

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

СИБИРСКИЙ ВЕСТНИК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ

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

Том 49, № 1 (266)



2019
январь – февраль

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В.В. Альт	академик РАН, Новосибирск, Россия
О.С. Афанасенко	академик РАН, Санкт-Петербург, Россия
А.Н. Власенко	академик РАН, Новосибирск, Россия
Н.Г. Власенко	академик РАН, Новосибирск, Россия
Н.П. Гончаров	академик РАН, Новосибирск, Россия
И.М. Горобей	доктор сельскохозяйственных наук, Новосибирск, Россия
М.И. Гулюкин	академик РАН, Москва, Россия
В.Н. Делягин	доктор технических наук, Новосибирск, Россия
И.М. Донник	академик РАН, Москва, Россия
Н.А. Донченко	доктор ветеринарных наук, Новосибирск, Россия
Н.М. Иванов	доктор технических наук, Новосибирск, Россия
А.Ю. Измайлов	академик РАН, Москва, Россия
В.К. Каличкин	доктор сельскохозяйственных наук, Новосибирск, Россия
Н.И. Кашеваров	академик РАН, Новосибирск, Россия
С.Н. Магер	доктор биологических наук, Новосибирск, Россия
С.П. Озорнин	доктор технических наук, Чита, Россия
В.Л. Петухов	доктор биологических наук, Новосибирск, Россия
Р.И. Полудина	доктор сельскохозяйственных наук, Новосибирск, Россия
В.А. Солощенко	академик РАН, Новосибирск, Россия
Н.А. Сурин	академик РАН, Красноярск, Россия
И.Ф. Храмцов	академик РАН, Омск, Россия
И.Н. Шарков	доктор биологических наук, Новосибирск, Россия

Иностранные члены редколлегии:

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

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

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

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



www.sibvest.elpub.ru



Редакторы Е.В. Мосунова, Г.Н. Ягунова
Корректор В.Е. Селянина. Оператор электронной верстки Н.Ю. Бориско
Переводчик Е.А. Романова

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

Издатель: Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук

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

Тел./факс (383)348-37-62

e-mail: vestnik.nsk@ngs.ru; <http://www.sorashn.ru>

Сдано в набор 01.03.19. Подписано в печать 20.03.19. Формат 60 × 84¹/₈. Бумага тип. № 1. Печать офсетная. Печ. л. 13,5.
Уч-изд. л. 12,5. Тираж 300 экз. Цена свободная.

Отпечатано в Сибирском федеральном научном центре агробιοтехнологий Российской академии наук

© ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук», 2019

© ФГБУ «Сибирское отделение Российской академии наук», 2019



СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

**ЗЕМЛЕДЕЛИЕ
И ХИМИЗАЦИЯ**

**AGRICULTURE
AND CHEMICALIZATION**

Власенко А.Н., Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Изменение показателей плодородия темно-серой лесной почвы при различных системах основной обработки

5 Vlasenko A.N., Perfilyev N.V., Vyushina O.A. Change of fertility indicators of dark-grey forest soil with different systems of basic tillage

Костюк А.В., Лукачева Н.Г. Довсходовое и послевсходовое применение гербицида Аденго в посевах кукурузы

11 Kostyuk A.V., Lukacheva N.G. Pre-emergence and post-emergence application of herbicide Adengo in corn crops

Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Засоренность и урожайность посевов ячменя в зависимости от систем основной обработки почвы

19 Perfilyev N.V., Vyushina O.A. Barley yield and weed infestation of barley crops depending on the basic soil tillage systems

РАСТЕНИЕВОДСТВО И СЕЛЕКЦИЯ

PLANT GROWING AND BREEDING

Стёпочкин П.И. Всхожесть семян пшеницы, ржи и тритикале при разных вариантах хранения

27 Stepochkin P.I. Seed germination of wheat, rye and triticale at different storage variants

- | | | |
|---|------------------|--|
| <p>Петрук В.А., Боровикова Т.В., Маркова И.Е. Хозяйственно-биологическая оценка сортов коллекции земляники садовой в лесостепи Новосибирской области</p> | <p>35</p> | <p>Petruk V.A., Borovikova T.B., Markova I.E. Economic and biological evaluation of the garden strawberry (<i>Fragaria ananassa</i>) varieties in the forest-steppe of Novosibirsk region</p> |
| <p>Мичкина Г.А., Попова Г.А., Рогальская Н.Б., Князева Н.В., Трофимова В.М. Новый сорт льна-долгунца Томич 2</p> | <p>44</p> | <p>Michkina G.A., Popova G.A., Rogalskaya N.B., Knyazeva N.V., Trofimova V.M. The new variety of fiber flax Tomich 2</p> |

КОРМОПРОИЗВОДСТВО

FODDER PRODUCTION

- | | | |
|---|------------------|---|
| <p>Андреева О.Т., Пилипенко Н.Г., Сидорова Л.П., Харченко Н.Ю. Продуктивность и питательная ценность смешанных посевов овса с зернобобовыми культурами</p> | <p>51</p> | <p>Andreeva O.T., Pilipenko N.G., Sidorova L.P., Kharchenko N.Yu. Productivity and nutritional value of oat crops mixed with legumes</p> |
|---|------------------|---|

**ЖИВОТНОВОДСТВО
И ВЕТЕРИНАРИЯ**

**ANIMAL HUSBANDRY
AND VETERINARY SCIENCE**

- | | | |
|--|------------------|--|
| <p>Донченко А.С., Шкиль Н.Н., Бурмистров В.А. Применение препаратов, содержащих наночастицы металлов, в ветеринарии</p> | <p>59</p> | <p>Donchenko A.S., Shkil N.N., Burmistrov V.A. Application of drugs containing metal nanoparticles in veterinary medicine</p> |
|--|------------------|--|

**МЕХАНИЗАЦИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ,
МОДЕЛИРОВАНИЕ
И ИНФОРМАЦИОННОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

**MECHANISATION,
AUTOMATION, MODELLING
AND DATAWARE**

- | | | |
|---|------------------|--|
| <p>Каличкин В.К., Задков А.П. Выбор и адаптация агротехнологий</p> | <p>68</p> | <p>Kalichkin V.K., Zadkov A.P. Choice and adaptation of agrotechnologies</p> |
| <p>Назаров Н.Н., Нестяк В.С., Яковлев Н.С. Влияние конструктивных и режимных параметров анкерного сошника на формирование посевной борозды</p> | <p>80</p> | <p>Nazarov N.N., Nestyak V.S., Yakovlev N.S. Effect of constructive and operating parameters of anchor plowshare on the formation of drill furrow</p> |

***ИЗ ИСТОРИИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ***

**Донченко А.С., Папков С.А., Самолово-
ва Т.Н., Донченко Н.А.** Малоизвест-
ные аспекты истории Омского ветери-
нарного института в 1920–1950-х годах

***FROM THE HISTORY
OF AGRICULTURAL SCIENCE***

**89 Donchenko A.S., Papkov S.A., Samolovo-
va T.N., Donchenko N.A.** Little-known
aspects of the history of Omsk veterinary
institute in the period of 1920–1950

НАУЧНЫЕ СВЯЗИ

Садыгов Г.Б. Гибринологический анализ
глиадинкодирующих локусов пшени-
цы F_2 от межвидовой гибридной ком-
бинации

SCIENTIFIC RELATIONS

95 Sadigov H.B. Hybridological analysis of
gliadincoding loci of F_2 wheat from in-
terspecific hybrid combination

ПАМЯТИ УЧЕНОГО

**Памяти академика Петра Лазаревича
Гончарова (1929–2016)**

IN COMMEMORATION OF SCIENTIST

**In commemoration of Academician Petr
Lazarevich Goncharov (1929–2016)**



DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-1

УДК: 631.452:631.51.631.435.2

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ТЕМНО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ

¹Власенко А.Н., ²Перфильев Н.В., ²Вьюшина О.А.

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

²Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья –
филиал Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук
Тюменская область, пос. Московский, Россия

Для цитирования: Власенко А.Н., Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Изменение показателей плодородия темно-серой лесной почвы при различных системах основной обработки // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. С. 5–10. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-1

For citation: Vlasenko A.N., Perfiliev N.V., Vyushina O.A. *Izmenenie pokazatelei plodorodiya temno-seroi lesnoi pochvy pri razlichnykh sistemakh osnovnoi obrabotki* [Change of fertility indicators of dark-grey forest soil with different systems of basic tillage]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 1, pp. 5–10. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-1

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Определено воздействие длительного использования систем обработки почвы на элементы потенциального плодородия и агрохимические свойства темно-серой лесной почвы. Исследования проведены в Северном Зауралье в стационарном опыте в зернопаровом севообороте чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – зернобобовые – яровой ячмень, развернутого во времени и в пространстве. По завершении 5-й ротации (1988–2012 гг.) изучено влияние отвальной, безотвальной, комбинированной, дифференцированной, плоскорезной и поверхностной систем основной обработки почвы на ее плодородие. Различные системы основной обработки, проводимые в течение пяти ротаций зернопарового севооборота, не оказывали существенного влияния на кислотность почвы. Безотвальная, дифференцированная обработка и вспашка оказывали равнозначное влияние на содержание суммы поглощенных оснований,

CHANGE OF FERTILITY INDICATORS OF DARK-GREY FOREST SOIL WITH DIFFERENT SYSTEMS OF BASIC TILLAGE

¹Vlasenko A.N., ²Perfiliev N.V., ²Vyushina O.A.

¹Siberian Federal Scientific Centre of Agro-Bio-Technologies of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

²Research Institute of Agriculture of the Northern Trans-Ural Region – Branch of the Tyumen Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Moskovsky vil., Tyumen region, Russia

The effect of the long-term use of soil tillage systems on the elements of potential fertility and agrochemical properties of dark-grey forest soil was determined. The research was conducted in the Northern Trans-Urals in a stationary experiment in the grain-fallow crop rotation: bare fallow – winter rye – spring wheat – grain legumes – spring barley, developed in time and space. Upon completion of the 5th rotation (2008–2012), the effect of moldboard, non-moldboard, combined, differential, sub-soil and surface tillage systems on soil fertility was studied. It was established that various systems of the basic tillage carried out during five rotations of the grain-fallow crop rotation did not have a significant effect on the soil acidity. Non-moldboard and differential soil tillage, as well as plowing had an equal effect on the content of the total absorbed bases. Annual minor tillage, like sub-soil and disk

ежегодные мелкие обработки – плоскорезная и дискование – вели к снижению их содержания в слое 20–40 см на 13–29%. Применение безотвальной системы обработки привело к снижению содержания валового азота в пахотном слое на 0,70 т/га, 20–40 см – на 1,33 т/га, или 10–24%, валового фосфора на 0,30 и 0,27 т/га соответственно, или 18–23%, в сравнении с отвальной системой обработки. Комбинированная система основной обработки с чередованием вспашки и безотвального рыхления на глубину 20–22 см способствовала повышению содержания валового азота в слое 0–20 см на 1,05 т/га, 20–40 см – на 0,41 т/га, или 8–45%, подвижного фосфора в пахотном слое на 0,23 т/га, или 14%, по сравнению с отвальной системой обработки. Все системы обработки оказывали практически одинаковое влияние на содержание в почве валового азота. Обработка почвы с элементами минимизации способствовала некоторому повышению валового фосфора на 6–14% в слое почвы 0–20 см. Ресурсосберегающие системы обработки не оказывали отрицательного влияния на содержание валовых форм калия в слое почвы 0–40 см.

Ключевые слова: система основной обработки, агрохимические свойства, потенциальное плодородие, валовые формы элементов питания

Различные системы обработки, по-разному воздействуя на водный, воздушный, тепловой режим почвы, оказывают влияние на распределение органического вещества и ее структурных элементов по профилю почвы. Это отражается на направлении, характере и интенсивности протекающих в ней микробиологических процессов, что выражается в особенностях минерализации органического вещества, трансформации почвенных элементов минерального питания, характеризующих потенциальное плодородие почвы [1–3]. В результате длительного воздействия систем обработки возможны также изменения других показателей агрохимического состояния почвы, что определило цель исследований [4–7].

Цель исследований – определить влияние длительного воздействия систем обработки на элементы потенциального плодородия темно-серой лесной почвы Северного Зауралья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в стационарном опыте на опытном поле Научно-исследова-

harowing led to the decrease in the content of the total absorbed bases by 13–29% in the layer of 20–40 cm. The use of non-moldboard tillage caused the decrease in the content of gross nitrogen and gross phosphorus; nitrogen – by 0.70 t/ha in the topsoil, and by 1.33 t/ha or by 10–24% in the soil layer of 20–40 cm; phosphorus – by 0.30 t/ha and by 0.27 t/ha or 18–23%, respectively, compared to moldboard tillage. Combined tillage with alternating plowing and non-moldboard soil loosening to a depth of 20–22 cm contributed to the increase in the gross nitrogen content by 1.05 t/ha in the 0–20 cm layer, and by 0.41 t/ha or by 8–45% in the soil layer of 20–40 cm, and led to the increase in the content of mobile phosphorus by 0.23 t/ha or by 14% in the topsoil, compared to the moldboard tillage system. All tillage systems had almost equal effect on the content of gross nitrogen in the soil. Tillage systems with the elements of minimization contributed to a slight increase in the total phosphorus content by 6–14% in the soil layer of 0–20 cm. Resource-saving tillage systems did not affect adversely the content of gross potassium forms in the soil layer of 0–40 cm.

Keywords: basic tillage system, agrochemical properties, potential fertility, gross forms of nutritional elements

тельского института сельского хозяйства Северного Зауралья – филиала Тюменского научного центра СО РАН по завершении 5-й ротации (1988–2012 гг.) зернопарового севооборота чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – зернобобовые – яровой ячмень, развернутого во времени и в пространстве. Почва темно-серая лесная тяжелосуглинистая. Глубина гумусного горизонта 25–27 см, содержание гумуса 4,2–5,0%, pH солевой вытяжки 6,0–6,4. Сумма поглощенных оснований в пахотном слое 18,6–25,6 мг/экв. Изучены следующие системы обработки почвы:

- отвальная – ежегодно под все культуры вспашка плугом ПН-4-35 на глубину 20–22 см;
- глубокое рыхление – ежегодно обработка плугом со стойками СИБИМЭ на 20–22 см;
- комбинированная – чередование вспашки и безотвального рыхления на 20–22 см;
- дифференцированная – в пару и после озимой ржи плоскорезная обработка КПЭ-3,8 на 12–14 см, вспашка ПН-4-35 на 20–22 см под зернобобовые, под ячмень и после него дискование БДТ-2,5 на 10–12 см;

- плоскорезная – ежегодно обработка КПЭ-3,8 на 12–14 см;
- дискование – ежегодно обработка БДТ-2,5 на 10–12 см.

Минеральные удобрения под все системы обработок почвы вносили из расчета $N_{40} P_{40} K_{40}$ кг д. в./га севооборотной площади. Весной на всех фонах основной обработки после закрытия влаги и предпосевной обработки культиватором КПС-4,0 проводили посев сеялкой СЗП-3,6 с последующим прикатыванием. Для борьбы с сорняками применяли гербициды. При уборке солому измельчали и разбрасывали по полю. Математическая обработка данных проведена по методике Б.А. Доспехова [8], химический анализ почвенных образцов выполнен в соответствии с руководством Е.В. Аринушкиной [9]. При расчете содержания азота, фосфора и калия (т/га) учитывали, что масса слоя почвы 0–20 см при плотности 1,20 г/см³ составляла 2400 т/га, 20–40 см при плотности 1,30 г/см³ – 2600 т/га.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Состояние кислотности почвы оказывает значительное влияние на направленность почвенных процессов, уровень почвенного плодородия, доступность элементов питания для растений [10, 11]. Установлено, что наиболее благоприятной для зерновых культур и почвенных микроорганизмов является ней-

тральная, слабокислая или слабощелочная реакция почвенного раствора [12].

Исследованиями в опыте выявлено, что агрохимические характеристики почвы обладают высокой стабильностью. Различные системы основной обработки почвы в течение пяти ротаций севооборота (25 лет) не оказывали существенного влияния на кислотность почвы; pH солевой вытяжки в пахотном слое составляла 6,0–6,4.

Для характеристики агрохимических свойств почвы большое значение имеет показатель суммы поглощенных оснований. Наиболее ценные в агрономическом отношении двухвалентные катионы Ca^{2+} и Mg^{2+} хорошо коагулируют минеральные и органические коллоиды, чем способствуют образованию и поддержанию структуры почвы, создают нейтральную или близкую к ней реакцию среды [11]. Наши данные по показателю суммы поглощенных оснований в почве свидетельствуют, что безотвальная, глубокая дифференцированная системы обработки и вспашка оказывают практически одинаковое влияние на их содержание как в пахотном слое почвы 0–20 см, так и 20–40 см (см. таблицу).

По комбинированной системе обработки с чередованием вспашки и глубокого рыхления отмечена тенденция повышения содержания поглощенных оснований в слое почвы

Агрохимические свойства почвы в зависимости от системы основной обработки по завершении 5-й ротации севооборота

Agrochemical properties of soil depending on the basic soil tillage system after completion of the fifth crop rotation

Система основной обработки	Слой почвы, см	pH солевой	Сумма поглощенных оснований, мг-экв./100 г	Содержание валовых форм, т/га		
				азот	фосфор	калий
Отвальная	0–20	6,4	21,3	6,87	1,62	9,60
	20–40	6,0	21,6	5,41	1,13	10,92
Глубокое рыхление	0–20	6,2	22,4	6,17	1,32	10,08
	20–40	6,4	22,0	4,08	0,86	10,92
Комбинированная	0–20	6,2	25,6	7,92	1,85	11,04
	20–40	6,4	24,6	5,82	1,13	9,88
Дифференцированная	0–20	6,2	21,9	7,13	1,57	11,04
	20–40	6,4	21,4	4,32	0,86	10,40
Плоскорезная	0–20	6,2	18,6	6,91	1,80	11,04
	20–40	6,4	18,8	5,41	1,24	9,88
Дискование	0–20	6,0	20,6	7,13	1,72	10,08
	20–40	6,0	15,4	4,76	1,10	9,88
НСР ₀₅	0–20	0,25	0,95	0,65	0,10	0,51
	20–40	0,33	2,10	0,65	0,15	0,95

0–20 см на 4,3 мг-экв./100 г почвы, или 20%, 20–40 см – на 3,0 мг-экв./100 г, или 14%, в сравнении с вариантом отвальной системы обработки. На вариантах систем основной обработки с преимущественно мелкими обработками в слое почвы 20–40 см (плоскорезная на 12–14 см, дискование на 10–12 см) происходило некоторое снижение содержания суммы поглощенных оснований – на 2,8–6,2 мг-экв./100 г почвы, или 13–29%, по отношению к отвальной системе обработки.

Данные по важнейшему показателю потенциального плодородия – содержанию валовых форм азота – свидетельствуют, что применение безотвальной глубокой системы обработки в течение пяти ротаций севооборота вело к снижению содержания азота в пахотном слое 0–20 см на 0,70 т/га, 20–40 см на 1,33 т/га, или 10–24%, в сравнении с отвальной системой обработки. Комбинированная система обработки с чередованием вспашки и глубокого безотвального рыхления благодаря периодической запашке органических остатков, наоборот, способствовала повышению содержания валового азота в пахотном слое на 1,05 т/га, в слое почвы 20–40 см на 0,41 т/га. Это выше, чем в контроле (отвальной системе обработки), на 8–15%. Ресурсосберегающие системы обработки – дифференцированная, плоскорезная и дискование – обеспечивали показатели содержания валового азота, близкие контрольному варианту. Данные анализов по содержанию фосфора показали, что безотвальная система обработки оказывала отрицательное влияние на содержание в почве валовых форм фосфора, снижая его содержание в пахотном слое на 0,30 т/га, 20–40 см – на 0,27 т/га, или 18–23%, в сравнении с отвальной системой. Комбинированная, плоскорезная обработки и дискование способствовали некоторому повышению содержания валового фосфора – на 0,10–0,23 т/га, или 6–14%, в пахотном слое 0–20 см, стабилизируя его содержание на уровне отвальной системы в слое 20–40 см.

Есть мнение, что содержание валовых форм калия в меньшей степени зависит от систем обработки почвы, чем содержание

азота и фосфора [13, 14]. По нашим данным, ресурсосберегающие системы обработки не оказывали отрицательного влияния на его содержание, в особенности в пахотном слое почвы, где содержание калия по данным системам на 5–15% выше, чем по отвальной системе. В слое почвы 20–40 см содержание калия по вариантам ресурсосберегающих систем обработки было также близким варианту отвальной системы обработки.

