территории нашей страны только как пищевые концентраты восемью предприятиями, которые располагаются в основном на территории Сибирского федерального округа (62,5%), а остальные в Московской, Челябинской и Ярославской областях (по 12,5%).

Цель работы – провести исследования по возможности выработки киселей питьевых из плодов шиповника.

Задачи исследования:

- разработать рецептуру и технологию киселей питьевых шиповниковых;
- определить срок годности киселей питьевых шиповниковых.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Экспериментальные исследования проводили в лабораториях Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий Российской академии наук.

При проведении исследований использовали материалы, по своим качественным характеристикам соответствующие требованиям действующей нормативной документации: плоды шиповника для формирования технических характеристик киселей питьевых, сахар белый, картофельный крахмал, лимонную кислоту для формирования оригинальных запаха, структуры и вкуса готового к употреблению продукта, ксантановую камедь для снижения потерь влаги при термообработке и последующем хранении, а также стабилизации консистенции готовой продукции.

Исследование показателей химического состава (массовая доля сухих веществ, сахаров, белков, жиров, свободных органических кислот, пищевых волокон, золы, аскорбиновой кислоты, β -каротина), микробиологической безопасности (содержание дрожжей, бактерий родов *Proteus*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, группы кишечных палочек (колиформных бактерий)) и органолептическую оценку киселей питьевых шиповниковых осуществляли в соответствии с методами, изложенными в действующих нормативных документах; суммарное количество фенольных соединений в пересчете на галловую кислоту – спектрофотометрическим методом с реактивом Фолина – Чокальтеу [15]. Обработку экспериментальных

данных осуществляли методами математической статистики (достоверность результатов $p \leq 0,05$) с использованием программы MS Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведены исследования по апробации различных вариантов питьевых киселей шиповниковых. В табл. 1 приведены лучшие варианты рецептур.

Колебания оценок по показателю «цвет» находились в диапазоне от 4,2 до 4,8 балла ($\max = 5$) и зависели в основном от количества используемого плодового сырья. Вид плодового сырья (свежее или сушеное) оказывало незначительное влияние на данную органолептическую характеристику (цвет всей массы был однородным красно-коричневым) (см. рис. 1).

На показатель «запах и вкус» оказывали влияние содержащееся в составе киселей плодовое сырье и сахар (варианты 1–5), на другие варианты (6–10) – плодовое сырье, сахар и лимонная кислота. Оценка опытных образцов составила от 4,4 до 5,0 балла ($\max = 5$). По органолептической характеристике «запах и вкус» наилучшими признаны образцы киселей вариантов 3 и 8: гармоничные, сладко-кислые, насыщенные, с характерным вкусом шиповника, без посторонних

Табл. 1. Варианты рецептуры питьевых киселей шиповниковых, г/100 г

Table 1. Recipe variants of potable rosehip kissels, g/100 g

Вариант рецептуры	Шиповник	Сахар белый	Крахмал картофельный	Ксантановая камедь	Лимонная кислота
Свежие плоды					
1	22,5	5,5	2,2	0,00	–
2	22,0	6,0	2,0	0,15	–
3	21,5	6,5	1,8	0,30	–
4	21,0	7,0	1,6	0,45	–
5	20,5	7,5	1,4	0,60	–
Сушеные плоды					
6	5,47	5,5	2,2	0,00	0,15
7	5,42	6,0	2,0	0,15	0,17
8	5,37	6,5	1,8	0,30	0,19
9	5,32	7,0	1,6	0,45	0,21
10	5,27	7,5	1,4	0,60	0,23

Примечание. Вода применена до доведения необходимого объема – 100 см³.

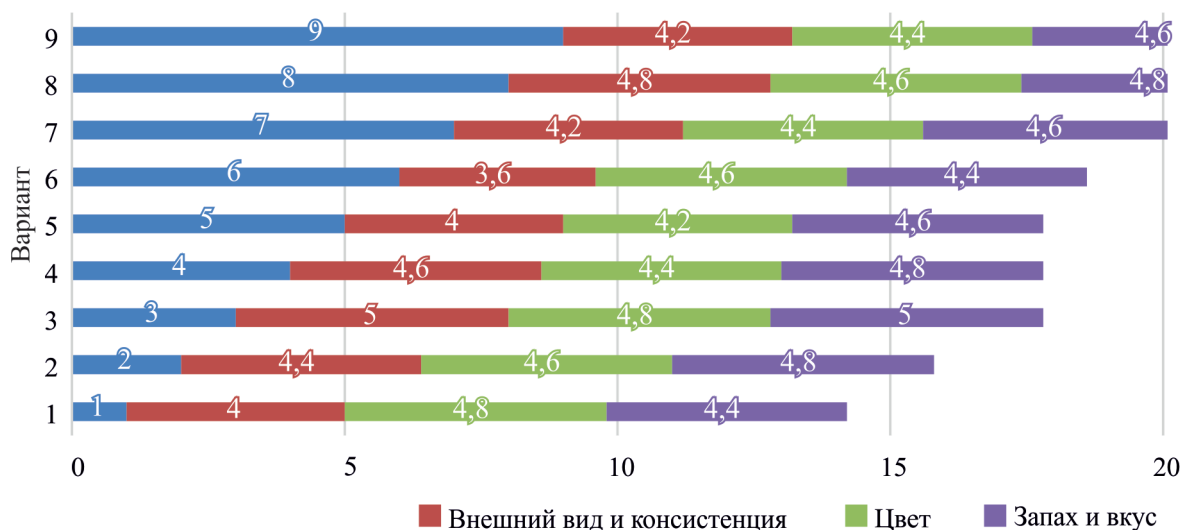


Рис. 1. Органолептическая оценка киселей питьевых шиповниковых, балл

Fig. 1. Organoleptic evaluation of rosehip potable kissels, point

запаха и привкуса. В запахе и вкусе образцов вариантов 1, 2, 6, 7 сильно чувствовался шиповник, в тонах и послевкусии вариантов 1 и 6 отмечено присутствие картофельного крахмала. Вкус образцов киселей вариантов 4 и 5 был излишне сладким, 9 и 10 – излишне кислым.

За показатель «внешний вид и консистенция» опытными образцами получено от 3,4 до 4,8 балла (max = 5). По внешнему виду все образцы представляли собой однородную киселеобразную массу без нерастворившихся комочков. По мере увеличения в составе содержания ксантановой камеди и уменьшения картофельного крахмала происходило уплотнение массы. Наилучшим по показателю «внешний вид и консистенция» признаны варианты образцов киселей 3 и 8, в состав которых входила ксантановая камедь (0,3%) и картофельный крахмал (1,8%).

На рис. 2 представлена принципиальная технологическая схема получения киселей питьевых шиповниковых. Гидроакустическая обработка полученного полуфабриката (смеси плодов и воды) в аппарате, снабженном роторно-диспергирующим устройством, создающем акустическое поле с интенсивностью 100–500 Вт/кг при температуре 50–65 °C в течение 15–30 мин, привела к физико-химическим изменениям сырья (ча-

стичной деструкции клеточных стенок, образованию новых красящих веществ, инактивации ферментов и др.), что повлияло на формирование органолептической характеристики новой продукции и частичному ингибированию микроорганизмов. Стерилизация купажа (полуфабриката и смеси, состоящей из сахара белого, ксантановой камеди) в механоакустическом аппарате при температуре 95–97 °C в течение 20–60 с полностью ингибировала микрофлору, что обеспечило впоследствии сохранение качественных характеристик продукта.

Проведены исследования по определению срока годности киселей питьевых шиповниковых наилучших вариантов (3 и 8). Кисели разливали в стеклянные банки типа I с номером венчика горловины 82 мм и вместимостью 500 см³, укупоривали крышками типоразмера 1-82-С, хранили при температуре не выше 25 °C, относительной влажности воздуха не более 75% в защищенном от прямых солнечных лучей месте в течение 14 мес с учетом коэффициента резерва 1,15 согласно методическим указаниям «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов» (2004 г.).

В процессе хранения киселей шиповниковых происходили изменения органолеп-

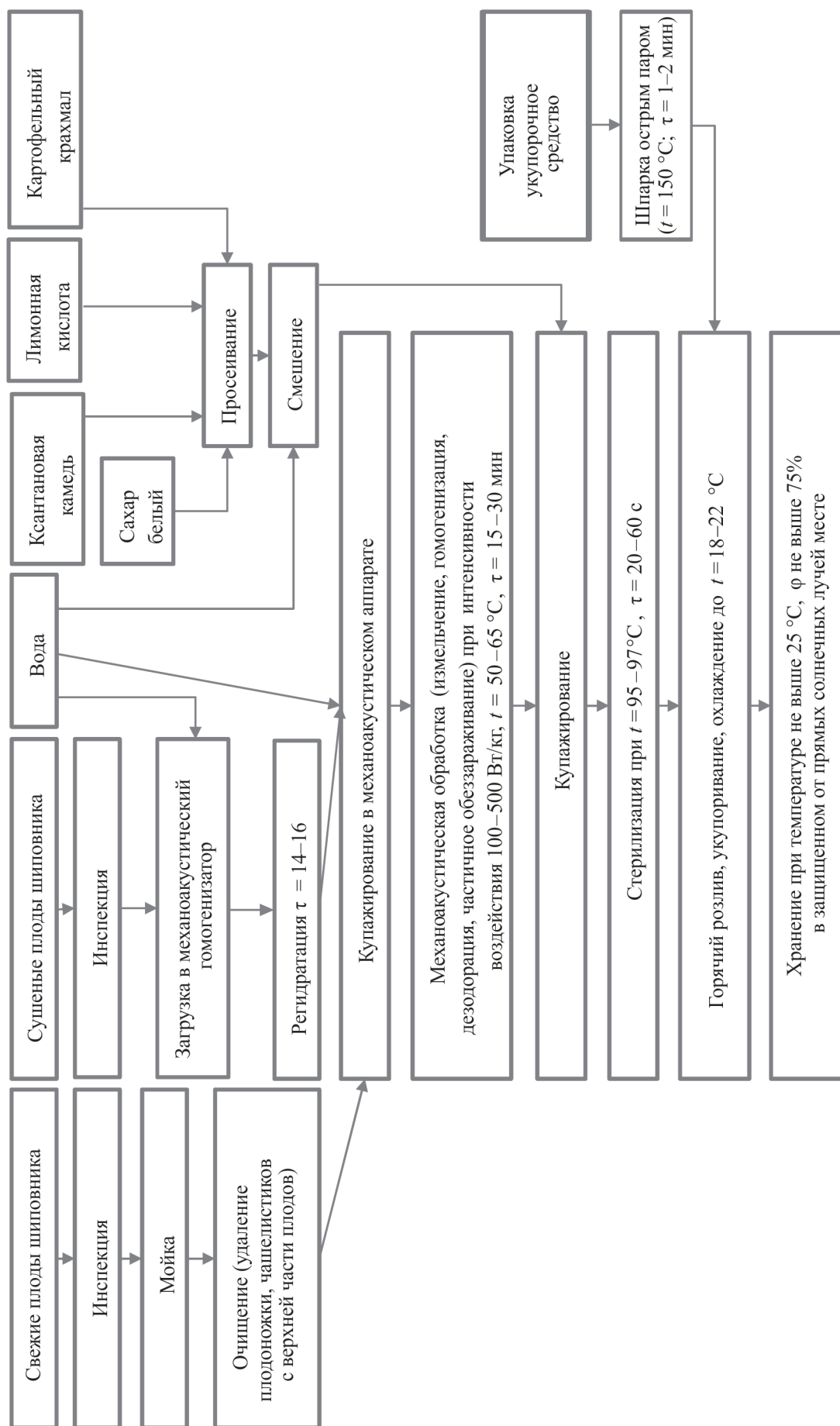


Рис. 2. Принципиальная технологическая схема производства киселей питьевых шиповниковых
Fig. 2. Principle technological scheme of production of rosehip potable kisseles

Табл. 2. Влияние продолжительности хранения киселей питьевых шиповниковых на органолептические показатели, балл ($n = 5$)**Table 2.** Effect of potable rosehip kissels storage time on organoleptic characteristics, point ($n = 5$)

Срок хранения, мес	Внешний вид и консистенция	Цвет	Запах и вкус
<i>Из свежих плодов (вариант 3)</i>			
6	$5,0 \pm 0,0$	$4,6 \pm 0,5$	$4,8 \pm 0,4$
12	$4,8 \pm 0,4$	$4,4 \pm 0,5$	$4,6 \pm 0,5$
14	$4,6 \pm 0,5$	$4,2 \pm 0,4$	$4,2 \pm 0,4$
<i>Из сушеных плодов (вариант 8)</i>			
6	$4,6 \pm 0,5$	$4,4 \pm 0,5$	$4,6 \pm 0,5$
12	$4,4 \pm 0,5$	$4,2 \pm 0,4$	$4,4 \pm 0,5$
14	$4,0 \pm 0,0$	$4,0 \pm 0,0$	$4,2 \pm 0,4$

тических показателей продукции (см. рис. 1, табл. 2). По показателям «внешний вид и консистенция», «цвет» и «запах и вкус» снижение баллов к концу 12-го месяца хранения составило 7,3; 8,7 и 9,2%, 14-го месяца – 12,6; 13,1 и 15,3% соответственно. К концу исследуемого срока хранения внешний вид киселей становился менее привлекательным, консистенция несколько тягучей, запах и вкус – менее гармоничными, слабыми. Отмечено незначительное потемнение верхнего слоя.

В процессе хранения происходило снижение содержания основных нутриентов

в киселях питьевых шиповниковых вне зависимости от того, из свежих или сушеных плодов получена продукция (см. табл. 3). Так, потери сахаров, белков, жиров, органических кислот и золы к концу 12 мес хранения составили в среднем 3,1; 12,5; 0,2; 6,5 и 4,2%, по истечении 14 мес – 3,7; 16,7; 9,1; 9,0 и 5,1% соответственно.

В процессе хранения киселей содержание биологически активных веществ в них снижалось (см. табл. 4). Большим потерям подвергалась аскорбиновая кислота. Ее потери вне зависимости от того, из свежих или

Табл. 3. Влияние продолжительности хранения киселей питьевых шиповниковых на содержание основных пищевых веществ**Table 3.** Effect of potable rosehip kissels storage time on the content of the main nutrients

Срок хранения, мес	Массовая доля, %				
	сахаров	белков	жиров	органических кислот (по яблочной)	золы
<i>Из свежих плодов (вариант 3)</i>					
0	$9,1 \pm 0,3$	$0,2 \pm 0,1$	$0,09 \pm 0,05$	$0,44 \pm 0,03$	$0,29 \pm 0,05$
6	$9,0 \pm 0,2$	$0,2 \pm 0,1$	$0,09 \pm 0,05$	$0,43 \pm 0,03$	$0,29 \pm 0,05$
12	$8,8 \pm 0,2$	$0,2 \pm 0,1$	$0,09 \pm 0,05$	$0,42 \pm 0,02$	$0,28 \pm 0,05$
14	$8,8 \pm 0,3$	$0,2 \pm 0,1$	$0,08 \pm 0,04$	$0,41 \pm 0,02$	$0,28 \pm 0,04$
<i>Из сушеных плодов (вариант 8)</i>					
0	$9,9 \pm 0,4$	$0,2 \pm 0,1$	$0,07 \pm 0,03$	$0,45 \pm 0,03$	$0,15 \pm 0,03$
6	$9,8 \pm 0,3$	$0,2 \pm 0,1$	$0,07 \pm 0,03$	$0,44 \pm 0,02$	$0,15 \pm 0,03$
12	$9,6 \pm 0,4$	$0,2 \pm 0,1$	$0,07 \pm 0,03$	$0,43 \pm 0,02$	$0,14 \pm 0,03$
14	$9,5 \pm 0,5$	$0,2 \pm 0,1$	$0,06 \pm 0,02$	$0,42 \pm 0,03$	$0,14 \pm 0,02$

Табл. 4. Влияние продолжительности хранения киселей питьевых шиповниковых на содержание биологически активных веществ**Table 4.** Effect of potable rosehip kissels storage time on the content of biologically active substances

Срок хранения, мес	Массовая доля			
	пищевых волокон, %	аскорбиновой кислоты, мг/100 г	суммы фенольных веществ, мг/100 г	β-каротин, мг/100 г
<i>Из свежих плодов (вариант 3)</i>				
0	0,80 ± 0,05	209 ± 14	181 ± 26	8,85 ± 0,81
6	0,79 ± 0,04	185 ± 16	168 ± 12	8,50 ± 0,76
12	0,79 ± 0,04	162 ± 12	157 ± 13	7,78 ± 0,75
14	0,78 ± 0,05	144 ± 11	152 ± 12	7,57 ± 0,80
<i>Из сушеных плодов (вариант 8)</i>				
0	0,37 ± 0,03	53 ± 11	16 ± 3	2,09 ± 0,26
6	0,37 ± 0,02	47 ± 10	15 ± 5	2,01 ± 0,20
12	0,37 ± 0,02	41 ± 10	14 ± 3	1,84 ± 0,19
14	0,36 ± 0,03	37 ± 9	13 ± 3	1,79 ± 0,22

сушеных плодов изготовлены кисели, составили после 12 мес хранения в среднем 69,0%, после 14 мес – 77,5%. Сохранность фенольных веществ и β-каротина сопоставима и составила после 12 мес хранения в среднем 87,0 и 88,0%, после 14 мес – 84,0 и 86,0% соответственно. Наименьшим потерям в процессе хранения киселей подвержены пищевые волокна: после 12 мес хранения потери составили в среднем 0,9%,

после 14 мес – 14,5%. Таким образом, при употреблении одной порции киселей питьевых шиповниковых (200 см³) удовлетворяется суточная потребность в аскорбиновой кислоте не менее, чем на 62%, β-каротине – не менее 66%.

Для установления срока годности киселей питьевых шиповниковых проведены исследования микробиологических показателей (см. табл. 5).

Табл. 5. Влияние продолжительности хранения киселей питьевых шиповниковых на микробиологические показатели**Table 5.** Effect of potable rosehip kissels storage time on microbiological parameters

Показатель	Срок хранения, мес		
	0	12	14
<i>Из свежих плодов (вариант 3)</i>			
КМАФАнМ, КОЕ/г	9,54 × 10	9,09 × 10	8,64 × 10
Плесени, КОЕ/г	Нет роста	Нет роста	Нет роста
Дрожжи, КОЕ/г	» »	» »	» »
БГКП (колиформы)	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Бактерии рода <i>Salmonella</i>	» »	» »	» »
<i>Staphylococcus</i>	» »	» »	» »
<i>Proteus</i>	» »	» »	» »
<i>Из сушеных плодов (вариант 8)</i>			
КМАФАнМ, КОЕ/г	6,36 × 10	4,55 × 10	3,64 × 10
Плесени, КОЕ/г	Нет роста	Нет роста	Нет роста
Дрожжи, КОЕ/г	» »	» »	» »
Бактерии рода <i>Salmonella</i>	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
БГКП (колиформы)	» »	» »	» »
<i>Staphylococcus</i>	» »	» »	» »
<i>Proteus</i>	» »	» »	» »

Табл. 6. Регламентируемые технические характеристики киселей питьевых шиповниковых
Table 6. Regulated technical characteristics of rosehip potable kissels

Показатель	Характеристика / норма
Внешний вид и консистенция	Однородная киселеобразная масса; нерастворившиеся комки отсутствуют
Цвет	Светло-коричневый, однородный по всей массе
Запах и вкус	Хорошо выраженные, сладко-кислые, свойственные используемым ягодам шиповника, прошедшим тепловую обработку; посторонние запахи и привкусы отсутствуют
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	Не менее 12
Массовая доля фруктовой части, %	Не менее 20,0
Массовая доля титруемых кислот (по яблочной), %	0,4–1,0
Примеси растительного происхождения (плодоножек, чашелистиков, стеблей и других частей растений)	Не допускаются
Посторонние примеси (не предусмотренные рецептурой)	Не допускаются

Допустимое количество клеток микроорганизмов в 1 г консервируемого продукта, не нарушающего его микробиологическую стабильность в процессе хранения и не представляющего опасности для человека, составляет до 10^3 ед. Важно, чтобы в процессе хранения остаточная микрофлора оставалась в подавленном состоянии. В микробиоте образцов киселей питьевых шиповниковых неспорообразующие бактерии не выявлены (см. табл. 5). Остаточная микрофлора находилась в пределах допустимых значений ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

На основании проведенных исследований разработана нормативно-техническая документация на кисели питьевые шиповниковые (см. табл. 6).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработаны рецептуры и технология киселей питьевых из свежих или сушеных плодов шиповника, позволяющие расширить ассортимент продуктов нового поколения, содержащих биологически активные вещества. Установлено, что срок годности киселей питьевых шиповниковых составил 12 мес при хранении в стеклянных банках

типа I с номером венчика горловины 82 мм и вместимостью 500 см³, укуренных крышками типоразмера 1-82-С, при температуре и относительной влажности воздуха не выше соответственно 25 °С и 75% в защищенном от прямых солнечных лучей месте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов М.Ю., Бессонов В.В., Коденцова В.М. Биологическая ценность плодов и ягод российского производства // Вопросы питания. 2020. Т. 89. № 4. С. 220–232.
2. Салманов М.М., Ибригова Т.А., Салманов К.М. Влияние экологических условий и сортовых особенностей на химико-технологические свойства и качество ягодных культур // Известия Дагестанского государственного аграрного университета. 2020. № 1 (5). С. 55–59.
3. Кокаева Ф.Ф., Джатиева Д.Н. Изучение химического состава плодов шиповника (*Rosa Majalis*) // Известия Горского государственного аграрного университета. 2018. Т. 55. № 1. С. 120–124.
4. Магомедова З.М., Гасанова М.Г. Исследование фитохимического состава шиповника // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 1: Естественные науки. 2016. Т. 31. № 2. С. 54–59.
5. Петрова С.Н., Ивкова А.В. Химический состав и антиоксидантные свойства видов ро-

- да *Rosa L.* // Химия растительного сырья. 2014. № 2. С. 13–19.
6. Дубцова Г.Н., Негматуллоева Р.Н., Бессонов В.В. Состав и содержание биологически активных веществ в плодах шиповника // Вопросы питания. 2012. Т. 81. № 6. С. 84–88.
7. Patel S. Rose hip as an underutilized functional food: Evidence-based review // Trends in Food Science & Technology. 2017. N 63. P. 29–38. DOI: 10.1016/j.tifs.2017.03.001.
8. Skrypnik L., Chupakhina G., Feduraev P., Chupakhina N., Maslennikov P. Evaluation of the rose hips of *Rosa canina* L. and *Rosa rugosa* Thunb. as a valuable source of biological active compounds and antioxidants on the Baltic Sea coast // Polish journal of natural sciences. 2019. N 34. P. 395–413.
9. Морозова С.С., Бакуменко О.Е., Тарасова В.В. Разработка рецептур пищевых концентратов киселей с использованием сахарозаменителей и интенсивных подсластителей // Пищевая промышленность. 2020. № 6. С. 13–18. DOI: 10.24411/0235-2486-2020-10058.
10. Майтаков А.Л., Берязева Л.Н., Ветрова Н.Т., Плотников К.Б. Получение гранулированных быстрорастворимых киселей на основе молочной сыворотки и растительного сырья // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2020. № 2-3 (374-375). С. 38–42. DOI: 10.26297/0579-3009.2020.2-3.10.
11. Снегирева А.В., Мелешикина Л.Е. Возможности использования амаранта в технологии зерновых киселей // Ползуновский вестник. 2018. № 2. С. 60–64. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2018.02.011.
12. Плотников К.Б., Попов А.М., Плотников И.Б. Совершенствование технологического потока линии производства инстантированного киселя // Техника и технология пищевых производств. 2020. Т. 50. № 1. С. 96–105. DOI: 10.21603/2074-9414-2020-1-96-105.
13. Соколов А.Ю., Акимова Н.А. Управление качеством концентрированных киселей для профессионального питания // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. 2020. Т. 17. № 6 (114). С. 208–214. DOI: 10.21686/2413-2829-2020-6-208-214.
14. Шамова М.М., Австриевских А.Н., Вековцев А.А. Разработка рецептуры и технологии производства злакового киселя. Кисель постный злаковый // Пиво и напитки. 2018. № 1. С. 26–29.
15. Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventós R.M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent // Methods in enzymology. 1999. N 299. P. 152–178. DOI: 10.1016/S0076-6879(99)99017-1.

REFERENCES

1. Akimov M.Yu., Bessonov V.V., Kodentsova V.M. Biological value of fruits and berries of Russian production. *Voprosy pitaniya = Problems of nutrition*, 2020, vol. 89, no. 4, pp. 220–232. (In Russian).
2. Salmanov M.M., Isrigova T.A., Salmanov K.M. Influence of ecological conditions and variety features on chemical and technological properties and quality of berry crops. *Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Dagestan GAU Proceedings*, 2020, no.1 (5), pp. 55–59. (In Russian).
3. Kokaeva F.F., Dzhatieva D.N. Study of dog rose (*Rosa Majalis*) chemical composition. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Journal of Proceedings of the Gorsky SAU*, 2018, vol. 55, no. 1, pp. 120–124. (In Russian).
4. Magomedova Z.M., Gasanova M.G. The study of the phytochemical composition of the rose-hip. *Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo universiteta Seriya 1: Estestvennye nauki = Herald of Dagestan State University. Series 1. Natural Sciences*, 2016, vol. 31, no. 2, pp. 54–59. (In Russian).
5. Petrova S.N., Ivkova A.V. Chemical composition and anitioxidant properties of species of the genus *Rosa L.* *Khimiya rastitel'nogo syr'ya = Khimija Rastitel'nogo Syr'ja*, 2014, no. 2, pp. 13–19. (In Russian).
6. Dubtsova G.N., Negmatulloeva R.N., Bessonov V.V. Composition and content of biologically active substances in rose hips. *Voprosy pitaniya = Problems of nutrition*, 2012, vol. 81, no. 6, pp. 84–88. (In Russian).
7. Patel S. Rose hip as an underutilized functional food: Evidence-based review. *Trends in Food Science & Technology*, 2017, no. 63, pp. 29–38. DOI: 10.1016/j.tifs.2017.03.001.
8. Skrypnik L., Chupakhina G., Feduraev P., Chupakhina N., Maslennikov P. Evaluation of the

- rose hips of *Rosa canina* L. and *Rosa rugosa* Thunb. as a valuable source of biological active compounds and antioxidants on the Baltic Sea coast. *Polish journal of natural sciences*, 2019, no. 34, pp. 395–413.
9. Morozova S.S., Bakumenko O.E., Tarasova V.V. Technology of kissel concentrates using natural sweeteners. *Pishchevaya promyshlennost' = Food Industry*, 2020, no. 6, pp. 13–18. (In Russian). DOI: 10.24411/0235-2486-2020-10058.
10. Maitakov A.L., Beryazeva L.N., Vetrova N.T., Plotnikov K.B. Production of granulated instant kissel based on whey and vegetable raw materials. *Izvestiya vysshih uchebnykh zavedenii. Pishchevaya tekhnologiya = News of institutes of higher education. Food technology*, 2020, no. 2-3 (374-375), pp. 38–42. (In Russian). DOI: 10.26297/0579-3009.2020.2-3.10.
11. Snegireva A.V., Meleshkina L.E. Possibilities of using amaranth in the technology of grain kissels. *Polzunovskii vestnik = Polzunovskiy vestnik*, 2018, no. 2, pp. 60–64. (In Russian). DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2018.02.011.
12. Plotnikov K.B., Popov A.M., Plotnikov I.B. Improving the line of instant starch soft drinks. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv = Food Processing: Techniques and Technology*, 2020, vol. 50, no. 1, pp. 96–105. (In Russian). DOI: 10.21603/2074-9414-2020-1-96-105.
13. Sokolov A.Yu., Akimova N.A. Managing the quality of concentrated kissels for professional nutrition. *Vestnik Rossiiskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G.V. Plekhanova = Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics*, 2020, vol. 17, no. 6 (114), pp. 208–214. (In Russian). DOI: 10.21686/2413-2829-2020-6-208-214.
14. Shamova M.M., Avstrieviskikh A.N., Vekovtsev A.A. The formulation and production technology development of cereal kissel. Lenten cereal kissel. *Pivo i napitki = Beer and beverages*, 2018, no. 1, pp. 26–29. (In Russian).
15. Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventós R.M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in enzymology*, 1999, no. 299, pp. 152–178. DOI: 10.1016/S0076-6879(99)99017-1.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Щербинин В.В., младший научный сотрудник

✉ **Голуб О.В.**, доктор технических наук, главный научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, а/я 463; e-mail: golubiza@rambler.ru

Чекрыга Г.П., кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник

Мотовилов О.К., доктор технических наук, главный научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

Vyacheslav V. Scherbinin, Junior Researcher

✉ **Olga V. Golub**, Doctor of Science in Engineering, Head Researcher; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: golubiza@rambler.ru

Galina P. Chekryga, Candidate of Science in Biology, Lead Researcher

Oleg K. Motovilov, Doctor of Science in Engineering, Head Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 14.01.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 25.04.2022
Дата публикации / Published 25.05.2022

ПРИМЕНЕНИЕ ПЛОДОВОГО СЫРЬЯ СИБИРСКОГО РЕГИОНА КАК ОСНОВЫ НАЧИНОК ДЛЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

✉ Давыденко Н.И., Ульянова Г.С., Голубцова Ю.В., Сергеева И.Ю.

Кемеровский государственный университет

Кемерово, Россия

✉ e-mail: nat1861@yandex.ru

Представлены результаты изучения плодов и продуктов их переработки как источников веществ антиоксидантной направленности (витаминов, органических кислот и различных фенольных веществ) в рационе человека. Установлено, что существует вариативность содержащихся в плодах биологически ценных веществ в зависимости от места произрастания, условий культивирования и других. Цель исследования – дать оценку целесообразности применения традиционного для Сибирского региона плодового сырья (клюквы, брусники и аронии) как основы начинок для хлебобулочных изделий. Объект исследований – свежие дикорастущие плоды клюквы и брусники (урожай 2021 г., заготовка Томского Облпотребсоюза Центрального союза РФ) и плоды аронии (сортосмесь, выращенная на территории Кемеровской области и реализуемая на потребительском рынке). Органолептическую оценку начинок осуществляли по 5-балльной шкале, суммарную антиоксидантную активность – кулонометрическим экспресс-методом на приборе «Экспресс-006-Антиоксиданты». На основании проведенных исследований установлено, что свежие плоды по антиоксидантной активности ранжируются следующим образом: клюквы > аронии > брусники. Установлено, что на показатель «внешний вид и консистенция» начинок для хлебобулочных изделий оказывают основное влияние структурообразователи, которые ранжируются следующим образом: 1,0% агара > 2,0% пектина > 1,5% агара > 6,0% крахмала модифицированного. На запах и вкус начинок основное влияние оказывает используемое плодовое сырье, а структурообразователи – опосредованное. Суммарная антиоксидантная активность начинок для хлебобулочных изделий зависит от разрушения биологически активных веществ плодов при изготовлении, а не от используемых структурообразователей. Результаты данных исследований будут полезны при создании функциональной пищевой продукции.

Ключевые слова: плоды, антиоксидантная активность, начинки, структурообразователи, показатели качества

THE USE OF FRUIT RAW MATERIALS OF THE SIBERIAN REGION AS THE BASIS OF FILLINGS FOR BAKERY PRODUCTS

✉ Davydenko N.I., Ulyanova G.S., Golubtsova Yu.V., Sergeeva I.Yu.

Kemerovo State University

Kemerovo, Russia

✉ e-mail: nat1861@yandex.ru

The results of the study of fruits and their products as sources of antioxidant substances (vitamins, organic acids and various phenolic substances) in the human diet are presented. It was found that there is a variation in the biologically valuable substances contained in fruits depending on the place of growth, cultivation and other conditions. The purpose of the study is to assess the feasibility of using traditional for the Siberian region fruit raw materials (cranberry, lingonberry and chokeberry) as the basis for the filling of bakery products. The object of research was fresh wild fruits of cranberry and lingonberry (harvest of 2021, harvested by the Tomsk Regional Consumer Union of the Russian Federation) and chokeberry fruits (variety mix, grown in the Kemerovo region and sold in the consumer market). The organoleptic evaluation of the fillings was carried out on a 5-point scale, total antioxidant activity - by coulometric express method on the device "Express-006-Antioxidants". Based on the studies conducted, it was found that fresh fruits are ranked as follows in terms of antioxidant activity: cranberry > chokeberry > lingonberry. It was found that the indicator

"appearance and consistency" of fillings for bakery products is mainly influenced by structural formers, which are ranked as follows: 1.0% agar > 2.0% pectin > 1.5% agar > 6.0% modified starch. The smell and taste of fillings are mainly influenced by the fruit raw material used, and the structure-forming agents are indirectly influenced by them. Total antioxidant activity of bakery fillings depends on the destruction of biologically active substances of fruit during manufacturing, rather than on the used structure-forming agents. The results of these studies will be useful in the creation of functional food products.

Keywords: fruits, antioxidant activity, bakery fillings, structure-forming agents, quality indicators

Для цитирования: Давыденко Н.И., Ульянова Г.С., Голубцова Ю.В., Сергеева И.Ю. Применение плодового сырья Сибирского региона как основы начинок для хлебобулочных изделий // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 2. С. 73–81. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-9>. EDN MEGHZI.

For citation: Davydenko N.I., Ulyanova G.S., Golubtsova Yu.V., Sergeeva I.Yu. The use of fruit raw materials of the Siberian region as the basis of fillings for bakery products. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2022, vol. 52, no. 2, pp. 73–81. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-9>. EDN MEGHZI.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Особенности питания современного человека, появление новых данных о функциональных свойствах пищевых ингредиентов, в том числе натурального происхождения, способствуют развитию технологий получения пищевых продуктов с заданными свойствами, обладающих физиологической ценностью [1]. При этом растительное сырье является ценным источником незаменимых нутриентов различной физиологической направленности, позволяющих использовать его для производства комбинированных продуктов в сочетании с основой животного происхождения [2].

Окислительный стресс, возникающий в результате недостаточного функционирования антиоксидантной системы, приводит к нарушению обмена веществ. Вследствие этого возникают воспалительные процессы в организме человека, приводящие к хроническим заболеваниям, а также широко распространенным алиментарным (связанным с пищей) заболеваниям [3]. В этой связи разработка и производство пищевых продуктов, содержащих естественные функциональные пищевые ингредиенты, представляют интерес в целях решения проблемы снижения окислительного стресса.

Процесс проектирования ингредиентного состава пищевого продукта с функциональ-

ными свойствами состоит в многовариантном подборе ценных сырьевых компонентов для всех систем продукта при условии сложной структуры. В качестве примера можно привести изделия с начинками, состоящими из двух ингредиентных систем с разными свойствами [4].

Кислород является главным гарантом жизнедеятельности живых организмов, однако в результате нормальных метаболических процессов в клетке образуются свободные радикалы, повреждающие клеточные мембраны. Поэтому отсутствие своевременной нейтрализации активного кислорода приводит к необратимым повреждениям организма. Человек существует в условиях постоянного стресса, ситуацию усугубляют эмоциональный стресс, состояние окружающей природы, загрязнение воздуха, распространенность курения. В связи с этим вред свободных радикалов обусловлен их избыточным количеством. Антиоксидантная защита организма необходима человеку для нивелирования последствий деструктивных окислительных процессов [5].

Основные источники антиоксидантов – плоды, особенно с выраженным кислым и кисло-сладким вкусом, синего, красного, оранжевого цветов. Антиокислительные свойства проявляют различные группы веществ: витамины Е, С, каротиноиды, флавоноиды, полифенолы, микроэлементы (на-

пример, селен) и другие. Особенно богаты антиоксидантами шиповник, брусника, черника, черная смородина, дикая клубника, ежевика, годжи, облепиха, клюква и др. Флавоноиды плодов преимущественно представлены антоцианинами, проантоцианидами, флавонолами и катехинами [6, 7]. Рядом авторов показано, что существенная вариативность содержания биологически ценных веществ в плодах связана с сортом, условиями культивирования, местом произрастания [8–10]. При этом исследований вариативности антиоксидантной активности ингредиентного состава продуктов переработки плодов недостаточно.

Цель исследований – оценить целесообразность применения традиционного для Сибирского региона плодового сырья (клюквы, брусники и аронии) как основы начинок хлебобулочных изделий.

В рамках поставленной цели решены следующие задачи:

- определена суммарная антиоксидантная активность плодов клюквы, брусники, аронии;
- проведена оценка органолептических характеристик и суммарная антиоксидантная активность начинок для хлебобулочных изделий из исследуемого плодового сырья в зависимости от используемого структурообразователя.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в октябре 2021 г. в лабораториях кафедр технологии и организации общественного питания и технологии переработки сырья растительного происхождения Кемеровского государственного университета.

Объект исследований – плодое сырье (клюква, брусника и арония), обладающее антиоксидантной активностью, и полуфабрикаты (начинки для хлебобулочных изделий) на его основе.

В работе исследовали свежие дикорастущие плоды клюквы и брусники урожая 2021 г., заготовленные Томским Облпотребсоюзом Центросоюза РФ, свежие плоды аронии, сортосмесь, выращенные на терри-

тории Кемеровской области и реализуемые на потребительском рынке.

Для структурирования (загущения) начинок использовали:

- пектин по ГОСТ 29186–91 «Пектин. Технические условия»;
- агар по ГОСТ 16280–2002 «Агар пищевой. Технические условия»;
- крахмал кукурузный модифицированный холодного набухания GLETEL BAW E1422.

Начинку готовили следующим образом: свежие измельченные плоды (размер частиц 1–4 мм) смешивали с сахаром в соотношении плоды : сахар – 80 : 20, нагревали и доводили до кипения; далее вводили загуститель в различных количествах, доводили до кипения и кипятили 4 мин. Затем остужали при комнатной температуре до формирования желированной структуры. Количество структурообразователей вводили с учетом рекомендаций производителей для начинок в процентах к массе смеси плодов и сахара: 1,0 и 1,5% агара, 2,0% пектина, 6,0% крахмала кукурузного (GLETEL BAW-23).

Органолептическую оценку начинок осуществляли по гедонической 5-балльной шкале: 5 баллов – отличное качество; 4 – хорошее; 3 – удовлетворительное; 2 – плохое (неприемлемое); 1 балл – очень плохое (неприемлемое). При исследовании показателя «внешний вид и консистенция» продукции описательную характеристику и балльную оценку осуществляли с точки зрения поведения плодовой начинки при выпечке, равномерного распределения ее внутри хлебобулочного изделия, в том числе после остывания.

Суммарную антиоксидантную активность (АОА) определяли кулонометрическим экспресс-методом на приборе «Экспресс-006-Антиоксиданты». Для измерения АОА получали водно-спиртовой экстракт плодов или начинки: твердые навески измельченного плода или начинки заливали водно-спиртовой смесью (40%) в соотношении 1 : 4 (навеска к смеси) и выдерживали в шкафу без доступа света при температуре 20 ± 2 °C в течение 2 ч. Продолжительность настаива-

ния была определена опытным путем – по истечении 2 ч показатели АОА стабилизировались и существенно не менялись. Применение водно-спиртовой смеси позволяло максимально извлечь водо- и спирторастворимые вещества, проявляющие антиокислительную активность.

При оценке антиоксидантной активности начинки ее предварительно нагревали до температуры 98 °С и выдерживали 10 мин, имитируя нагрев хлебобулочного изделия при выпечке, затем охлаждали и проводили измерения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе эксперимента была определена суммарная антиоксидантная активность образцов плодов: клюквы, брусники и аронии. Выбор этих плодов объясняется местным происхождением (в пределах Сибири), а также содержанием в нутриентном составе значительного количества физиологически ценных веществ. Согласно литературным данным [11–16], выбранные для исследования плоды содержат следующие биологически активные вещества, обуславливающие антиоксидантную направленность:

- клюква: лимонная, бензойная, хинная, урсоловая, хлорогеновая, яблочная, олеиновая, γ -окси- α -кетомасляная, α -кетоглутаровая кислоты; в следовых количествах – щавелевая и янтарная кислоты; бетаин и биофлавоноиды: антоцианы, лейкоантоцианы, катехины, флавонолы и фенолокислоты;
- брусника: лимонная, яблочная, щавелевая, бензойная, уксусная, глиоксиловая, пировиноградная, оксипировиноградная, α -кетоглутаровая кислоты и др.;
- арония черноплодная: рутин, антоцианы, катехины, флавонолы, органические кислоты: лимонная, яблочная, винная, салициловая, тартроновая.

Результаты исследований АОА плодов клюквы, брусники и аронии представлены в табл. 1.

Исследуемые плоды отличаются друг от друга по АОА, их можно проранжировать следующим образом: клюква > арония > брусника (см. табл. 1). При этом отмечено,

Табл. 1. Суммарная антиоксидантная активность плодового сырья ($n = 3$)

Table 1. Total antioxidant activity of fruit raw materials ($n = 3$)

Плод	Суммарная антиоксидантная активность, мг/100 г рутина
Клюква	219,24 $\pm$ 3,74
Брусника	162,33 $\pm$ 2,49
Арония	204,12 $\pm$ 3,74

что по АОА плоды аронии несущественно уступают плодам клюквы, в среднем на 7%, но превосходят плоды брусники в среднем на 20%.

Из плодов клюквы, брусники и аронии были приготовлены начинки. Результаты оценки органолептических характеристик начинок представлены в табл. 2, 3.

Данные табл. 2 свидетельствуют о том, что наилучшим внешним видом и консистенцией обладали начинки из плодов клюквы, брусники и аронии, изготовленные с использованием в качестве структурообразователя 1,0% агара, средний балл 4,7 (масса густая, желеобразная, мажущаяся). Плодовые начинки, изготовленные с пектином, незначительно уступали по своему внешнему виду и консистенции продукции, изготовленной с использованием 1% агара, оценка ниже всего на 5% (масса густая, вязкая, мажущаяся). Начинки из клюквы, брусники и аронии, содержащие в своем составе 1,5% агара, уступали продукции, содержащей 1,0% агара, по исследуемому показателю в среднем на 7%, поскольку масса становилась излишне плотной. Образцами начинок из плодов клюквы, брусники и аронии, у которых в качестве структурообразователя использовали 6,0% крахмала модифицированного холодного набухания, как рекомендовано производителем, получены низкие органолептические оценки за исследуемый показатель (в среднем 3,2 балла), поскольку масса становилась излишне плотной, киселеобразной. Результаты органолептических оценок исследуемого органолептического показателя не зависели от вида используемых плодов.

Табл. 2. Органолептическая оценка показателя «внешний вид и консистенция» плодовых начинок ($n = 5$)

Table 2. Organoleptic evaluation of the fruit fillings indicator "appearance and consistency" ($n = 5$)

Образец	Описательная характеристика начинки	Суммарная оценка, балл
Клюква + 1,5% агара	Густая, желеобразная масса, не растекающаяся по поверхности	$4,5 \pm 0,4$
Брусника + 1,5% агара		$4,4 \pm 0,1$
Арония + 1,5% агара		$4,1 \pm 0,1$
Клюква + 1,0% агара	Густая, желеобразная, мажущаяся масса	$4,9 \pm 0,1$
Брусника + 1,0% агара		$4,6 \pm 0,3$
Арония + 1,0% агара		$4,5 \pm 0,2$
Клюква + 2,0% пектина	Густая, вязкая, мажущаяся масса	$4,7 \pm 0,2$
Брусника + 2,0% пектина		$4,5 \pm 0,4$
Арония + 2,0% пектина		$4,1 \pm 0,3$
Клюква + 6,0% крахмала	Плотная, киселеобразная масса	$2,9 \pm 0,7$
Брусника + 6,0% крахмала		$3,5 \pm 0,5$
Арония + 6,0% крахмала		$3,1 \pm 0,5$

Запах и вкус начинок зависели прежде всего от индивидуальных особенностей плодов клюквы, брусники и аронии (см. табл. 3). Использование в плодовых начинках в качестве структурообразователей агара, вне зависимости от его концентрации, не оказывало влияния на запах продукции, но позволяло создать более выраженный яркий вкус используемых в качестве основы плодов, по сравнению с пектином – средний балл соответственно составлял 4,6 и 4,1. Запах начинок характерен плодам, из которых они изготовлены, посторонние оттенки отсутствовали. Необходимо отметить, что у продукции, изготовленной с использованием 1,0% агара, запах более ярко выражен, чем с использованием 1,5% агара, а продукция с 2,0% пектина обладала большей мягкостью. Вкус кисло-сладкий у начинок, изготовленных из плодов клюквы и брусники, у последней присутствовала в послевкусии легкая приятная горчинка; сладко-вяжущий – из аронии. У клюквенных и брусничных начинок, изготовленных с использованием агара вне зависимости от его концентрации, вкус более выраженный, чем у продукции, изготовленной с использованием пектина. На показатель «выразительность» вкуса продукции, изготовленной из аронии, структурообразователь (агар или пектин) не

оказывал существенного влияния, а только на общее его впечатление. На запах и вкус начинок из клюквы, брусники и аронии оказывает наибольшее влияние крахмал модифицированный, органолептическая оценка наилучших образцов показала, что это происходит в среднем на 44% – появлялись «мучнистые» тона и послевкусие (см. табл. 3). На рис. 1–3 приведены данные исследований суммарной антиоксидантной активности плодовых начинок.