ВЫВОДЫ

1. Различные системы основной обработки, проводимые в течение пяти ротаций зернопарового севооборота, не оказывали существенного влияния на кислотность почвы.
2. Безотвальная, глубокая, дифференцированные системы и систематическая вспашка равнозначно влияли на содержание суммы поглощенных оснований. Ежегодные мелкие обработки – плоскорезная и дискование – вели к снижению их содержания в слое 20–40 см на 13–29%.
3. Применение безотвальной глубокой системы обработки снижало содержание валового азота в пахотном слое на 0,70 т/га, 20–40 см – на 1,33 т/га, или 10–24%, валового фосфора соответственно слоям на 0,30 и 0,27 т/га, или 18–23%, в сравнении с отвальной системой обработки почвы.
4. Комбинированная система основной обработки с чередованием вспашки и безотвального рыхления на глубину 20–22 см способствовала повышению содержания валового азота в слое почвы 0–20 см на 1,05 т/га, 20–40 см на 0,41 т/га, или 8–45%, подвижного фосфора в пахотном слое почвы на 0,23 т/га, или 14%, по сравнению с отвальной системой обработки.
5. Системы обработки с элементами минимизации – дифференцированная, плоскорезная, дискование – оказывали равнозначное влияние на содержание в почве валового азота, но способствовали некоторому повышению содержания валового фосфора на 6–14% в слое почвы 0–20 см при стабилизации его содержания на уровне с отвальной обработкой в слое почвы 20–40 см. Ресурсосберегающие системы обработки не оказывали

отрицательного влияния на содержание валовых форм калия в слое почвы 0–40 см.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кирюшин В.И. Технологическая модернизация земледелия России: предпосылки и условия // Земледелие. 2015. № 6. С. 6–10.
2. Кирюшин В.И., Власенко А.Н., Йодко Л.Н. Влияние различных способов основной обработки на плодородие выщелоченных черноземов Приобья // Почвоведение. 1991. № 3. С. 97–105.
3. Власенко А.Н., Власенко Н.Г. Влияние технологии No-till на содержание питательных элементов в черноземе выщелоченном лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2016. № 3. С. 17–19.
4. Турусов В.И., Новичихин А.М., Гармашев В.М., Гаврилова С.А. Изменение плодородия чернозема при различных способах основной обработки почвы // Земледелие. 2013. № 7. С. 12–14.
5. Лукин С.В. Динамика основных показателей плодородия и продуктивности пахотных почв Белгородской области // Земледелие. 2016. № 3. С. 20–21.
6. Четверикова Н.С. Динамика плодородия пахотных черноземов лесостепной зоны ЦЧО // Достижение науки и техники АПК. 2014. № 2. С. 18–21.
7. Степанов М.И. Динамика основных показателей плодородия пахотных почв Новосибирской области // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 4. С. 12–15.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: монография; изд. 4-е, перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 416 с.
9. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв: монография. М.: Издательство МГУ, 1961. 486 с.
10. Каретин Л.Н. Почвы Тюменской области: монография. Новосибирск: Наука, 1990. 258 с.
11. Гуренев М.Н. Основы земледелия: монография; 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1981. 495 с.
12. Гармашев В.М., Турусов В.И., Гаврилова С.А. Изменение свойств чернозема обыкновенного при различных способах основной обработки // Земледелие. 2014. № 6. С. 17–19.
13. Якименко В.Н. Калий в агроценозах Западной Сибири: монография. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2003. 231 с.

14. Бойко В.С., Тимохин А.Ю., Морозова Е.Н. Калийный режим зональных почв Омского Прииртышья // Земледелие. 2015. № 4. С. 10–12.

REFERENCES

1. Kiryushin V.I. Tekhnologicheskaya modernizatsiya zemledeliya Rossii: predposylki i usloviya [Technological modernization of agriculture of Russia: prerequisites and conditions]. *Zemledelie*, 2015, no. 6, pp. 6–10. (In Russian).
2. Kiryushin V.I., Vlasenko A.N., Iodko L.N. Vliyaniye razlichnykh sposobov osnovnoi obrabotki na plodorodie vyshchelochennykh chernozemov Priob'ya [Effect of different methods of basic soil tillage on fertility of leached chernozem of the Ob region]. *Pochvovedenie* [Eurasian Soil Science], 1991, no. 3, pp. 97–105. (In Russian).
3. Vlasenko A.N., Vlasenko N.G. Vliyanie tekhnologii No-till na soderzhanie pitatel'nykh elementov v chernozeme vyshchelochennom lesostepi Zapadnoi Sibiri [Effect of No-till technologies on the content of nutritional elements in leached chernozem of forest-steppe of Western Siberia]. *Zemledelie*, 2016, no. 3, pp. 17–19. (In Russian).
4. Turusov V.I., Novichikhin A.M., Garmashev V.M., Gavrilova S.A. Izmeneniye plodorodiya chernozema pri razlichnykh sposobakh osnovnoi obrabotki pochvy [The change of chernozem fertility when using different methods of the basic soil tillage]. *Zemledelie*, 2013, no. 7, pp. 12–14. (In Russian).
5. Lukin S.V. Dinamika osnovnykh pokazatelei plodorodiya i produktivnosti pakhotnykh pochv Belgorodskoi oblasti [Dynamics of the main parameters of fertility and productivity of cultivated soil of Belgorod region]. *Zemledelie*, 2016, no. 3, pp. 20–21. (In Russian).
6. Chetverikova N.S. Dinamika plodorodiya pakhotnykh chernozemov lesostepnoi zony TsChO [Dynamics of cultivated chernozem fertility in the forest-steppe of Central Black Earth region]. *Dostizhenie nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2014, no. 2, pp. 18–21. (In Russian).
7. Stepanov M.I. Dinamika osnovnykh pokazatelei plodorodiya pakhotnykh pochv Novosibirskoi oblasti [Dynamics of the main parameters of cultivated soil fertility of Novosibirsk

- region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2014, no. 4, pp. 12–15. (In Russian).
8. Dosp'ekhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Technique of field experiments], izd. 4-e, pererab. i dop. M.: Kolos Publ., 1979, 416 p. (In Russian).
9. Arinushkina E.V. *Rukovodstvo po khimicheskoy analizu pochv* [Guidelines for chemical soil analysis]. M.: Izdatel'stvo MGU, 1961, 486 p. (In Russian).
10. Karetn L.N. *Pochvy Tyumenskoy oblasti* [Soils of Tyumen region]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1990, 258 p. (In Russian).
11. Gurenev M.N. *Osnovy zemledeliya* [The basics of arable agriculture], 2-e izd., pererab. i dop. M.: Kolos Publ., 1981, 495 p. (In Russian).
12. Garmashev V.M., Turusov V.I., Gavrilova S.A. *Izmenenie svoystv chernozema obyknovennogo pri razlichnykh sposobakh osnovnoy obrabotki* [Change of common chernozem properties when using different methods of basic tillage]. *Zemledelie*, 2014, no. 6, pp. 17–19. (In Russian).
13. Yakimenko V.N. *Kalii v agrotsenozakh Zapadnoi Sibiri* [Potassium in agrocenoses of Western Siberia]. Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RAN, 2003, 231 p. (In Russian).
14. Boiko V.S., Timokhin A.Yu., Morozova E.N. *Kaliinyi rezhim zonal'nykh pochv Omskogo Priirtysh'ya* [Potassium regime of zonal soils of Omsk Irtysh area]. *Zemledelie*, 2015, no. 4, pp. 10–12. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Власенко А.Н.**, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, руководитель научного направления: **адрес для переписки:** 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, а/я 463, Россия; e-mail: vlas_nata@ngs.ru

Перфильев Н.В., доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник; e-mail: natalya_sharapov@bk.ru

Вьюшина О.А., научный сотрудник; e-mail: natalya_sharapov@bk.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Vlasenko A.N.**, Academician RAS, Doctor of Science in Agriculture, Professor, Head of Scientific Division, **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: vlas_nata@ngs.ru

Perfil'yev N.V., Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher; e-mail: natalya_sharapov@bk.ru

Vyushina O.A., Researcher; e-mail: natalya_sharapov@bk.ru

*Дата поступления статьи 11.11.2018
Received by the editors 11.11.2018*

ДОВСХОДОВОЕ И ПОСЛЕВСХОДОВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДА АДЕНГО В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ

Костюк А.В., Лукачева Н.Г.

Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений
Приморский край, с. Камень-Рыболов, Россия

Для цитирования: Костюк А.В., Лукачева Н.Г. Довсходовое и послеvсходовое применение гербицида Аденго в посевах кукурузы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 1. С.11–18. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-2

For citation: Kostyuk A.V., Lukacheva N.G. Dovskhodovoe i poslevskhodovoe primeneniye gerbitsida Adengo v posevakh kukuruzy [Pre-emergence and post-emergence application of herbicide Adengo in corn crops]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 1, pp.11–18. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-2

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Проведены испытания гербицида Аденго в Приморском крае в вегетационных (2016, 2017 гг.) и полевых условиях (2016–2018 гг.) в посевах кукурузы гибридной популяции П 8521 на зерно. Почва опытного участка лугово-бурая оподзоленная, содержащая в пахотном горизонте 3,5% гумуса. Агротехника на основе безотвальной обработки почвы. Предшественник – соя. Изучена чувствительность 15 видов сорняков к гербициду Аденго при доvсходовом внесении и 13 – при обработке вегетирующих растений. Исследованиями в вегетационных условиях определены сорняки, чувствительные к гербициду Аденго (биологическая эффективность препарата более 90%): просо куриное, щетинник сизый, канатник Теофраста, марь белая, щирица запрокинутая, сизгезбекия пушистая, горец почечуйный, гибискус тройчатый, осот полевой и бодяк щетинистый; среднечувствительные (70–90%): щетинник зеленый, шерстняк мохнатый, амброзия полыннолистная и акалифа южная; слабочувствительные (менее 70%): коммелина обыкновенная. При послеvсходовом внесении Аденго чувствительным сорняком отмечена коммелина обыкновенная, слабочувствительным – акалифа южная. Засоренность опытных участков в полевом эксперименте в среднем составила 542 растения/м² с общей надземной массой 4427 г/м². Применение гербицида (0,4 и 0,5 л/га) до всходов культуры и сорняков, в фазы 2–3 и 5–6 листьев кукурузы снизило численность сорняков до 134–199 шт./м² (на 63–75%). Во все сроки внесения Аденго сдерживал рост и развитие однолетних злаков на 77–91%, однолетних двудольных на 95–99%. Коммелина обыкновенная уничтожена

PRE-EMERGENCE AND POST-EMERGENCE APPLICATION OF HERBICIDE ADENGO IN CORN CROPS

Kostyuk A.V., Lukacheva N.G.

The Far Eastern Research Institute of Plant Protection

Kamen-Rybolov, Primorsky Territory, Russia

The trials of herbicide Adengo were conducted under vegetation (2016, 2017) and field conditions (2016–2018) in corn crops of the hybrid population P 8521 for grain. The experimental plot had brown meadow podzolized soil, containing 3.5% percent of humus in the arable horizon. Agricultural technology used was based on non-moldboard soil tillage system. The predecessor was soya. Susceptibility to Adengo herbicide was studied in 15 weed species with pre-emergence application and 13 species with the treatment of vegetative plants. The research identified weeds that were highly susceptible to Adengo herbicide under vegetation conditions (biological efficiency of the preparation over 90%): barnyard grass, yellow-foxtail grass, velvet leaf, lamb's quarters, common amaranth, St. Paul's wort, smartweed, hibiscus trostisy, field sow thistle and bristle thistle; moderately susceptible (70–90%): bristle grass, hairy cup grass, common ragweed and Asian copperleaf; and weakly susceptible (less than 70%): dayflower. In post-emergence application of Adengo, dayflower proved to be a susceptible weed, while Asian copperleaf – weakly susceptible. Weed infestation of experimental plots in the field experiment amounted to 542 pieces of weeds per m² on average, with the total above-ground mass of 4427 g/m². Herbicide Adengo (0.4 and 0.5 l/ha) applied before the crop and weeds emerged, and in phases 2–3 and 5–6 of corn leaves reduced the number of weeds to 134–199 pieces/m² (or by 63–75%). In all periods of application, the herbicide was actively restraining the growth and development of annual grasses by 77–91%, and annual dicotyledons – by 95–99%. Dayflower was effectively eliminated

при использовании Аденго в фазу 2–3 листьев (на 86%), бодяк щетинистый при опрыскивании в фазу 5–6 листьев (81–88%). Высокая биологическая эффективность послевсходового внесения гербицида позволила сохранить 47,5–52,6 ц кукурузы зерна/га при урожайности в контроле 7,2 ц/га. При довсходовом использовании гербицида зерна получено меньше на 4,9–10,0 ц/га, чем в вариантах послевсходового применения.

Ключевые слова: гербицид, Аденго, сорняки, эффективность, урожайность

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в Российской Федерации значительно выросли площади посевов кукурузы на зерно. Если в 2011 г. они составляли 1 млн 716 тыс. га, то в 2016 г. – 2 млн 887 тыс. га, то есть увеличились более чем в 1,7 раза. Наиболее существенная прибавка площадей кукурузы на зерно (в 2,7 раза) приходится на Дальневосточный Федеральный округ [1].

Необходимое условие получения высокого и качественного урожая зерна кукурузы – это чистота посевов. Посевы кукурузы на юге Дальнего Востока засорены следующими видами: ежовник обыкновенный (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.), щетинник сизый (*Setaria glauca* (L.) Beauv) и зеленый (*Setaria viridis* (L.) Beauv), шерстняк мохнатый (*Eriochloa vilosa* (Thunb.) Kunth), амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia* L.), канатник Теофраста (*Abutilon theophrasti* Medik), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.), сизгезбекия пушистая (*Sigesbeckia pubescens*), акалифа южная (*Acalypha australis* L.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), бодяк щетинистый (*Cirsium setosum* (Willd.) Bieb) и др. Ежовник обыкновенный на большинстве площадей произрастает в количестве 50 шт. и более/м². Исследователи отмечали снижение урожайности зерна кукурузы в среднем на 29% при засоренности данным сорняком в количестве 12 шт./м² [2]. Амброзия полыннолистная способна наращивать в отдельные годы до 4 кг вегетативной массы/м². При плотности засорения 10 шт./м² урожай зерна кукурузы

when using Adengo in the phase of 2–3 leaves (86%), and bristle thistle – when spraying in the phase of 5–6 leaves (81–88%). High biological efficiency of the post-emergence herbicide application made it possible to save 4.75–5.26 t/ha of corn grain, while the yield in the control was 0.72 t/ha. Pre-emergence application of the herbicide resulted in a lower yield of corn grain by 0.49–1.0 t/ha than post-emergence application.

Keywords: herbicide, Adengo, weeds, efficiency, yield

снижается на 34–41%, а в засушливые годы наличие 5 шт. сорняков/м² уменьшало урожай на 55% [3].

По усредненным данным А.Э. Панфилова, за семилетний период наблюдений увеличение засоренности посевов кукурузы малолетними однодольными сорняками одно растение на квадратном метре снижает урожай зерна кукурузы на 8 кг, многолетними двудольными – на 24 кг [4].

Защита кукурузы от сорной растительности – сложная и многоплановая работа. Особенно она необходима в период от посева до фазы 5 листьев кукурузы, когда культурные растения наиболее уязвимы и наименее конкурентоспособны [5]. Депрессия растений кукурузы зависит от соотношения биомассы компонентов биоценоза. В первые 20–30 дней формирование агроценоза «кукуруза – сорняки» масса культуры составляет 79–88% общей надземной массы растений. На 40–50-й день биомасса сорняков достигает 35–40% общей биомассы. Особенно резко сорняки подавляют культуру в жаркие засушливые годы [6]. Есть данные, что к периоду формирования у кукурузы 5 листьев интенсивность формирования площади листьев у сорняков возрастает до 2488 см², у культуры – 935 см² [7].

Наиболее действенный способ борьбы с сорняками – применение гербицидов при соблюдении следующих условий: используемые гербициды должны обладать широким спектром действия, не загрязнять почву, не вызывать угнетения растений кукурузы, обеспечивать чистоту посева до конца вегетации [8].

В 2018 г. в «Список пестицидов и агрохимикатов разрешенных к применению на территории Российской Федерации» было включено более 180 гербицидов для внесения в посевах кукурузы.

В условиях смешанного типа засорения наиболее эффективны баковые смеси гербицидов, а также новые препараты, имеющие в своем составе несколько действующих веществ (д.в.), обеспечивающих полную защиту культуры от всего спектра сорных растений [9]. Одним из таких новых гербицидов является Аденго, состоящий из двух действующих веществ (изоксафлютола и тиенкарбазон-метила) и антидота ципросульфамида. Важной особенностью изоксафлютола является то, что он способен сохранять гербицидную активность в условиях жесточайшей почвенной и воздушной засухи.

Гербицид как бы консервируется в поверхностном слое почвы, а после выпадения осадков или полива продолжает эффективно уничтожать чувствительные сорняки и создавать благоприятные условия для формирования урожая [8,10,11].

Цель исследований – изучить чувствительность сорных растений к гербициду Аденго в вегетационных и полевых условиях при довсходовом и послевсходовом применении. Оценить биологическую и хозяйственную эффективность гербицидов в посеве кукурузы на зерно в условиях Приморья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в вегетационном домике (2016 и 2017 гг.), а также на опытных полях Дальневосточного научно-исследовательского института защиты растений в 2016–2018 гг. Почва лугово-бурая оподзоленная среднесуглинистая, содержащая в пахотном горизонте 3–4% гумуса, $pH_{\text{сол}}$ 5,0–5,9.

Агротехника выращивания кукурузы общепринятая для данного региона – на основе безотвальной обработки почвы. Перед предпосевной культивацией вносили минеральное удобрение (диаммофоска) в норме 150 кг физической массы/га. Норма высе-

ва кукурузы гибридной популяции П 8521 70 000 семян/га. Предшественник – соя.

В июле 2016 и 2018 гг. культура испытывала некоторый недостаток влаги в почве, осадков выпало в 2–4 раза меньше нормы. Температурный фон в этот период превышал среднегодовое значения на 1,3–4,9 °С. Растения кукурузы страдали от недостатка влаги на фоне высоких температур. В августе 2017 и 2018 гг. отмечен переизбыток влаги, осадков выпало в 2,0–2,5 раза больше нормы.

Гербицид Аденго применяли в дозах 0,4 и 0,5 л/га в 3 срока: до всходов, в фазы 2–3 и 5–6 листьев у кукурузы. Для нанесения использовали ручной штанговый опрыскиватель конструкции Всероссийского научно-исследовательского института фитопатологии (ВНИИФ) с нормой расхода рабочего раствора 200 л/га. Площадь опытных делянок 22,5 м², повторность четырехкратная, расположение рендомизированное. Початки после просушивания обмолачивали на стационарной молотилке.

В условиях вегетационного домика опыты закладывали в пластмассовых стаканчиках емкостью 300 г, которые наполняли лугово-бурой почвой. После чего в каждый стаканчик высевали по 10 шт. семян одного из 13–15 видов сорных растений. Растворы гербицида в 2016 г. наносили на поверхность почвы, в 2017 г. на вегетирующие растения сорняков в ранние фазы их развития с помощью лабораторного опрыскивателя ОЛ-5 конструкции ВНИИФ в дозах 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 и 0,6 л/га. Влажность почвы в течение эксперимента поддерживали на уровне 60–70% полевой влагоемкости путем ежедневных поливов.

Все исследования выполняли согласно утвержденным методикам [12], цифровой материал обрабатывали математически по Б.А. Доспехову [13] и В.А. Короневскому [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сорные растения реагировали на внесенный в почву гербицид Аденго по разно-

му (см. табл. 1). Так, сизебкия пушистая (*Siegesbeckia pubescens* Makino), щирица запрокинутая, гибискус тройчатый (*Hibiscus trionum* L.), марь белая, осот полевой и бодяк щетинистый (оба из семян) возшли только на контрольном варианте. Гербицид препятствовал появлению всходов названных выше видов сорняков. Канатник Теофраста возшел на всех вариантах опыта. Однако там, где вносили гербицид, растения были обесцвечены и вскоре засохли. К моменту срезки отмечена их полная гибель даже при внесении 0,2 л/га. Такие же результаты наблюдали и на растениях горца почечуйного. На вариантах, где вносили гербицид, до самой срезки растения находились в фазе всходов. Отмечена задержка их развития. На минимальной дозировке (0,2 л/га) надземная масса горца почечуйного была меньше, чем в контроле, на 96%. Амброзия полыннолистная в рекомендованных нормах расхода 0,4 и 0,5 л/га была уничтожена на 80–83%. Для

полного ее подавления требовалось 0,6 л препарата/га. Ежовник обыкновенный и щетинник сизый также возшли на всех вариантах опыта. Однако через 3 нед на первом из этих сорняков гибель растений наблюдали, начиная с дозы 0,3 л/га, у второго – с 0,4 л/га. Умеренную чувствительность к гербициду Аденго проявил шерстяник мохнатый, щетинник зеленый, коммелина обыкновенная (*Commelina communis* L.) и акалифа южная. Их надземная масса при использовании рекомендованных норм расхода (0,4 и 0,5 л/га) была меньше, чем в контроле, на 68–78% (у акалифы южной – 85–90%).