Данные табл. 1 и рис. 1–3 свидетельствуют о том, что воздействие температуры сначала при приготовлении начинки, затем при моделировании процесса выпечки снижало антиоксидантную активность более, чем в 2 раза. При этом сильнее всего разрушение веществ антиоксидантной направленности наблюдали у аронии. На антиоксидантную активность начинок оказывал влияние вид плодов, а не используемый структурообразователь (см. рис. 1–3). Так, начинки из плодов клюквы в зависимости от используемого структурообразователя ранжируются следующим образом по антиоксидантной активности: 1,0% агара > 2,0% пектина > 1,5% агара > 6,0% крахмала. Начинки из плодов аронии имели практически обратное ранжирование: 6,0% крахмала > 2,0% пекти-

Табл. 3. Органолептическая оценка показателя «запах и вкус» плодовых начинок ($n = 5$)

Table 3. Organoleptic evaluation of the fruit fillings indicator "smell and taste" ($n = 5$)

Образец	Описательная характеристика		Суммарная оценка, балл
	Вкус	Запах	
Клюква + 1,5% агара	Выраженный, кисло-сладкий, свойственный клюкве, без постороннего привкуса	Гармоничный, свойственный клюкве, без постороннего запаха	$4,5 \pm 0,2$
Брусника + 1,5% агара	Выраженный, кисло-сладкий, свойственный бруснике, с легкой горчинкой в послевкусии, без постороннего привкуса	Гармоничный, свойственный бруснике, без постороннего запаха	$4,9 \pm 0,1$
Арония + 1,5% агара	Выраженный, сладко-вяжущий, свойственный аронии, без постороннего привкуса	Гармоничный, свойственный аронии, без постороннего запаха	$4,1 \pm 0,2$
Клюква + 1,0% агара	Выраженный, кисло-сладкий, свойственный клюкве, без постороннего привкуса	Гармоничный, ярко выраженный, свойственный клюкве, без постороннего запаха	$4,6 \pm 0,1$
Брусника + 1,0% агара	Выраженный, кисло-сладкий, свойственный бруснике, с легкой горчинкой в послевкусии, без постороннего привкуса	Гармоничный, ярко выраженный, свойственный бруснике, без постороннего запаха	$4,9 \pm 0,1$
Арония + 1,0% агара	Выраженный, сладко-вяжущий, свойственный аронии, без постороннего привкуса	Гармоничный, ярко выраженный, свойственный аронии, без постороннего запаха	$4,3 \pm 0,2$
Клюква + 2,0% пектина	Кисло-сладкий, свойственный клюкве, без постороннего привкуса	Гармоничный, мягкий, свойственный клюкве, без постороннего запаха	$4,0 \pm 0,2$
Брусника + 2,0% пектина	Кисло-сладкий, свойственный бруснике, с легкой горчинкой в послевкусии, без постороннего привкуса	Гармоничный, мягкий, свойственный бруснике, без постороннего запаха	$4,3 \pm 0,4$
Арония + 2,0% пектина	Выраженный, сладко-вяжущий, свойственный аронии, без постороннего привкуса	Гармоничный, мягкий, свойственный аронии, без постороннего запаха	$3,9 \pm 0,3$
Клюква + 6,0% крахмала	Кисло-сладкий, свойственный клюкве, с посторонним привкусом	Свойственный клюкве, с посторонними тонами	$2,7 \pm 0,5$
Брусника + 6,0% крахмала	Кисло-сладкий, свойственный бруснике, с посторонним привкусом	Свойственный бруснике, с посторонними тонами	$2,5 \pm 0,4$
Арония + 6,0% крахмала	Выраженный, сладко-вяжущий, свойственный аронии, с посторонним привкусом	Свойственный аронии, с посторонними тонами	$2,5 \pm 0,7$



Рис. 1. Суммарная антиоксидантная активность клюквенных начинок ($n=3$)

Fig. 1. Total antioxidant activity of cranberry fillings ($n = 3$)

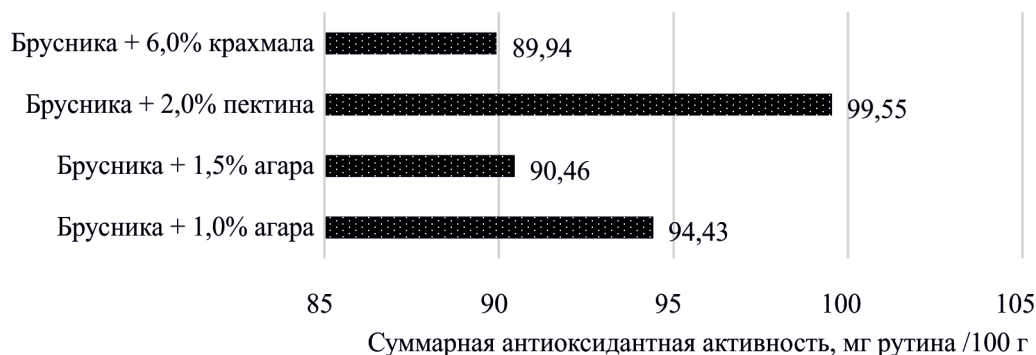


Рис. 2. Суммарная антиоксидантная активность брусничных начинок ($n = 3$)

Fig. 2. Total antioxidant activity of lingonberry fillings ($n = 3$)



Рис. 3. Суммарная антиоксидантная активность арониевых начинок ($n = 3$)

Fig. 3. Total antioxidant activity of chokeberry fillings ($n = 3$)

на > 1,0% агара > 1,5% агара. Начинки из плодов брусники, ранжировали следующим образом по антиоксидантной активности, в зависимости от используемого структурообразователя: 2% пектина > 1% агара > 1,5% агара > 6% крахмала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе представлены данные об антиоксидантном статусе дикорастущих клюквы, брусники, а также культивируемой в домашних хозяйствах аронии. Показано, что по суммарной антиоксидантной активности исследуемое растительное сырье распределено следующим образом: клюква > арония > брусника. На сенсорные характеристики начинок для хлебобулочных изделий значимое влияние оказывал не только вид плодового сырья, но и вид используемого при их изготовлении структурообразователя. Наилучшими показателями обладали модельные образцы с 1% агара и 2% пектина. Выявлено, что при приготовлении начинок

происходило разрушение биологически активных веществ, зависящее от вида плодов (ранжирование по антиоксидантной активности следующее: клюква > брусника > арония), а не от используемых структурообразователей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Villaño D., Gironés-Vilapana A., García-Viguera C., Moreno D.A. Development of functional foods. Innovation Strategies in the Food Industry. Academic Press. 2022. P. 193–207. DOI: 10.1016/B978-0-323-85203-6.00017-7.
2. Решетник Е.И., Грибанова С.Л., Егоров Д.В., Грицов Н.В. Использование растительного сырья при производстве кисломолочных продуктов для специализированного питания // Индустрия питания. 2021. Т. 6. № 4. С. 39–46. DOI: 10.29141/2500-1922-2021-6-4-4.
3. Ходос М.Я., Казаков Я.Е., Видревич М.Б., Брайнина Х.З. Окислительный стресс и его роль в патогенезе // Вестник Уральской медицинской академической науки. 2017. Т. 14. № 4. С. 381–398. DOI: 10.22138/2500-0918-2017-14-4-381-398.

4. Сычева О.В., Стародубцева Г.П., Шлыков С.Н., Любая С.И., Омаров Р.С. Развитие теории и практики индустрии питания // Аграрно-пищевые инновации. 2018. № 4(4). С. 69–76. DOI: 10.31208/2618-7353-2018-4-69-76.
5. Лудан В.В., Польская Л.В. Роль антиоксидантов в жизнедеятельности организма // Таврический медико-биологический вестник. 2019. Т. 22. № 3. С. 86–92.
6. Чугунова О.В., Пастушкова Е.В., Вяткин А.В. Практические аспекты использования плодово-ягодного сырья при создании продуктов, способствующих снижению уровня оксидативного стресса // Индустрия питания. 2017. № 2(3). С. 57–63.
7. Акимов М.Ю., Макаров В.Н., Жданова Е.В. Роль плодов и ягод в обеспечении человека жизненно важными биологически активными веществами // Достижения науки и техники АПК. 2019. № 33(2). С. 56–60. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10214.
8. Жбанова Е.В. Плоды малины *Rubus idaeus* L. как источник функциональных ингредиентов (обзор) // Техника и технология пищевых производств. 2018. Т. 48. № 1. С. 5–14. DOI: 10.21603/2074-9414-2018-1-5-14.
9. Акимов М.Ю., Жбанова Е.В., Макаров В.Н., Перова И.Б., Шевякова Л.В., Вржесинская О.А., Бекетова Н.А., Кошелева О.В., Богачук М.Н., Рылина Е.В., Лукьянчук И.В., Миронов А.М. Пищевая ценность плодов перспективных сортов земляники // Вопросы питания. 2019. Т. 88. № 2. С. 64–72. DOI: 10.24411/0042-8833-2019-10019.
10. Алексашина С.А., Макарова Н.В., Деменина Л.Г., Антипенко М.И. Ягоды и косточковые плоды Самарского региона урожая 2016 года из коллекции НИИ "Жигулевские сады" как перспективное сырье в пищевой промышленности // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. Т. 80. № 2(76). С. 229–235. DOI: 10.20914/2310-1202-2018-2-229-235.
11. Волкова Г.С., Серба Е.М., Фурсова Н.А., Соколова Е.Н., Кукова Е.В., Римарева Л.В. Изучение качественного состава биологически активных веществ плодов брусники // Вопросы питания. 2018. Т. 87. № 5. С. 53–54. DOI: 10.24411/0042-8833-2018-10138.
12. Лютикова М.Н., Ботиров Э.Х. Химический состав и практическое применение ягод брусники и клюквы // Химия растительного сырья. 2015. № 2. С. 5–27.
13. Логвинова Е.Е., Брежнева Т.А., Самылина И.А., Сливкин А.И. Химический состав плодов аронии различных сортов // Фармация. 2015. № 6. С. 22–26.
14. Цыбукова Т.Н., Петрова Е.В., Рабцевич Е.С., Зейле Л.А., Тихонова О.К., Агашева Е.А. Элементный состав плодов брусники обыкновенной и клюквы болотной // Химия растительного сырья. 2017. № 4. С. 229–233. DOI: 10.14258/jcprm.2017041899.
15. Jurendić T., Ščetar M. Aronia melanocarpa products and by-products for health and nutrition: A Review. *Antioxidants*, 2021. N 10 (7). P. 1052. DOI: 10.3390/antiox10071052.
16. Smirnov A., Birukova N. *Pharmaceutical sciences. Agricultural sciences*, 2021. N 66. P. 14–18. DOI: 10.24412/9215-0365-2021-66-1-14-18.

REFERENCES

1. Villaño D., Gironés-Vilapana A., García-Viguera C., Moreno D.A. Development of functional foods. *Innovation Strategies in the Food Industry. Academic Press*, 2022, pp. 193–207. DOI: 10.1016/B978-0-323-85203-6.00017-7.
2. Reshetnik E.I., Griбанова S.L., Egorov D.V., Gritsov N.V. Plant materials use in the production of fermented milk products for specialized nutrition. *Industriya pitaniya = Food industry*, 2021, vol. 6, no. 4, pp. 39–46. (In Russian). DOI: 10.29141/2500-1922-2021-6-4-4.
3. Khodos M.Ya., Kazakov Ya.E., Vidrevich M.B., Brainina Kh.Z. Oxidative stress and its role in pathogenesis. *Vestnik Ural'skoi meditsinskoi akademicheskoi nauki = Journal of Ural Medical Academic Science*, 2017. vol.14, no. 4, pp. 381–398. (In Russian). DOI: 10.22138/2500-0918-2017-14-4-381-398.
4. Sycheva O.V., Starodubtseva G.P., Shlykov S.N., Lyubaya S.I., Omarov R.S. The development of the theory and practice of the food industry. *Agrarno-pishchevye innovatsii = Agrarian-and-Food Innovations*, 2018, no. 4(4). pp. 69–76. (In Russian). DOI 10.31208/2618-7353-2018-4-69-76.
5. Ludan V.V., Pol'skaya L.V. The role of antioxidants in the vital activity. *Tavrisheskii mediko-biologicheskii vestnik = Tavricheskiy Mediko-Biologicheskii Vestnik*, 2019, vol. 22, no. 3, pp. 86–92. (In Russian).
6. Chugunova O.V., Pastushkova E.V., Vyatkin A.V. Practical aspects of the fruit raw mate-

- rial usage while developing products aimed at oxidative stress decrease. *Industriya pitaniya = Food industry*, 2017, no. 2(3), pp. 57–63. (In Russian).
7. Akimov M.Yu., Makarov V.N., Zhdanova E.V. Role of fruits and berries in providing human with vital biologically active substances. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2019, no. 33(2), pp. 56–60. (In Russian). DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10214.
 8. Zhbanova E.V. Fruit of raspberry *Rubus idaeus* L. as a source of functional ingredients (review). *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv = Food Processing: Techniques and Technology*, 2018, vol. 48, no. 1, pp. 5–14. (In Russian). DOI: 10.21603/2074-9414-2018-1-5-14.
 9. Akimov M.Yu., Zhbanova E.V., Makarov V.N., Perova I.B., Shevyakova L.V., Vrzhesinskaya O.A., Beketova N.A., Kosheleva O.V., Bogachuk M.N., Rylyina E.V., Luk'yanchuk I.V., Mironov A.M. Nutrient value of fruit in promising strawberry varieties. *Voprosy pitaniya = Problems of Nutrition*, 2019, vol. 88, no. 2, pp. 64–72. (In Russian). DOI: 10.24411/0042-8833-2019-10019.
 10. Aleksashina S.A., Makarova N.V., Demenina L.G., Antipenko M.I. Berries and large fruits of the Samara region harvest 2016 year of the collection of the research institute "Zhigulevsky garden" as a perspective raw material in the food industry. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii = Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 2018, vol. 80, no. 2(76), pp. 229–235. (In Russian). DOI: 10.20914/2310-1202-2018-2-229-235.
 11. Volkova G.S., Serba E.M., Fursova N.A., Sokolova E.N., Kuksova E.V., Rimareva L.V., Study of the qualitative composition of biologically active substances of lingonberry fruits. *Voprosy pitaniya = Problems of nutrition*, 2018, vol. 87, no. 5, pp. 53–54. (In Russian). DOI: 10.24411/0042-8833-2018-10138.
 12. Lyutikova, M.N., Botirov E.Kh. Chemical composition and practical application of lingonberries and cranberries. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya = Chemistry of plant raw material*, 2015, no. 2, pp. 5–27. (In Russian).
 13. Logvinova E.E., Brezhneva T.A., Samylina I.A., Slivkin A.I. Chemical composition of chokeberries (aronia) of different varieties. *Farmatsiya = Pharmacy*, 2015, no. 6, pp. 22–26. (In Russian).
 14. Tsybukova T.N., Petrova E.V., Rabtsevich E.S., Zeile L.A., Tikhonova O.K., Agasheva E.A. The elemental composition of the fruits of common lingonberries and marsh cranberries. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya = Chemistry of plant raw material*, 2017, no. 4, pp. 229–233. (In Russian). DOI: 10.14258/jcprm.2017041899.
 15. Jurendić T., Ščetar M. Aronia melanocarpa products and by-products for health and nutrition: A Review. *Antioxidants*, 2021, no. 10 (7), p. 1052. DOI: 10.3390/antiox10071052.
 16. Smirnov A., Birukova N. Pharmaceutical sciences. *Agricultural sciences*, 2021, no. 66, pp. 14–18. DOI: 10.24412/9215-0365-2021-66-1-14-18.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ Давыденко Н.И., доктор технических наук, доцент, профессор, **адрес для переписки:** Россия, 650000, Кемерово, ул. Красная, 6; e-mail: nat1861@yandex.ru

Ульянова Г.С., аспирант

Голубцова Ю.В., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой

Сергеева И.Ю., доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой

AUTHOR INFORMATION

✉ **Natalia I. Davydenko**, Doctor of Science in Engineering, Associate Professor, Professor; **address:** 6, Krasnaya St., Kemerovo, 650000, Russia, e-mail: nat1861@yandex.ru

Galina S. Ulyanova, Postgraduate Student

Yulia V. Golubtsova, Doctor of Science in Engineering, Professor, Department Head

Irina Yu. Sergeeva, Doctor of Science in Engineering, Associate Professor, Department Head

Дата поступления статьи / Received by the editors 13.01.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 24.04.2022
Дата публикации / Published 25.05.2022



СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ СОВЕТСКОЙ ВЕТЕРИНАРИИ В ПЕРИОД ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ (1941–1945 гг.)

Донченко А.С., Голохваст К.С., ✉ Самоловова Т.Н., Донченко Н.А., Юшкова Л.Я.

Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

✉ e-mail: asdon@ngs.ru

Показана научно-практическая и военная деятельность советской ветеринарной службы во время Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. Приведены данные о работе ветеринарных специалистов в условиях военного времени по обеспечению ветеринарно-санитарного благополучия животноводства страны, недопущению широкого распространения эпизоотических болезней и повышению эффективности лечебных мероприятий. Описана успешно проведенная эвакуация с оккупированных прифронтовых территорий людей, животных и соответствующей техники, затем реэвакуация животных с освобожденных районов. В начале войны военно-ветеринарная служба в короткие сроки была переведена на штатный режим военного времени: были созданы органы управления ветслужбой фронтов, армий, а также полевые ветеринарные учреждения. Уделено особое внимание конскому составу армии. Через ветеринарные лазареты Красной армии прошли 3 555 764 раненых и больных лошадей, из них вылечены и возвращены в строй 2 147 494 животных (91,59%). Приведены результаты деятельности Академии наук СССР в условиях военного времени. Научным учреждениям предлагалось пересмотреть тематику и методы научно-исследовательских работ по укреплению оборонно-военной мощи и народного хозяйства страны. Ветеринарная наука разработала и обеспечила гражданские и военные службы надежными способами профилактики опасных инфекционных болезней животных и эффективной помощи при хирургических и незаразных заболеваниях. Приведена оценка правительства страны работы военных, научных и гражданских ветеринарных специалистов. Многие из них получили государственные награды за доблестный труд в военное время.

Ключевые слова: Великая Отечественная война, эвакуация, фронтовые лазареты, болезни лошадей, ветеринарная наука

CHAPTERS OF HISTORY OF THE SOVIET VETERINARY SCIENCE DURING THE GREAT PATRIOTIC WAR (1941-1945)

Donchenko A.S., Golokhvast K.S., ✉ Samolovova T.N., Donchenko N.A., Yushkova L.Ya.

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

Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

✉ e-mail: asdon@ngs.ru

The research and military activities of the Soviet veterinary service in the context of the Great Patriotic War of 1941-1945 are shown. Data on the work of veterinary specialists under wartime conditions to ensure the veterinary and sanitary welfare of the country's livestock and to prevent the wide spread of epizootic diseases and increase the effectiveness of therapeutic measures are provided. The successful evacuation of people, animals and related equipment from the occupied front-line territories is described, followed by the re-evacuation of animals from the liberated

areas. At the beginning of the war the military veterinary service in a short time was transferred to a standard wartime mode: the bodies of the fronts and armies veterinary service management were established, as well as the field veterinary institutions. Particular attention was paid to the army's cavalry. 3,555,764 wounded and sick horses were treated at the veterinary clinics of the Red Army, of whom 2,147,494 animals (91.59%) were cured and returned to service. The results of the activities of the Academy of Sciences of the USSR in wartime conditions were given. Scientific institutions were asked to review the topics and methods of research work to strengthen the defense and military power and national economy of the country. Veterinary science developed and provided civilian and military services with reliable ways to prevent dangerous infectious and effective care for surgical and non-contagious diseases. The national government's assessment of the work of military, scientific, and civilian veterinary specialists was given. Many of them received state awards for their valorous labor during wartime.

Keywords: The Great Patriotic War, evacuation, front infirmaries, horse diseases, veterinary science

Для цитирования: Донченко А.С., Голохваст К.С., Самоловова Т.Н., Донченко Н.А., Юшкова Л.Я. Страницы истории советской ветеринарии в период Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.), 2022, Т. 52. № 2. С. 82–94. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-10>. EDN NEBXQR.

For citation: Donchenko A.S., Golokhvast K.S., Samolovova T.N., Donchenko N.A., Yushkova L.Ya Chapters of history of the Soviet veterinary science during the Great Patriotic War. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2022, vol. 52, no. 2, pp. 82–94. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-10>. EDN NEBXQR.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Великая Отечественная война стала тяжелейшим испытанием для советского народа. К этому времени гитлеровская Германия захватила и поработила половину Европы, а наша страна пережила годы разрухи, военного коммунизма, продразверстки, НЭПа и политических репрессий.

Война прервала начавшийся мирный труд граждан страны, направленный на выполнение третьего пятилетнего плана развития народного хозяйства СССР (1938–1942 гг.). С конца июня 1941 г. все отрасли хозяйственной деятельности страны перешли на военные рельсы, были подчинены единой оборонительной цели – борьбе с нацистским нашествием. Для ускорения мобилизации и усилий в экономике, политике и идеологии 30 июня 1941 г. был создан чрезвычайный орган – Государственный комитет обороны (ГКО), где сосредоточивалась вся полнота власти, т.е. государственное, военное и хозяйственное руководство [1].

С первых дней войны сельское хозяйство понесло огромные потери. Западные районы были заняты врагом. Посевные площади и поголовье крупного рогатого скота значительно сократились. Валовая сельскохозяйственная

продукция снизилась и составляла 37% довоенного уровня [2].

Огромный урон был нанесен животноводству. В районах РСФСР, временно оккупированных немецко-фашистскими войсками, поголовье крупного рогатого скота сократилось в сравнении с довоенным уровнем на 60%, лошадей – на 77, свиней – на 90, овец и коз – на 70% [3].

Великая Отечественная война стала испытанием и для всей советской ветеринарии: гражданской, образовательной, научной и военной. В сложной обстановке военного времени руководству ветеринарными службами пришлось оперативно решать множество новых задач в организационном, кадровом, лечебно-эвакуационном и противоэпизоотическом направлениях.

В целом ветеринарная служба, как и вся страна, в определенной степени готовилась к началу войны. Руководство Главветупра Наркомзема (Главное ветеринарное управление Народного комиссариата земледелия) и Наркомата обороны постоянно отрабатывало некоторые элементы ветеринарной деятельности в условиях военного времени. Накануне войны усилиями Наркомзема был создан

продовольственный фонд, в марте 1939 г. организован фонд «Лошадь Красной Армии» (ЛКА), предназначенный «для удовлетворения потребности рабоче-крестьянской Красной армии в военно-ремонтной лошади». В фонд выделялась лучшая часть лошадей, отвечающих определенным требованиям артиллерийской и верховой направленности для службы в РККА. Работу проводили совместно с райвоенкоматами в совхозах, колхозах, государственных кооперативных учреждениях и предприятиях, где были лошади. Порядок выделения сдачи лошадей и ответственность за качество, содержание, уход и ветеринарное обслуживание были отражены в специальной инструкции, утвержденной комиссариатами Наркомзема и Наркомата обороны СССР [4].

В условиях начавшейся войны предстояло эвакуировать с оккупированных и прифронтовых территорий людей, скот и соответствующую технику. Руководство эвакуацией материальных ресурсов сельского хозяйства и населения было поручено Наркомзему СССР и Наркомату совхозов СССР.

Главветупр совместно с Главным управлением животноводства и другими подразделениями Наркомзема СССР разработали маршруты движения скота, эвакуируемого на восток, порядок его ветеринарного обслуживания в пути, размещения на трассах перегона и ветеринарно-смотровых пунктах и обеспечения животных фуражом, а также решали другие организационные и специальные вопросы. Для организации и сопровождения животных была сформирована специальная группа ветеринарных специалистов, выделены необходимые предметы ветеринарного снабжения и обслуживания.

В октябре 1941 г. начальник Главветупра Г.Г. Рябов и начальник Главживупра (Главное управление животноводства) НСЗ СССР Н.Н. Терентьев были командированы для организации эвакуации скота из Пензенской и Куйбышевской областей [5]. Большая работа проделана ветеринарными специалистами по сохранению скота при его перегоне с Украины, Белоруссии и Прибалтики в восточные районы СССР. В 1941–1942 гг. прошла грандиозная территориальная переброска огромных стад, исчисляемых многими сотнями тысяч

животных, с запада на восток. Нескончаемым потоком днем и ночью, с небольшими остановками двигались на восток многочисленные стада животных. Следовало быстро вывести скот из зоны боев и вражеских обстрелов, обеспечить ветеринарную помощь ослабевшим животным. Некоторые стада попадали в окружение, несли большие потери от бомбежек и обстрелов фашистской авиации [6].

Серьезным препятствием на путях перегона скота на восток являлись реки. Через малые водоемы животные переправлялись вплавь. За короткое время было сооружено несколько переправ через Волгу. Много лошадей на пути передавали армии, часть – сдавали на мясо. На отдельных трассах перегона встречались случаи обнаружения очагов ящура. Такие гурты карантинировали и забивали, а для следом идущих гуртов находили обходные дороги.