При послевсходовом применении Аденго сорные растения также по разному реагировали на гербицид. Так, уже на 2-е сутки листья и растения щирицы запрокинутой деформировались, а на кончиках листьев сизебекии пушистой были отмечены некрозы.

Полная гибель этих двух видов наступала от использования гербицида Аденго в нормах расхода 0,3 л/га.

Табл. 1. Чувствительность сорных растений к гербициду Аденго

Table 1. Susceptibility of weeds to herbicide Adengo

Доза по препарату, л/га	Снижение зеленой массы сорняков, % к контролю														
	про-со-ку-ринное	щети-ник-сизый	щети-ник-зеленый	шерст-няк-мох-натый	комме-лина-обык-новенная	амб-розия-полын-нолистная	канат-ник-Теофра-ста	марь-белая	щи-рица-запро-кинутая	сизе-бкия-пу-шистая	горец-поче-чуй-ный	ака-лифа-юж-ная	ги-бис-кус-трой-чатый	осот-поле-вой (из-семян)	бодяк-щети-нистый (из-семян)
<i>При почвенном применении (2016 г.)</i>															
Конт-роль*	0,5	0,5	0,6	0,9	2,6	0,6	5,0	0,8	0,6	0,6	1,5	1,0	1,6	0,6	0,6
0,2	74	54	72	47	43	64	100	100	100	100	96	69	100	100	100
0,3	100	80	72	64	49	66	100	100	100	100	100	74	100	100	100
0,4	100	100	72	68	60	80	100	100	100	100	100	85	100	100	100
0,5	100	100	78	78	70	83	100	100	100	100	100	90	100	100	100
0,6	100	100	78	82	80	100	100	100	100	100	100	94	100	100	100
НСР ₀₅	8,5	11	9,1	9,5	9	7					15	4			
<i>При послевсходовом применении (2017 г.)</i>															
Конт-роль*	1,45	2,24	1,30	2,25	4,32	1,42	1,27	–	1,05	1,92	–	1,94	1,87	1,81	2,37
0,2	80	98	44	59	80	80	65	–	100	90	–	31	84	82	–
0,3	81	100	68	64	84	83	79	–	100	100	–	31	97	91	96
0,4	92	100	70	68	90	89	80	–	100	100	–	46	98	100	96
0,5	95	100	75	79	90	90	84	–	100	100	–	50	98	100	98
0,6	96	100	81	94	93	96	85	–	100	100	–	64	98	100	100
НСР ₀₅	12	19	14	12	7	8	12	–	–	–	–	7	7	17	11

* Надземная масса растений, г.

Признаки действия препарата (увядание листьев и появление некрозов) на бодяке щетинистом, выросшем из семян, появились на 5-е сутки. Его надземная масса от использования рекомендованных норм расхода 0,4 и 0,5 л/га была меньше, чем в контроле, на 96–98%. На 6–7-е сутки после обработки на растениях щетинника сизого появились некрозы и стали засыхать листья. Для полного уничтожения этого вида достаточно 0,3 л препарата/га. На 8-е сутки отмечено засыхание растений у щетинника зеленого и проса куриного, а также подвядание листьев у осота полевого, выросшего из семян. В рекомендованных нормах расхода последний из них был полностью уничтожен, а ежовник обыкновенный и щетинник зеленый – на 92–95 и 70–75% соответственно. Засыхание листьев на отдельных растениях на 9–10-е сутки отмечено у канатника Теофраста, коммелины обыкновенной и шерстняка мохнатого, а также деформирование листьев и растений гибискуса тройчатого (засыхание листьев на 14-е сутки). Надземная масса растений этих видов от использования гербицида Аденго в дозах 0,4 и 0,5 л/га была меньше, чем в контроле, на 80–84, 90, 68–79 и 98% соответственно. Несмотря на то, что листья амброзии полыннолистной и акалифы южной на 5–6-е сутки были обесцвечены, точки роста у первого из этих видов некрозы на листьях появились на 9-е сутки, у второго отмечено лишь обесцвечивание кончиков листьев. Амброзия полыннолистная была уничтожена (дозы 0,4 и 0,5 л/га) на 89–90%, акалифа

южная лишь на 46–50%. Рост растений незначительно замедлился на 3-и сутки практически у всех видов сорняков, за исключением акалифы южной.

Засоренность участков, на которых в 2016–2018 гг. располагались полевые опыты в посевах кукурузы, в середине вегетационного сезона составила в среднем 542 сорных растения/м², с общей надземной массой 4427 г/м² (см. табл. 2). Наибольший прирост (50% от общей) надземной массы отмечен у однолетних злаков (ежовник обыкновенный, щетинники и шерстняк мохнатый), у представителя однолетних двудольных сорняков амброзии полыннолистной (31%), у коммелины обыкновенной и бодяка щетинистого (9%).

Гербицид Аденго независимо от сроков внесения снижал численность сорняков до 134–199 шт./м², или 63–75%. Наиболее эффективным (80–85%) по влиянию на прирост надземной массы было использование в фазы 2–3 и 5–6 листьев кукурузы. Е.С. Иванова [15] отмечает, что наличие в составе гербицида Аденго антидота (ципротсульфамид) обеспечивает высокий уровень толерантности кукурузы к препарату и дает возможность применять его в более поздние фазы развития культуры (до 8-го листа). Это дает возможность сдерживать появление поздних волн сорняков в посевах кукурузы. Во все сроки внесения гербицид активно на 77–91% сдерживал рост и развитие однолетних злаков и на 95–99% однолетних двудольных, в том числе на 98–100% амброзии

Табл. 2. Эффективность гербицида Аденго в посеве кукурузы на зерно (среднее за 2016–2018 гг.)
Table 2. Efficiency of herbicide Adengo in corn crops for grain (average 2016–2018)

Вариант опыта	Доза, л/га	Срок применения	Засоренность		Урожайность зерна, ц/га	Прибавка урожайности, ц/га
			число, шт./м	надземная масса, г/м ²		
Контроль (без гербицидов)	–	–	542	4427	7,2	–
Аденго	0,4	До всходов	186	1751	49,8	42,6
Аденго	0,5		161	1831	50,1	42,9
Аденго	0,4	Фаза 2–3-го листа	158	905	59,8	52,6
Аденго	0,5		134	891	57,6	50,4
Аденго	0,4	Фаза 5–6-го листа	199	763	54,7	47,5
Аденго	0,5		198	673	57,0	49,8
НСР ₀₅					6,2	

полыннолистной. Коммелина обыкновенная эффективно (на 86%) уничтожена при использовании Аденго в фазу 2–3 листьев, бодяк щетинистый (81–88%) и хвощ полевой (33–54%) при опрыскивании в фазу 5–6 листьев. Наиболее выраженное влияние Аденго на сорные растения отмечено при послевсходовом применении в исследованиях Всероссийского научно-исследовательского института кукурузы [16], института агроэкологии Челябинской государственной агроинженерной академии [17], а также в статье Т.А. Маханьковой и др. [18].

Высокая биологическая эффективность послевсходового внесения гербицида Аденго позволила сохранить 47,5–52,6 ц зерна кукурузы/га, при урожайности в контроле 7,2 ц/га. При довсходовом использовании гербицида зерна получено меньше на 4,9–10,0 ц/га, чем в вариантах послевсходового применения.

ВЫВОДЫ

1. Исследованиями в вегетационных условиях определены сорняки, чувствительные к гербициду Аденго (биологическая эффективность более 90%): ежовник обыкновенный, щетинник сизый, канатник Теофраста, марь белая, щирица запрокинутая, сигезбекия пушистая, горец почечуйный, гибискус тройчатый, также осот полевой и бодяк щетинистый (из семян); среднечувствительные (70–90%): щетинник зеленый, шерстняк мохнатый, амброзия полынолистная и акалифа южная; слабочувствительные (менее 70%): коммелина обыкновенная. При использовании Аденго по вегетирующим растениям коммелину обыкновенную можно отнести к чувствительным сорнякам, акалифу южную – к слабочувствительным.

2. Гербицид Аденго, состоящий из двух действующих веществ (изоксафлютола и тиенкарбазон-метила), способствует удлинению периода защитного действия и расширяет возможности маневра сроками их применения. Высокая биологическая эффективность гербицида позволяет сохранить 42,6–50,4 ц зерна кукурузы/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сотченко В.С., Горбачева А.Г., Орлянский Н.А., Орлянская Н.А., Ветошкина И.А., Панфилова О.Н., Кривошеев Г.Я. Оптимизация семеноводства гибридной кукурузы и использование селекционных индексов // Кукуруза и сорго. 2017. № 3. С. 3–9.
2. Алтухова Т.В., Костюк А.В. Борьба с просом куриным в посевах кукурузы // Земледелие. 2005. № 6. С. 32–33.
3. Алтухова Т.В., Костюк А.В., Спиридонов Ю.А., Шестаков В.Г., Гиневский Н.К. Как защитить кукурузу от амброзии полынолистной // Защита и карантин растений. 2005. № 7. С. 38–39.
4. Панфилов А.Э., Корыстин Д.С., Корыстин Е.С., Цымбаленко И.Н. Вредоносность сорняков различных биологических групп в посевах кукурузы // Кукуруза и сорго. 2007. № 6. С. 16–19.
5. Корнеева О.Г., Байрамбеков Ш.Б., Даулетов Б.С. Гербициды для защиты посевов кукурузы от сорной растительности в дельте Волги // Защита и карантин растений. 2014. № 4. С. 17–24.
6. Ладонин В.Ф., Шевченко М.С., Пащенко Ю.М., Хмара В.В., Литвиненко Ю.В., Крамарев С.М. Биологическая конкуренция кукурузы с сорняками // Земледелие. 1999. № 4. С. 27.
7. Иващенко А.А., Иващенко А.А. Выбор срока химпрополки кукурузы – ответственное решение // Защита и карантин растений. 2013. № 3. С. 34–36.
8. Багринцева В.Н. Мерлин защитит кукурузу // Кукуруза и сорго. 2009. № 3. С. 23–24.
9. Гринько А.В. Эффективность гербицидов при комплексном засорении кукурузы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 4. С. 53–57.
10. Силаев А.И., Станченков Б.Г. Мерлин – самый высокоэффективный гербицид на посевах кукурузы // Земледелие. 2000. № 1. С. 31.
11. Марушко Н.И., Лучинский С.И. Эффективность гербицида Мерлин на посевах кукурузы // Агро XXI. 2001. № 3. С. 13.
12. Спиридонов Ю.Я., Ларина Г.Е., Шестаков В.Г. Методическое руководство по изуче-

- нию гербицидов, применяемых в растениеводстве: монография. М.: Печатный Город, 2009. 252 с.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: монография. М.: Колос, 1979. 416 с.
14. Короневский В.А. К методике статистической обработки данных многолетних полевых опытов // Земледелие, 1985. № 11. С. 56–57.
15. Иванова Е.С. Обоснование оптимальных сроков применения гербицидов кросс-спектра в посевах кукурузы в Зауралье // Кукуруза и сорго. 2016. № 1. С. 19–24.
16. Багринцева В.Н., Кузнецова С.В., Губа Е.И. Послевсходовые гербициды с почвенным действием для кукурузы // Кукуруза и сорго. 2015. № 1. С. 22–26.
17. Панфилов А.Э., Саитов С.Б. Эффективность тиенкарбазон-метила в контроле засоренности кукурузы // Кукуруза и сорго. 2015. № 3. С. 15–19.
18. Маханькова Т.А., Голубев А.С., Борушко П.И. Новый гербицид Аденго для защиты кукурузы // Защита и карантин растений. 2013. № 3. С. 29–31.
19. различnykh biologicheskikh grupp v posevakh kukuruzy [Harmfulness of weeds of various biological groups in corn crops]. *Kukuruza i sorgo* [Corn and sorghum], 2007, no. 6, pp. 16–19. (In Russian).
20. Korneeva O.G., Bairambekov Sh.B., Dauletov B.S. Gerbitsidy dlya zashchity posevov kukuruzy ot sornoi rastitel'nosti v del'te Volgi [Herbicides to protect corn crops from weeds in the Volga Delta]. *Zashchita i karantin rastenii* [Board of Plant Protection and Quarantine], 2014, no. 4, pp. 17–24. (In Russian).
21. Ladonin V.F., Shevchenko M.S., Pashchenko Yu.M., Khmara V.V., Litvinenko Yu.V., Kramarev S.M. Biologicheskaya konkurentsia kukuruzy s sornyakami [Biological competition of corn with weeds]. *Zemledelie* [Zemledelie], 1999, no. 4, p. 27. (In Russian).
22. Ivashchenko A.A., Ivashchenko A.A. Vybor sroka khimpropolki kukuruzy – otvetstvennoe reshenie [Choosing the term of the corn weed shelf - a responsible decision]. *Zashchita i karantin rastenii* [Board of Plant Protection and Quarantine], 2013, no. 3, pp. 34–36. (In Russian).
23. Bagrintseva V.N. Merlin zashchitit kukuruzu [Merlin protects the corn]. *Kukuruza i sorgo* [Corn and sorghum], 2009, no. 3, pp. 23–24. (In Russian).
24. Grin'ko A.V. Effektivnost' gerbitsidov pri kompleksnom zasoreнии kukuruzy [The effect of herbicides application to control complex weed infestation of maize crops]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestiya Orenburg State Agrarian University], 2014, no. 4, pp. 53–57. (In Russian).
25. Silaev A.I., Stanchenkov B.G. Merlin – samyi vysokoeffektivnyi gerbitsid na posevakh kukuruzy [Merlin - the most highly effective herbicide on maize crops]. *Zemledelie* [Zemledelie], 2000, no. 1, pp. 31. (In Russian).
26. Marushko N.I., Luchinskii S.I. Effektivnost' gerbitsida Merlin na posevakh kukuruzy [The effectiveness of the herbicide Merlin on corn]. *Agro XXI* [Agro XXI], 2001, no. 3, pp. 13. (In Russian).
27. Spiridonov Yu.Ya., Larina G.E., Shestakov V.G. *Metodicheskoe rukovodstvo po izucheniyu ger-*
- ## REFERENCES
1. Sotchenko V.S., Gorbacheva A.G., Orlyanskii N.A., Orlyanskaya N.A., Vetoshkina I.A., Panfilova O.N., Krivosheev G.Ya. Optimizatsiya semenovodstva gibridnoi kukuruzy i ispol'zovanie selektsionnykh indeksov [Optimization of hybrid corn seed production and the use of breeding indices]. *Kukuruza i sorgo* [Corn and sorghum], 2017, no. 3, pp. 3–9. (In Russian).
2. Altukhova T.V., Kostyuk A.V. Bor'ba s prosom kurinyim v posevakh kukuruzy [Fight against barnyard grass in corn crops]. *Zemledelie* [Zemledelie], 2005, no. 6, pp. 32–33. (In Russian).
3. Altukhova T.V., Kostyuk A.V., Spiridonov Yu.A., Shestakov V.G., Ginevskii N.K. Kak zashchitit' kukuruzu ot ambrozii polynno-listnoi [How to protect corn from ragweed ambrosia]. *Zashchita i karantin rastenii*. [Board of Plant Protection and Quarantine], 2005, no. 7, pp. 38–39. (In Russian).
4. Panfilov A.E., Korystina D.S., Korystin E.S., Tsymbalenko I.N. Vredonosnost' sornyakov

- bitsidov, primenyaemykh v rastenievodstve* [Methodical guide to the study of herbicides used in crop production]. Moscow, Pechatnyi Gorod Publ., 2009, 252 p. (In Russian).
13. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta*. [Technique of field experiments]. Moscow, Kolos Publ., 1979. 416 p. (In Russian).
14. Koronevskii V.A. K metodike statisticheskoi obrabotki dannykh mnogo-letnikh polevykh opytov [To the method of statistical data processing of long-term field experiments]. *Zemledelie* [Agriculture], 1985, no. 11, pp. 56–57. (In Russian).
15. Ivanova E.S. Obosnovanie optimal'nykh srokov primeneniya gerbitsidov kross-spektra v pos-evakh kukuruzy v Zaural'e [The substantiation of the optimal terms of the use of herbicides of cross-spectrum in maize seedlings in Trans-Ural Region]. *Kukuruza i sorgo* [Corn and sorghum], 2016, no. 1, pp. 19–24. (In Russian).
16. Bagrintseva V.N., Kuznetsova S.V., Guba E.I. Poslevskhodovye gerbitsidy s pochvennym deistviem dlya kukuruzy [Post-emergence herbicides with soil action for maize]. *Kukuruza i sorgo* [Corn and sorghum], 2015, no. 1, pp. 22–26. (In Russian).
17. Panfilov A.E., Saitov S.B. Effektivnost' tien-karbazon-metila v kontrole zasorennosti kukuruzy [Efficiency of thien carbazone-methyl in the control of weeds in maize]. *Kukuruza i sorgo* [Corn and sorghum], 2015, no. 3, pp. 15–19. (In Russian).
18. Makhan'kova T.A., Golubev A.S., Borushko P.I. Novyi gerbitsid Adengo dlya zashchity kukuruzy [New herbicide Adengo for maize protection]. *Zashchita i karantin rastenii* [Board of Plant Protection and Quarantine], 2013, no. 3, pp. 29–31. (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

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

AUTHOR INFORMATION

✉ **Kostyuk A.V.**, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher, **address:** 42a, Mira st, Kamen-Rybolov, Khankaiskiy District, Primorsky Territory, 692684, Russia; e-mail: dalniizr@mail.ru

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

Дата поступления статьи 26.11.2018
Received by the editors 26.11.2018

ЗАСОРЕННОСТЬ И УРОЖАЙНОСТЬ ПОСЕВОВ ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Перфильев Н.В., Вьюшина О.А.

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья – филиал Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук
Тюменская область, пос. Московский, Россия

Для цитирования: Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Засоренность и урожайность посевов ячменя в зависимости от систем основной обработки почвы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 1. С. 19–26. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-3

For citation: Perfiliev N.V., Vyushina O.A. Zaso-rennost' i urozhainost' posevov yachmenya v zavisimosti ot system osnovnoi obrabotki pochvy [Barley yield and weed infestation of barley crops depending on the basic soil tillage systems]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 1, pp. 19–26. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-3

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Исследования проведены в многолетнем стационарном опыте в период 5-й ротации зернопарового севооборота чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – яровая пшеница – яровой ячмень (2008–2012). Изучено влияние длительного применения систем основной обработки почвы различной степени интенсивности на рост сорной растительности и урожайность ярового ячменя – культуры, завершающей севооборот. Эксперимент проведен в Тюменской области на темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве на фоне применения гербицидов – смесей противодвудольных и противозлаковых препаратов. Содержание гумуса в слое почвы 0–20 см по полям севооборота на период закладки 4,2–5,0%, рН солевой вытяжки 6,0–6,4, сумма поглощенных оснований 29,4 мг экв./100 г почвы. В период исследований общая засоренность ячменя при использовании различных систем основной обработки почвы составляла весной 37–75 шт./м², осенью 5,2–14,3 шт./м², что соответствовало среднему и низкому уровню засоренности. Техническая эффективность применения смеси гербицидов в поле ячменя составила 83,3%. Самые чистые посевы от сорняков были по отвальной системе обработки. По всем ресурсосберегающим обработкам засоренность была в 1,4–2,0 раза выше, чем по отвальной системе обработки, в основном за счет нарастания по этим вариантам преимущественно просовидных сорняков (на 60–140%). Самая высокая засоренность в посевах ячменя перед уборкой от-

BARLEY YIELD AND WEED INFESTATION OF BARLEY CROPS DEPENDING ON THE BASIC SOIL TILLAGE SYSTEMS

Perfiliev N.V., Vyushina O.A.

Research Institute of Agriculture of the Northern Trans-Urals – Branch of Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Moskovsky, Tyumen region, Russia

The study was carried out in a long-term stationary experiment in the period of the 5th grain-fallow crop rotation: bare fallow - winter rye - spring wheat - spring wheat - spring barley (2008–2012). The effect of the long-term use of basic soil tillage systems of various degrees of intensity on the growth of weed vegetation and the yield of spring barley, i.e. the crop that completes the crop rotation, was studied. The experiment was carried out in Tyumen region on the dark-gray forest heavy loamy soil with the use of herbicides – mixtures of anti-dicotyledonous and graminicide preparations. The humus content in the soil layer of 0–20 cm in the fields of crop rotation for a laying period was 4.2–5.0%, with the pH of the salt extract being 6.0–6.4, and the total absorbed bases being 29.4 mg-eq / 100g of soil. During the study period, with various basic tillage systems applied, total weed infestation of barley was 37–75 pieces/m² in the spring and 5.2–14.3 pieces/m² in the autumn, which corresponded to the medium and low levels of infestation. The technical efficiency of using a mixture of herbicides in the barley field was 83.3%. The best weed control was achieved by moldboard tillage system whereby crops were the cleanest. With all resource-saving tillage systems, infestation was 1.4–2.0 times higher than with moldboard tillage system, mainly due to the growth of miliary weeds (by 60–140%). The highest weed infestation in barley crops before harvest was

мечена при применении плоскорезной системы обработки и по системе обработки с применением дискования почвы – на 105–184% выше, чем по вспашке. Установлено, что на данном фоне комплексной химизации и агротехники в зернопаровом севообороте увеличение засоренности по изучаемым ресурсосберегающим системам обработки происходило в низкой и средней степени и не оказало отрицательного воздействия на борьбу с сорняками и обеспечение условий для формирования урожайности ячменя.

Ключевые слова: основная обработка, яровой ячмень, сорняки, урожайность

ВВЕДЕНИЕ

Одним из существенных факторов, влияющих на продуктивность сельскохозяйственных культур, является засоренность посевов. Высокая потенциальная засоренность почвы и фактическая засоренность посевов в России наблюдаются повсеместно. Основные причины – нарушение севооборотов или полное их отсутствие, некачественная или несвоевременная обработка почвы [1]. Ежегодно только из-за засоренности посевов сельскохозяйственные предприятия недополучают около 15% урожая, а затраты труда на борьбу с сорняками составляют около 30% от общих затрат в земледелии [2]. В настоящее время на полях Западной Сибири насчитывается около 300 видов сорных растений, 100 из которых редкие и случайные, а остальные массовые [3]. По данным филиала ФГУ «Российский сельскохозяйственный центр» по Тюменской области, на полях области встречаются более 90 видов сорных растений, из которых наиболее распространенные и часто встречаемые 50 видов, при этом используемые в сельскохозяйственном производстве поля имеют высокую степень засорения¹.

Наличие сорняков в значительной степени оказывает отрицательное влияние на ре-

observed when using a sub-soil tillage system and disk harrowing tillage, which was 105–184% higher than at plowing. It was established that given the complex chemicalization and agrotechnology in grain-fallow crop rotation, the increase in weed infestation with the studied resource-saving tillage systems occurred to a low or medium extent and did not affect weed control or conditions for the formation of the barley yield.

Keywords: basic tillage, spring barley, weeds, yield

жим влагообеспеченности, пищевой режим культурных растений. Кроме того, являясь накопителями и распространителями болезней и вредителей, сорняки наносят косвенный вред [4].

Наличие сорняков в посевах сельскохозяйственных культур приводит к снижению урожайности в 1,5–2,0 раза и более. Поэтому приемы современного земледелия направлены на поддержание численности сорняков на уровне, не оказывающем отрицательного влияния на урожайность сельскохозяйственных культур².

Базисом защиты посевов от сорняков остается основная обработка почвы. В суммарном противосорняковом эффекте ее удельная масса достигает 60%, допосевной обработки – 30, послепосевной – 10% [5–8]. По мнению большинства исследователей, вспашка при соответствующих почвенно-климатических условиях наиболее эффективна в регуляции сорного компонента в посевах Западной Сибири³. При этом отмечается, что применение минимальных энергосберегающих систем обработки почвы, внесение комплекса удобрений, внедрение короткостебельных сортов зерновых культур создает благоприятные условия для сорных растений, увеличения засоренности посевов [9–12].

¹Гарбар Л.И., Тимофеев В.Н. Современные пестициды в системе защиты яровой пшеницы от вредных организмов // Аграрная наука – развитию и стабилизации АПК Тюменской области: сб. науч. тр. Сиб. отд-ние, ГНУ НИИСХ Северного Зауралья СО РАСХН. Тюмень: Вектор Бук, 2006. С. 117–124.

²Зональная система защиты яровой пшеницы от сорняков, болезней и вредителей Западной Сибири / В.И. Должичко, Н.Г. Власенко и др. Новосибирск: РАН ФАНО СибНИИЗиХ, 2014, 122 с.

³Киришин В.И. Минимализация обработки почвы: перспективы и противоречия // Пути решения экологических проблем в сельскохозяйственном производстве Урала. Материалы науч. конф., 21 декабря 2006 г. Екатеринбург. 2007. С. 19–27.

Цель исследований – установить влияние длительного применения различных систем основной обработки почвы в зернопаровом севообороте на засоренность посевов и урожайность ярового ячменя – культуры, завершающей севооборот, с учетом видового состава сорняков при использовании гербицидов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Представлены результаты исследований систем основной обработки почвы в многолетнем стационарном опыте на опытном поле Научно-исследовательского института сельского хозяйства Северного Зауралья – филиала Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук (НИИСХ СЗ – филиала ТюмНЦ СО РАН) в период 5-й ротации (2008–2012) зернопарового севооборота чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – яровая пшеница – яровой ячмень.

Почва опытного участка темно-серая лесная тяжелосуглинистая. Содержание гумуса в слое 0–20 см по полям севооборота на период закладки 4,2–5,0%, рН солевой вытяжки 6,0–6,4, сумма поглощенных оснований 29,4 мг экв./100 г почвы, степень насыщенности основаниями 85%.

В опыте изучены следующие системы основной обработки почвы:

- отвальная – ежегодная под все культуры севооборота вспашка плугом ПН-4-35 на 20–22 см;
- безотвальная – ежегодная обработка плугом со стойками СибИМЭ на 20–22 см;
- комбинированная – чередование через год обработки плугом ПН-4-35 и стойками СибИМЭ на 20–22 см;
- дифференцированная – в двух первых полях проведена мелкая обработка КПЭ-3,8 на 12–14 см, в 4-м и 5-м полях дискование БДТ-2,5 на 10–12 см и одна глубокая вспашка на 20–22 см под пшеницу.
- плоскорезная – ежегодная обработка КПЭ-3,8 на 12–14 см;
- дискование – ежегодная обработка БДТ-2,5 на 10–12 см.

Весной на всех фонах основной обработки почвы проведена общепринятая предпосевная обработка и посев сеялкой СЗП-3,6. Удобрения внесены из расчета $N_{80}P_{80}K_{60}$ кг д.в./га. Все изучаемые варианты обработаны гербицидами общим фоном.

Наблюдения проведены в поле ячменя – культуре, наиболее удаленной от пара. При выборе поля учтено то, что черный пар и озимая рожь подавляют развитие сорняков, и увеличение засоренности посевов происходит с 3-й культуры севооборота с дальнейшим нарастанием к заключительному полю севооборота. Урожай формировался в большинстве лет исследований в условиях, близких к среднемноголетним значениям. Высевали яровой ячмень сорт Ача, норма высева 5,0 млн шт. всхожих семян/га. Обработку гербицидами проводили в фазу кущения смесью противодвудольных Секатор (0,2 л/га) и противозлаковых препаратов Пума Супер 7,5 (0,9 л/га). При учете засоренности использованы методики А.М. Туликова⁴ и государственного сортоиспытания⁵. Учет урожая и статистическая обработка – по методике Б.А. Доспехова⁶.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В среднем за годы наблюдений в фазу кущения в посевах ячменя – культуре, завершающей севооборот, было отмечено 19 видов сорных растений, из которых на долю яровых приходилось 12–40%, зимующих – 3,0–5,5 и многолетних – 1–4%. Преобладающими видами в среднем по всем вариантам обработки являлись: ежовник обыкновенный, куриное просо (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.), из многолетних – осот полевой (*Sonchus arvense* L.), осот розовый (*Cirsium arvense* L.).

В основном в посевах происходило накопление мелкосемянных сорняков, таких как куриное просо – 15–36 шт./м², в среднем 47% от общего количества сорняков. Увеличение количества данных сорняков по

⁴Туликов А.М. Методы учета и картирования сорно-полевой растительности. М.: Колос, 1974, 49 с.

⁵Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1989, Вып. 2. 194 с.

⁶Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Изд. 4-е. М.: Колос, 1979. 416 с.

ресурсосберегающим системам обработки по сравнению с отвальной системой составляло 60–140%. При этом наименее засоренным куриным просом из ресурсосберегающих систем обработки был вариант комбинированной системы обработки – 24 шт./м², наиболее засоренным – вариант обработки дискованием – 36,1 шт./м², тогда как по вспашке – 15 шт./м². Число многолетних сорняков составило 2,0–6,0 шт./м². При этом наибольшее количество их было по поверх-

ностной обработке дискованием – 6,0 шт./м², безотвальной системе обработки – 5,1 и плоскорезной – 4,7 шт./м².

В борьбе с многолетними сорняками не уступали варианту вспашки комбинированная и дифференцированная системы обработки, где их число составило 1,4–1,6 шт./м², тогда как по отвальной системе – 2,0 шт./м² (см. таблицу, рис. 1).

Общая засоренность посевов ячменя на изучаемых вариантах опыта в фазу кущения

Табл. 1. Видовой и количественный состав сорных растений в поле ячменя в зависимости от системы основной обработки почвы (2008–2012 гг.), шт./м²

Table 1. Species composition and number of weeds in the barley field depending on the basic soil tillage system (2008–2012), pieces/m²

Вид сорных растений	Система основной обработки почвы					
	отвальная	безотвальная	комбинированная	дискование	плоскорезная	дифференцированная
<i>Кущение</i>						
Ежовник обыкновенный	15	31	24	36,1	31	33,1
Осот полевой	1	1	0,7	3	1	0,4
Осот розовый	1	4,1	0,9	3	3,7	1
Одуванчик лекарственный		2,1		4,1	2	
Полынь обыкновенная		1,1		1	1	
Гречишка вьюнковая		0,9	0,5	2,1	1,8	1
Подмаренник цепкий	2	3	1	4	3,1	1
Щирица запрокинутая		5,2	3	5		10
Ярутка полевая	1		5	3	8	3
Дымянка лекарственная	3,2	2	2,6	2	1	3
Марь белая	5	5	3	1	2	3
Ромашка непахучая		1	4	6	2	6
Кохия венечная						
Аистник цикутный	1		4	2		4
Редька дикая		1		0,8	1,2	0,7
Пикульник обыкновенный		2		1	1	2
Звездчатка средняя	7		1			2
Василек синий			1			1
Пастушья сумка	1	3	2	1	3	1
Всего	37,2	62,4	52,7	75,1	61,8	72,2
HCP ₀₅ 12,2						
<i>Перед уборкой</i>						
Ежовник обыкновенный	4,33	6,33	7,33	10	9,86	8,33
Осот полевой	0,06	0,23	0,13	0,2	0,3	
Осот розовый		0,26		0,46	0,26	
Полынь обыкновенная		0,16		0,3	0,3	
Подмаренник цепкий		0,46		0,76	0,7	
Ярутка полевая	0,16	0,56	0,43	0,46	0,63	0,5
Дымянка лекарственная	0,23	0,23	0,26	0,46	0,5	0,16
Ромашка непахучая			0,13	0,1	0,1	0,06
Аистник цикутный	0,26		0,76	0,93	0,33	0,86
Мокрица	0,2	0,36	0,3	0,46	0,4	0,26
Пастушья сумка		0,06		0,2	0,06	
Всего	5,24	8,65	8,34	14,33	13,4	10,2
HCP ₀₅ 3,3						

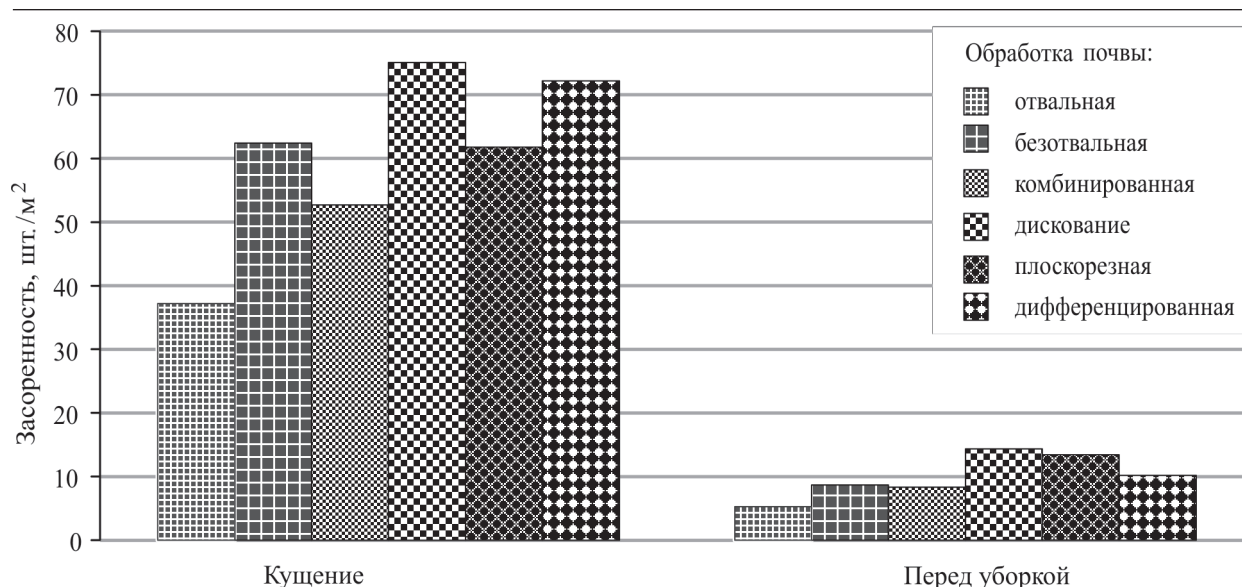


Рис. 1. Общая засоренность посевов ячменя в зависимости от основной обработки почвы (2008–2012 гг.)

Fig. 1. Overall weed infestation of barley depending on the basic soil tillage system (2008–2012)

ния была по шкале оценки А.Н. Туликова (см. сноску 4) на низком и среднем уровне степени засоренности – 37,2–75,1 шт./м². По всем ресурсосберегающим системам обработки она была примерно одинаковой (62–75 шт./м²) и отмечена выше, чем по отвальной системе обработки в 1,4–2,0 раза.

После обработки посевов гербицидами количество сорняков к уборке значительно снизилось (на 83,3%), что говорит о высокой эффективности применения гербицидов. Численность их перед уборкой составила 5,24–14,3 шт./м² по всем изучаемым вариантам обработки почвы.

Однако при данном низком уровне засорения общая засоренность по ресурсосберегающим системам обработки превышала вариант отвальной системы в 1,6–2,7 раза. При этом наибольшая засоренность была по вариантам дискования и плоскорезной обработки почвы, где количественная засоренность выше в сравнении с контролем в 2,6–2,7 раза.

Данные по общей засоренности посевов ячменя перед обработкой гербицидами по различным системам основной обработки свидетельствуют об увеличении количества сорняков по безотвальной и системам с мелкой обработкой почвы. При безотвальной и мелкой обработкам почвы, независимо от

расположения культуры в севообороте, в данном случае ячменя, применение гербицидов снижает общее количество сорняков до безопасного для развития культуры уровня.

Число многолетних сорняков перед уборкой ячменя по всем системам обработки составило 1,4–5,7% от их общего количества. Из ресурсосберегающих систем наименьшее количество многолетних сорняков отмечено по дифференцированной системе, где они полностью отсутствовали, и по комбинированной системе обработки, где их количество было 0,13 шт./м², что практически равно варианту вспашки.

Данные по учету массы сорняков согласовываются с их количественными показателями. Наибольшая масса сорняков отмечена по плоскорезной обработке и дискованию – 79–81 г/м², что было выше на 50,5–52,5 г/м², или 117–184%, относительно варианта вспашки (см. рис. 2).

Количественные изменения засоренности посевов ячменя по различным системам основной обработки в исследованиях происходили в рамках низкой и средней степени засорения. Поэтому изучаемые системы обработки почвы, в том числе ресурсосберегающие, при возделывании ячменя на данном фоне агротехники и защиты растений вполне приемлемы и не оказывают отрицательного

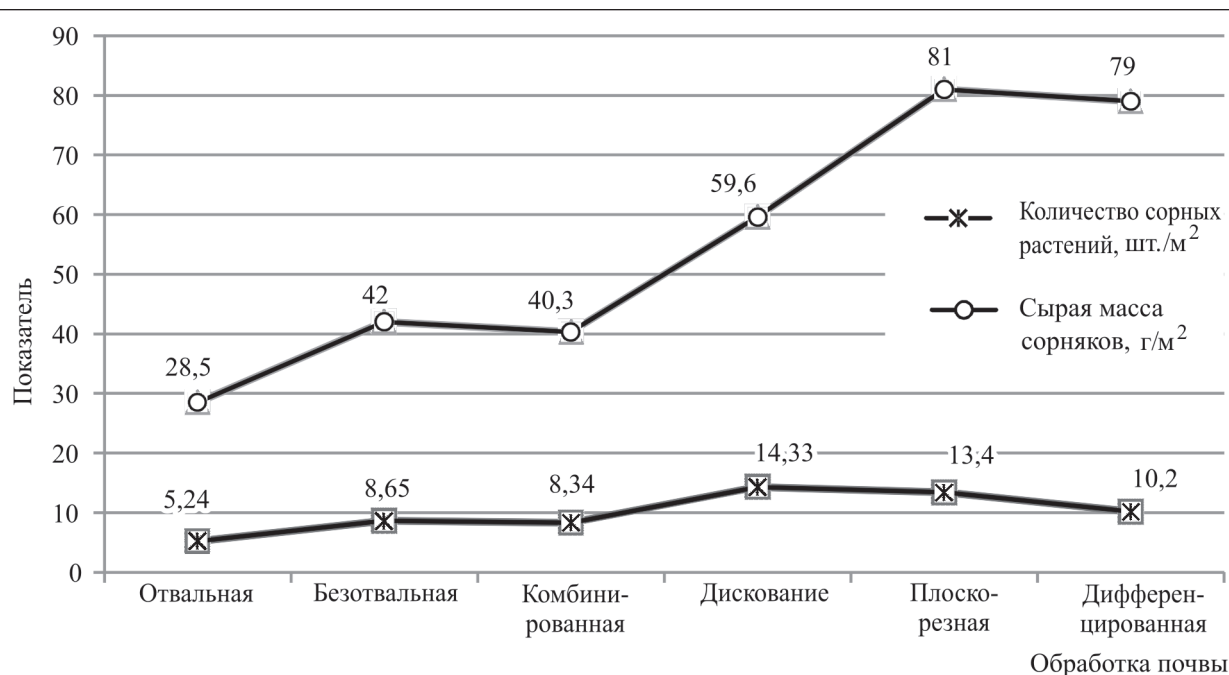


Рис. 2. Влияние различных систем обработки почвы на компоненты агрофитоценоза перед уборкой ячменя 2008–2012 гг.

Fig. 2. Influence of different soil tillage systems on the components of agrophytocenosis before harvesting barley (2008-2012)

воздействия с точки зрения борьбы с засоренностью, обеспечения благоприятных условий фитосанитарного состояния посевов, а также формирования урожайности.

В результате исследований в среднем за 2008–2012 гг. при метеоусловиях, близких к среднегодовым, на фоне с применением удобрений по вариантам опыта получена урожайность зерна ячменя 3,20–3,60 т/га. Некоторое снижение урожайности на 0,14–0,40 т зерна/га (на 3,9–11,1%) по ресурсосбе-

регающим системам обработки объясняется не увеличением засоренности, а снижением содержания в пахотном слое почвы 0–40 см нитратного азота, увеличением плотности почвы, снижением запасов влаги в метровом слое почвы, которое произошло вследствие минимизации основной обработки почвы [13]. Самое значительное снижение урожайности зерна (0,40 т/га) отмечено по обработке почвы с ежегодным дискованием БДТ-2,5 на глубину 10–12 см (см. рис. 3).

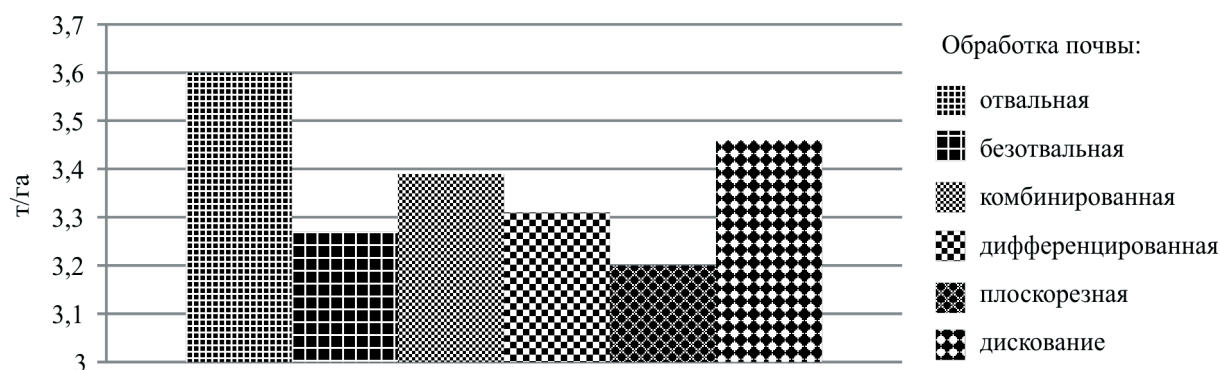


Рис. 3. Урожайность ячменя в зависимости от систем основной обработки почвы (среднее за 2008–2012 гг.)