При этом следовало сохранять поголовье животных и в тылу, там, где не было военных действий. В марте 1942 г. Совнарком СССР и ЦК ВКП(б) утвердили постановление «О мерах сохранения молодняка и увеличения поголовья скота в колхозах и совхозах», в котором устанавливались планы роста поголовья крупного рогатого скота, лошадей, свиней, коз, овец, кроликов и птицы, запрещался убой и продажа взрослого крупного рогатого скота во время войны без разрешения Райзо (Районный земельный отдел), колхозам, совхозам, колхозникам предлагалось не проводить убой молодняка в возрасте до года, вводилась система поощрений за сохранение и рост поголовья. В 1942 г. в порядке контрактации у колхозников было куплено 5,4 млн гол. скота, что позволило примерно на 10% увеличить общественное поголовье крупного рогатого скота, овец и коз в колхозах тыла [7].

В декабре 1941 г. фашистские войска стремительно наступали и находились на подступах к Москве. Началась срочная эвакуация организаций и населения из столицы. Огромное количество предприятий различного профиля эвакуировано в восточные районы страны. Их необходимо было разместить и наладить работу в совершенно новых условиях.

Основной аппарат Наркомзема СССР, а с ним и аппарат Главветупра и другие ветеринарные учреждения союзного значения эва-

куировали в Омск, Куйбышев, Петропавловск и в другие города тыла. В Москве оставалась оперативная группа во главе с наркомом земледелия И.А. Бенедиктовым, а затем, с 1943 г., наркомом А.А. Андреевым. Омской группой Наркомзема СССР руководил нарком Е.М. Чекменев.

Начальник Главветупра НКЗ (Народный комиссариат земледелия) СССР Г.Г. Рябов и его заместитель Н.И. Леонов проводили организационную работу по эвакуации из Москвы в Омск часть аппарата Главветупра и союзных научно-исследовательских ветеринарных учреждений: Всесоюзного научно-исследовательского института экспериментальной ветеринарии (ВИЭВ), Государственного научно-контрольного института ветеринарных препаратов (ГНКИ), Всесоюзного научно-исследовательского института гельминтологии (ВИГИС) и др.

Н.И. Леонов оставался в Москве, в оперативной группе Наркомзема СССР и исполнял обязанности начальника Главветупра. В тот период фактически было два Главка управления гражданской ветеринарией: один в Москве, который решал оперативные вопросы фронта, второй, обеспечивающий проведение всех необходимых ветеринарных мероприятий в тылу, в Омске. Между обеими группами Главветупра поддерживалась постоянная связь. После разгрома немцев под Москвой зимой 1941/42 г. и дальнейшего успешного наступления Красной армии аппарат Главветупра НКЗ СССР в марте 1942 г. возвратился в Москву. За годы войны по разным причинам сменились пять руководителей Главного ветеринарного управления Наркомзема СССР (Киселев В.С., Рябов Г.Г., Леонов Е.И., Ивановский В.А., Лактионов А.М.). Несмотря на сложности военного времени, сохранялся налаженный довоенный ритм работы работников главка и местных ветеринарных органов, что позволяло оперативно осуществлять необходимые действия и решать задачи ветеринарного обслуживания животноводства страны. В сложных условиях обороны Москвы ветеринарная служба поддерживала и обеспечивала ветеринарно-санитарный порядок в столице во главе с главным ветврачом П.Т. Орловым [8].

Война была серьезным испытанием и для научной ветеринарии, которой пришлось решать много новых задач как в организационном, так и в узкопрофильном направлении исследований. Академия наук СССР 28 июня 1941 г. обратилась с призывом к ученым всех стран – сплотить свои силы для защиты человечества от гитлеровских варваров: «В эти дни, когда по вине фашистских правителей земля заливается все новыми потоками человеческой крови, Академия наук СССР обращается ко всем ученым мира, ко всем друзьям науки и прогресса с призывом сплотить все силы для защиты человеческой культуры от гитлеровских варваров.

Может ли кто-либо из нас – работников науки – спокойно смотреть на то, что фашистский солдатский сапог угрожает задавить во всем мире яркий свет человечества – свободу человеческой мысли, право народов самостоятельно развивать свою культуру?

В течение 8 лет Гитлер и его клика истязают Германию. Во что они превратили эту страну, которая дала человечеству великих гениев науки и искусства? Что стало с германскими учеными? Они либо уничтожены, либо скитаются на чужбине. Что стало с германской наукой? Она заменена глубоко антинаучными человеконенавистническими расистскими бреднями о том, что немецкая раса является якобы избранной и это дает ей право на мировое господство, право обращать все другие народы в рабов.

Втоптав в грязь и кровь собственную страну, гитлеровцы поработили и ограбили пол-Европы и угрожают всему миру. Ученые Советского Союза выражают свою глубочайшую симпатию нациям, стонущим под игом гнуснейшего из режимов, какие известны истории...

В этот час решительного боя советские ученые идут со своим народом, отдавая все силы борьбе с фашистскими поджигателями войны – во имя защиты своей Родины и во имя защиты свободы мировой науки и спасения культуры, служащей всему человечеству...

Все, кому дорого культурное наследие тысячелетий, для кого священны великие идеалы науки и гуманизма, должны положить все силы на то, чтобы безумный и опасный враг был уничтожен» [9].

В это тяжелое время Академия наук СССР перешла на рельсы военного времени. Научным учреждениям предлагалось пересмотреть тематику и методы научно-исследовательских работ, направить инициативу и энергию научных работников на выполнение задач по укреплению оборонно-военной мощи и народного хозяйства страны. Деятельность институтов перестраивалась в соответствии с потребностями фронта и тыла. Руководство страны прилагало все возможное для сохранения научных кадров и учреждений.

Президиум Академии наук стремился так организовать работу, чтобы ученые имели возможность давать стране максимум пользы. Руководители Президиума во главе с академиком В.Л. Комаровым вначале были эвакуированы в Казань, затем с 1942 г. – в Свердловск, куда для решения текущих вопросов вызывались необходимые специалисты. В военное время в Омск эвакуировали из Москвы академиков ВАСХНИЛ во главе с президентом академии Т.Д. Лысенко, В.П. Мосолова (вице-президент), Е.Ф. Лискуна (директор института животноводства), П.Н. Константинова (агроном) и М.М. Завадовского (биолог). Президиум сельскохозяйственной академии размещался в одном из зданий Омского ветеринарного института [10].

По инициативе В.Л. Комарова была создана Академическая комиссия по мобилизации ресурсов Урала, Сибири и Казахстана для нужд армии и народного хозяйства страны. Виднейшие ученые академии в тесном контакте с практиками – металлургами и горняками – организовали напряженную работу по выполнению заданий, от которых зависел выпуск оружия для Советской армии. Академическая комиссия помогала решать и народно-хозяйственные проблемы, в том числе сельского хозяйства страны. Для решения и координации задач и проблем животноводства и ветеринарии, взаимосвязи науки и практики при Академической комиссии в августе 1942 г. была создана секция зоотехнии и ветеринарии, которую возглавил академик К.И. Скрябин. Ученым секретарем секции избран Е.Н. Павловский, заместителем председателя секции по зоотехнии П.Я. Сергеев, ветеринарии – В.Г. Мухин [11].

Перед научно-практической ветеринарией стояла главная задача – сохранить ветеринарно-санитарное и эпизоотическое благополучие фронта и тыла, здоровье животных, обеспечить армию доброкачественными продуктами животноводства. В этом следовало участвовать и вновь созданной секции зоотехнии и ветеринарии.

Работа Академии приобретала особо важное значение. Глава советского правительства И.В. Сталин телеграфировал В.Л. Комарову: «Я выражаю уверенность, что, несмотря на трудные условия военного времени, научная деятельность Академии наук будет развиваться в ногу с возросшими требованиями страны, и президиум Академии наук под Вашим руководством сделает все необходимое для осуществления стоящих перед Академией задач» [12].

В начале войны военно-ветеринарная служба в короткие сроки была переведена на штатный режим военного времени: были созданы органы управления ветслужбой фронтов, армий, а также полевые ветеринарные учреждения. Для этапного лечения раненых и больных лошадей в действующей армии была развернута сеть лазаретов: в полках – полковые, в дивизии – дивизионные, в армиях – полевые и эвакуационные, во фронтах – фронтовые. Работа военно-ветеринарной службы в военное время решалась ветеринарными кадрами в необходимом объеме. С начала войны почти 2/3 гражданских врачей и фельдшеров из народного хозяйства были призваны на военную службу. При этом только за время войны Военно-ветеринарная академия подготовила 1178 ветврачей, Ленинградское военно-ветеринарное училище – 1220 фельдшеров [13].

Важным боевым оружием в кавалерии, транспортным средством в артиллерии и службах тыла были лошади, т.е. конский состав армии. От укомплектования этих подразделений здоровыми животными зависела подвижность и боеспособность войсковых кавалерийских и стрелковых подразделений. К концу 1941 г. численность лошадей в действующей армии значительно увеличилась, число кавалерийских дивизий возросло от 13 до 22.

К концу 1941 г. на селе осталось 8,4 млн лошадей (39,8% довоенного поголовья). За полгода войны только колхозы Западной Сибири отдали для армии 202 100 лошадей [14].

Большая численность конского состава в соединениях, частях и тыловых объектах, тяжелые условия их эксплуатации резко повысили значение ветеринарной службы в обеспечении боеспособности войск. Объем ее работы все время возрастал и часто выходил за рамки функций, предусмотренных ранее изданными инструкциями и уставами. Ветеринарная служба Красной армии к этому времени имела сложившуюся структуру и для осуществления ветеринарного обеспечения в основном располагала необходимыми административными, учебными, научно-исследовательскими, лечебными, снабженческими и другими органами. Во всех частях действующей армии находились штатные военные ветврачи, в дивизиях и корпусах – дивизионные и корпусные ветврачи, в армиях и на фронтах – ветеринарные отделы. Ветеринарная служба действующей армии возглавлялась единым центральным руководящим органом – Ветеринарным управлением РККА, в аппарате которого работали видные специалисты Н.М. Власов, Г.М. Градюшко, Б.А. Левадный, Н.И. Титов, Ф.А. Шустовский и др. Начальником управления был талантливый организатор и опытный руководитель генерал-лейтенант В.М. Лекарев (1902–1955 гг.), много сделавший для развития и совершенствования организации ветеринарно-военной службы. В военных округах ветеринарную службу возглавляли начальники ветслужбы округов, во фронтах и армиях стояли соответствующие начальники ветеринарных отделов, в составе которых имелись военно-ветеринарные главные специалисты: эпизоотологи, хирурги, терапевты. Руководство ветеринарной службой фронтов успешно осуществляли С.Л. Аличкин, И.Д. Быстров, Л.С. Гоберман, П.Г. Галушко, Е.И. Кузнецов, П.А. Ковалев, А.П. Корниенко, Ю.А. Лянда, И.В. Новиков, А.А. Островский, И.И. Ребров, П.И. Светлов, С.П. Финансов, А.В. Чесноков, А.М. Пенионжко, А.А. Петуховский, Н.М. Шпайер [15].

С первых же дней войны в сжатые сроки было сформировано около 500 армейских и фронтовых ветеринарных подразделений.

Через ветеринарные лазареты Красной армии прошли 3 555 764 раненых и больных лошадей, из них вылечены и возвращены в строй

2 147 494 животных (91,59%). Заболеваемость лошадей заразными болезнями (в разные годы войны) составляла 2,97 млн гол. – 8% к среднесписочному составу, в то время как в гражданскую войну – 36,01–44,71%. Большой объем был выполнен и по ветеринарному обслуживанию заготовок продовольственного скота, освоению и обработке трофейного скота и надзору за снабжением войск мясом и мясopодуктами. За годы войны около 20 млн т продовольствия, в том числе 3,4 млн т мяса и мясopодуктов, подвергли ветеринарно-санитарной экспертизе [16].

Активное участие в войне принимали сотрудники практически всех ветеринарных научно-исследовательских институтов, в том числе (ВИЭВ): полковник в отставке П.И. Притулин, майор в отставке В.Е. Щуревский, капитан в отставке В.А. Горбатов, Ф.Т. Терешков, В.М. Нахмансон, В.А. Шаров, Н.И. Королев, А.А. Ключков и др. [17].

В Омском ветеринарном институте была организована запись добровольцев в действующую армию и народное ополчение. Первыми записались Н.А. Соколов, А.М. Циро, К.П. Сафронков, С.И. Иванов. По линии военкомата призваны и ушли на фронт 25 научных работников, 22 рабочих и служащих, 103 выпускника 5-го курса. Сотрудники и студенты героически сражались на фронтах Великой Отечественной войны, удостоены высоких правительственных наград. Среди них И.С. Помилуйко, А.И. Симкин, А.И. Аверихин, А.Н. Каденации, Н.А. Обухов, М.П. Соломатин и др. Одиннадцать студентов и сотрудников института не вернулись с полей сражения, погибли. А те, кто вернулся, занимались восстановлением институтских корпусов, в которых в период войны размещался завод оборонного значения и прочие службы [18].

С начала войны в действующую армию были призваны и сотрудники Новосибирской научно-исследовательской ветеринарной станции (НИВС), а также ветеринарные специалисты практической ветеринарии Новосибирска. В июне 1941 г. в Новосибирске при СибВО создан фронтовой ветеринарный лазарет под номером 365, впоследствии прикомандированный к Северо-Западному фронту. С этим ветеринарным фронтовым лазаретом

прошли всю войну (были различные дислокации и перемещения) академик ВАСХНИЛ А.А. Свиридов в должности начальника инфекционного отдела (будущий первый директор ИЭВСиДВ), Н.Н. Шабалин – начальник хирургического отделения, Б.Е. Кротков – начальник терапевтического отделения, М.М. Ягодин – заведующий лечебной частью лазарета, Н.Г. Казанцев – начальник учебно-строевого отделения, ветврачи Г.М. Устюжанинов, служил в дивизионном лазарете. При лазарете была создана школа ветеринарных военных фельдшеров. Преподавателями назначили ветврачей П.Д. Шатько (директор Новосибирской НИВС), Сухомлинова и Перевозчикова. За время войны ветеринарным фронтовым лазаретом № 365 (школой) подготовлены несколько выпусков ветеринарных военных фельдшеров [19].

Ожесточенность и интенсивность боевых действий, большая насыщенность войск огневыми средствами привели к тому, что количество раненых и больных лошадей в действующей армии возрастало. Если за первый месяц войны, по неполным данным, поступили в ветеринарные лазареты около 19 тыс. раненых и больных лошадей, то за последующие 2 месяца – 76 тыс. На всем протяжении войны основная лечебная работа приходилась на хирургов. Количество хирургических больных и раненых лошадей в отдельные годы войны колебалось от 50 до 70% от общей заболеваемости, однако лечебная эффективность мероприятий была довольно высокой и в последний год войны достигала 93% по боевым повреждениям лошадей и 97% – по эксплуатационным. Этому способствовала хорошо организованная лечебно-эвакуационная работа. К началу войны лечебные учреждения, начиная от полковых и кончая фронтовыми, составляли вполне законченную структуру с этапами эвакуации в каждом тыловом районе. Такая система непрерывно совершенствовалась. В ветеринарных лазаретах соединений, армий, фронтов лечились в первый и второй годы войны 46,9% списочного состава лошадей, в третий – 44,3, в четвертый – 27,4% [20].

На всем протяжении войны ветеринарно-санитарное состояние действующей армии и войск в тылу было устойчивым. Из общего количества лечившихся раненых и больных лошадей более 90% были возвращены в строй.

Впервые в истории русской военной ветеринарии военно-полевая хирургия стала самостоятельной клинической отраслью. Создание в ходе войны института военных хирургов в центре, на фронтах и в армиях способствовало повышению эффективности лечебной работы и подняло ветеринарную военно-полевую хирургию на более высокую ступень. Главными ветеринарными хирургами Советской армии были профессора Г.В. Дегтярев и И.Д. Медведев.

В годы войны организационное оформление получила и ветеринарная военно-полевая терапия, которая в предшествующих войнах не существовала как самостоятельное направление. Руководил терапевтической службой в центре главный терапевт профессор П.С. Ионов. Хорошо поставленная профилактическая работа обеспечила снижение по незаразным заболеваниям лошадей от 38,7% в первый год войны до 19,6% – в 1945 г. За всю войну в строй были возвращены 2,1 млн лошадей [21].

Постоянное пополнение соединений и частей конским составом несло в себе угрозу заноса в войска различных инфекций. В 1943–1945 гг. серьезным источником заноса заболевания в войска стали трофейные и бесхозные лошади. Так, среди трофейных лошадей выявлено много больных сапом, инфекционной анемией, пораженность чесоткой достигала 60–92%. В период Великой Отечественной войны впервые в истории ветслужбы нашей страны удалось предупредить широкое распространение эпизоотий – неизбежных спутников минувших войн, наносивших огромный ущерб боевой способности войск.

Благодаря самоотверженному труду большого отряда специалистов-эпизоотологов фронтов, армий, военных округов, в частях действующей армии инфекционные болезни животных не получили широкого распространения. В первый год войны у лошадей они составляли 6,6% к списочному составу, во второй – 8, в третий – 4,08 и в четвертый – 2,97% [22]. В этом большая заслуга советских ученых ведущих научно-исследовательских ветеринарных институтов, которые заложили основы профилактики и ликвидации таких инфекционных болезней животных, как сап, чума крупного рогатого скота, повальное воспаление легких, стригущий лишай, бластоми-

коз и др. (ВИЭВ, ВИГИС, ГНКИ, СибНИВИ и др.).

Одна из главных задач науки тех лет – в ближайшее время разработать комплекс мероприятий по борьбе с травматизмом лошадей во фронтовых условиях и предложить для практики типовую упряжку для крупного рогатого скота в условиях тыла, так как в колхозах и совхозах практически все лошади были взяты на фронт, а главной тягловой силой стали коровы и быки.

Большой ущерб причинял падеж молодняка. В первую очередь следовало ликвидировать бесплодие кобыл – так как они были крайне необходимы для пополнения жеребьями как армии, так и тыла. Недоставало дезинфекционных средств, без которых невозможно было проводить ветеринарно-санитарные и противозoonотические меры. Для этого часто использовали местное подходящее сырье в качестве дезинфекционного средства.

Война подорвала материально-кадровую базу научных учреждений и внесла коррективы в тематические планы НИР, затормозив развитие некоторых текущих направлений и обозначив новую «оборонную» тематику. Часть сотрудников научно-исследовательских и образовательных учреждений ушла на фронт. Оставшиеся вместе со структурными подразделениями были эвакуированы в глубь страны.

В Омске на базе Сибирского научно-исследовательского ветеринарного института (СибНИВИ) вели научные исследования некоторые лаборатории и сотрудники ВИЭВ и ГНКИ, эвакуированные из Москвы.

Будучи в эвакуации в Омске, сотрудники ГНКИ имели тесную связь с Омской биофабрикой. В частности, будущий член-корреспондент ВАСХНИЛ С.Г. Колесов, заведующий лабораторией по контролю сибиреязвенных препаратов, был назначен главным ветврачом Омской биофабрики, М.А. Бабич, заведующий биохимической лабораторией ГНКИ, в военные годы командирован в Алма-Ату, в Казахский НИВИ, и там организовал лабораторию биохимии, А.Г. Малявин, заведующий паратифозной лабораторией (ГНКИ), в 1942–1945 гг., находясь в Омске, занимал должность уполномоченного директора фи-

лиала ГНКИ. Большое значение имело то, что эвакуированные научные сотрудники ГНКИ сумели своевременно вывезти в Омск производственные штаммы микроорганизмов и вирусов, обеспечить их сохранность, поддержание и организовать отправку биофабрикам для производства вакцин, сывороток и прочих биопрепаратов (Малявин А.Г., Никифорова Н.М. и Колесова А.О.) [23].

Разработанные в этот период учеными ВИЭВ методы и средства борьбы со многими заболеваниями животных вошли в руководящие материалы военно-ветеринарной службы и ветеринарное законодательство нашей страны. Впоследствии были созданы ветеринарные школы: гельминтологов (академик К.И. Скрябин), эпизоотологов (академик С.Н. Вышелесский), фармакологов и токсикологов (профессор Н.А. Соשתвенский), микробиологов (профессор Н.А. Михин), иммунологов (академик Я.Р. Коваленко), протозоологов и арахнологов (профессор А.А. Марков), физиологов и гематологов (профессор А.А. Кудрявцев), зоогигиенистов (профессор Н.М. Комаров), биохимиков (А.Н. Бах), инфекционистов патологии свиней (А.П. Уранов), микологов и микотоксологов (академик А.Х. Саркисов) и др.

План научно-исследовательских работ СибНИВИ (Омск) также был скорректирован в соответствии с требованиями военного времени. Большинство научных работников СибНИВИ было призвано в ряды действующей армии. Тем не менее, институт работал достаточно эффективно. Возглавляли его В.В. Сливко, затем Н.Е. Сарминский, с апреля 1943 г. – доцент Д.В. Копырин. В военные годы в институте организовали изготовление мытного антивируса, трипанозомного антигена, позитивной трипанозомной сыворотки, создали химическую лабораторию для изготовления сапонина, крайне необходимого для биологической промышленности (ранее импортируемого из Германии), аммаргена, медного купороса, йодистого калия, уротропина и других препаратов. Сотрудники института оказывали практическую помощь земельным органам, колхозам и совхозам в организации научно обоснованных мер по ликвидации ящура, чесотки, гельминтозов, сибирской

язвы, эпизоотического лимфангоита и инфлюэнцы лошадей, бруцеллеза овец, болезней молодняка (Сарминский Н.Е., Копырин А.В., Фишбейн В.Я., Беззубец С.К., Норкина З.А., Ромодановская А.В., Каденации А.Н., Амелина О.А. и др.) [24].

Ученый совет при ветеринарном управлении Красной армии, ветеринарная секция ВАСХНИЛ (руководитель академик К.И. Скрябин) и ученые ветеринарных институтов страны оказывали большое содействие в обобщении и распространении передового опыта и последних научных достижений.

Во время войны на полную мощность работали предприятия биологической промышленности НКЗ СССР. Они обеспечивали фронт и тыл необходимыми лечебными, профилактическими и диагностическими биопрепаратами, несмотря на то, что часть их (из Орловской, Курской, Харьковской областей и др.) была эвакуирована на восток. В военное время на биофабриках Наркомзема СССР были освоены новые биопрепараты: сыворотки против столбняка, анатоксин, вакцина СТИ, противооспенные вакцины, бактериофаги против заболеваний молодняка, массовое изготовление грамицидина. Внедрены в практику новые технологические процессы, позволяющие экономить животноводческое сырье. В частности, использование гидролизатных средств в приготовлении питательных сред обеспечило большую экономию мяса [25].

Руководство Главного ветеринарного управления Наркомзема СССР (Лактионов А.М., Ивановский В.А., Глумаков А.И.) совместно с учеными особое внимание акцентировали на оздоровлении животноводства от заразных болезней. Большую работу проводили по ликвидации инфекционной анемии лошадей. При ВИЭВ были организованы специальные курсы по переподготовке ветеринарных врачей, которые, используя научно обоснованные меры борьбы, могли быстро ликвидировать очаги этой болезни. В июне 1943 г. начальником Ветеринарного управления Красной армии генерал-лейтенантом Лекаревым были утверждены и «введены в действие три документа по борьбе с инфекционной анемией лошадей (приказ № 251 от 2 июня 1943 г., Москва): инструкция по борьбе с анемией в войсковых частях, наставление

по ее диагностике, инструкция по постановке биологического диагноза на инфекционную анемию лошадей. Ответственность за осуществление профилактических мероприятий против инфекционной анемии, а там, где она появилась, за ее быструю и полную ликвидацию возлагалась на командиров и ветврачей воинских частей.

Значительный ущерб коневодству в довоенный и военный периоды причинял эпизоотический лимфоцитоз лошадей. Многие табуны животных и до войны были неблагополучны по этому заболеванию. Комплексное изучение эпизоотического лимфоцитоза было возложено на сотрудников Новосибирской НИВС (Шепилов Н.С., Ламихов К.Ф., Боголепов Б.И., Свиридов Н.А., Шатко П.Д.). За военный период и в последующие годы была изучена биология возбудителя, диагностика и патогенез болезни, разработаны схемы оздоровительных мероприятий с использованием изоляторов для содержания и лечения больных лошадей. По итогам научной работы сотрудники НИВС опубликовали и защитили четыре кандидатские диссертации [26].

На протяжении всех военных лет главным для ветеринарных специалистов страны являлось поддержание эпизоотического благополучия животноводства, всемерное содействие росту поголовья и его продуктивности. Военная ветеринария составляла единое целое с гражданской ветеринарией всех ведомств. Единство и согласованность действий служили залогом успешного выполнения общих цели и задачи – обеспечения ветеринарного благополучия животных в тылу и на фронтах войны. В марте 1942 г. СНК СССР и ЦК ВКП(б) приняли постановление «О мерах увеличения поголовья скота в колхозах и совхозах и повышение его продуктивности», согласно которому на ветеринарных специалистов возлагались ответственные задачи по развитию животноводства в колхозах и совхозах, предупреждению эпизоотий [27].

Противоэпизоотическая работа сталкивалась с огромными трудностями: многие хозяйства были экономически слабыми, не хватало противочесоточных и дезинфицирующих средств, вакцин, шприцев, игл, термометров и прочих предметов ветеринарного обеспечения

животных. Несмотря на это, ветеринарные специалисты проводили широкие мероприятия по оздоровлению лошадей, крупного рогатого скота, овец и предупреждению заразных и прочих болезней, поэтому во время Великой Отечественной войны массовых эпизоотий в стране не было. Появлявшиеся в отдельных районах небольшие очаги инфекции в короткие сроки купировались. В 1941 г. крупного рогатого скота пало от бруцеллеза в 9 раз меньше, чем в 1940 г., от энцефаломиеелита лошадей – в 16, от сибирской язвы и инфекционной анемии в 10 раз. Так же обстояло дело и в отношении других болезней. Общий отход животных от всех заразных болезней за время войны неуклонно снижался. Так, в 1942–1943 гг. он снизился на 13,5% по сравнению с 1939 г. [28]. Ветеринарные специалисты тыла выдержали испытания войной, не допустив широкого развития сапа, ящура, повального воспаления легких крупного рогатого скота и прочих болезней.

После разгрома фашистских войск под Москвой, Сталинградом и на Курской дуге была освобождена значительная территория страны, находившаяся под временной оккупацией. Партия и правительство предприняли ряд мероприятий по восстановлению освобожденных районов. В августе 1943 г. СНК СССР и ЦК ВКП(б) издали постановление «О неотложных мерах по восстановлению хозяйства в районах, освобожденных от немецкой оккупации» [29]. Руководство Главветупра Наркомзема СССР организовало ветеринарную разведку на освобожденных территориях, снова разработало маршруты и определило порядок ветеринарного обслуживания скота, возвращаемого с востока на запад. Одновременно были предприняты меры по восстановлению ветеринарных учреждений на этих территориях.

Учеными в годы войны были предложены и внедрены в практику десятки эффективных методов и средств борьбы с заразными и незаразными болезнями животных, значительно расширен арсенал средств, обеспечивающих хороший терапевтический эффект. К крупным достижениям ветеринарной науки за годы войны следует отнести хинозольную вакцину и иммунолечебную сыворотку против лептоспироза (Любашенко С.Я., 1941 г.), противоси-

биреязвенную вакцину СТИ (Гинсбург Н.Н., 1943 г.) и гидроокисьалюминиевую формол-вакцину против оспы овец (Лихачев Н.В., 1944 г.). Широкое применение получили сыворотки реконвалесцентов как профилактическое средство против ящура телят, поросят и ягнят. С успехом применяли бактерифаготерапию при болезнях молодняка.

В 1941 г. академику С.Н. Вышелесскому за научные работы по изучению заразных болезней животных и разработку методов их лечения была присуждена Государственная премия [30].

Широкое развитие травматизма в связи с войной вызвало необходимость поиска более эффективных методов лечения ран. В этом направлении предложено много новых способов: лечение трансплантацией лейкоцитов, аутоанавакцинами, ретикулином (цитотоксической антиретикулярной сывороткой Богомольца), грамицидином, растительным антисептикофитонцидом лука, паралекарственное лечение ран, бактериофаготерапия при гнойных поражениях, тканевая терапия при гнойно-некротических процессах по Филатову и др. Широко внедрялись в лечебную практику новые химические лечебные и профилактические препараты, в том числе сульфамидные средства (красный и белый стрептоцид), с успехом применяемые при стрептококковых и других инфекционных болезнях животных, и др. [31].

С развитием наступательных действий Советской армии перед ветеринарной службой возникла очень сложная задача – организация сбора и обслуживания трофейных животных, направляемых в глубь страны. В 1944–1945 гг. в страну из Германии стало поступать значительное количество репарационного скота. Ветеринарно-санитарное состояние этого скота было крайне неблагополучным (сап, ящур, туберкулез, бруцеллез и др.). Руководители Главветупра совместно с учеными определяли места размещения поголовья, меры по его обработке и карантинированию. Часть этого скота, пораженная туберкулезом, бруцеллезом, ящуром, была вынужденно убита на мясо.

Отечественное животноводство во время войны понесло большие утраты. В период оккупации немецко-фашистские захватчики

уничтожили или увезли в Германию 7 млн лошадей, 17 млн голов крупного рогатого скота, 20 млн свиней, 27 млн овец и коз и 110 млн голов птицы. Поголовье всех видов скота к концу 1944 г. по сравнению с 1940 г. в стране значительно сократилось. Оккупантами были полностью уничтожены и разрушены в Украинской ССР 2180 ветеринарных учреждений, а в Белорусской ССР были уничтожены почти все [32].

В завершающий период войны военно-ветеринарная служба совместно с гражданской ветеринарной решила главную задачу – не допустить заноса инфекционных болезней на нашу территорию. Для этого осуществлялась неразрывная связь военной и гражданской ветеринарии, мобилизация и эффективное использование в интересах фронта всего ветеринарного кадрового потенциала страны.

За самоотверженную службу тысячи военных ветеринарных врачей, фельдшеров и санитаров награждены боевыми орденами и медалями.

В 1945 г. после победоносного завершения Великой Отечественной войны решением Президиума Верховного Совета СССР за успешное выполнение задания правительства в трудных условиях войны по обеспечению фронта и населения страны продовольствием, а промышленности – сельскохозяйственным сырьем большая группа ученых и практиков-организаторов советской ветеринарии была награждена орденами и медалями. Орденом Ленина награжден А.М. Лактионов – начальник Главного управления ветеринарии Наркомзема СССР, орденом Трудового Красного Знамени награждены академики С.Н. Вышелесский (ВИЭВ), К.И. Скрябин (ВИГИС), профессора П.Н. Андреев, Н.А. Михин, В.М. Коропов, А.А. Поляков, Д.С. Руженцев, В.В. Сливко, А.П. Студенцов, А.А. Свиридов, П.Д. Шатько и др.

Таким образом, ветеринарные специалисты СССР фронта и тыла выдержали испытание войной, не допустив широкого развития эпизоотий сапа, ящура, повального воспаления легких крупного рогатого скота и других инфекционных болезней. Достигнуто устойчивое ветеринарно-санитарное благополучие и высокая лечебно-профилактическая эффек-

тивность мероприятий. Советская ветеринария выполнила свои задачи благодаря неразрывной связи военной и гражданской ветеринарных служб, мобилизации и эффективному использованию своего ветеринарного кадрового потенциала страны, самоотверженному труду научных и практических ветеринарных специалистов, а также организаторской деятельности руководителей ветеринарных управлений Советской армии (генерал-лейтенант ветслужбы В.И. Лекарев, Н.В. Власов) и Главного ветеринарного управления Наркомзема СССР (Г.Г. Рябов, Н.И. Леонов, В.А. Ивановский, А.М. Лактионов). Ветеринарная наука обеспечила ветеринарную службу надежными способами и средствами массовой профилактики опасных инфекций и эффективной помощью при хирургических ранах лошадей и незаразных болезнях животных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. История Коммунистической партии Советского Союза. М., 1963. 542 с.
2. *Никитин И.Н., Иванов А.В.* История ветеринарии Татарстана. Казань, 2002. С. 51.
3. Официальный интернет портал Минсельхоза Российской Федерации «Животноводство в годы Великой Отечественной войны 1941–1945 гг.».
4. Инструкция по организации и содержанию фонда «Лошадь Красной Армии» в колхозах, совхозах государственных, кооперативных учреждениях и предприятиях. Издательство Наркомзема Союза ССР. М., 1939. 14 с.
5. История советского крестьянства. М., 1987. Т. 3. С. 151–153.
6. *Голощанов Ю.Н.* Руководители и организаторы ветеринарной службы СССР 1901–1983 гг. М., 1984. С. 87–88.
7. *Черноиванов В.И.* Комиссары и министры сельского хозяйства СССР 1917–1991 гг. М., 1997. С. 118.
8. *Голощанов Ю.Н.* Руководители и организаторы ветеринарной службы СССР (1901–1983 гг.). М., 1984. С. 88, 91.
9. *Скрябин К.И.* Моя жизнь в науке. М.: Издательство политической литературы, 1969. С. 316, 317.
10. История Омского ветеринарного института. Омск, 2008. С. 49.
11. *Скрябин К.И.* Моя жизнь в науке. М.: Издатель-

- ство политической литературы, 1969. 323 с.
12. *Скрябин К.И.* Моя жизнь в науке. М.: Издательство политической литературы, 1969. С. 321.
 13. Ветеринарный энциклопедический словарь. М.: Сельхозгиз, 1950. Т. 1. С. 161.
 14. *Черноиванов В.И.* Комиссары и министры сельского хозяйства СССР 1917–1991 гг. М., 1997. С. 119.
 15. *Беленький О.С.* Вклад ветеринарии в достижение великой победы // Труды ВИЭВ. 1985. Т. 62. С. 147.
 16. *Бурков В.И., Колесниченко И.С.* Ветеринарно-санитарной службе вооруженных сил Российской Федерации 295 лет // Ветеринария. 2002. № 7. С. 5.
 17. *Беленький О.С.* Вклад ветеринарии в достижение великой победы // Труды ВИЭВ. 1985. Т. 62. С. 147.
 18. *Рябинов А.Я.* История института ветеринарной медицины Омского государственного аграрного университета. Омск, 2008. С. 48, 59.
 19. Из рукописи воспоминаний о войне Н.Н. Шабалина, П.Д. Шатко, А.А. Свиридова.
 20. *Бурков В.И., Колесниченко И.С.* Ветеринарно-санитарной службе вооруженных сил Российской Федерации 295 лет // Ветеринария. 2002. № 7. С. 4.
 21. *Беленький О.С.* Вклад ветеринарии в достижение великой победы // Труды ВИЭВ. Т. 62. 1985. С. 151, 152.
 22. *Беленький О.С.* Вклад ветеринарии в достижение великой победы // Труды ВИЭВ. Т. 62. 1985. С. 149.
 23. *Голощанов Ю.Н.* Руководители и организаторы ветеринарной службы в СССР (1901–1983 гг.). М., 1984. С. 91.
 24. *Копырин А.В.* 50-летие сибирского научно-исследовательского ветеринарного института // Сборник научных работ СибНИВИ. Омск: Западно-Сибирское книжное издательство, 1971. Вып. 19. С. 9, 10.
 25. *Коропов В.И.* История ветеринарии. М., 1954. С. 300.
 26. Сборник научных работ Новосибирской научно-исследовательской ветеринарной станции. Новосибирск, 1958. Вып. 1. С. 5, 6.
 27. Ветеринария в Великой Отечественной войне (к 20-летию великой победы) // Ветеринария. 1965. № 5. С. 7.
 28. *Коропов В.М.* История ветеринарии в СССР. М., 1954. С. 298.
 29. *Голощанов Ю.Н.* Руководители и организаторы ветеринарной службы СССР (1901–1983 гг.). М., 1984. С. 91.
 30. *Никитин И.Н., Калугин В.И.* История ветеринарии. М., 1988. С. 146.
 31. *Коропов В.И.* История ветеринарии. М., 1954. С. 299.
 32. *Коропов В.И.* История ветеринарии. М., 1954. С. 301.
- ## REFERENCES
1. *History of the Communist Party of the Soviet Union.* Moscow, 1963, 542 p. (In Russian).
 2. Nikitin I.N., Ivanov A.V. *History of veterinary science of Tatarstan.* Kazan', 2002, p. 51. (In Russian).
 3. The official Internet portal of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation «Livestock breeding during the Great Patriotic War 1941–1945». (In Russian).
 4. Instruction on the organization and maintenance of the Red Army Horse Fund in collective and state farms, state and cooperative institutions and enterprises. Publishing house of the People's Commissariat of the SSR. Moscow, 1939, 14 p. (In Russian).
 5. *History of the Soviet Peasantry.* Moscow, 1987, vol. 3, pp. 151–153. (In Russian).
 6. Goloshchapov Yu.N. *Leaders and organizers of the veterinary service of the USSR 1901–1983.* Moscow, 1984, pp. 87–88. (In Russian).
 7. Chernoiivanov V.I. *Commissars and Ministers of Agriculture of the USSR 1917–1991.* Moscow, 1997, p. 118. (In Russian).
 8. Goloshchapov Yu.N. *Leaders and organizers of the veterinary service of the USSR (1901–1983).* Moscow, 1984, pp. 88, 91. (In Russian).
 9. Skryabin K.I. *My life in science.* Moscow, Izdatel'stvo politicheskoi literatury = Publishing house of political literature, 1969, pp. 316, 317.
 10. History of the Omsk Veterinary Institute. Omsk, 2008, p. 49. (In Russian). (In Russian).
 11. Skryabin K.I. *My life in science.* Moscow, Izdatel'stvo politicheskoi literatury = Publishing house of political literature, 1969, 323 p. (In Russian).
 12. Skryabin K.I. *My life in science.* Moscow, Izdatel'stvo politicheskoi literatury = Publishing house of political literature, 1969, p. 321. (In Russian).
 13. Veterinary Encyclopedic Dictionary. Moscow,

- Sel'khozgiz Publ., 1950, vol. 1, p. 161. (In Russian).
14. Chernoiivanov V.I. *Commissars and Ministers of Agriculture of the USSR 1917–1991*. Moscow, 1997, p. 119. (In Russian).
 15. Belen'kii O.S. The contribution of veterinary medicine to the great victory. *Trudy VIEV = Proceedings of the VIEV*, 1985, vol. 62, p. 147. (In Russian).
 16. Burkov V.I., Kolesnichenko I.S. Veterinary and sanitary service of the Armed Forces of the Russian Federation is 295 years old. *Veterinariya = Veterinary medicine*, 2002, no. 7, p. 5. (In Russian).
 17. Belen'kii O.S. The contribution of veterinary medicine to the great victory. *Trudy VIEV = Proceedings of the VIEV*, 1985, vol. 62, p. 149. (In Russian).
 18. Ryabikov A.Ya. *History of the Institute of Veterinary Medicine of the Omsk State Agrarian University*, Omsk, 2008, pp. 48, 59. (In Russian).
 19. From the manuscript memories of the war N.N. Shabalin, P.D. Shatko, A.A. Sviridov. (In Russian).
 20. Burkov V.I., Kolesnichenko I.S. Veterinary and sanitary service of the Armed Forces of the Russian Federation is 295 years old. *Veterinariya = Veterinary medicine*, 2002, no. 7, p. 4. (In Russian).
 21. Belen'kii O.S. The contribution of veterinary medicine to the great victory. *Trudy VIEV = Proceedings of the VIEV*, 1985, vol. 62, pp. 151, 152. (In Russian).
 22. Belen'kii O.S. The contribution of veterinary medicine to the great victory. *Trudy VIEV = Proceedings of the VIEV*, 1985, vol. 62, p. 149. (In Russian).
 23. Goloshchapov Yu.N. *Leaders and organizers of the veterinary service of the USSR (1901–1983)*. Moscow, 1984, p. 91. (In Russian).
 24. Kopyrin A.V. 50th Anniversary of the Scientific-Research Veterinary Institute of Siberia. Collection of scientific works of SibNIVI. Issue 19: Omsk, *Zapadno-Sibirskoe knizhnoe izdatel'stvo = West Siberian book publishing house*, 1971, issue 19, pp. 9, 10. (In Russian).
 25. Koropov V.I. *History of veterinary medicine*. Moscow, 1954, p. 300. (In Russian).
 26. Collection of scientific papers of the Novosibirsk Veterinary Research Station. Novosibirsk, 1958, issue 1, pp. 5, 6. (In Russian).
 27. Veterinary medicine in the Great Patriotic War (to the 20th anniversary of the great victory). *Veterinariya = Veterinary medicine*, 1965, no. 5, p. 7. (In Russian).
 28. Koropov V.M. *History of veterinary medicine in the USSR*. Moscow, 1954, p. 298.
 29. Goloshchapov Yu.N. *Leaders and organizers of the veterinary service of the USSR (1901–1983)*. Moscow, 1984, p. 91.
 30. Nikitin I.N., Kalugin V.I. *History of veterinary medicine*. Moscow, 1988, p. 146.
 31. Koropov V.I. *History of veterinary medicine*. Moscow, 1954, p. 299.
 32. Koropov V.I. *History of veterinary medicine*. Moscow, 1954, p. 301.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Донченко А.С., академик РАН, главный научный сотрудник, руководитель научного направления

Голохваст К.С., доктор биологических наук, профессор РАН, член-корреспондент РАО, директор СФНЦА РАН

✉ **Самоловова Т.Н.**, кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, а/я 463; e-mail: asdon@ngs.ru

Донченко Н.А., член-корреспондент РАН, руководитель ИЭВСиДВ СФНЦА РАН

Юшкова Л.Я., доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

Alexander S. Donchenko, Academician RAS, Head Researcher, Head of Research Group

Kirill S. Golokhvast, Doctor of Science in Biology, Professor RAS, Corresponding Member RAE, Director SFSCA RAS

✉ **Tamara N. Samolovova**, Candidate of Science in Veterinary Medicine, Lead Researcher; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: asdon@ngs.ru

Nikolay A. Donchenko, Corresponding Member RAS, Head of IEVSSFE SFSCA RAS

Liliya Ya. Yushkova, Doctor of Science in Veterinary Medicine, Head Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 25.01.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 13.04.2022
Дата публикации / Published 25.05.2022



УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГТК СЕЛЯНИНОВА ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

✉ Потанин В.Г.

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

✉ e-mail: wgp@ngs.ru

Приведены основные моменты, определившие необходимость и сущность разработки комплексного гидротермического коэффициента (ГТКк). Данную разработку следует рассматривать как процесс усовершенствования гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова. Предложенный ГТКк позволяет более детально характеризовать территорию. Комплексный ГТКк включает в себя две составляющие: тангенсальную ГТК_t и радиальную ГТК_r. При графическом отображении ГТКк рационально выделять зоны, соответствующие ГТК_t, внутри которых формировать зоны, соответствующие ГТК_r. Приведено распределение ГТКк в Новосибирской области. Величина интервала тангенсальной зоны выбрана постоянной и составляет 0,2 мм/град. Величина радиальной зоны несколько варьируется для исключения мелких образований на границах зон. Приведенная карта-схема агроландшафтного районирования Новосибирской области позволяет сопоставить ее с распределением ГТКк. Определенное их сходство подчеркивает соответствие комплексного ГТКк тем природным процессам, которые определяют развитие растений. Дан пример применения ГТКк при его отображении на мелкомасштабной карте. Показано, что при перемещении в выбранной полосе карты Российской Федерации с севера на юг среднее значение радиальной составляющей последовательно изменяется от 70,5 до 155. Это соответствует изменению условий для произрастания растительности, в то время как предшествующий ГТК находится в одном и том же интервале. Переход к комплексному ГТКк также предоставляет возможность оценить распространение тех или иных растений на новых территориях при возрастающем потеплении. Исходя из положений модели, определяющих развитие растений в зависимости от погодных условий, возможно выделить набор параметров конкретного растения. Данные параметры соответствуют оптимальным значениям температуры и осадков на определенных фенологических фазах растения, а также определяют соответствующие им показатели климата, по близости данных наборов оценивают уровень благоприятности распространения растения.

Ключевые слова: климат, гидротермический коэффициент, осадки, температура, модель

IMPROVEMENT OF THE SELYANINOV HTC TO EXPAND THE POSSIBILITIES OF ITS APPLICATION

✉ Potanin V.G.

Siberian Federal Scientific Center of Agro-Biotechnologies of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

✉ e-mail: wgp@ngs.ru

The main points that determined the necessity and essence of the development of the complex hydrothermal coefficient (HTCc) are given. This method should be considered as a process of improving the hydrothermal coefficient of Selyaninov G.T. The proposed HTCc allows for a more

detailed characterization of the territory. The complex HTCc includes two components: the tangential HTCt and the radial HTCr. In the graphical representation of HTCc, it is rational to allocate zones corresponding to HTCt within which to form zones corresponding to HTCr. The distribution of HTCc in the Novosibirsk region is given. The value of the tangential zone interval is chosen constant and is 0.2 mm/degree. The size of the radial zone varies slightly to exclude small formations at the boundaries of the zones. The given map-scheme of agro-landscape zoning of the Novosibirsk region allows to compare it with the distribution of HTCc. A certain similarity between them emphasizes the correspondence of the complex HTCc to those natural processes that determine the development of plants. An example of the application of HTCc when it is displayed on a small-scale map is given. It is shown that when moving in a selected zone of the map of the Russian Federation from north to south the average value of the radial component consistently changes from 70.5 to 155. This corresponds to a change in the conditions for vegetation growth, while the preceding HTC is in the same interval. The transition to a complex HTCc also provides an opportunity to assess the distribution of certain plants on new territories with increasing warming. Based on the provisions of the model determining the development of plants depending on weather conditions, it is possible to identify a set of parameters of a particular plant. These parameters correspond to the optimum values of temperature and precipitation at certain phenological phases of the plant and determine their corresponding climate indicators, and by the proximity of these sets assess the level of favorability of the spread of the plant.

Keywords: climate, hydrothermal coefficient, precipitation, temperature, model

Для цитирования: Потанин В.Г. Усовершенствование ГТК Селянинова для расширения возможностей его применения // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 2. С. 95–104. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-11>. EDN OOXLNZ.

For citation: Potanin V.G. Improvement of the Selyaninov HTC to expand the possibilities of its application. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2022, vol. 52, no. 2, pp. 95–104. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-11>. EDN OOXLNZ.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

В рыночных условиях целью любого предприятия является повышение эффективности его деятельности, а способом повышения – интенсификация. Однако, как следует из работы [1], независимо от уровня интенсивности применяемых агротехнологий идет повышение затрат на получение дополнительной единицы сельскохозяйственной продукции. Данные, приведенные ФАО о мировом производстве зерна, свидетельствуют, что как спад, так и подъем в этом процессе определяются климатическими условиями. Ученые полагают, что в следующем десятилетии рост производства в сельском хозяйстве на основе научно-технического прогресса произойдет за счет совершенствования путей получения и эффектив-

ного использования информации о климате¹. Считается [2–5], что от территориальной организации природно-аграрных систем во многом зависит решение задач эффективного и экологического использования земель в сельскохозяйственных целях. В связи с этим все более высокие требования предъявляются к характеристикам и показателям, определяющим состояние территорий [6, 7]. Реализация актуального вопроса по совершенствованию известных и разработке новых моделей основных сельскохозяйственных процессов также стимулирует отмеченную выше тенденцию [8, 9].