Fig. 3. Yield of barley depending on the basic soil tillage systems (average for 2008-2012)

ВЫВОДЫ

1. Возделывание ячменя как завершающей культуры в зернопаровом севообороте чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – яровая пшеница – яровой ячмень при длительном использовании систем основной обработки почвы различной степени интенсивности на фоне применения смеси противодуодольных и противозлаковых препаратов обеспечивает в целом низкий и средний уровень общей засоренности посевов – весной 37–75 шт./м², осенью 5,2–14,3 шт./м².

2. Техническая эффективность применения смесей гербицидов составила в среднем 83,3%.

3. Самые чистые от сорняков посевы отмечены по отвальной системе обработки почвы. При низком уровне засоренности всех посевов она была выше по ресурсосберегающим системам обработки, чем по вспашке, весной в 1,4–2,0 раза, перед уборкой в 1,6–2,7 раза в основном за счет нарастания на 60–140% просовидных сорняков.

4. Применение ресурсосберегающих систем основной обработки при возделывании ярового ячменя – культуры, завершающей севооборот, на фоне комплексной химизации не оказывает отрицательного воздействия на борьбу с засоренностью и обеспечение условий для формирования урожайности ячменя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Радченко Л.А., Женченко К.Г. Влияние севооборотов на засоренность посевов // Защита и карантин растений. 2017. № 12. С. 30–32.
2. Борин А.А., Лошчинина А.Э. Обработка почвы и сорняки // Защита и карантин растений. 2016. № 7. С. 36–38.
3. Протасова Л.Д., Ларина Г.Е. Конкурентоспособность сорных растений в агроценозе // Агрохимия. 2009. № 6. С. 67–85.
4. Власенко Н.Г., Садохина Т.П. Приемы агротехники, способствующие оптимизации фитосанитарного состояния посевов ячменя // Земледелие. 2010. № 6. С. 30–31.
5. Захаренко А.Н. Теоретические основы управления сорным компонентом агрофитоценоза в системах земледелия: монография. М.: издательство ТСХА. 2000. 466 с.

6. Власенко А.Н., Филимонов Ю.П., Каличкин В.К., Иодко Л.Н., Усолкин В.Т. Экологизация обработки почвы в Западной Сибири. Новосибирск: РПО СО РАСХН, 2009. 268 с.
7. Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г., Гостев А.В. Возможность применения нулевых и поверхностных способов основной обработки почвы в различных регионах // Земледелие. 2014. № 5. С. 13–16.
8. Курдюкова О.Н. Система основной обработки почвы и засоренность посевов в севообороте // Известия ТСХА. 2016. Вып. 2. С. 76–81.
9. Каличкин В.К. Минимальная обработка почвы в Сибири: проблемы и перспективы // Земледелие. 2008. № 5. С. 24–26.
10. Храмов И.Ф. Ресурсосберегающие технологии производства зерна в Западной Сибири // Земледелие. 2009. № 4. С. 5–7.
11. Пыхтин И.Г., Гостев А.В., Нитченко Л.Б. Теоретические основы систематизации обработок почвы в агротехнологиях нового поколения // Земледелие. 2015. № 5. С. 13–15.
12. Кирюшин В.И. Проблема минимизации обработки почвы: перспективы развития и задачи исследований // Земледелие. 2013. № 7. С. 3–6.
13. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Урожайность зерновых и качество зерна пшеницы при различных системах основной обработки почвы // Земледелие. 2017. № 5. С. 36–38.

REFERENCES

1. Radchenko L.A., Zhenchenko K.G. Vliyaniye sevooborotov na zasorennost' posevov [The effect of crop rotations on the contamination of crops]. *Zashchita i karantin rasteniy* [Protection and quarantine of plants], 2017, no. 12, pp. 30–32. (In Russian).
2. Borin A.A., Loshchinina A.E. Obrabotka pochvy i sornyaki [Soil tillage and weeds]. *Zashchita i karantin rasteniy* [Board of Plant Protection and Quarantine], 2016, no. 7, pp. 36–38. (In Russian).
3. Protasova L.D., Larina G.Ye. Konkurentosposobnost' sornykh rasteniy v agrotsenoze [The competitiveness of weeds in the agroecocenosis]. *Agrokhimiya* [Agrochemistry], 2009, no 6, pp. 67–85. (In Russian).
4. Vlasenko N.G., Sadokhina T.P. Priyemy agrotekhniki, sposobstvuyushchiye optimizatsii fitosanitarnogo sostoyaniya posevov yachme-

- nya [Agricultural engineering techniques that promote the optimization of the phytosanitary condition of barley crops]. *Zemledeliye* [Zemledelie], 2010, no. 6, pp. 30–31. (In Russian).
5. Zakharenko A.N. *Teoreticheskiye osnovy upravleniya sornym komponentom agrofitotsenoz v sistemakh zemledeliya* [Theoretical bases of management of the weedy component of agrophytocenosis in farming systems]. Moscow, Publishing House of the Timiryazev Agricultural Academy, 2000, 466 p. (In Russian).
 6. Vlasenko A.N., Filimonov YU.P., Kalichkin V.K., Iodko L.N., Usolkin V.T. *Ekologizatsiya obrabotki pochvy v Zapadnoy Sibiri* [Ecologization of soil tillage in Western Siberia]. Novosibirsk, RPO SB RAAS, 2009, 268 p. (In Russian).
 7. Cherkasov G.N., Pykhtin I.G., Gostev A.V. *Vozmozhnost' primeneniya nulevykh i poverkhnostnykh sposobov osnovnoy obrabotki pochvy v razlichnykh regionakh* [The possibility of using zero and surface methods of basic soil tillage in different regions]. *Zemledeliye* [Zemledelie], 2014, no. 5, pp. 13–16. (In Russian).
 8. Kurdyukova O.N. *Sistema osnovnoy obrabotki pochvy i zasorennost' posevov v sevooborote* [The system of primary tillage and contamination of crops in crop rotation]. *Izvestiya TSKHA* [News of the TAA], 2016, vol. 2, pp. 76–81. (In Russian).
 9. Kalichkin V.K. *Minimal'naya obrabotka pochvy v Sibiri: problemy i perspektivy* [Minimal tillage in Siberia: problems and prospects]. *Zemledeliye* [Zemledelie], 2008, no. 5, pp. 24–26. (In Russian).
 10. Khramtsov I.F. *Resursosberegayushchiye tekhnologii proizvodstva zerna v Zapadnoy Sibiri* [Resource-saving technologies of grain production in Western Siberia]. *Zemledeliye* [Zemledelie], 2009, no. 4, pp. 5–7. (In Russian).
 11. Pykhtin I.G., Gostev A.V., Nitchenko L.B. *Teoreticheskiye osnovy sistematizatsii obrabotok pochvy v agrotekhnologiyakh novogo pokoleniya* [Theoretical bases of systematization of soil tillage in agrotechnologies of the new generation]. *Zemledeliye* [Zemledelie], 2015, no. 5, pp. 13–15. (In Russian).
 12. Kiryushin V.I. *Problema minimizatsii obrabotki pochvy: perspektivy razvitiya i zadachi issledovaniy* [The problem of minimizing soil tillage: development prospects and research objectives]. *Zemledeliye* [Zemledelie], 2013, no. 7, pp. 3–6. (In Russian).
 13. Perfil'yev N.V., V'yushina O.A. *Urozhaynost' zernovykh i kachestvo zerna pshenitsy pri razlichnykh sistemakh osnovnoy obrabotki pochvy* [Grain yield and wheat grain quality with different systems of basic tillage]. *Zemledeliye* [Zemledelie], 2017, no. 5, pp. 36–38. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Перфильев Н.В.**, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 625501, Тюменская область, Тюменский р-н, пос. Московский, ул. Бурлаки 2; e-mail: natalya_sharapov@bk.ru

Вьюшина О.А., научный сотрудник; e-mail: natalya_sharapov@bk.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Perfilyev N.V.**, Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher; **address:** 2, Burlaki street, Moskovsky, Tyumen district, Tyumen region, 625501, Russia; e-mail: natalya_sharapov@bk.ru

Vyushina O.A., Researcher; e-mail: natalya_sharapov@bk.ru

Финансовая поддержка

Работа выполнена по государственному заданию (Приоритетное направление X.10.2 Программа X.10.2.142 Проект X.10.2.142).

Дата поступления статьи 12.11.2018
Received by the editors 12.11.2018



DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-4

УДК: 633.11+633.14:631.531

ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ, РЖИ И ТРИТИКАЛЕ ПРИ РАЗНЫХ ВАРИАНТАХ ХРАНЕНИЯ

Стёпочкин П.И.

Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал Федерального исследовательского центра Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

Для цитирования: Стёпочкин П.И. Всхожесть семян пшеницы, ржи и тритикале при разных вариантах хранения // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 1. С. 27–34. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-4

For citation: Stepochkin P.I. Vskhozhest' semyan pshenitsy, rzh i tritikale pri raznykh variantakh khraneniya [Seed germination of wheat, rye and triticale at different storage variants]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 1, pp. 27–34. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-4

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Изучена всхожесть семян озимых и озиморызовых гексаплоидных тритикале, пшеницы и ржи после девятилетнего хранения в помещениях при температуре 18–24 °С. Опыт заложен осенью 2008 г. в четырех повторностях в вариантах хранения: в колосьях и обмолоченных семенах в бумажных и полиэтиленовых пакетах. Для опыта использованы семена свежего урожая, высушенные в течение 2 мес в снопах. Осенью 2017 г. семена пророщены при температуре 24 °С. Выявлены наиболее приемлемые варианты хранения семян (в полиэтиленовых пакетах и колосьях) и различия по всхожести семян культур и сортообразцов разного типа развития. Всхожесть семян всех трех культур была удовлетворительной при хранении в колосьях ($68 \pm 3\%$) и в полиэтиленовых пакетах ($70 \pm 3\%$). У семян, хранившихся в бумажных пакетах, отмечена пониженная всхожесть ($59 \pm 2\%$). При хранении в полиэтиленовых пакетах озимые сорта тритикале Сирс 57 и Цекад 90 показали повышенную всхожесть – $77 \pm 3\%$ и $74 \pm 2\%$ соответственно. Всхожесть

SEED GERMINATION OF WHEAT, RYE AND TRITICALE AT DIFFERENT STORAGE VARIANTS

Stepochkin P.I.

Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

Germinating ability of winter and winter-spring hexaploid triticale seeds, as well as wheat and rye seeds, after nine years of room storage at the temperature of 18–24 °C, was studied. The experiment was laid in autumn 2008 and included four repetitions of crop samples within each storage variant: in ears and threshed seeds, in paper and plastic bags. For the experiment, the seeds of the new harvest were dried for 2 months in sheaves. In autumn 2017, the seeds were germinated at the temperature of 24 °C. The most acceptable variants of seed storage (in plastic bags and in ears) as well as differences in seed germinating ability of crops and variety specimens of different development types were revealed. Seed germinating ability of all three crops was satisfactory when stored in ears ($68 \pm 3\%$) and in plastic bags ($70 \pm 3\%$). Reduced germinating ability ($59 \pm 2\%$) was noted after storage in paper bags. When stored in plastic bags, the seeds of winter varieties of triticale, Sears 57 and Cecad 90, showed increased germinating ability: $77 \pm 3\%$ and $74 \pm 2\%$, respectively. The seed germinating ability of all winter crops was higher than that of winter-

семян озимых форм всех культур выше, чем у озимо-яровых аналогов. У тритикале превышение составляло в среднем 9%, пшеницы – 4,5, озимой ржи – 12%. Из всех изученных культур и образцов наименьшая всхожесть семян ($45 \pm 3\%$) отмечена у самого позднеспелого – озимо-яровой формы тритикале Цекад 90/5, наивысшая ($84 \pm 4\%$) – у озимого сорта ржи Короткостебельная 69. У диплоидной ржи всхожесть семян в среднем на 11% выше, чем у тетраплоидной. Всхожесть семян у пшеницы и ржи в среднем по всем вариантам опыта была выше, чем у тритикале, значения – $72 \pm 3\%$, 68 ± 3 и $61 \pm 2\%$ соответственно.

Ключевые слова: семена, хранение, всхожесть, тритикале, пшеница, рожь

ВВЕДЕНИЕ

Жизнеспособности семян придают большое значение растениеводы, семеноводы, селекционеры и агрономы всего мира [1]. Известно, что главными факторами старения семян при долгом хранении являются воздействие свободных радикалов, приводящих к окислению жиров, инактивация энзимов и деградация белков, разрушение клеточных мембран и повреждение нуклеиновых кислот [2–5]. Некоторые авторы считают, что главными причинами старения семян при их хранении в условиях высокой температуры и повышенной влажности являются окисление жиров и потеря мембранных фосфолипидов [3, 5]. Однако в работах по рису [6], сое [7] и пшенице [8] показано незначительное окисление жиров и потеря мембранных фосфолипидов.

Влажность, температура и кислород являются критическими факторами при долгосрочном хранении семян. Низкое содержание влаги и низкие температуры рекомендованы для долгосрочного хранения семян в генных банках [9]. В Российских генных банках семена длительное время хранятся при низких температурах. В Кубанском филиале Всероссийского института растениеводства

spring analogues. Triticale excess averaged 9%, wheat – 4.5%, winter rye – 12%. Among all studied crops and samples, the most late-maturing genotype of winter-spring triticale Cecad 90/5 had the lowest seed germinating ability ($45 \pm 3\%$), while winter rye variety Korotkostebel'naya 69 had the highest one ($84 \pm 4\%$). The diploid rye had an average seed germination rate by 11% higher than the tetraploid one. Wheat and rye had higher seed germinating ability in all variants of the experiment than triticale genotypes, the germinating ability indices being $72 \pm 3\%$, $68 \pm 3\%$ and $61 \pm 2\%$, respectively.

Keywords: seeds, storage, germinating ability, triticale, wheat, rye

им. Н.И. Вавилова семена хранятся при температуре 4°C [10], в подземных хранилищах Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова в Якутске в условиях вечной мерзлоты семена находятся на глубине 11 м при постоянной температуре $-2,7^\circ\text{C}$ ¹.

Обезвоженные семена почти не теряли всхожесть при долгосрочном (свыше 40 лет) хранении [11, 12]. Но технически сложно выполнить условия такого хранения, соблюдая режим обезвоживания и лишённую кислорода атмосферу внутри емкости для семян. Криогенное хранение семян, например, в жидком азоте – перспективный метод консервации зародышевой плазмы, так как ее метаболическая активность при этом сводится к минимуму и жизнеспособность семян практически не снижается [13]. Однако эти все технологии дорогостоящие и недоступны для селекционных учреждений Российской Федерации.

В Сибирском научно-исследовательском институте растениеводства и селекции – филиале Федерального исследовательского центра Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук (Сибирском НИИ растениеводства и селекции – филиале ИЦиГ СО РАН) семе-

¹Сторожева Н.Н. Вечная мерзлота как криобанк генетических ресурсов сельскохозяйственных культур / Сборник материалов IV научно-практической конференции «Природно-ресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России». Пенза. 2006. С. 211–214.

на коллекционных форм зерновых культур хранятся в условиях комнатных помещений учреждения в течение 6–9 лет с сохранением жизнеспособности, достаточной для восстановления всхожести. Такой срок экспериментально установлен для семян пшеницы, ячменя, овса, риса и сои [14, 15].

Всхожесть семян пшеницы, ржи и тритикале озимого и озимо-ярового – альтернативного типа развития, при котором растения способны переходить к генеративной фазе развития как при осеннем, так и при весеннем севе, после длительного хранения в условиях комнатных помещений ранее не была изучена.

Цель работы – изучить всхожесть семян пшеницы, ржи и тритикале озимого и озимо-ярового после многолетнего хранения в помещениях при температуре 18–24 °С.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для изучения были взяты формы гексаплоидных тритикале двух типов развития: две озимые – Цекад 90 и Сирс 57, четыре озимо-яровые (оз/яр) альтернативного типа развития или двуручки – Цекад 90/5, Сирс 57/2/4, УК 30/33, ЛМК 462/292, озимо-яровые диплоидная (Короткостебельная оз/яр) и тетраплоидная (Тетра короткая оз/яр) формы ржи, их исходные сорта озимые – Короткостебельная 69 и Тетра короткая, две озимо-яровые формы пшеницы – Л 105/5 и Л 105/7 и их исходная озимая форма Лютеценс 105.

Опытные растения были убраны осенью 2008 г. в фазе полной спелости и подвешены вниз колосьями на 2 мес в помещении для приведения их семян к одинаковой влажности 9,0–9,5%. Обмолачивали семена вручную, чтобы избежать их механического повреждения при машинном обмолоте.

После этого семена каждой из изучаемых форм хранились в помещении при температуре 18–24 °С. Семена находились как в колосьях, так и в обмолоченном состоянии в заклеенных скотчем бумажных пакетах и в заклеенных термическим путем полиэтиленовых пакетах. В двух вариантах опыта по 250 обмолоченных семян рассыпали по

четырем пакетам. В варианте с колосьями в незаклеенные пакеты также в 4-кратной повторности закладывали по 5–7 колосьев в зависимости от озерненности. В 2017 г. 21 августа семена в количестве 100 шт. каждого образца из каждого варианта опыта проращивали в чашках Петри. На протяжении нескольких десятков лет работы с семенами селекционных и коллекционных форм тритикале, в отличие от других зерновых культур, в СибНИИРСе применяли оптимальный для сложившихся условий способ проращивания семян этой культуры. Перед замачиванием семена обрабатывали в течение 5 мин 0,3%-м раствором перекиси водорода для их обеззараживания, затем промывали трижды в проточной воде в течение 10 мин, высушивали и раскладывали на влажную фильтровальную бумагу в чашке Петри для проращивания при температуре 24 °С, закрыв чашку стеклянной крышкой. Определяли окончательную всхожесть спустя 10 дней.

Данные опыта статистически обрабатывали по алгоритмам, приведенным Б.А. Доспеховым [16], и в пакете прикладных программ Snedecor [17].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исходная всхожесть пшеницы, ржи и двух сортов озимых тритикале Цекад 90 и Сирс 57 была 94–97%. У тритикале УК 30/33, ЛМК 462/292, Цекад 90/5 и Сирс 57/2/4 оба показателя оказались несколько ниже: 88–93%.

Хранение семян всех культур в течение 9 лет уменьшило всхожесть семян. Наименьшей ($45 \pm 3\%$) она была у тритикале озимо-ярового типа развития Цекад 90/5 после хранения в бумажных пакетах, наибольшей (84 ± 4) – озимый сорт ржи Короткостебельная 69 после хранения в колосьях (см. таблицу).

Двухфакторным дисперсионным анализом выявлено существенное влияние факторов «сорт» ($F = 91,4$ при $F_{0,05} = 4,08$) и «способ хранения» ($F = 33,1$ при $F_{0,05} = 2,07$). Почти все изученные формы, кроме ржи озимо-яровой Тетра короткая, показали более низкую всхожесть семян (в среднем

Всхожесть семян тритикале, пшеницы и ржи после 9 лет (2008–2017) хранения в разных условиях
Germinating ability of triticale, wheat and rye seeds after 9 years (2008–2017) of storage under different conditions

Культура, образец	Всхожесть семян при различных вариантах хранения, %			
	Бумажные пакеты	Полиэтиленовые пакеты	Колосья	Средняя
Цекад 90 озимый	58 ± 3*	74 ± 2	60 ± 3	64 ± 4
Сирс 57 озимый	61 ± 2	77 ± 3	62 ± 5	67 ± 5
Цекад 90/5 оз/яр	45 ± 3*	59 ± 4	57 ± 3	53 ± 4
Сирс 57/2/4 оз/яр	52 ± 3	62 ± 4	64 ± 4	59 ± 4
УК 30/33 оз/яр	58 ± 6	63 ± 5	63 ± 4	61 ± 3
ЛМК 462/292 оз/яр	56 ± 6	67 ± 5	70 ± 4	61 ± 4
Короткостебельная 69 оз/яр	64 ± 4	65 ± 3	75 ± 3	68 ± 3
Тетра короткая оз/яр	57 ± 5	50 ± 3	61 ± 3	56 ± 3
Короткостебельная 69 озимая	72 ± 4	82 ± 8	84 ± 4	80 ± 4
Тетра короткая озимая	66 ± 4	75 ± 5	69 ± 5	70 ± 3
Лютесценс 105/5 оз/яр	60 ± 3*	77 ± 4	79 ± 2	72 ± 5
Лютесценс 105/7 оз/яр	53 ± 5*	80 ± 4	73 ± 4	69 ± 7
Лютесценс озимый	68 ± 3	76 ± 3	81 ± 4	75 ± 4
Среднее	59 ± 2*	70 ± 3*	68 ± 3	

* Достоверно при $p < 0.05$.