Из существующих показателей, используемых для оценки агроклиматических ресурсов, наиболее широкое применение получил гидротермический коэффициент (ГТК) Г.Т. Селянинова, вычисляемый по формуле

¹Климат и сельское хозяйство: [Электронный ресурс] – http://collectedpapers.com.ua/ru/climate_and_human_activities/klimat-ta-sil'ske-gospodarstvo (дата обращения: 14.01.2021).

$$\text{ГТК} = \Sigma p \cdot 10 / \Sigma t,$$

где Σp – сумма осадков за период со среднесуточными температурами воздуха выше 10°C , Σt – сумма активных температур, накопившихся за тот же период.

В 1928 г. Г.Т. Селянинов предложил термин «климатические факторы культур», который со временем преобразовался в «агроклиматические показатели». Один из таких показателей – гидротермический коэффициент (ГТК) – вошел в практику мировой науки, получив его имя.

Несмотря на широкое использование, ГТК имеет определенные недостатки. Главный из них проявляется в том, что для районов с малыми температурами и влажностью воздуха (Архангельская область, Республика Коми), а также для районов с большими температурами и осадками (Черноморское побережье Закавказья) ГТК имеет примерно равную величину, хотя агроклиматические условия в этих районах несравнимы². Возникает необходимость дополнения ГТК составляющей амплитудного характера (например такой, как $z = f_1(p) + f_2(t)$, где p – осадки; t – температура).

Цель исследований – разработать перспективный агротехнический показатель для оценки состояния территорий, обеспечивающий достижение практически значимых результатов в сельскохозяйственном производстве.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для проработки вопроса по устранению недостатков ГТК и расширения его возможностей практического применения рассмотрим отображение факторов температуры (t) и осадков (p) на графической плоскости, в которой температура (t) представлена абсциссой. Пусть точка A_i с координатами p_i и t_i является характеристикой климатических (или погодных) условий конкретной территории малого размера. В этом случае отношение p_i/t_i является тангенсом угла α' , образованного абсциссой и линией, проходящей от начала координат до точки A_i . Ничего в

принципе не изменится, если по оси абсцисс будет отложена переменная Σt и по ординате – Σp , характерные для выбранного интервала времени ΔT . Тогда аналогичная точка A_j , являясь характеристикой климатических условий во временном интервале ΔT , однозначно определена координатами $S'p_j$ и St_j :

$$S'p_j = \sum_{i=k_j}^{l_j} p_i,$$

где p_i – измеренная величина осадков с номером i ; j – номер интервала ΔT ; k_j – номер измерения, соответствующий начальной точке j -го интервала; l_j – номер измерения, соответствующий конечной точке j -го интервала:

$$St_j = \sum_{i=k_j}^{l_j} t_i$$

где t_i – измеренная величина температуры с номером i ; j – номер интервала ΔT ; k_j – номер измерения, соответствующий начальной точке j -го интервала; l_j – номер измерения, соответствующий конечной точке j -го интервала.

Отношение $10 \cdot S'p_j / St_j$ соответствует ГТК Селянинова и одновременно, как отмечалось выше, является тангенсом угла α .

Далее целесообразно перейти к полярной системе координат. В данной системе координат отмеченная выше точка A_j описывается углом α' (однозначно определяемым $\text{tg} \alpha'$) и радиусом, равным $\sqrt{(S'p_j)^2 + (St_j)^2}$.

Таким образом, климатическую характеристику выбранной территории рационально представить в комплексном варианте (комплексный гидротермический коэффициент – ГТКк), представленным двумя составляющими: тангенсальной ($10 \cdot S'p_j / St_j$) и радиальной ($\sqrt{(10 \cdot S'p_j)^2 + (St_j)^2}$). Необходимо отметить, что комплексный гидротермический коэффициент может быть равноценно представлен двумя вариантами: первый – в виде тангенсальной и радиальной составляющих, второй – в виде угловой и радиальной составляющих. Однако учитывая огромный вклад Г.Т. Селянинова, его ин-

²Константинов А.Р. Погода, почва и урожай озимой пшеницы. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 248 с.

туацию и способность выявлять показатели, обладающие несомненной практической ценностью, в дальнейшем в виде основного варианта предлагается использовать вариант с тангенсальной и радиальной составляющими, а также перейти к применению следующих выражений:

$$Sp_j = 10 \cdot S'p_j;$$

$$\Gamma TKt = Sp_j / St_j;$$

$$\Gamma TKr = \sqrt{(Sp_j)^2 + (St_j)^2}.$$

Хотя вариант с тангенсальной и радиальной составляющими наиболее приемлем для большинства случаев, однако это не исключает применения при необходимости и второго варианта.

Для демонстрации возможностей предложенного ГТКк на рис. 1 отображена карта-схема Новосибирской области. На данной карте-схеме выделены зоны, которым соответствует заданный интервал тангенсальной составляющей ГТКк. Большинство отмеченных выше зон подразделяется на малые зоны, которые соответствуют радиальным составляющим ГТКк. Обозначение зон осуществляется двухразрядным кодом, в котором первая цифра определяет номер тангенсальной составляющей, вторая – соответствует радиальной составляющей ГТКк. Если внутри конкретной тангенсальной зоны присутствует только одна радиальная зона, то на рис. 1 номер зоны обозначается одной цифрой, соответствующей номеру тангенсальной зоны, в тексте рядом с этим

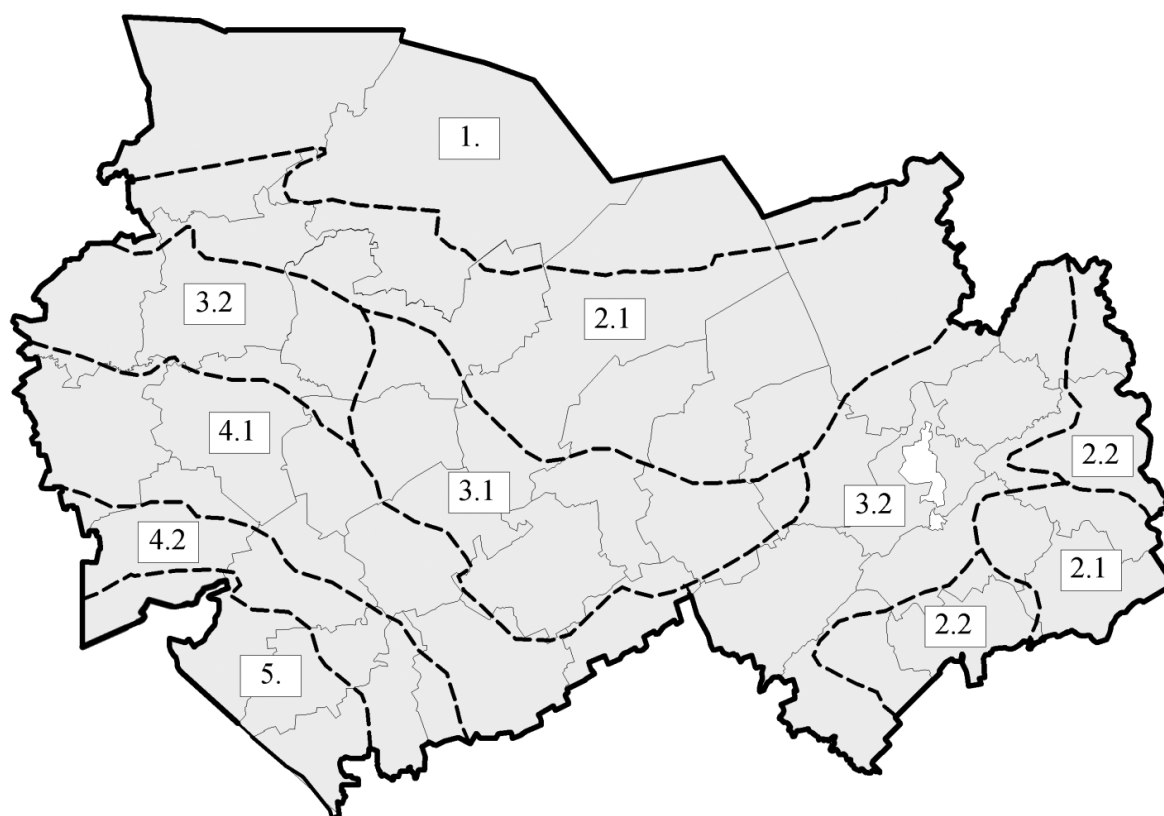


Рис. 1. Распределение ГТКк в Новосибирской области:

1.; 5. – номера зон, не имеющих дробления зонами другого вида; 1.1; 1.2; ...; 4.1; 4.2. – комплексные номера зон, где первая цифра соответствует номеру зоны с тангенсальной составляющей, вторая – номеру зоны с радиальной составляющей

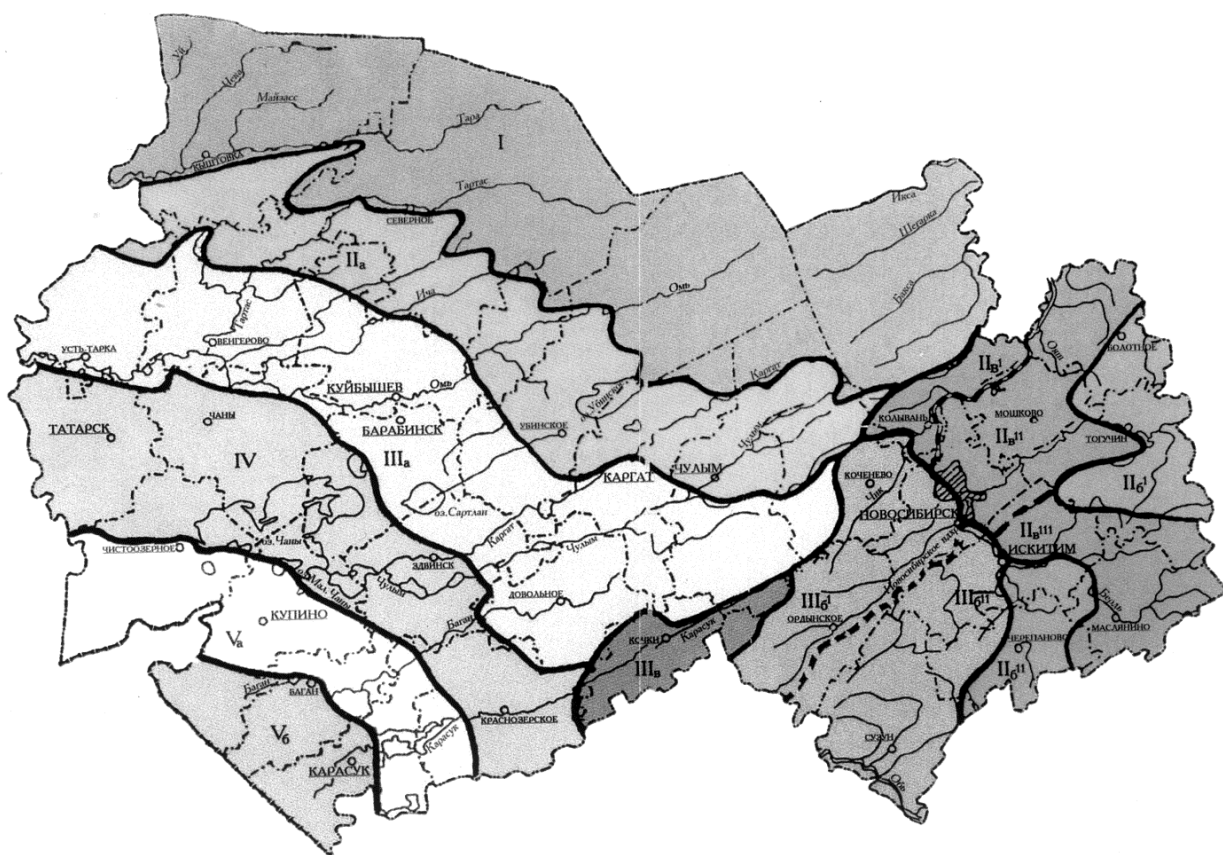
Fig. 1. Distribution of HTCc in the Novosibirsk Region:

1.; 5. - numbers of zones that have no fragmentation by zones of another type; 1.1; 1.2; ...; 4.1; 4.2. - complex zone numbers, where the first number corresponds to the number of the zone with tangential component, the second number corresponds to the number of the zone with radial component

Распределение составляющих ГТКк на рис. 1
Distribution of HTCc components in Fig. 1.

Обозначение зоны	Тангенсальная составляющая	Радиальная составляющая
1 (1.2)	1,6–1,4	285–329
2.1	1,4–1,2	265–295
2.2	1,4–1,2	295–344
3.1	1,2–1,0	225–267
3.2	1,2–1,0	267–312
4.1	1,0–0,8	230–269
4.2	1,0–0,8	269–310
5 (5.1)	0,8–0,6	234–280

На рис. 2 приведена карта-схема агроландшафтного районирования Новосибирской области [10]. Она является результатом длительных исследований научных сотрудников Сибирского научно-исследовательского института земледелия и химизации СО РАСХН, что дало возможность включить полученные результаты в материалы



I; IIa; ...; Va; Vb - indices of agrolandscape areas

по формированию адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Сопоставление двух приведенных карт-схем позволяет отметить их определенное сходство, несмотря на то, что они существенно различаются по использованным для их разработки данным. Это обстоятельство подчеркивает соответствие комплексного ГТК тем природным процессам, которые определяют развитие растений. Более того, высока вероятность, что системы земледелия, предложенные по первой и второй картам-схемам, почти не будут различаться, если применить более узкий интервал значений внутри зон.

Другой пример применения ГТК при его отображении на мелкомасштабной карте приведен на рис. 3. В качестве основы на рис. 3 использована карта «Гидротермический коэффициент за вегетационный пе-

риод», разработанная коллективом авторов (Афонин А.Н., Ли Ю.С., Липияйнен К.Л., Цепелев В.Ю.)³.

На данной карте жирной линией выделена полоса суши вдоль меридиана 120 град., которой соответствует интервал ГТК Селянинова в пределах от 0,7 до 1,3. Проведенный расчет позволяет подразделить выделенную полосу на четыре зоны (тонкой линией). Зоне 1 соответствует среднее значение радиальной составляющей, равное 70,5; 2 – 99; 3 – 127 и 4 – 155. Таким образом, полоса суши, имеющая одинаковый интервал ГТК Селянинова, следовательно, и одинаковую степень увлажнения, подразделяется на участки с различными радиальными составляющими и различными климатическими возможностями, как этого и следовало ожидать при перемещении вдоль меридиана с севера на юг. ГТК более детально описы-

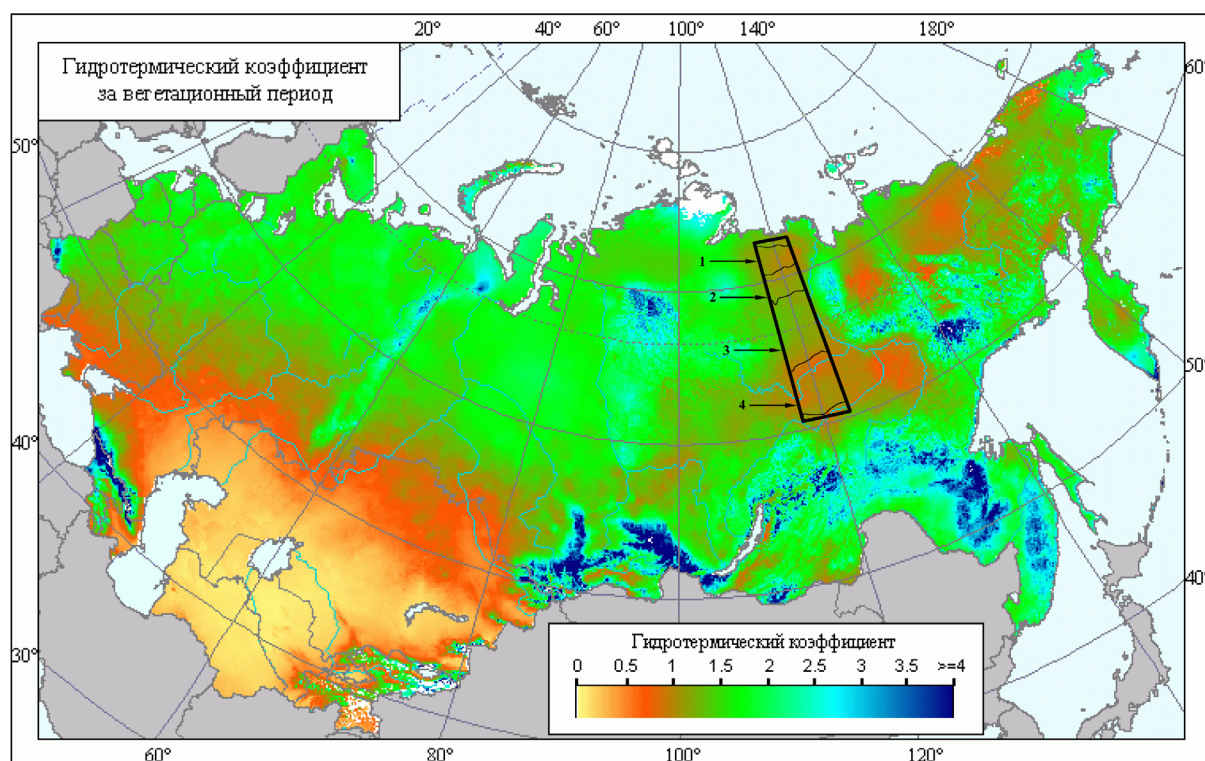


Рис. 3. Распределение радиальной составляющей ГТК в выделенной полосе:

1; 2; 3; 4 – номера зон, сформированных относительно радиальной составляющей ГТК

Fig. 3. Distribution of the radial component of HTC in the selected zone:

1; 2; 3; 4 - numbers of the zones formed relative to the radial component of the HTC

³Агроэкологический атлас России и сопредельных стран. Климат, Гидротермический коэффициент за вегетационный период: [Электронный ресурс]: URL: http://www.agroatlas.ru/ru/content/Climatic_maps/GTK/GTK/index.html. (дата обращения: 08.04.2020).

вает реальную обстановку территории (по климатике) и позволяет выявлять наиболее пригодные для тех или иных хозяйственных целей территориальные выделы.

Переход к комплексному ГТК также предоставляет возможность оценить распространение тех или иных растений на новые территории при возрастающем потеплении. Кажущееся простым предположение, что растения будут стремиться в такие места, где климатические условия будут более благоприятными, влечет за собой непростой вопрос: каковы эти благоприятные для растения условия в количественном выражении? Для ответа на него следует обратиться к работе А.Р. Константинова (см. сноску 2). Он, изучая урожайность озимой пшеницы, на экспериментальном материале показал, что величина урожайности (значит, и уровень развития данного растения) в зависимости от погодных условий в графическом отображении представляет набор уменьшающихся по размеру квазиэллипсов. Каждой величине урожайности соответствует замкнутая линия в виде квазиэллипса. Причем, чем выше урожайность, тем меньше по размеру квазиэллипс; при максимальной ее величине замкнутая линия обращается в точку. Хотя А.Р. Константинов не отметил этого, но нетрудно предположить, что данная точка соответствует оптимальным значениям факторов погоды (климата). Особенно важно, что каждой фенологической фазе (или межфазному периоду) соответствует свой набор квазиэллипсов и соответственно своя точка оптимальных значений факторов.

В качестве факторов погоды А.Р. Константинов выбрал температуру (t) и абсолютную влажность воздуха (e). При этом применял в своих расчетах средние значения факторов за интервал фенологической фазы растения (или за выбранный межфазный период).

Учитывая, что влажность воздуха e рассматривается в работе А.Р. Константинова как величина, пригодная для характеристики условий водопотребления растений, и то, что основной причиной для формирования влажности воздуха являются осадки, то переход от средней влажности воздуха к сред-

ней величине осадков не приведет к принципиальному изменению графиков и позволит на базе вновь построенных графиков определить средние оптимальные значения температуры и осадков для каждой фенологической фазы.

Многу выполнена проработка, которая предлагает аналитическую модель урожайности (или уровня развития растения), исходя из четырех положений:

- потери урожайности пропорциональны отклонению погодных (или климатических) факторов от их оптимальных значений;

- совокупные потери от двух или более факторов определяет векторная сумма потерь по отдельным факторам, представленным ортогональными векторами;

- зависимость совокупной величины потерь (в графическом отображении) от погодных и климатических факторов представляет набор возрастающих эллипсов для каждой фенологической фазы. Каждый набор эллипсов имеет поворот на определенный угол, который в аналитических формулах учитывается введением перед факторами сомножителей в виде косинуса или синуса конкретного угла;

- урожайность или уровень развития растения определяется как разность между максимально возможными и реальными потерями.

Фактически третье положение является в основном следствием первых двух, заданных в аналитической форме, дополненное особенностью реальной ситуации в виде необходимости поворота эллипса на конкретный угол. То, что суммирование двух ортогональных векторов часто приводит к образованию эллипса, продемонстрируем на упрощенном примере. Пусть два вектора x_1 и y_1 имеют начало в нулевой точке системы координат, т.е. точка оптимальных значений факторов расположена в начале системы координат. В результате суммирования имеем вектор длиной $R_1 = \sqrt{x_1^2 + y_1^2}$. Часто в реальной ситуации слагаемые вектора имеют разную масштабность. В соответствии с этим заменим y_1 на kz_1 и получим $R_1 = \sqrt{x_1^2 + (kz_1)^2}$.

Возведя в квадрат левую и правую части последнего выражения и разделив все члены уравнения на R_1^2 , получим:

$$\frac{R_1^2}{R_1^2} = \frac{x_1^2}{R_1^2} + \frac{k^2 z_1^2}{R_1^2}$$

или
$$1 = \frac{x_1^2}{R_1^2} + \frac{z_1^2}{R_1^2/k^2}.$$

Последнее выражение есть классическое уравнение эллипса, если учесть, что $R_1^2 = a$, а $R_1^2/k^2 = b$, и принять во внимание, что для одинаковой длины R_1 суммарного вектора могут соответствовать различные произвольные значения x_1 и z_1 . Поворот системы координат или соответствующий поворот эллипса на заданный угол и перенос начальной точки векторов принципиально ничего не изменят, а только приведут к определенным сложностям при получении аналогичного результата.

Аналитический вид модели постоянно совершенствуется, претерпевая порой значительные изменения. В последнее время представлен такой вариант, в котором фактор «осадки» заменен производным от него фактором «влажность почвы»⁴. Графические построения относительно погодных условий, выполненные А.Р. Константиновым в процессе экспериментальных исследований, хорошо согласуются с предложенными положениями модели. Это дает основание с достаточной высокой вероятностью ожидать соответствия положений реальным природным явлениям и на базе этого использовать выявленные свойства и особенности следующим образом. Каждой фенологической фазе соответствуют средние значения факторов температуры и осадков, которые можно вычислить при помощи остаточного метода, изложенного в работе А.Р. Константинова. Следует отметить рациональность объединения очень коротких фенологических фаз с их соседями из-за их вероятной нестабильности, образуя тем самым межфазные периоды. В дальнейшем среднеголетний интервал фенологической фазы и среднеголетний межфазный период бу-

дем обозначать как анализируемый интервал, который по количеству входящих в него суток имеет величину n_i , где i – номер измерительного интервала. Зная длительность анализируемого интервала n_i и среднее значение фактора, легко перейти к следующим интегральным величинам:

$$S_{p_i}^{\text{раст}} = p_{\text{ср}i} \cdot n_i$$

$$\text{и } S_{t_i}^{\text{раст}} = t_{\text{ср}i} \cdot n_i.$$

Затем используя приемы, характерные для полярных координат, находим

$$\text{tg } a_i^{\text{раст}} = S_{p_i}^{\text{раст}} / S_{t_i}^{\text{раст}}$$

и радиальный показатель

$$r_i^{\text{раст}} = \sqrt{(S_{p_i}^{\text{раст}})^2 + (S_{t_i}^{\text{раст}})^2}.$$

Таким образом, исследуемое растение имеет набор пар показателей, который по объему равен количеству анализируемых интервалов.

Далее переходим к климатическим характеристикам по температуре и осадкам для потеплевшей территории. Выделяем анализируемые интервалы, соответствующие выбранному растению (или сорту растения), и рассчитываем для данных интервалов комплексные ГТКк. Таким образом, получаем набор показателей, аналогичный первому набору для исследуемого растения. С одной стороны, устанавливаем требования растений к климатическим факторам, которые обеспечивают максимально возможный уровень развития растения, с другой – реально существующие климатические условия в виде аналогичных показателей, представляемых комплексными ГТКк. По близости данных в наборах оценивается уровень благоприятности распространения растения (с климатических позиций). Его оценивают исходя из среднеквадратического критерия близости наборов или применяют более простые варианты: например, максималь-

⁴Пат. № 2 733 728. Способ оценки урожайности яровой пшеницы в зависимости от погодных условий. М.: Государственный реестр изобретений Российской Федерации, 2020; Бюл. № 28.

ный уровень благоприятности признается, если средний уровень модуля отклонений в наборах не превышает 12% и максимальное отклонение менее 26% (при измерении отклонений в процентах) и т.д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнено усовершенствование гидро-термического коэффициента (ГТК) Г.Т. Селянинова. Получен комплексный ГТКк, представленный тангенсальной (ГТК_t) и радиальной (ГТК_r) составляющими. Новый ГТКк позволяет получать более подробную и полную информацию о климатической ситуации территории, что продемонстрировано на крупно- и мелкомасштабном графических построениях. Фактически комплексный ГТКк по сравнению с предшествующим вариантом позволяет примерно в 2 раза увеличить объем получаемой информации об изучаемой территории. Как вариант более сложного применения ГТКк представлена проработка о продвижении конкретного растения на новые территории при потеплении климата. Кроме того, в перспективе можно с большой вероятностью ожидать применения ГТКк в селекции (для уменьшения длительности селекционного процесса в растениеводстве), земледелии (для снижения затрат при решении задач типизации земель) и некоторых других направлениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лачуга Ю.Ф. Сельскохозяйственному производству – новые знания // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2011. № 3. С. 3–8.
2. Арефьев Н.В., Бреусов В.П., Осипов Г.К. Основы формирования природно-аграрных систем. Теория и практика: монография. СПб.: Издательство Политехнического университета, 2011. 532 с.
3. Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы / под ред. В.Ф. Федоренко, А.А. Завалина, Н.З. Милащенко: монография. М.: Росинформагротех. 2018. 396 с.
4. Конишев А.А. Прошлое и будущее обработки почвы под зерновые культуры // Аграрный вестник Урала. 2020. № 3 (194). С. 21–27.

5. Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. Размещение аграрного производства как механизм адаптации к климатическим изменениям // Экономика сельского хозяйства России. 2018. № 5. С. 71–76.
6. Булгаков Д.С., Рухович Д.И., Шишкова Е.А. Использование почвенно-климатического индекса при оценке агрономического потенциала пахотных земель в лесостепной зоне России // Почвоведение. 2018. № 4. С. 473–485.
7. Иванько Я.М., Полковская М.Н. Оптимизация структуры посевов с учетом изменчивости климатических параметров и биопродуктивности культур: монография. Иркутск: Издательство Иркутского государственного аграрного университета, 2016. 150 с.
8. Асалханов П.Г., Иванько Я.М. Прогнозирование и планирование агротехнологических операций для природно-климатических зон региона: монография. Иркутск: Издательство Иркутского государственного аграрного университета, 2014. 144 с.
9. Якушев В.П., Михайленко И.М., Драгавцев В.А. Агротехнологические и селекционные резервы повышения урожаев зерновых культур России // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50. № 5. С. 550–560.
10. Кирюшин В.К., Власенко А.Н., Каличкин В.К., Власенко Н.Г., Филимонов Ю.П., Иодко Л.Н., Шарков И.Н., Тарасов А.С., Понько В.А., Южаков А.И., Хмелев В.А., Семендяева Н.В., Кинит А.В., Синещев В.Е., Новиков В.М., Шоба В.Н., Кожевников А.И., Усолкин В.Т., Добротворская Н.И., Ким С.А., Солосич Н.А., Филимонова Л.Н., Коняева Н.М., Полухин Н.И. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области: монография. Новосибирск: Издательство СО РАСХН, 2002. 387 с.

REFERENCES

1. Lachuga Yu.F. New knowledge for agricultural production. *Sel'skokhozyaistvennyye mashiny i tekhnologii = Agricultural Machinery and Technologies*, 2011, no. 3, pp. 3–8. (In Russian).
2. Arefev N.V., Breusov V.P., Osipov G.K. Fundamentals of formation of natural-agrarian systems. Theory and practice. St. Petersburg, *Izdatel'stvo Politehnicheskogo universiteta = Polytechnic University Press*, 2011, 532 p. (In Russian).

3. Fedorenko V.F., Zavalina A.A., Milashchenko N.Z. Scientific basis for the production of high-quality wheat grain. Moscow, Rosinformagrotekh Publ, 2018, 396 p. (In Russian).
4. Konishev A.A. Past and future for tillage for grain crops. *Agrarnyi vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*, 2020, no. 3 (194), pp. 21–27. (In Russian).
5. Siptits C.O., Romanenko I.A., Evdokimova N.E. Allocation of agrarian products as a mechanism of adaptation to climate changes. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii = Economics of Agriculture of Russia*, 2018, no. 5, pp. 71–76. (In Russian).
6. Bulgakov D.S., Rukhovich D.I., Shickova E.A. The application of soil-agroclimatic index for assessing the agronomic potential of arable lands in the forest-steppe zone of Russia. *Pochvovedenie = Eurasian Soil Science*, 2018, no. 4, pp. 473–485. (In Russian).
7. Ivan'ko Ya.M., Polkovskaya M.N. *Optimization of cropping pattern taking into account variability of climatic parameters and bioproductivity of crops*: Irkutsk, Izdatel'stvo Irkutskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Publishing House of Irkutsk State Agrarian University, 2016, 150 p. (In Russian).
8. Asalkhanov P.G., Ivan'o Ya.M. *Forecasting and planning of agrotechnological operations for natural and climatic zones of the region*: Irkutsk, Izdatel'stvo Irkutskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Publishing House of Irkutsk State Agrarian University, 2014, 144 p. (In Russian).
9. Yakushev V.P., Mikhailenko I.M., Dragavtsev V.A. Reserves of agro-technologies and breeding for cereal yield increasing in the Russian Federation. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural biology*, 2015, vol. 50, no. 5, pp. 550–560. (In Russian).
10. Kiryushin V.K., Vlasenko A.N., Kalichkin V.K., Vlasenko N.G., Filimonov Yu.P., Iodko L.N., Sharkov I.N., Tarasov A.S., Pon'ko V.A., Yuzhakov A.I., Khmelev V.A., Semendyaeva N.V., Kinsht A.V., Sineshchekov V.E., Novikov V.M., Shoba V.N., Kozhevnikov A.I., Usolkin V.T., Dobrotvorskaya N.I., Kim S.A., Solosich N.A., Filimonova L.N., Konyayeva N.M., Polukhin N.I. *Adaptive Landscape Systems of Farming in the Novosibirsk Region*: Novosibirsk, Izdatel'stvo SO RASKhN = The Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2002, 387 p. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

✉ Потанин В.Г., научный сотрудник;
адрес для переписки: Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, д. 3, кв. 12;
e-mail: wgp@ngs.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ Veniamin G. Potanin, Researcher associate; address: 3–12, Krasnoobsk, Novosibirsk region, 630501, Russia; e-mail: wgp@ngs.ru

Дата поступления статьи / Received by the editors 16.12.2021
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 02.03.2022
Дата публикации / Published 25.03.2022



УРОЖАЙНОСТЬ СЕМЯН РЫЖИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕПАРАТОВ И СРОКОВ ПОСЕВА НА СЕВЕРЕ КАЗАХСТАНА

✉ Мусынов К.М., Аринов Б.К., Абышева Г.Т.

Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина

Нур-Султан, Республика Казахстан

✉ e-mail: kazeke1963@mail.ru

Представлены результаты полевого опыта по влиянию микробиологических и химических средств защиты растений на продуктивность семян рыжика посевного. Препараты (обработка семян перед посевом произведена Экстрасолом, по вегетации – инсектицидом Протеус и фунгицидом Пиктор) изучены на фоне разных сроков посева (15–20 мая, 25–30 мая). В качестве контроля исследовали вариант без применения препаратов. Полевой опыт закладывали в четырехкратном повторении, площадь делянки 63 м². Способ посева – рядовой с нормой высева 6,0 млн всхожих семян/га. Предшественник – 1-я пшеница после пара. Работа проведена в 2018–2020 гг. в условиях Северного Казахстана. Объект изучения – семена, посевы рыжика посевного Исилькулец. Почва участка – чернозем, содержание гумуса – 2,50–3,89%, азота – 30,80–81,20 мг/кг, фосфора – 11–30 мг/кг, калия 620–770 мг/кг. Семена обрабатывали раствором Экстрасола из расчета 2 л (10 л рабочего раствора)/т семян в день посева. Рекомендован оптимальный срок посева рыжика (25–30 мая) и оптимальное сочетание препаратов с обработкой семян и опрыскиванием посевов фунгицидом. Выявлена продолжительность вегетационного периода рыжика в условиях Северного Казахстана, которая составила в среднем 72–81 день. Высокая продуктивность отмечена при применении микробиологического препарата Экстрасол (обработка семян) и опрыскивания посева фунгицидом Пиктор (11,5–16,0 ц/га). Достоверная ($HC_{P05} = 0,52$) прибавка урожая семян составила 0,77 т/га. Установили, что обильные дожди в период вегетации способствуют развитию и распространению болезней (фузариоз: $R = 14,3–21,5\%$ и $P = 27,5–86,4\%$; альтернариоз: $R = 14,3–20,6\%$ и $P = 25,2–84,3\%$).

Ключевые слова: рыжик, срок посева, биологические и химические препараты, урожайность семян

CAMELINA SEEDS YIELD DEPENDING ON THE USE OF DIFFERENT PREPARATIONS AND SOWING DATES IN THE NORTH OF KAZAKHSTAN

✉ Mussynov K.M., Arinov B.K., Abysheva G.T.

Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical University

Nur-Sultan, Kazakhstan

✉ e-mail: kazeke1963@mail.ru

The results of a field experiment on the effect of microbiological and chemical plant protection agents on the productivity of camelina seeds are presented. The preparations (seed treatment before sowing was made with Extrasol, during vegetation - with insecticide Proteus and fungicide Pictor) were studied against the background of different sowing dates (15-20 May; 25-30 May). As a control, the version without the use of drugs was investigated. The field experiment was laid in quadruple repetition, the plot area was 63 m². The seeding method is row seeding with a seeding

rate of 6.0 million germinating seeds/ha. The forecrop is the 1st wheat after fallow. The work was carried out in 2018-2020 in the conditions of Northern Kazakhstan. The object of the study are the seeds and plantings of camelina Isilkulets variety. The soil of the site is chernozem, humus content - 2.50-3.89%, nitrogen - 30.80-81.20 mg/kg, phosphorus - 11-30 mg/kg, potassium 620-770 mg/kg. The seeds were treated with Extrasol solution at the rate of 2 l (10 l of working solution)/t of seeds on the day of seeding. The optimal seeding date for camelina (May 25-30) and the optimal combination of preparations with seed treatment and spraying of crops with fungicide are recommended. The duration of the growing season of camelina in the conditions of Northern Kazakhstan was revealed, which averaged 72-81 days. High productivity was noted with the microbiological preparation Extrasol (seed treatment) and spraying of crops with fungicide Pictor (11.5-16.0 c/ha). A significant ($LSD_{05} = 0.52$) increase in seed yield was 0.77 t/ha. It was found that abundant rains during the growing season contribute to increased development and spread of diseases (fusariosis: $R = 14.3-21.5\%$ and $P = 27.5-86.4\%$; alternariosis: $R = 14.3-20.6\%$ and $P = 25.2-84.3\%$).

Keywords: Camelina, sowing time, biological and chemical preparations, seed yield

Для цитирования: Мусынов К.М., Аринов Б.К., Абышева Г.Т. Урожайность семян рыжика в зависимости от применения различных препаратов и сроков посева на севере Казахстана // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 2. С. 105–112. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-12>. EDN TREPBW.

For citation: Mussynov K.M., Arinov B.K., Abyшева G.T. Camelina seeds yield depending on the use of different preparations and sowing dates in the north of Kazakhstan. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2022, vol. 52, no. 2, pp. 105–112. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-12>. EDN TREPBW.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в Казахстане отмечается устойчивая тенденция расширения посева и производства масличных культур [1]. Капустные культуры занимают одну из ведущих позиций в мировом производстве масличных культур. Они удачно сочетают большую потенциальную урожайность с высоким содержанием масла и белка в семенах и предоставляют реальную возможность более рационального использования растительных ресурсов за счет обогащения ассортимента используемых видов. Производство масличных культур – одна из составляющих сельскохозяйственной отрасли, которая обеспечивает промышленность сырьем, а животноводство – кормами. Ценность масличных культур определяется многогранностью их использования в пищевой промышленности, в сельском хозяйстве и в качестве биотоплива [2].

Вызывает большой интерес у сельхозтоваропроизводителей перспективная масличная культура рыжик. В нем удачно сочетается высокая потенциальная урожайность семян (до 2,0 т/га) с большим содержанием высыхающего масла (36–40%) и белков (25–30%).

Среди приоритетных показателей качества семян рыжика является содержание масла и белка. Исследования различных авторов показали, что содержание масла в семенах составляет около 40%, белка – 30% [3].

Рыжик засухоустойчив, вегетационный период составляет 65–90 дней в зависимости от региона возделывания. Он нетребователен к условиям среды, обладает высокой экологической пластичностью и способен произрастать в широком диапазоне почвенно-климатических условий. Растение является хорошим фитосанитаром и предшественником для других сельскохозяйственных культур. Скороспелость – важное биологическое достоинство рыжика, так как позволяет значительно снизить напряженность уборки [4–6]. Поэтому актуально возделывание рыжика на маслосемена на севере Казахстана.

Цель исследований – изучить влияние микробиологических, химических препаратов и сроков посева на рост, развитие растений, распространение болезней и урожайность семян рыжика посевного в условиях Северного Казахстана.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Полевые опыты заложены на экспериментальном участке ТОО «Каменка и Д», расположенного в Сандыктауском районе Акмолинской области. Объектом исследований был сорт рыжика Исилькулец. Изучено влияние совместного применения биологических и химических препаратов (перед посевом обработка семян Экстрасолом, а по вегетации – инсектицидом Протеус и фунгицидом Пиктор), посеянных на фоне разных сроков посева (15–20 мая; 25–30 мая) на урожайность семян рыжика посевного.

Экстрасол – безопасный препарат исключительно биологического происхождения, улучшает поступление элементов питания в растения, увеличивает всхожесть семян, ускоряет развитие растений, снижает поражаемость растений фитопатогенными микроорганизмами, что существенным образом повышает продуктивность растений. Пиктор – системный комбинированный фунгицид, содержащий два действующих вещества (боскалид и димоксистробин), обладающих различными механизмами действия на широком спектре возбудителей болезней рапса. Протеус – это инсектицид нового поколения, обладающий системно-контактным действием, уничтожает вредителей на всех этапах развития (от яиц и личинок до стадии взрослых особей).

В качестве контроля использовали вариант без применения препаратов. Способ посева – рядовой с нормой высева 6,0 млн всхожих семян/га. Предшественник – 1-я пшеница после пара. В опытах применена минимальная обработка почвы. После уборки предшествующей культуры и перед посевом обработку почвы не проводили, посев осуществляли сеялками СЗС-2,1. Уборку проводили прямым комбайнированием зерновыми комбайнами (Вектор и др.) в фазу хозяйственной полной спелости, когда побуреют нижние стручки и семена в них затвердеют.

По данным агрохимического обследования почвы опытного поля – чернозем обыкновенный, содержание гумуса 2,50–3,89%,

азота 30,80–81,20 мг/кг, фосфора 11–30 мг/кг, калия 620–770 мг/кг.

Гидротермический коэффициент в годы проведения исследований составил от 0,75 в 2020 г. до 1,4 в 2018 г., сумма положительных температур выше +10 °C – 2295°.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Основным лимитирующим фактором урожайности в зоне проведения опытов является влага. Климат в зоне проведения исследований – резко континентальный. Эта особенность климата Северного Казахстана проявилась во все годы исследований, существенно повлияв на продуктивность растений рыжика. За период вегетации (с мая по август включительно) в 2018 г. выпало 235 мм осадков, что составило 137% от среднеемноголетнего количества выпавших осадков. По значению гидротермического коэффициента 2018 г. характеризуется как хорошо увлажненный (ГТК = 1,4). В 2019 г. за вегетационный период осадков выпало на уровне нормы (154 мм, что ниже среднеемноголетнего количества осадков на 24 мм), лишь в мае осадков выпало ниже нормы, в III декаде июля – в 3,5 раза меньше среднеемноголетних показателей. По значению гидротермического коэффициента год характеризуется как засушливый (ГТК = 0,77). В 2020 г. за вегетационный период осадков выпало 177,5 мм, что составило 95% от среднеемноголетнего количества выпавших осадков. По значению гидротермического коэффициента 2020 г. характеризуется как засушливый (ГТК = 0,75). Распределение осадков в течение вегетационного периода было неравномерным. Так, в 2018 г. основное их количество пришлось на весь август (102 мм), в 2019 г. – на II декаду июня, III декаду июля и августа (149–232% от среднеемноголетнего количества выпавших осадков). Сумма положительных температур за вегетационный период 2018 г. была выше нормы, в 2019, 2020 гг. – ниже нормы на 66–328°.

Наступление основных фенологических фаз роста рыжика в годы исследования зависело как от изучаемых агроприемов, так и от погодных условий (см. табл. 1).

Табл. 1. Даты наступления основных фаз роста и развития рыжика, среднее за 2018–2020 гг.
Table 1. Dates of the main phases of growth and development of camelina, average for 2018–2020

Вариант	Всходы	Ветвление	Цветение	Образование первых стручков	Полная спелость
<i>Срок посева 15–20 мая</i>					
Контроль	28 мая	13 июня	29 июня	16 июля	7 августа
Экстрасол	26 мая	10 июня	26 июня	13 июля	4 августа
Экстрасол + Пиктор	26 мая	10 июня	26 июня	13 июля	4 августа
Экстрасол + Протеус	26 мая	10 июня	26 июня	13 июля	4 августа
<i>Срок посева 25–30 мая</i>					
Контроль	6 июня	20 июня	5 июля	20 июля	11 августа
Экстрасол	4 июня	18 июня	3 июля	18 июля	8 августа
Экстрасол + Пиктор	4 июня	18 июня	3 июля	18 июля	8 августа
Экстрасол + Протеус	4 июня	18 июня	3 июля	18 июля	8 августа

На посевах поздних сроков наступление межфазных периодов посев – всходы и всходы – ветвление проходило на 1–2 дня раньше, чем на ранних посевах. Полученные данные показывают, что в среднем за годы исследований продолжительность межфазного периода посев – всходы составила 7–10 дней. Данный период характеризовался среднесуточной температурой воздуха 11,7–13,9 °C и суммой осадков от 6,3 до 24 мм.

Длина межфазного периода всходы – цветение является одним из основных, так как в это время происходит прирост вегетативной массы. При достижении определенной суммы температур одна фаза развития растений сменяется последующей [7, 8]. Если для прохождения первого периода посев – всходы при посеве 15–20 мая потребовалось в среднем 61,5–261,8° суммы положительных температур, то для периода от всходов до цветения – в среднем 347,1–890,1°. В результате этого продолжительность периода всходы – цветение в среднем составила 28–32 дней.

Наблюдения показали, что рыжик заканчивает межфазный период цветение – полная спелость за 35–40 дней в зависимости от гидротермических условий.

В наших исследованиях самый короткий период цветение – полная спелость наблюдали в 2019 г. (при среднесуточной температуре 19,3 °C и сумме осадков 60 мм) и самый длинный – в 2018 г. (при температу-

ре 16,7 °C и 127 мм). Это объясняется тем, что высокие среднесуточные температуры и недостаток увлажнения ведут к сокращению данного периода и, наоборот, понижение температуры в комплексе с обильными осадками способствует его увеличению.

Рыжик – скороспелая культура. Несмотря на большую роль отдельных периодов роста и развития растений, решающее значение при хозяйственной оценке сорта имеет продолжительность всего вегетационного периода. Вегетационный период является одним из основных биологических признаков в селекции растений и имеет решающее значение для получения высокого урожая. Это одно из средств приспособления растений к условиям обитания, которое определяется генетическими особенностями и совокупностью окружающей среды [9].

В среднем за годы исследований вегетационный период рыжика ярового составил 75–81 день. При сроке посева 15–20 мая этот показатель был на 5–6 дней короче, чем при посеве 25–30 мая. Наиболее продолжительный вегетационный период у рыжика (89–102 дня) отмечен в 2018 г. при относительно прохладной и дождливой погоде (ГТК = 1,4). В 2019 г. в засушливых условиях продолжительность вегетационного периода рыжика уменьшилась до 64–67 дней (ГТК = 0,77). Продолжительность вегетационного периода в целом и отдельных межфазных перио-

дов развития растений рыжика зависела от сортовых особенностей и условий произрастания (см. табл. 2).

В условиях избытка влаги и пониженной температуры воздуха увеличивается продолжительность вегетационного периода и, наоборот, в условиях засухи период от всходов до созревания резко снижается. Проведенные наблюдения позволяют утверждать, что рыжик имеет сравнительно короткий вегетационный период, который является одним из основных положительных биологических качеств культуры. Благодаря этому свойству развитие культуры происходит в лучших условиях по обеспеченности влагой. Созревает он значительно раньше других сельскохозяйственных культур.

За годы исследований на продолжительность вегетационного периода культуры оказало влияние применение микробиологического препарата, а также срок посева. Он составил в среднем 72–81 день, на позднем сроке посева наблюдали снижение данного периода на 5–6 дней.

Фитосанитарное состояние посевов при любом уровне агротехники находится в определенной зависимости от климатических условий местности и погоды, которая устанавливается в период от всходов до созревания семян. При этом особенно заметное влияние на данный показатель оказыва-

ют влагообеспеченность и тепловой режим в период вегетации. Рыжик, в отличие от других культур семейства капустных, практически не заселяется вредителями и не поражается болезнью. Это в период постоянного увеличения цены на энергоносители и пестициды дает возможность значительно снизить уровень расходов на его выращивание. Поражение культуры различными грибными болезнями напрямую зависит от климатических и погодных условий. В проведенных лабораторных и полевых исследованиях учеными обнаружены симптомы поражения альтернариозом и фузариозом. Поражаются листья, стебли и стручки [10]. Метеорологические условия в годы проведения исследований отличались от средне-многолетних данных, а также по декадам и в целом за месяц, что дало возможность всесторонне оценить эффективность различных препаратов против болезней.