на 10%) после хранения в бумажных пакетах по сравнению с семенами, хранившимися в полиэтиленовых пакетах и в колосьях. Но существенная разница выявлена только у двух форм тритикале – озимой Цекад 90 и озимо-яровой Цекад 90/5 и у двух озимо-яровых форм пшеницы – Лютесценс 105/5 и Лютесценс 105/7. В среднем всхожесть семян после хранения в колосьях, бумажных и полиэтиленовых пакетах была по культурам: у тритикале 63 ± 3 , 55 ± 2 и $67 \pm 4\%$, пшеницы $77 \pm 0,6$; 60 ± 4 и $78 \pm 1\%$, ржи 72 ± 5 , 65 ± 4 и $68 \pm 7\%$ соответственно. У тритикале во всех вариантах опыта всхожесть семян в среднем (61%) ниже, чем у пшеницы (72%) и ржи (68%).

Варианты хранения в полиэтиленовых пакетах и в колосьях существенно между собой не различались. У всех трех культур в пределах каждого варианта опыта всхожесть семян у озимых форм была несколько выше, чем у их озимо-яровых аналогов, хотя достоверных различий не выявлено. У тритикале превышение было в среднем на 9%, у пшеницы – на 4,5%. У озимой ржи обоих уровней ploидности разница соста-

вила 12%. Возможно, это связано с тем, что озимые созревали почти на месяц раньше яровых и попали в более благоприятные внешние условия.

Нужно отметить, что оба озимых сорта тритикале Сирс 57 и Цекад 90 наивысшую всхожесть показали после хранения в полиэтиленовом пакете (77 ± 3 и $74 \pm 2\%$ соответственно). Эти сорта в целом обладали более высокими показателями по сравнению с другими формами тритикале (см. рис. 1). Озимо-яровые тритикале, особенно Цекад 90/5, созревали поздно, что сказалось на качестве и всхожести семян.

Диплоидная рожь обоих типов развития (Короткостебельная 69 и Короткостебельная 69 оз/яр) в среднем на 11% обладала более высокой всхожестью семян, чем тетраплоидная (см. рис. 2). Скорее всего, это связано с тем, что популяции тетраплоидной ржи содержат некоторую долю анеуплоидных растений, возникающих в результате мейотических нарушений [18]. Анеуплоиды с числом хромосом, значительно меньшим, чем 28, могут иметь пониженную жизнеспособность не только в растительной, но и в

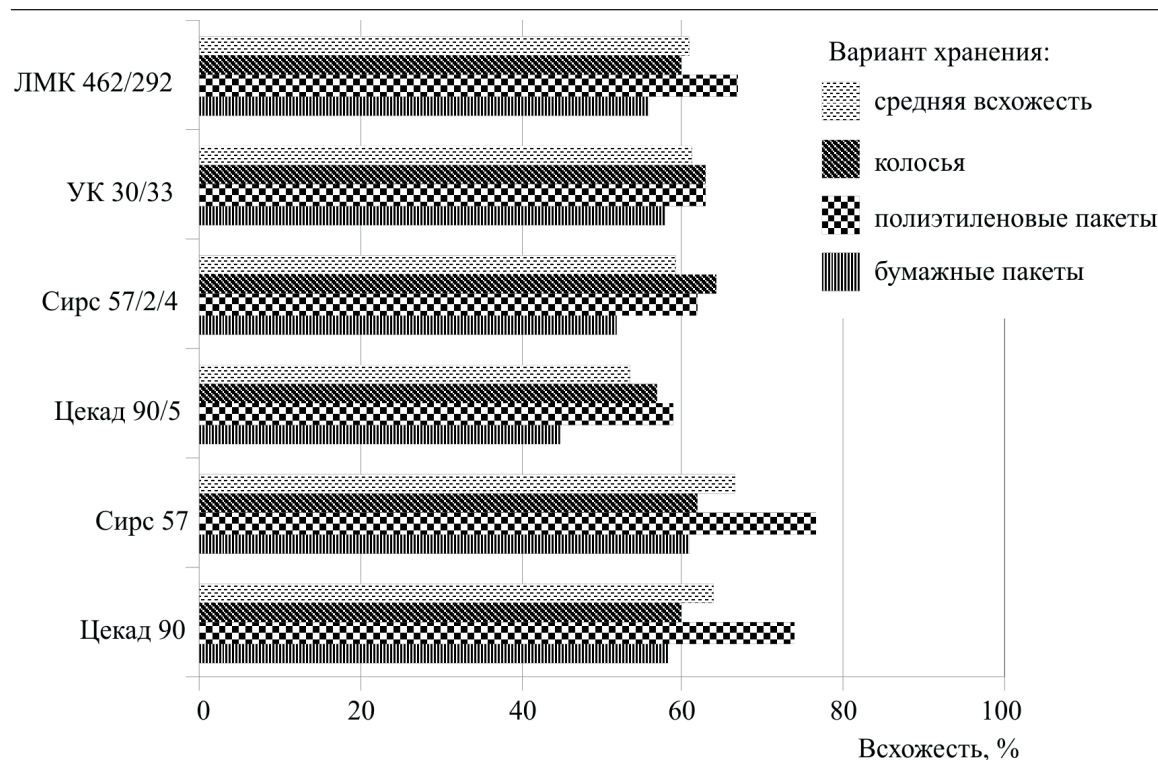


Рис. 1. Всхожесть семян тритикале после 9 лет хранения в разных вариантах опыта

Fig. 1. Germinating ability of triticale seeds after 9 years of storage in different experimental variants

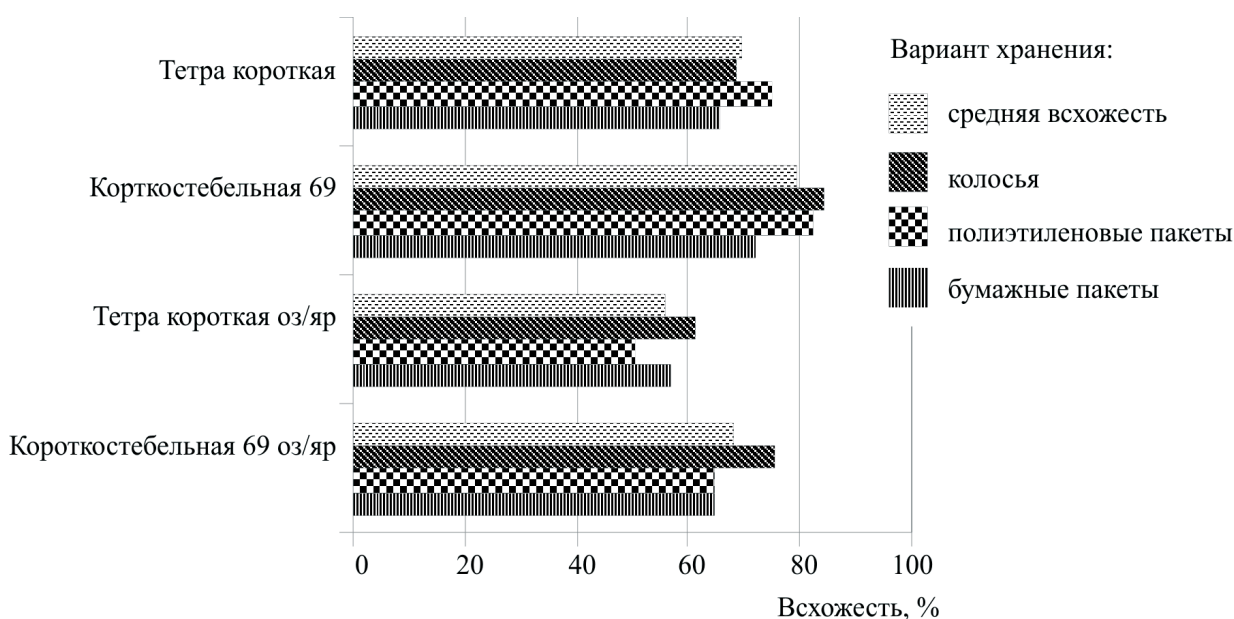


Рис. 2. Всхожесть семян ржи после 9 лет хранения в разных вариантах опыта

Fig. 2. Germinating ability of rye seeds after 9 years of storage in different experimental variants

семенной фазе развития.

У тритикале также часто встречаются цитогенетически нестабильные формы [19, 20]. Возможно, более низкая всхожесть семян у Цекад 90/5 во всех вариантах опыта связана с этим.

Озимая пшеница Лютесценс 105 в среднем по вариантам показала несколько более высокую всхожесть по сравнению с двумя озимо-яровыми аналогами (см. рис. 3). Пониженную всхожесть семян озимо-яровой формы Л 105/7 можно объяснить тем, что

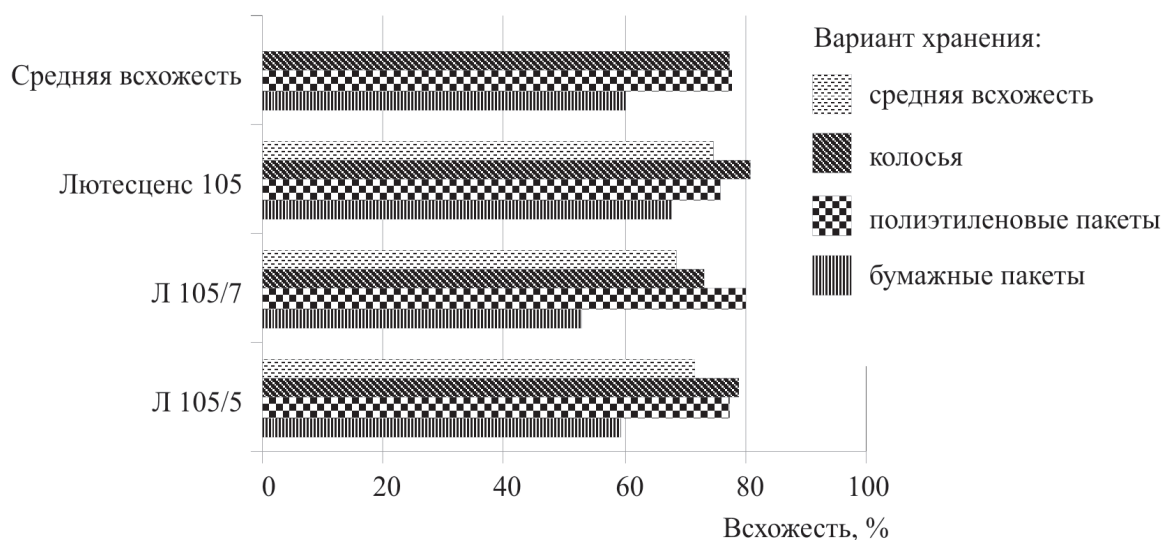


Рис. 3. Всхожесть семян пшеницы после 9 лет хранения в разных вариантах опыта

Fig. 3. Germinating ability of wheat seeds after 9 years of storage in different experimental variants

она почти на неделю позднее поспевает, чем другая озимо-яровая форма – Л 105/5.

Таким образом, опыт по 9-летнему хранению необмолоченных семян в колосьях, обмолоченных семян в бумажных и полиэтиленовых пакетах позволил выявить как более приемлемые варианты хранения семян, так и дифференцировать культуры и формы разного типа развития по их всхожести.

ВЫВОДЫ

1. Всхожесть семян трех культур тритикале, ржи и пшеницы была пониженной в среднем на 10% после 9 лет хранения в бумажных пакетах ($59 \pm 2\%$) по сравнению с семенами, хранившимися в полиэтиленовых пакетах ($70 \pm 3\%$) и в колосьях ($68 \pm 3\%$).

2. Во всех вариантах опыта семена озимых форм лучше сохранились, чем озимояровых. Наименьшая их всхожесть ($45 \pm 3\%$) отмечена у озимо-яровой формы тритикале Цекад 90/5, наивысшая ($84 \pm 4\%$) – у озимого сорта ржи Короткостебельная 69.

3. Озимые сорта тритикале Сирс 57 и Цекад 90 предпочтительней хранить в полиэтиленовых пакетах, так как при этом варианте хранения они показали повышенную всхожесть – 77 ± 3 и $74 \pm 2\%$ соответственно.

4. У диплоидной ржи обоих типов развития всхожесть семян в среднем на 11% выше, чем у тетраплоидной.

5. Всхожесть семян у пшеницы и ржи в среднем выше, чем у тритикале, и равна соответственно 72, 68 и 61%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Daya K. Panday. Liquid preservation of cucurbit seeds at ambient temperature // *Experimental Agriculture*. 2017. Vol. 53(4), P. 553–565. DOI: 10.1017/S0014479716000570.
2. Bewley J. D., Black M. Viability and longevity // *Physiology and Biochemistry of Seed in Relation to Germination. II. Viability, Dormancy and Environmental Control*. Berlin, Springer-Verlag. 1982. P. 1–59.
3. Wilson J.R.D.O., McDonald J.R.M.B. The liquid peroxidation model of seed ageing // *Seed Science and Technology*. 1986. Vol. 14. P. 269–300.
4. Smith M.T., Berjak P. Deteriorative changes associated with the loss of viability of stored desiccation-tolerant and desiccation-sensitive seeds // *Seed Development and Germination*. New York: Marcel Dekker, 1995. P. 701–746.
5. McDonald M.B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment // *Seed Science and Technology*. 1999. Vol. 27. P. 177–237.
6. Matsuda H., Hirayama O. Changes of lipid components and lipolytic acylhydrolase activities in rice grains during their storage // *Journal of Agricultural Chemistry Society of Japan*. 1973. Vol. 47. P. 279–384.
7. Priestley D.A., Leopold A.C. Lipid changes during natural ageing of soybean seeds // *Physiologia Plantarum*. 1983. Vol. 59. P. 467–470.

8. Petruzzelli L., Taranto G. Phospholipid changes in wheat embryos aged under different storage conditions // *Journal of Experimental Botany*. 1984. Vol. 35. P. 517–520.
9. IBPGR. International Board of Plant Genetic Resources. Cost-effective Long-term Seed Stores, Rome: IBPGR. ISTA (International Seed Testing Association). International rules for seed testing // *Seed Science and Technology*. 1985. Vol. 13. P. 356–513.
10. Филиппенко Г.И., Силаева О.И., Сторожева Н.Н. Использование вечной мерзлоты с целью сохранения генетических ресурсов растений // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. СПб.: ВИР. 2012. Т. 169. С. 240–245.
11. Gomez-Campo C.A. Guide to Efficient Long Term Seed Preservation // *Monographs ETSIA*, University Politecnica de Madrid. 2007. Vol. 170. P. 1–17.
12. Gomez-Campo C.A. Efficient Long Term Seed Preservation // *Monographs ETSIA*, Universidad Politecnica de Madrid. 2009. Vol. 171. P. 1–3.
13. Stanwood P.C. Cryopreservation of seed germplasm for genetic conservation // *Cryopreservation of Plant Cells and Organs*. (Kartha, K. K., ed.). CRC. Boca Raton. FL. 1985. pp. 199–226.
14. Захарченко И.В. Послеуборочная обработка семян в Нечерноземной зоне: монография. М.: Россельхозиздат. 1983. 263 с.
15. Силаева О.И. Хранение коллекции семян мировых растительных ресурсов в условиях низких положительных температур – оценка, состояние, перспективы // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. СПб.: ВИР. 2012. Т. 169. С. 230–239.
16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: монография. М.: Агропромиздат. 1985. 351 с.
17. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере: монография. Новосибирск: Сибирское отделение РАН. Институт почвоведения и агрохимии. 2007. 206 с.
18. Hossain M.G. Selection in tetraploid rye.3. Frequency and performance of aneuploids // *Euphytica*. 1978. Vol. 27. N 1. P. 137–143.
19. Стёпочкин П.И. Анализ мейоза различных форм 42-хромосомных тритикале методом дифференциальной окраски хромосом // *Известия Сибирского отделения Академии наук СССР*. 1975. Т. 15. Серия биологии. Вып. 3. С. 139–141.
20. Горбань Г.С., Шулындин А.Ф., Мельник В.М. Цитогенетический анализ Triticale. Сообщение 1. Сравнительное изучение мейоза у селекционно-улучшенных линий // *Генетика*. 1977. Т. 8. № 6. С. 957–967.

REFERENCES

1. Daya K. Panday. Liquid preservation of cucurbit seeds at ambient temperature. *Experimental Agriculture*, 2017, vol. 53(4), pp. 553–565. DOI: 10.1017/S0014479716000570.
2. Bewley J. D., Black M. Viability and longevity. *Physiology and Biochemistry of Seed in Relation to Germination. II. Viability, Dormancy and Environmental Control*. Berlin, Springer-Verlag, 1982, pp. 1–59.
3. Wilson J.R.D.O., McDonald J.R.M.B. The liquid peroxidation model of seed ageing. *Seed Science and Technology*, 1986, vol. 14, pp. 269–300.
4. Smith M.T. and Berjak P. Deteriorative changes associated with the loss of viability of stored desiccation-tolerant and desiccation-sensitive seeds. *Seed Development and Germination*. New York, Marcel Dekker, 1995, pp. 701–746.
5. McDonald M.B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. *Seed Science and Technology*, 1999, vol. 27, pp. 177–237.
6. Matsuda H., Hirayama O. Changes of lipid components and lipolytic acylhydrolase activities in rice grains during their storage. *Journal of Agricultural Chemistry Society of Japan*, 1973, vol. 47, pp. 279–384.
7. Priestley D.A., Leopold A.C. Lipid changes during natural ageing of soybean seeds. *Physiologia Plantarum*, 1983, vol. 59, pp. 467–470.
8. Petruzzelli L., Taranto G. Phospholipid changes in wheat embryos aged under different storage conditions. *Journal of Experimental Botany*, 1984, vol. 35, pp. 517–520.
9. IBPGR. International Board of Plant Genetic Resources. Cost-effective Long-term Seed Stores, Rome: IBPGR. ISTA (International Seed Testing Association). International rules for seed testing. *Seed Science and Technology*, 1985, vol. 13, pp. 356–513.
10. Phillipenko G.I., Silaeva O.I., Storozheva N.N. Ispol'zovanie vechnoi merzloty s tsel'yu sokhraneniya geneticheskikh resursov rastenii [Using the eternal permafrost with the aim to conserve the plant genetic resources]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii* [Pro-

- ceedings of applied botany, genetics and breeding]. Sankt-Petersburg, VIR, 2012, vol. 169, pp. 240–245. (In Russian).
11. Gomez-Campo C.A. Guide to Efficient Long Term Seed Preservation. *Monographs ETSIA*. University Politecnica de Madrid, 2007, vol. 170, pp. 1–17.
 12. Gomez-Campo C.A. Efficient Long Term Seed Preservation. *Monographs ETSIA*. Universidad Politecnica de Madrid, 2009, vol. 171, pp. 1–3.
 13. Stanwood P.C. Cryopreservation of seed germplasm for genetic conservation. *Cryopreservation of Plant Cells and Organs*. (Kantha, K.K., ed.), CRC, Boca Raton, FL, 1985, pp. 199–226.
 14. Zakharchenko I.V. *Posleuborochnaya obrabotka semyan v Nechernozemnoi zone* [Post-harvest treatment of seeds in the non-Chernozem zone]. Moscow, Rossel'khozizdat Publ., 1983, 263 p. (In Russian).
 15. Silaeva O.I. Khranenie kolleksii mirovykh rastitel'nykh resursov v usloviyakh nizkikh polozhitel'nykh temperatur - otsenka, sostoyaniye, perspektivy [Storage of the collection of seeds of world plant resources under the conditions of low positive temperatures - assessment, status, prospects]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii* [Proceedings of applied botany, genetics and breeding]. Saint-Petersburg, VIR, 2012, vol. 169, pp. 230–239. (In Russian).
 16. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Technique of field experiments]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985, 351 p. (In Russian).
 17. Sorokin O.D. *Prikladnaya statistika na komp'yutere* [Applied statistics on the computer]. Novosibirsk, Siberian branch of the Russian Academy of Sciences, Institute of Soil Science and Agrochemistry Publ., 2007, 206 p. (In Russian).
 18. Hossain M.G. Selection in tetraploid rye.3. Frequency and performance of aneuploids. *Euphytica*, 1978, vol. 27, no. 1, pp. 137–143.
 19. Stepochkin P.I. Analiz meioza razlicnykh form 42-khromosomnykh tritikale metodom differentsial'noi okraski khromosom [Analysis of meiosis of different forms of 42-chromosome triticale using differential staining of chromosomes]. *Izvestiya Sibirskogo Otdeleniya AN SSSR* [The News of the Siberian Branch of the Academy of Sciences of the USSR], 1975, vol. 15, *Seriya biologiya*, issue 3, pp. 139–141. (In Russian).
 20. Gorban G.S., Shulyndin A.F., Mel'nik V.M. Tsitogeneticheskii analiz Tritikale. Soobszhenie 1. Sravnitel'noe izuchenie meioza u selektsionno-uluchshennykh linii [Cytogenetic analysis of Triticale. Report 1. Comparative study of meiosis in selection-improved lines]. *Genetika* [Russian Journal of Genetics], 1977, vol. 8, no. 6, pp. 957–967. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

✉ **Стёпочкин П.И.**, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, пос. Краснообск, ул. С-100, зд. 21, а/я 375, e-mail: petstep@ngs.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Stepochkin P.I.**, Doctor of Science in Agriculture, Lead Researcher; **address:** PO Box 375, building 21, street C 100, Krasnoobsk, Novosibirsk region, 630501, Russia; e-mail: petstep@ngs.ru

Финансовая поддержка

Работа поддержана бюджетным проектом ИЦиГ СО РАН № 0324-2019-0039.

*Дата поступления статьи 12.11.2018
Received by the editors 12.11.2018*

ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ КОЛЛЕКЦИИ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ В ЛЕСОСТЕПИ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Петрук В.А., Боровикова Т.В., Маркова И.Е.

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

Для цитирования: Петрук В.А., Боровикова Т.В., Маркова И.Е. Хозяйственно-биологическая оценка сортов коллекции земляники садовой в лесостепи Новосибирской области // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 1. С. 35–43. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-5

For citation: Petruk V.A., Borovikova T.B., Markova I.E. Khozyaistvenno-biologicheskaya otsenka sortov kollektsii zemlyaniki sadovoi v lesostepi Novosibirskoi oblasti [Economic and biological evaluation of the garden strawberry (*Fragaria ananassa*) varieties in the forest-steppe of Novosibirsk region] *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 1, pp. 35–43. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-5

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Исследования хозяйственно-биологических показателей земляники садовой проведены с 2016 по 2018 г. в Новосибирской области. По фенологическим показателям 77 сортов коллекции земляники можно объединить в три группы: однократно плодоносящие раннеспелые, среднеспелые и ремонтантные. Установлены различия по сортам земляники в прохождении фенологических фаз. Разница в наступлении фазы цветения у рано- и среднецветущих сортов составляет 13–15 дней. Общая продолжительность цветения всех групп 12–20 дней. Срок созревания плодов у раннеспелых сортов – II декада июня, среднеспелых – III декада июня, нейтральнодневных – I декада июля. Продолжительность периода плодоношения у раннеспелых сортов 13 дней, у ремонтантных – 102–106 дней. Наиболее зимостойкими сортами за период 2016–2018 гг. оказались сорта Фестивальная, Фея, Руслан, Солнечная полянка, Первоклассница. У нерайонированных сортов Балерина, Незнакомка, а также ремонтантного сорта Остара степень подмерзания 0 баллов. За годы наблюдений поражения вредителями на опытном участке не отмечено, однако высокие температуры и влажность способствовали развитию белой пятнистости листьев и серой гнили ягод. Устойчивыми к белой пятнистости можно считать сорта ранней группы спелости Александрина, Фестивальная, Первоклассница. Сильное поражение белой пятнистостью отме-

ECONOMIC AND BIOLOGICAL EVALUATION OF THE GARDEN STRAWBERRY (*FRAGARIA ANANASSA*) VARIETIES IN THE FOREST- STEPPE OF NOVOSIBIRSK REGION

Petruk V.A., Borovikova T.B., Markova I.E.

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

Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

The study of economic and biological parameters of garden strawberries (*Fragaria ananassa*) was conducted in Novosibirsk region from 2016 to 2018. According to phenological signs 77 strawberry varieties can be combined into 3 groups: early-season and mid-season that bear fruit once per season, and ever-bearing varieties. Differences between strawberry varieties in phenological phases were established. The difference in the flowering phase in early and mid-season varieties is 13-15 days. The total flowering duration in all groups is 12-20 days. Early-season varieties produce fruit in the second ten-day period of June, mid-season varieties – in the third ten-day period of June, and day-neutral varieties – in the first ten-day period of July. The duration of the fruit-bearing period in early varieties is 13 days, and in ever-bearing varieties – 102-106 days. The most winter-hardy varieties in the period of 2016-2018 were Festivalnaya, Feya, Ruslan, Solnechnaya Polyanka and Pervoklassnitsa. Unrecognized varieties Balerina, Neznakomka, as well as the ever-bearing variety Ostara had a degree of subfreezing of 0 points. During the years of study, the berries were not affected by pests on the experimental plot. However, high temperatures and humidity contributed to the development of leaf spot and grey mold of strawberries. The early-season varieties Alexandrina, Festivalnaya and Pervoklassnitsa can be considered resistant to leaf spot. The varieties of Dutch selection Vima Rima, Kimberley, Vima Xima, Honeoye, as well

чено у сортов голландской селекции Вима Рина, Вима Кимберли, Вима Ксима, Хонейное, а также нерайонированных сортов Венера, Эстафета. Сильное поражение ягод серой гнилью отмечено у нерайонированного сорта Трюфель (37,8%), а также у районированных сортов Анастасия, Орлец, Фея. Оптимальным считается наличие 10–12 цветоносов для двухлетнего куста. В среднем за 3 года наблюдений число цветоносов для группы раннеспелых сортов составило 7–8 шт., для среднеспелых – 3–8, для ремонтантных – от 10 до 23. У сортов ранней и средней групп спелости число цветоносов было оптимальным. У сортов ремонтантной группы повышенное число цветоносов обусловило получение большого количества мелких плодов. По урожайности выделена группа перспективных сортов для промышленного и частного производства. Оценка изучаемой коллекции свидетельствует о том, что только часть из них может обеспечить высокую урожайность – более 15 т/га. Из ранней группы спелости – это Первоклассница, Александрина. Среднюю урожайность – 10–14 т/га – могут обеспечить сорта ранней группы Танюша, Троицкая, из сортов средней группы – Зенга Зенгана. Низкую урожайность – меньше 4 т/га – показал сорт среднего срока созревания Сара. Из всех испытываемых групп сортов земляники наиболее урожайными были раннеспелые. Высокую урожайность в среднем за 3 года наблюдений показал районированный сорт Первоклассница – 19,6 т/га.

Ключевые слова: земляника, хозяйственно ценные признаки, продуктивность

as unrecognized varieties Venera and Estafeta are strongly affected by leaf spot. A high degree of grey mold lesion was observed in the unrecognized variety Trufel (37.8%) and in recognized varieties Anastasia, Orlets and Feya. The optimum number of peduncles for a biennial bush is 10-12. Three years of study showed that on average the number of peduncles for a group of early varieties was 7-8, mid-season varieties – 3-8, and the ever-bearing varieties – 10-23. Consequently, in the varieties of the early and mid-season groups, the number of peduncles was optimum. A higher number of peduncles in the ever-bearing group resulted in a higher number of small fruit. A group of promising varieties for industrial and private production in terms of yield was identified. The evaluation of the studied collection indicated that only a part of those varieties can produce a high yield of more than 15 t/ha. These are Pervoklassnitsa and Alexandrina from the early-season group. The average yield of 10-14 t/ha can be achieved by Tanyusha and Troitskaya from the early-season group and Zenga Zengana from the mid-season group. Sarah, the variety from the mid-season group, showed a low yield – less than 4 t/ha. Early-season varieties were the most productive among all tested groups. Recognized variety Pervoklassnitsa showed a high yield of 19.6 t/ha on average during 3 years of study.

Keywords: strawberries, economically valuable characteristics, yield

В Новосибирской области проживают 2,8 млн человек. Потребность их в плодах и ягодах с учетом медицинской нормы составляет 316,4 тыс. т. Земляники и малины нужно иметь ежегодно по 10,6 тыс. т, смородины черной – 12,6 тыс., крыжовника – 4,8 тыс., смородины белой и красной – 0,5 тыс. т. Промышленным садоводством потребность населения в ягодах удовлетворяется лишь на 4%, в том числе малины на 4,5%, земляники на 5,7, смородины черной на 20,6% [1].

В Новосибирской области наибольшее число плодовых и ягодных предприятий сосредоточено в пригородной зоне, в Новосибирском районе общая площадь насаждений составляет 410 га, или 25% от общей площади [2].

Урожайность ягодных и плодовых культур в специализированных плодовых хозяйствах по Новосибирской области составила в среднем 33,6 ц/га. Основная причина такого положения – малое количество площадей под ягодниками, старение посадок, высокая трудоемкость, отсутствие в области длительное время научных разработок, способствующих совершенствованию сортамента, внедрению их в регионе. Обновление сортамента ягодных сортов происходит путем новых селекционных достижений, интродукции сортов отечественной и зарубежной селекции. Базовой основой и в том, и другом случае является коллекционный фонд, его изучение, сохранение и пополнение.

Для получения высоких стабильных урожаев земляники важно подбирать сорта с высоким адаптивным потенциалом, способным противостоять повреждающим факторам [3].

Ведущей ягодной культурой, имеющей широкое распространение во всех странах, вызывающей большой интерес среди профессионалов и любителей-садоводов, является земляника садовая. Это одна из наиболее выгодных садовых культур. Кроме своих многочисленных преимуществ, она имеет более высокий потенциал урожайности и быструю окупаемость затрат по закладке плантаций^{1,2} [4].

Продуктивность земляники садовой может достигать 112 т/га. Для устойчивого производства важно наличие соответствующего сортимента земляники, который формируется на основе интродукции и комплексного изучения перспективных сортов: продуктивности, устойчивости к болезням и вредителям, технологичности возделывания, качеству и товарности ягод [5].

Таким образом, для решения проблемы необходимо интродуцировать новые пластичные сорта; вести сортоизучение ягодных культур для выявления сортов с высокой адаптацией к биотическим и абиотическим стрессам, комплексной устойчивостью к болезням и вредителям, с высокими товарными, потребительскими и технологическими качествами; добиваться государственной поддержки развития садоводства.

Цель исследования – оценить коллекционный материал земляники садовой для использования в производстве, изучить продуктивные возможности инорайонных сортов земляники в условиях лесостепи Западной Сибири.

В задачи исследований входило следующее: определить сроки цветения растений и созревания плодов, особенности роста и плодоношения, провести учет степени подмерзания, оценить сорта по устойчивости к болезням и вредителям, определить урожайность сортов земляники.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В условиях лесостепи Новосибирской области дана хозяйственно-биологическая характеристика сортов земляники садовой. Проведены полевые опыты, а также экспериментальные исследования. Оценку сортов земляники садовой осуществляли по общепринятым методикам и рекомендациям^{3,4}.

Коллекция земляники формируется на экспериментальной базе (биополигон) Сибирского физико-технического института аграрных проблем СФНЦА РАН. Коллекция насчитывает 77 сортообразцов различного эколого-географического происхождения. Сорта отечественной и зарубежной селекции разного срока созревания (из них 13 сортов районировано в Новосибирской области). В качестве контроля взят районированный сорт Фестивальная.

Почва на участке проведения исследований – выщелоченный среднегумусный среднесуглинистый чернозем. Агротехнические приемы общепринятые.

Вегетационные периоды в годы проведения исследований (апрель – сентябрь) отличались по температуре воздуха и количеству выпавших осадков. Вегетационный период 2016 г. можно характеризовать как сухой (в июле количество осадков выше средней нормы) и жаркий. Среднемесячная температура всего вегетационного периода значительно превышала средние многолетние показатели.

¹Авдеева З.А. Оценка интродуцированных сортов земляники по степени адаптации и компонентам продуктивности в условиях Оренбуржья // Научное обеспечение адаптивного садоводства Уральского региона: материалы науч.-практ. конф., посвященной 75-летию со дня основания Свердловской селекционной станции садоводства (Екатеринбург, 4–6 августа 2010 г.). Екатеринбург, 2010. С. 139.

²Айджанова С.Д. Селекция земляники в юго-западной части Нечерноземной России: дис. ... д-ра с.-х. наук. Брянск, 2002. 409 с.

³Программа и методика изучения сортов коллекции плодовых, ягодных, субтропических, орехоплодных культур и винограда / сост.: В.Л. Витковский, Н.М. Павлова. Л.: ВИР, 1970. 164 с.

⁴Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова. Орел. Изд-во ВНИИСПК, 1999. 606 с.

В 2017 г. лето было относительно влажным. Количество осадков в июне – июле существенно превышало многолетние нормы. Вегетационный период теплый, среднемесячная температура с мая по август 17 °С, что превышало среднемноголетние показатели.

Вегетационный период 2018 г. отмечен как влажный и умеренно теплый. В мае – июне количество осадков выше среднемноголетней нормы. Температура воздуха почти не отличалась от среднемноголетних показателей. Весна 2018 г. была затяжной и холодной (последний заморозок 19 мая). Вегетационный период наблюдаемых растений начался на 2 недели позже по сравнению с наблюдениями прошлых лет. Среднемесячная температура весенних месяцев ниже нормы на 3 °С.

Условия зимних периодов 2016–2018 гг. отмечены как сравнительно благоприятные для растений земляники, несмотря на резкие перепады температуры в осенний период.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Нестабильность погодных условий, резкие перепады температуры отрицательно сказываются на состоянии и продуктив-

ности растений. Из всех возделываемых культур земляника наименее зимостойкая. Кратковременное понижение температуры в корнеобитаемом слое до –10 °С приводит к гибели корней [6, 7].

В целом за период проведения исследований погодные условия складывались благоприятно для роста и развития крупноплодной земляники.

Изучение фенологии земляники позволило объединить сорта в группы: рано цветущие и созревающие – 60 сортов; цветущие и созревающие в средние сроки – 13; ремонтантные – 4 (см. табл. 1).

Выявлены значительные различия по сортам земляники в прохождении фенологических фаз. В Новосибирской области вегетация садовой земляники начинается с III декады апреля при установлении среднесуточной температуры 5–8 °С. Начало цветения земляники приходится в среднем на III декаду мая.

Самое раннее (23 мая) цветение отмечено в 2017 г., наиболее позднее (18 июня) – в 2018 г. Наступление начала цветения у рано- и поздноцветущих сортов различалось на 13–15 дней, общая продолжительность цветения в среднем составила 12–20 дней. По

Табл. 1. Фазы цветения сортов земляники (2016–2018 гг.), сут

Table 1. Flowering phases of strawberry varieties (2016–2018), days

Сорт	Начало вегетации – начало цветения				Цветение			
	2016	2017	2018	Среднее	2016	2017	2018	Среднее
<i>Ранние</i>								
Фестивальная* (контроль)	46	48	62	52,0	18	20	17	18,3
Александрина*	53	52	67	57,3	10	18	10	12,7
Троицкая	46	46	67	53,0	10	25	12	15,7
Первоклассница*	46	44	64	51,3	18	26	15	19,7
Танюша	43	44	61	49,3	18	24	13	18,3
<i>Средние</i>								
Хонеойе	47	36	59	47,3	10	29	10	16,3
Сара	43	50	59	50,7	14	18	10	14
Зенга Зенгана	46	54	68	56	26	16	9	17
<i>Ремонтантные</i>								
Сельва	43	45	46	44,7	126	126	102	118
Вима Рина	43	36	53	44	126	128	101	118,3
Остара	42	34	56	44	127	129	107	121

*Районированный сорт.

данным Н.П. Стольниковой, при жаркой сухой погоде период цветения у земляники сокращается⁵.

У сортов земляники из коллекции фаза от начала вегетации до начала плодоношения варьировала в пределах 68–79 дней. Срок начала созревания плодов у ранних сортов – II декада июня, средних – III декада июня, поздних – I декада июля. Продолжительность периода плодоношения 13–23 дня, у ремонтантных сортов 102–106 дней (см. табл. 2).

Важным показателем адаптивного потенциала земляники является зимостойкость. В Новосибирской области растения земляники часто подмерзают во время весенних заморозков или осенью при отсутствии снежного покрова. По итогам оценки степени подмерзания земляники, к высокозимостойким отнесли районированные сорта Фестивальная, Фея, Руслан, Солнечная полянка, Первоклассница, нерайонированные сорта Балерина, Незнакомка, а также ремонтантный сорт Остара (степень подмерзания 0 баллов).

Зимостойкими в период 2016–2018 гг. оказались районированные сорта Александрина, Анна, Юния Смайде, Аленушка, Даренка, Орлец, нерайонированные – Зефир, Эстафета, Царица, Фестивальная ромашка, Медовая, Марышка, Боровицкая, Фейерверк, Сара, Танюша (степень подмерзания от 0,5 до 1,0 балла).

Высокие температуры и избыточное количество осадков способствовали накоплению возбудителя белой пятнистости гриба *Ramularia tulasnei* Sacc. Сорта и формы земляники не обладают иммунитетом к белой пятнистости, однако сильно различаются по устойчивости. Причем, сорта, устойчивые к одним штаммам гриба, могут поражаться другими штаммами. В связи с этим важно выявление сортов, устойчивых в данном регионе к различным грибным заболеваниям. Ослабленные стрессовыми факторами растения вследствие снижения активности защитных реакций наиболее подвержены поражению болезнями и вредителями [8].

Табл. 2. Фазы плодоношения сортов земляники (2016–2018 гг.)

Table 2. Fruit bearing phases of strawberry varieties (2016–2018), days

Сорт	Период от начала вегетации – до начала созревания ягод, сут				Продолжительность периода плодоношения, сут				Дружность созревания (число сборов)			
	2016	2017	2018	Среднее	2016	2017	2018	Среднее	2016	2017	2018	Среднее
<i>Ранние</i>												
Фестивальная* (контроль)	67	75	82	74,7	24	20	21	21,7	6	4	6	5,3
Танюша	69	75	83	75,7	24	20	22	22	5	4	4	4,3
Александрина*	70	75	82	75,7	20	17	21	19,3	6	4	7	5,7
Троицкая	70	75	82	75,7	14	20	27	20,3	5	4	5	4,7
Первоклассница*	67	75	82	74,7	24	23	21	22,7	6	4	4	4,7
<i>Средние</i>												
Хонеойе	64	75	84	74,3	20	10	12	14	5	2	2	3
Сара	67	75	84	75,3	14	20	7	13,7	4	4	2	3,3
Зенга Зенгана	73	75	84	77,3	22	18	12	17,3	4	3	4	3,7
<i>Ремонтантные</i>												
Сельва	62	65	84	70,3	107	106	98	106,6	10	6	4	6,7
Остара	57	65	84	68,7	113	106	99	106	10	6	7	7,7
Вима Рина	62	65	78	68,3	107	99	101	102,3	10	6	10	8,7

* Районированный сорт.

⁵Ищенко Л.А. и др. Роль абиотических и биотических стрессов в биологии плодовых и ягодных культур и их патогенов // Селекция, интродукция плодовых и ягодных культур: сб. научн. тр. Н. Новгород, 2003. С. 12–13.

Погодные условия вегетационного периода 2016 г. складывались неблагоприятно для земляники. Созревание ягод проходило при дождливой погоде и высокой дневной температуре, что способствовало развитию белой пятнистости листьев и серой гнили ягод. Относительно устойчивыми к белой пятнистости в годы наблюдений можно считать сорта со степенью поражения до 0,5 балла: районированные – Александрина, Фестивальная, Первоклассница, Анна, нерайонированные – Медовая, Коррадо, Троицкая, Незнакомка.

Сильное поражение белой пятнистостью (более 2 баллов) отмечено у сортов голландской селекции Вима Кимберли, Вима Кси-ма, Хонеойе, а также у нерайонированных сортов Венера, Эстафета. Сильнее всех поразились белой пятнистостью районированные сорта Даренка и Дуэт – 3,5 и 2,5 балла соответственно.

Максимальный процент поражения ягод серой гнилью отмечен у нерайонированного сорта Трюфель (37,8%). Сильное поражение ягод у районированных сортов Анастасия (10,0%), Орлец (10,4), Фея (10,4%).

За период наблюдений 2016–2018 гг. поражения вредителями на опытном участке не отмечено.

Число сформировавшихся цветоносов на одном растении – один из важных компонентов продуктивности. Оно должно быть оптимальным – на уровне 10–12 шт. для двухлетнего куста. При большом числе цветоносов резко уменьшается средняя масса ягод, при меньшем, как правило, падает продуктивность куста (см. табл. 3).

Самое большое число цветоносов на куст в среднем за 3 года образовалось у сортов Танюша, Зенга Зенгана (8–9) и у ремонтантного сорта Остара (23). Сорта, которые образовали меньшее число цветоносов, но большее количество ягод – Царица, Александрина, Анна, Троицкая, Первоклассница, Анастасия, Солнечная полянка, Коррадо, Корона, Викола, Полка, Танюша, Кокинская заря. Среднее число ягод на одном растении у этих сортов колебалось от 22 до 68. Среднее число ягод на одном цветоносе больше всего было у сортов Корона, Флорейс, Александрина – 8–10, что на 3–5 ягод больше, чем у контрольного сорта Фестивальная.

Табл. 3. Морфологические признаки сортов земляники (2016–2018 гг.)