В наших исследованиях фитосанитарной обстановки в посевах рыжика ярового значительное влияние оказали количество выпавших осадков и температурный режим. Так, в 2018 г. погодные условия были благоприятны для развития грибов рода *Fusarium* и *Alternaria*. Пониженная среднесуточная температура воздуха, хорошая увлажненность почвы в III декаде мая и июня, а также обильные осадки в I и II декадах августа

Табл. 2. Продолжительность основных межфазных периодов роста и развития рыжика, среднее за 2018–2020 гг., день

Table 2. Duration of the main interphase periods of growth and development of camelina, average for 2018–2020, day

Вариант	Посев – всходы	Всходы – ветвление	Ветвление – цветение	Цветение – полная спелость	Вегетационный период
<i>Срок посева 15–20 мая</i>					
Контроль	10	16	16	39	81
Экстрасол	8	15	16	39	77
Экстрасол + Пиктор	8	15	16	39	77
Экстрасол + Протеус	8	15	16	39	77
<i>Срок посева 25–30 мая</i>					
Контроль	9	14	15	36	75
Экстрасол	7	13	15	36	72
Экстрасол + Пиктор	7	13	15	36	72
Экстрасол + Протеус	7	13	15	36	72

способствовали поражению болезнями растений ярового рыжика.

Совместное применение обработки семян и фунгицидной обработки посевов в фазе розетки против фузариоза и альтернариоза существенно остановило развитие и распространение болезней и сдерживало их до фазы образования первых стручков. Этому способствовало и малое количество выпавших осадков в 2018 г. (8 мм, или 44% от среднемноголетних данных) с температурным режимом на уровне среднемноголетнего показателя. В начале августа прошли обильные дожди (256% от среднемноголетних данных) и динамика развития и распространения резко изменилась в сторону увеличения болезней (фузариоз: $R = 14,3$ –21,5% и $P = 27,5$ –86,4% альтернариоз: $R = 14,3$ –20,6% и $P = 25,2$ –84,3%). По сравнению с контрольным вариантом существенное снижение развития и распространения болезней наблюдали в варианте с применением фунгицида Пиктор. Погодные условия 2019 и 2020 гг. были схожи (ГТК = 0,77 и 0,75). Так, в 2019 г. в период вегетации культуры выпало небольшое количество осадков и отмечен высокий температурный фон, что обусловило медленное нарастание болезни. В такие годы развитие и распространение болезней снизилось на всех фазах роста и развития культуры по сравнению с 2018 г.

Урожай сельскохозяйственных культур определяется основными его элементами: числом растений на единице площади, продуктивной кустистостью, числом зерен с растения и массой 1000 семян. При этом условия для их наиболее успешного развития зависят от температурного и водного режимов, наличия минеральных элементов питания, а также от технологических приемов выращивания.

На урожайность рыжика в годы исследований существенное влияние оказали как сложившиеся погодные условия в период вегетации культуры, так и сроки посева семян. Урожайность рыжика от совместного применения микробиологических и химических препаратов повышалась в сравнении с вариантом без их использования (см. табл. 3).

Табл. 3. Влияние применения разных препаратов и сроков посева на урожайность семян рыжика в 2018–2020 гг.

Table 3. Effect of the use of different preparations and seeding dates on the yield of camelina seeds in 2018–2020

Срок посева	Препарат	Урожайность, ц/га
15–20 мая	Контроль	7,9
	Экстрасол	10,5
	Экстрасол + Пиктор	11,5
	Экстрасол + Протеус	9,1
HCP ₀₅		0,52
25–30 мая	Контроль	8,3
	Экстрасол	13,7
	Экстрасол + Пиктор	16,0
	Экстрасол + Протеус	14,8
HCP ₀₅		0,54

Так, при протравливании семян перед посевом урожайность рыжика повышалась при сроке посева 15–20 мая по сравнению с контрольным вариантом на 2,8 ц/га, а при дополнительном опрыскивании посевов фунгицидами – на 3,8 ц/га и инсектицидами на 1,2 ц/га. Аналогичная закономерность была выявлена и в варианте со сроком посева 25–30 мая и составила соответственно 5,4; 7,7 и 6,5 ц/га.

Урожайность различалась существенно между ранним и более поздним сроками посева, при посеве 25–30 мая она варьировала от 8,3 до 16,0 ц/га, что на 0,4–4,5 ц/га выше, чем в варианте со сроком посева 15–20 мая. Вместе с тем, посев семян, обработанных Экстрасолом, и применение фунгицида Пиктор в период вегетации рыжика способствуют получению более высоких урожаев семян, чем в других вариантах, независимо от сроков посева.

ВЫВОДЫ

1. В результате проведенных исследований установлено, что продолжительность вегетационного периода рыжика в условиях Северного Казахстана составляет 72–81 дней. Оптимальным сроком посева посевного рыжика является III декада мая, обеспечивающая макси-

мальную урожайность семян 13,7–16,0 ц/га, что на 23–28% выше по сравнению с более ранним сроком посева (15–20 мая).

2. Оптимальную эффективность обеспечивает совместное применение препаратов с обработкой семян Экстрасолом и опрыскивание посевов фунгицидом Пиктор, это способствует получению урожайности на 2,4–2,8 ц/га выше, чем в варианте с использованием протравителя перед посевом и инсектицида Протеус в период вегетации. Посев протравленными семенами и опрыскивание посевов рыжика фунгицидами в период вегетации против болезней повышает урожайность в 1,4–1,9 раза по сравнению с вариантом без их применения.

3. За годы исследований выявлено, что применение совместной обработки семян препаратами и посевов фунгицидами приводит к снижению развития и распространения болезней до фазы образования первых стручков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тулькубаева С.А., Васин В.Г. Формирование урожайности и качество семян ярового рыжика при использовании регуляторов роста // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 2. С. 3–7.
2. Кузнецова Г.Н., Лошкомойников И.А., Кривошлыков К.М. Экономическая эффективность возделывания масличных культур в Омской области // Масличные культуры. 2021. Вып. 3 (187). С. 53–57.
3. Конькова Н.Г., Малышев Л.Л., Асфандиярова М.Ш. Исходный материал для селекции ярового рыжика (*Camelina sativa* (L.) Crantz.) в условиях Астраханской области // Масличные культуры. 2020. Вып. 3 (183). С. 75–83.
4. Кузнецова Г., Полякова Р. Сурепица и рыжик – скороспелые масличные культуры // Международный сельскохозяйственный журнал. 2017. № 3. С. 44–46.
5. Шевцова Л.П., Шьюрова Н.А., Каленюк А.В. Агробιοлогические особенности и продуктивность традиционных и редких видов масличных культур в засушливом Поволжье // Нива Поволжья. 2008. № 4 (9). С. 36–39.

6. Аринов К.К., Мусынов К.М., Апушев А.К., Серекпаев Н.А., Шестакова Н.А., Арыстангулов С.С. Растениеводство: монография. Алматы: Ассоциация вузов МОН РК, 2011. 631 с.
7. Семенова Е.Ф., Буянкин В.И., Тарасов А.С. Масличный рыжик: биология, технология, эффективность: монография. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2007. 78 с.
8. Прахова Т.Я. Рыжик посевной (*Camelina sativa* (L.) Grantz): монография. Пенза: РИОПГСХА, 2013. 209 с.
9. Вавилов Н.И. Ботанико-географические основы селекции (Учение об исходном материале в селекции): монография. М.: Колос, 1966. С.176–225.
10. Zahoor Ahmad Mir, Sajad Ali, Shivaraj S.M., Javaid Akhter Bhat, Apekshita Singh, Prashant Yadav, Sandhya Rawat, Pradeep K. Pappao, Anita Grover. Genome-wide identification and characterization of Chitinase gene family in *Brassica juncea* and *Camelina sativa* in response to *Alternaria brassicae* // Genomics. 2020. T. 112. № 1. С. 749–763.

REFERENCES

1. Tul'kubaeva S.A., Vasin V.G. Crop capacity forming and spring false flax seeds quality by use of growth regulators. *Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii = Bulletin Samara State Agricultural Academy*, 2017, no. 2, pp. 3–7. (In Russian).
2. Kuznecova G.N., Loshkomojnikov I.A., Krivoshlykov K.M. Economic efficiency of cultivation of oil crops in the Omsk region. *Maslichnye kul'tury = Oil crops*, 2021, is. 3 (187), pp. 53–57. (In Russian).
3. Kon'kova N.G., Malyshev L.L., Asfandiyarova M.SH. Germplasm material for false flax (*Camelina sativa* (L.) Crantz.) breeding in the conditions of the Astrakhan region. *Maslichnye kul'tury = Oil crops*, 2020, is. 3 (183), pp. 75–83. (In Russian).
4. Kuznecova G., Polyakova R. Barbarea and camelina – early maturing oilseeds. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal = International Agricultural Journal*, 2017, no. 3, pp. 44–46 (In Russian).
5. Shevtsova L.P., Sh'yurova N.A., Kalenyuk A.V. Agrobiological features and productivity of traditional and rare types of oilseeds in the arid Volga region. *Niva Povolzh'ya = Volga Re-*

- gion *Farmland*, 2008, no. 4 (9), pp. 36–39. (In Russian).
6. Arinov K.K., Musynov K.M., Apushev A.K., Serekpaev N.A., Shestakova N.A., Arystangulov S.S. *Plant growing*. Almaty, Association of Universities of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan Publ., 2011, 631 p. (In Russian).
 7. Semenova E.F., Buyankin V.I., Tarasov A.S. *Oil camelina: biology, technology, efficiency*. Volgograd, VolGU Publishing House, 2007, 78 p. (In Russian).
 8. Prakhova T.Ya. *Sowing mushroom (Camelina sativa (L.) Grantz)*. Penza, RIOPGSKhA Publ., 2013, 209 p. (In Russian).
 9. Vavilov N.I. *Botanical and geographical bases of breeding (The doctrine of the source material in breeding)*. Moscow, Kolos, 1966, pp. 176–225. (In Russian).
 10. Zahoor Ahmad Mir, Sajad Ali, Shivaraj S.M., Javaid Akhter Bhat, Apekshita Singh, Prashant Yadav, Sandhya Rawat, Pradeep K. Paplao, Anita Grover. Genome-wide identification and characterization of Chitinase gene family in Brassica juncea and Camelina sativa in response to Alternaria brassicae. *Genomics*, 2020, vol. 112, no. 1, pp. 749–763.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Мусынов К.М.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор; **адрес для переписки:** Республика Казахстан, 010011, г. Нур-Султан, пр. Женис, 62; e-mail: kazeke1963@mail.ru

Аринов Б.К., кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор

Абышева Г.Т., магистр наук, ассистент

AUTHOR INFORMATION

✉ **Kazhimurat M. Mussynov**, Doctor of Science in Agriculture, Professor; **address:** 62, Pobedy ave., Nur-Sultan, 010011, Republic of Kazakhstan; e-mail: kazeke1963@mail.ru

Bauyrzhan K. Arinov, Candidate of Science in Agriculture, Associate Professor

Gaukhartas T. Abyшева, Master of Science, Assistant

Дата поступления статьи / Received by the editors 24.11.2021
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 15.03.2022
Дата публикации / Published 25.05.2022

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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, семеноводство и биотехнология растений;
- агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений;
- кормопроизводство;
- инфекционные болезни и иммунология животных;
- частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства;
- разведение, селекция, генетика и биотехнология животных;
- технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса;
- пищевые системы.

Статья, направляемая в редакцию, должна соответствовать тематическим разделам журнала «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки»:

Наименование рубрики	Шифр и наименование научной специальности в соответствии с Номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени
Земледелие и химизация	4.1.1. Общее земледелие и растениеводство 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений
Растениеводство и селекция	4.1.1. Общее земледелие и растениеводство 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений
Защита растений	4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений
Кормопроизводство	4.1.1. Общее земледелие и растениеводство 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений
Зоотехния и ветеринария	4.2.3. Инфекционные болезни и иммунология животных 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства 4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных
Механизация, автоматизация, моделирование и информационное обеспечение	4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса
Переработка сельскохозяйственной продукции	4.3.3. Пищевые системы
Проблемы. Суждения	4.1.1. Общее земледелие и растениеводство
Научные связи	4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений
Из истории	4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений
сельскохозяйственной науки	4.2.3. Инфекционные болезни и иммунология животных
Краткие сообщения	4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства
Из диссертационных работ	4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса 4.3.3. Пищевые системы

В журнале также публикуются обзоры, краткие сообщения, хроника, рецензии, книжные обозрения, материалы по истории сельскохозяйственной науки и деятельности учреждений и ученых.

Число публикаций одного автора в номере журнала не должно превышать двух, при этом вторая статья допустима лишь в соавторстве.

К рассмотрению принимаются материалы от различных категорий исследователей, аспирантов, докторантов, специалистов и экспертов в соответствующих областях знаний.

Все статьи рецензируются и имеют зарегистрированный в системе CrossRef индекс DOI.

Публикации для авторов **бесплатны**.

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.

ПОРЯДОК НАПРАВЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ СТАТЕЙ

1. Отправка статьи осуществляется через электронную редакцию на сайте журнала <https://sibvest.elpub.ru/jour/index>. После предварительной регистрации автора, в правом верхнем углу страницы выбрать опцию «Отправить рукопись». Затем загрузить рукопись статьи (в формате *.doc или *.docx) и сопроводительные документы к ней. После завершения загрузки материалов обязательно выбрать опцию «Отправить письмо», в этом случае редакция автоматически будет уведомлена о получении новой рукописи.

Сопроводительные документы к рукописи статьи:

- скан-копия письма от организации с подтверждением авторства и разрешением на публикацию (образец на <http://sibvest.elpub.ru/>);
- скан-копия авторской справки по представленной форме (образец на <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;
- скан-копия рукописи с подписями авторов. Автор, подписывая рукопись и направляя ее в редакцию, тем самым передает авторские права на издание этой статьи СФНЦА РАН;
- анкеты авторов на русском и английском языках (образец на <http://sibvest.elpub.ru/>);
- скан-копия справки из аспирантуры (для очных аспирантов).

2. Все поступающие в редакцию рукописи статей регистрируются через систему электронной редакции. В личном кабинете автора отражается текущий статус рукописи.

3. Нерецензируемые материалы (материалы научной хроники, рецензии, книжные обозрения, материалы по истории сельскохозяйственной науки и деятельности учреждений и ученых) направляются на e-mail: sibvestnik@sfscs.ru и регистрируются ответственным секретарем.

ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

Текст рукописи оформляется шрифтом Times New Roman, кеглем 14 с интервалом 1,5, все поля 2,0 см, нумерация страниц внизу. Объем статьи не более 15 страниц (включая таблицы, иллюстрации и библиографию); статей, размещаемых в рубриках «Из диссертационных работ» и «Краткие сообщения», – не более 7 страниц.

Структура оформления статьи:

1. **УДК**

2. **Заголовок статьи на русском и английском языках (не более 70 знаков).**

3. **Фамилии и инициалы авторов, полное официальное название научного учреждения, в котором проведены исследования на русском и английском языках.**

Если в подготовке статьи принимали участие авторы из разных учреждений, необходимо указать принадлежность каждого автора к конкретному учреждению с помощью надстрочного индекса.

4. **Реферат на русском и английском языках.** Объем реферата не менее 200–250 слов. 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. 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.

5. **Ключевые слова на русском и английском языках.** 5–7 слов по теме статьи. Желательно, чтобы ключевые слова дополняли реферат и название статьи.

6. **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».

7. **Благодарности на русском и английском языках.** В этом разделе указываются все источники финансирования исследования, а также благодарности людям, которые участвовали в работе над статьей, но не являются ее авторами.

8. **Основной текст статьи.** При изложении оригинальных экспериментальных данных рекомендуется использовать подзаголовки:

ВВЕДЕНИЕ (постановка проблемы, цели, задачи исследования)

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ (условия, методы (методика) исследований, описание объекта, место и время проведения)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ или **ВЫВОДЫ**

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ. Количество источников не менее 15. В список литературы включаются только рецензируемые источники: статьи из научных журналов и монографии. Самоцитирование не более 10% от общего количества. Библиографический список должен быть оформлен в виде общего списка в порядке упоминания в тексте, желательны ссылки на источники 2–3-летнего срока давности. Правила оформления списка литературы – в соответствии с ГОСТ Р 7.05–2008 (требования и правила составления библиографической ссылки). 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.

Если необходимо сослаться на авторефераты, диссертации, сборники статей, учебники, рекомендации, 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.

Внимание! Теоретические, обзорные и проблемные статьи могут иметь произвольную структуру, но обязательно должны содержать реферат, ключевые слова, список литературы.

ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ СПИСКА ЛИТЕРАТУРЫ, REFERENCES И СНОСКИ

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:

Составляется в том же порядке, что и русскоязычный вариант, по следующим правилам:

Фамилии И.О. авторов в устоявшемся способе транслитерации, англоязычное название статьи, *транслитерация названия русскоязычного источника (например через сайт: <https://antrophob.ru/translit-bis>)* = англоязычное название источника. Далее оформление для монографии: город, англоязычное название издательства, год, количество страниц; для журнала: год, номер, страницы). (In Russian).

Пример: Avtor A.A., Avtor B.B., Avtor C.C. Title of article.

Транслитерация авторов. Англоязычное название статьи

Zaglavie jurnala = Title of Journal, 2012, vol. 10, no. 2, pp. 49–54.

Транслитерация источника = Англоязычное название источника

Монография

Klimova E.V. Field crops of Zabaikalya. Chita, Poisk Publ., 2001, 392 p. (In Russian).

Часть книги

Kholmov V.G. Minimum tillage of coulisse-strip fallow for spring wheat with intensification of arable agriculture in southern forest-steppe of Western Siberia. *Resource-saving tillage systems*, Moscow, Agropromizdat Publ., 1990, pp. 230–235. (In Russian).

Периодическое издание

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

СНОСКИ:

Цитируемый текст¹.

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.

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. «Рис. 2. Описание жизненно важных процессов». 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: «Табл. 2. Описание жизненно важных процессов». Перевод заголовка таблицы следует располагать после заголовка таблицы на русском языке.

Фотографии, скриншоты и другие нерисованные иллюстрации необходимо загружать отдельно в виде файлов формата *.jpeg (*.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 подрисуночную подпись, которая должна соответствовать названию фотографии, помещаемой в текст.

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.).

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ ЖУРНАЛОМ И АВТОРОМ

Редакция просит авторов при подготовке статей руководствоваться изложенными выше правилами.

Все поступающие в журнал «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» статьи проходят предварительную проверку на соответствие формальным требованиям. На этом этапе редакция оставляет за собой право:

- принять статью к рассмотрению;
 - вернуть статью автору (авторам) на доработку с просьбой устранить ошибки или добавить недостающие данные;
 - вернуть статью автору (авторам) без рассмотрения, оформленную не по требованиям журнала;
 - отклонить статью из-за несоответствия ее целям журнала, отсутствия оригинальности, малой научной ценности.
- Переписка с авторами рукописи ведется через контактное лицо, указанное в рукописи.

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. Отзывная 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!

Подписку на журнал «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки»
(как на годовой комплект, так и на отдельные номера)
можно оформить одним из следующих способов:

- на сайте Почта России. Зайти в раздел «Онлайн-сервисы», затем – «Подписаться на газету или журнал». Подписной индекс издания ПМ401;
- в агентстве подписки ГК «Урал-Пресс» по индексу 46808. Ссылка на издание http://ural-press.ru/catalog/97210/8656935/?sphrase_id=319094. В разделе контакты зайти по ссылке <http://ural-press.ru/contact/>, где можно выбрать филиал по месту жительства;
- в редакции журнала (телефон 7-383-348-37-62; e-mail: sibvestnik@sfisca.ru).

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
SIBIRSKII VESTNIK SEL'SKOKHOZYAISTVENNOI NAUKI

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

6 ISSUES PER YEAR

Volume 52, No 2 (285)

DOI: 10.26898



2022
March – April

Editor-in-Chief is Alexander S. Donchenko Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Science in Veterinary Medicine, Head Researcher of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

Deputy Chief Editor Tatyana A. Lombanina, Head of the Editorial and Publishing Department of the Siberian Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

Editorial board:

Vladimir V. Azarenko	Dr. Sci. in Engineering, Cor. Mem. of the Nat. Acad. Sci. of Belarus, Minsk, Belarus	
Victor V. Alt	Acad. Of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Engineering, Novosibirsk, Russia	
Olga S. Afanasenko	Acad. Of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Biology, Saint-Petersburg, Russia	
B. Byambaa	Dr. Sci. in Veterinary Medicine, Acad. Of Mongolian Acad. Sci., Ulaanbaatar, Mongolia	
Anatoly N. Vlasenko	Acad. Of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Agriculture, Novosibirsk, Russia	
Natalia G. Vlasenko	Acad. Of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Biology, Novosibirsk, Russia	
Kirill S. Golokhvast	Cor. Mem. of Russ. Acad. Edu., Dr. Sci. in Biology, Novosibirsk, Russia	
Olga V. Golub	Dr. Sci. in Engineering, Novosibirsk, Russia	
Nikolay P. Goncharov	Acad. Of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Biology, Novosibirsk, Russia	
Mikhail I. Gulyukin	Acad. Of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Veterinary Medicine, Moscow, Russia	
Valery N. Delyagin	Dr. Sci. in Engineering, Novosibirsk, Russia	
Seyed Ali Johari	Associate Professor, PhD, Sanandaj, Iran	
Irina M. Donnik	Acad. Of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Biology, Moscow, Russia	
Nikolay A. Donchenko	Cor. Mem. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Veterinary Medicine, Novosibirsk, Russia	
Nikolay M. Ivanov	Cor. Mem. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Engineering, Novosibirsk, Russia	
Andrey Yu. Izmailov	Acad. Of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Engineering, Moscow, Russia	
Nikolay I. Kashevarov	Acad. Of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Agriculture, Novosibirsk, Russia	
Valery I. Kiryushin	Acad. Of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Biology, Moscow, Russia	
Sergey N. Mager	Dr. Sci. in Biology, Novosibirsk, Russia	
Konstantin Ya. Motovilov	Cor. Mem. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Biology, Novosibirsk, Russia	
Oleg K. Motovilov	Dr. Sci. in Engineering, Novosibirsk, Russia	
Askar M. Nametov	Dr. Sci. in Veterinary Medicine, Cor. Mem. of the Nat. Acad. Sci. Rep. of Kazakhstan, Uralsk, Kazakhstan	
Vasil S. Nikolov	Dr. Sci. in Veterinary Medicine, Sofia, Bulgaria	
Sergey P. Ozornin	Dr. Sci. in Engineering, Chita, Russia	
Valery L. Petukhov	Dr. Sci. in Biology, Novosibirsk, Russia	
Revmira I. Polyudina	Dr. Sci. in Agriculture, Novosibirsk, Russia	
Marina I. Selionova	Dr. Sci. in Biology, Moscow, Russia	
Vladimir A. Soloshenko	Acad. Of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Agriculture, Novosibirsk, Russia	
Nikolay A. Surin	Acad. Of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Agriculture, Krasnoyarsk, Russia	
Ivan F. Khrantsov	Acad. Of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Agriculture, Omsk, Russia	
Sezai Ercisli	Professor, PhD, Erzurum, Turkey	
Seung H. Yang	Professor, PhD, Gwangju, Korea	



www.sibvest.elpub.ru

Editors *E.V. Mosunova, G.N. Yagupova*. Corrector *V.E. Selianina*. Desktop Publisher *N.U. Borisko*. Translator *M.Sh. Gacenko*
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, Krasnoobsk, Novosibirsk District,
Novosibirsk Region, 630501, Russia. Tel/fax: +7-383-348-37-62
e-mail: sibvestnik@sfscra.ru, vestnik.nsk@ngs.ru; www.sibvest.elpub.ru