Table 3. Morphological properties of strawberry varieties (2016–2018)

Сорт	Среднее число на одно растение								Среднее число ягод на одном цветоносе			
	цветоносов				ягод							
	2016	2017	2018	Сред-нее	2016	2017	2018	Сред-нее	2016	2017	2018	Сред-нее
<i>Ранние</i>												
Фестивальная* (контроль)	5	9,7	6,7	7,1	27,7	36	42	35,2	5,5	3,7	6,3	5,1
Первоклассница*	5,7	9,3	6,3	7,1	66,7	59,3	40,3	55,4	11,8	6,3	6,4	8,2
Александрина*	6,7	8,7	6	7,1	86,7	62,7	54,3	67,9	13,0	7,2	9,1	9,8
Танюша	12,3	5,7	7,7	8,6	99,3	25,3	58,3	61,0	8,0	4,5	7,6	6,7
Троицкая	6,0	6,7	7,3	6,7	54,7	31,3	53	46,3	9,1	4,7	7,3	7,0
<i>Средние</i>												
Хонеойе	2,7	4,7	3,0	3,5	16,3	20,7	6,7	14,6	6,1	4,4	2,2	4,2
Сара	4,3	4,0	1,0	3,1	46,3	14,3	5,3	22,0	10,7	3,6	5,3	6,5
Зенга Зенгана	9,7	2,7	12,7	8,4	46,3	19,3	74,3	46,6	4,8	7,2	5,9	6,0
<i>Ремонтантные</i>												
Сельва	16,7	6,3	9,5	10,8	75,0	29,3	24,0	42,8	4,5	4,6	2,5	3,9
Вима Рина	18,3	12,7	12,7	14,6	103,7	36,0	52,7	64,1	5,6	2,8	4,1	4,2
Остара	38,0	18,0	13,0	23,0	228,3	78,7	93,0	133,3	6,0	4,4	7,2	5,9

*Районированный сорт.

Меньше всех по числу цветоносов и ягод у сортов зарубежной селекции Флоренс, Дароля, Дарселект, Хонеойе – 3–5 шт. на один цветонос.

Самым важным интегральным признаком сорта является урожайность, которая зависит от уровня адаптации его к комплексу неблагоприятных факторов, а также продуктивности и количества растений на единицу площади. Продуктивность сорта земляники определяется его крупноплодностью и числом ягод на куст [7, 9, 10] (см. табл. 4).

По признаку урожайности выделена группа перспективных сортов для промышленного и частного производства. Оценка 77 сортов свидетельствует о том, что только часть из них способна при благоприятных условиях дать высокую урожайность (больше 15 т/га). К ним относятся сорта Первоклассница, Александрина, средняя урожайность которых за 3 года (2016–2018) была стабильно выше контрольного сорта Фестивальная. Средняя урожайность (больше 10,0 т/га) – у сортов Танюша, Троицкая, Зенга Зенгана,

Коррадо, Боровицкая, Фейерверк, Даренка, Анастасия, Фея, Фестивальная, Вима Кимберли; низкая (меньше 4,0 т/га) у сортов Сара, Дарселект, Сюзи, Холидей, Ненси.

Ремонтантные сорта превышали по урожайности сорта короткого дня за счет способности формировать большое количество цветоносов и плодоношения в длительный временной промежуток с I декады июня до наступления холодов [11, 12]. В настоящее время лучшие из отечественных сортов садовой земляники нейтрального дня не обладают нужным комплексом хозяйственно ценных признаков, когда уровень урожайности более 15 т/га [13].

Наиболее урожайными из изучаемых сортов были раннеспелые сорта Первоклассница – 19,6 т/га, Александрина – 18,03, Вима Рина – 15,34 т/га. Наименьшая урожайность отмечена у среднеспелых сортов Даренка, Хонеойе, Сара – 10,5; 4,26; 3,6 т/га соответственно.

ВЫВОДЫ

Изучаемые сорта садовой земляники отличались по зимостойкости, устойчивости к грибным болезням, урожайности.

1. Устойчивыми (со степенью поражения до 0,5 балла) к белой пятнистости в годы наблюдений можно считать сорта Александрина, Фестивальная, Первоклассница, Анна и нерайонированные – Медовая, Коррадо, Троицкая, Незнакомка.

2. Выделены высокостойкие сорта (степень подмерзания 0 баллов) – Фестивальная, Фея, Руслан, Солнечная полянка, Первоклассница, нерайонированные – Балерина, Незнакомка, а также ремонтантный сорт Остара.

3. Высокая урожайность в коллекции – от 10,51 до 19,6 т/га – отмечена у 16 сортов, среди которых пять нерайонированных – Троицкая, Царица, Коррадо, Танюша, Фейерверк. По продуктивности их можно рекомендовать для выращивания в товарных насаждениях и для дальнейшего производственного испытания в Новосибирской области.

Табл. 4. Урожайность сортов земляники садовой крупноплодной (2016–2018 гг.)

Table 4. Yield of large-fruited garden strawberry varieties (2016–2018)

Сорт	Урожайность с 1 п.м., кг				Уро- жай- ность, т/га
	2016	2017	2018	Сред- няя за 3 года	
Ранние					
Фестивальная* (контроль)	0,58	0,57	1,10	0,75	10,65
Первоклассница*	1,54	1,55	1,06	1,38	19,60
Александрина*	0,90	1,25	1,65	1,27	18,03
Танюша	1,40	0,37	1,22	1,00	14,20
Троицкая	1,01	0,61	1,42	1,01	14,34
Средние					
Хонеойе	0,40	0,33	0,16	0,30	4,26
Сара	0,58	0,14	0,10	0,26	3,69
Зенга Зенгана	0,84	0,27	1,13	0,75	10,65
Ремонтантные					
Сельва	1,05	0,54	0,73	0,77	10,93
Вима Рина	1,49	0,84	0,90	1,08	15,34
Остара	1,65	0,80	0,70	1,05	14,91

*Районированный сорт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бelykh A.M., Nakonechnaya O.A., Kuz'mina A.A. Оценка состояния и резервы повышения эффективности производства продукции садоводства Новосибирской области: монография. Новосибирск: Издательство НГАУ, 2009. 120 с.
2. Бelykh A.M. Сорта плодовых, ягодных и овощных культур для Западной Сибири: монография. Новосибирск: Издательство НГАУ, 2006. 415 с.
3. Трунов И.А., Брюхина С.А. Экологическая устойчивость сортов земляники и возможность ее повышение // Садоводство и виноградарство. 2007. № 6. С. 11–12.
4. Стольников Н.П. Культура земляники в Западной Сибири: монография. Барнаул: ИП Колмогоров И.А., 2014. 182 с.
5. Козлова И.И. Товарные качества ягод перспективных сортов земляники // Технологии пищевой промышленности АПК-продукты здорового питания. 2016. № 3. С. 19–25.
6. Айтжанова С.Д. Лучшие сорта земляники для Центрального региона России // Сады России. 2010. № 3. С. 52–53.
7. Копыл Г.А. Сорта земляники с комплексом ценных признаков для селекции // Садоводство и виноградарство. 2002. № 2. С. 21–22.
8. Путий В.К. Зимостойкие и урожайные сорта плодовых и ягодных культур интенсивного типа для Северного Казахстана // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. 1991. № 4. С. 58–63.
9. Кичина В.В. Генетика и селекция ягодных культур: монография. М.: Колос, 1984. 278 с.
10. Авдеева З.А. Продуктивность сортов земляники садовой в условиях Оренбуржья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 3. С. 11–14.
11. Klassen P. California Growers Succeed with Strawberries // American Grower. 1986. Vol. 106. № 5. P. 6–9.
12. Gröbe M. Beerenobst im Garten. Berlin. 1964. 72 p.
13. Гореликова О.А. Оценка продуктивности перспективных сортов садовой земляники нейтрального дня для товарного производства интенсивного типа на юге России // Плодоводство и виноградарство юга России. 2016. № 38. С. 1–9.

REFERENCES

1. Belykh A.M., Nakonechnaya O.A., Kuz'mina A.A. *Otsenka sostoyaniya i rezervy povysheniya effektivnosti proizvodstva produktsii sadovodstva Novosibirskoi oblasti* [Assessment of the condition and reserves of efficiency improvement of horticulture production in Novosibirsk region]. Novosibirsk: Izdatel'stvo NGAU Publ., 2009, 120 p. (In Russian).
2. Belykh A.M. *Sorta plodovykh, yagodnykh i ovoshchnykh kul'tur dlya Zapadnoi Sibiri* [Varieties of fruit and berry crops and vegetables for Western Siberia]. Novosibirsk: Izdatel'stvo NGAU Publ., 2006, 415 p. (In Russian).
3. Trunov I.A., Bryukhina S.A. *Ekologicheskaya ustoichivost' sortov zemlyaniki i vozmozhnost' ee povyshenie* [Ecological sustainability of strawberry varieties and possibilities of its improvement]. *Sadovodstvo i vinogradarstvo* [Horticulture and viticulture], 2007, no. 6, pp. 11–12. (In Russian).
4. Stol'nikova N.P. *Kul'tura zemlyaniki v Zapadnoi Sibiri* [Strawberry varieties in Western Siberia]. Barnaul: IP Kolmogorov I.A. Publ., 2014, 182 p. (In Russian).
5. Kozlova I.I. *Tovarnye kachestva yagod perspektivnykh sortov zemlyaniki* [Marketing qualities of promising strawberry varieties] *Tekhnologii pishchevoi promyshlennosti APK-produkty zdorovogo pitaniya* [AIC Technologies of food industry – healthy diet products], 2016, no. 3, pp. 19–25. (In Russian).
6. Aitzhanova S.D. *Luchshie sorta zemlyaniki dlya Tsentral'nogo regiona Rossii* [The best strawberry varieties for the Central region of Russia]. *Sady Rossii* [The gardens of Russia], 2010, no. 3, pp. 52–53. (In Russian).
7. Kopyl G.A. *Sorta zemlyaniki s kompleksom tsennykh priznakov dlya seleksii* [Strawberry varieties with a set of valuable qualities for breeding]. *Sadovodstvo i vinogradarstvo* [Horticulture and viticulture], 2002, no. 2, pp. 21–22. (In Russian).
8. Putii V.K. *Zimostoikie i urozhainye sorta plodovykh i yagodnykh kul'tur intensivnogo tipa dlya Severnogo Kazakhstana* [Winter hardy and productive varieties of fruit and berry crops of the intensive type for Northern Kazakhstan]. *Vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki Kazakhstana* [Science news of Kazakhstan], 1991, no. 4, pp. 58–63. (In Russian).

9. Kichina V.V. *Genetika i selektsiya yagodnykh kul'tur* [Genetics and breeding of berry crops]. M.: Kolos Publ., 1984. 278 p. (In Russian).
10. Avdeeva Z.A. Produktivnost' sortov zemlyaniki sadovoi v usloviyakh Orenburzh'ya [Yielding qualities of garden strawberries in the conditions of Orenburg]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [News of Orenburg Agrarian State University], 2014, no. 3, pp. 11–14. (In Russian).
11. Klassen P. California Glowers Succeed with Strawberries. *American Grower*, 1986, vol. 106, no. 5, pp. 6–9.
12. Gröbe M. *Beerenobst im Garten*. Berlin. 1964. 72 p.
13. Gorelikova O.A. Otsenka produktivnosti perspektivnykh sortov sadovoi zemlyaniki neutral'nogo dnya dlya tovarnogo proizvodstva intensivnogo tipa na yuge Rossii [Quality evaluation of promising day-neutral garden strawberry varieties for commercial intensive production in the South of Russia]. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii* [Fruit production and viticulture of the South of Russia], 2016, no. 38, pp. 1–9. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

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

Боровикова Т.В., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Маркова И.Е., младший научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Petruk V.A.**, Candidate of Science in Agriculture, Laboratory Head; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: lagenaria@mail.ru

Borovikova T.B., Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher,

Markova I.E., Junior Researcher

*Дата поступления статьи 03.12.2018
Received by the editors 03.12.2018*

НОВЫЙ СОРТ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА ТОМИЧ 2

Мичкина Г.А., Попова Г.А., Рогальская Н.Б., Князева Н.В., Трофимова В.М.

Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа – филиал Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук
Томск, Россия

Для цитирования: Мичкина Г.А., Попова Г.А., Рогальская Н.Б., Князева Н.В., Трофимова В.М. Новый сорт льна-долгунца Томич 2 // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 1. С. 44–50. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-6

For citation: Michkina G.A., Popova G.A., Rogalskaya N.B., Knyazeva N.V., Trofimova V.M. Novyi sort l'na-dolguntsa Tomich 2 [The new variety of fiber flax Tomich 2]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 1, pp. 44–50. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-6

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлены результаты конкурсного испытания гибридов льна-долгунца для создания нового скороспелого, продуктивного сорта с высоким качеством волокна, устойчивостью к полеганию и болезням, адаптированного к условиям Сибири. Исследования проводили на серых лесных среднеподзоленных среднесуглинистых почвах в подтаежной зоне Томской области. Предшественники зерновые культуры. Природно-климатические условия соответствовали потребностям возделывания ранне- и среднеспелых сортов льна-долгунца. В конкурсном сортоиспытании в 2012–2014 гг. выделены перспективные гибриды Г 4105₂₆ и Г 4144₂₁, чью родословную составляют сорта томской (Томский 9, Томский 10, Томский 16), российской (Бирюза, Лазурный), белорусской (Оршанский 72) селекции и образец дикого льна из Дании. Оценку и отбор гибридного материала осуществляли методом «педигри» (родословных), основанным на многократном индивидуальном отборе и проверке отобранных растений по потомству в гибридных поколениях. Конкурсные исследования проводили в сравнении со стандартом – районированным сортом Томский 16. Изучаемые гибриды Г 4105₂₆ и Г 4144₂₁ по продолжительности вегетационного периода относятся к раннеспелой группе, период развития от посева до уборки 63–86 дней. Выделенные гибриды обладают повышенным качеством волокна (показатель мыкости 461–473),

THE NEW VARIETY OF FIBER FLAX TOMICH 2

Michkina G.A., Popova G.A., Rogalskaya N.B., Knyazeva N.V., Trofimova V.M.

Siberian Research Institute of Agriculture and Peat – Branch of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Toms, Russia

The paper presents the results of competitive testing of fiber flax hybrids in order to create an early ripening and productive variety with high quality fiber, resistant to lodging and diseases, and adapted to the conditions of Siberia. The studies were carried out on grey forest medium podzolic, medium-textured, medium-loamy soils of the sub-taiga zone in the Tomsk region. The predecessors were cereals. Climatic conditions were suitable for the cultivation of early- and mid-ripening varieties of fiber flax. In the competitive variety testing in 2012–2014, the promising hybrids H 4105₂₆ and H 4144₂₁ were bred, whose pedigree comprised a combination of a number of Tomsk selection varieties (Tomsky 9, Tomsky 10, Tomsky 16), two Russian varieties (Biryuz, Lazurny), a Belarussian one (Orshansky 72) and a specimen of wild flax from Denmark. The assessment and selection of hybrid material was carried out using the pedigree method, based on the multiple individual selection and testing of chosen plants by progeny in hybrid generations. Competitive testing was carried out in comparison with the standard recognized variety Tomsky 16. Regarding the duration of the growing season, the studied hybrids H 4105₂₆ and H 4144₂₁ belong to the early maturing group, and the period of development from seeding to harvesting amounts to 63–86 days. The selected hybrids have a higher quality of fiber (the ratio between the stem length and diameter is 461–473), and are characterized by high productivity of

характеризуются высокой урожайностью соломки (3,18–3,25 т/га) и семян (0,85–0,91 т/га). По результатам конкурсного испытания гибрид Г 4105₂₆, выделившийся по повышенному содержанию волокна (35,8 %), урожайности соломки и семян в разные по агрометеорологическим условиям годы, признан перспективным и передан на Государственное сортоиспытание в качестве нового сорта льна-долгунца Томич 2 по Северо-Западному, Центральному, Волго-Вятскому и Западно-Сибирскому регионам с 2017 г.

Ключевые слова: лен-долгунец Томич 2, селекция, урожайность

ВВЕДЕНИЕ

Начало селекционной деятельности по льну-долгунцу в Сибири положено в 1937 г. с организации Томской зональной льняной опытной станции Всесоюзного института льна. С 2005 г. Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа (СибНИИСХиТ) является приемником селекционной работы по льну-долгунцу.

В настоящее время посевы льна-долгунца в России сосредоточены в Нечерноземной зоне Европейской части страны и в Западно-Сибирском регионе. Данные регионы характеризуются низким почвенным плодородием и неустойчивой погодой во время роста и развития растений. На современном этапе развития агропромышленного комплекса селекция льна-долгунца ориентирована на повышение устойчивости сортов к биотическим и абиотическим факторам внешней среды при высоком уровне продуктивности и качестве сырья. Биологический потенциал современных томских сортов составляет 0,8–1,4 т семян/га, 1,7–2,5 т волокна/га при его содержании в стебле на уровне 28–30% и более. Освоение новых сортов в производстве позволяет увеличить урожайность на 15–20%, а использование их преимуществ, таких как качество льноволокна, устойчивость к полеганию и болезням, не требует дополнительных затрат при возделывании.

straw (3.18–3.25 t/ha) and seeds (0.85–0.91 t/ha). According to the results of the competitive testing, hybrid H 4105₂₆, stood out by the increased fiber content (35.8%), straw and seed yields during the years with different agrometeorological condition. Thus, it was acknowledged as a promising variety and was passed to the State variety testing as a new variety of fiber flax Tomich 2 for North-West, Central, Volga-Vyatsky and Western-Siberian regions of Russia from 2017.

Keywords: fiber flax Tomich 2, breeding, productivity

Основное направление в селекционной работе по льну – создание раннеспелых высокопродуктивных сортов, дающих высокие урожаи в изменчивых условиях произрастания [1]. Современные подходы в переработке льняного волокна требуют продолжения работы по созданию нового сибирского генотипа льна с увеличением совмещенной продукции (семян и волокна) [2]. Включение в селекцию внутривидового разнообразия льна целесообразно и перспективно [3–5], позволяет выводить сорта¹, сочетающие в себе повышенное содержание волокна с высокой семенной продуктивностью и пригодные к новым технологиям переработки [6]. При выведении мультилинейных сортов комбинируют большое число линий (12–16) с различными генами устойчивости в одну популяцию растений, которая используется как сорт [5]. Новые сорта, наряду с высоким генетическим потенциалом продуктивности, должны обладать устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды, иммунитетом и др. [7, 8]. В экстремальных климатических условиях они должны быть способны формировать достаточно высокий и стабильный урожай за счет функционирования компенсаторных механизмов [9, 10].

Цель исследований – создание нового скороспелого, продуктивного сорта льна-долгунца, отличающегося качественным во-

¹Брач Н.Б., Кутузова С.Н., Пороховинова Е.А. Коллекция ВИР как источник генетического разнообразия для селекционного улучшения сортов // Материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70 летию ВНИИЛ льна. Торжок, 2000. С. 26–27.

локном и высокой степенью адаптивности к внешним факторам среды, устойчивостью к полеганию и болезням, пригодного для возделывания в Сибири.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Полевые исследования проводили на опытном поле Богашевского подразделения СибНИИСХиТ, находящегося в подтаежной зоне Томской области². Температурный режим вегетационного периода определяется континентальностью климата. Средняя продолжительность безморозного периода 115 дней. Сумма среднесуточных температур выше 10 °C равна 1700°; количество осадков за вегетационный период 200–220 мм, гидротермический коэффициент Т.К. Селянинова (ГТК) 1,1–1,5. Природно-климатические условия отвечают потребностям льна-долгунца при возделывании ранне- и среднеспелых сортов.

Исследования проведены в 2012–2014 гг., в конкурсном сортоиспытании находились два перспективных гибрида – Г 4105₂₆ и Г 4144₂₁. По результатам конкурсного сортоиспытания гибрид Г 4105₂₆ передан на Государственное сортоиспытание в качестве нового сорта льна-долгунца Томич 2 по Северо-Западному, Центральному, Волго-Вятскому и Западно-Сибирскому регионам с 2017 г.

Почвы опытного участка – серые лесные среднеподзоленные среднесуглинистые, реакция почвенного раствора слабокислая, содержание гумуса в пахотном горизонте достигает 5%³. Обеспеченность почвы подвижным фосфором и обменным калием достаточная для культуры льна-дол-

гунца. Предшественники – зерновые культуры.

Основным методом селекции льна-долгунца является гибридизация в сочетании с планомерным целенаправленным индивидуальным отбором и проводится по общепринятым методикам^{4,5}. Работу по отбору гибридного материала проводили методом «педигри» (родословных), основанным на многократном индивидуальном отборе и постоянной проверке отобранных растений по потомству в расщепляющихся гибридных поколениях. Оценку и отбор осуществляли в системе питомников по пятилетней схеме (см. сноску 4). При оценке гибридного материала стандартом принят районированный сорт Томский 16.

В конкурсном сортоиспытании находилось два перспективных гибрида Г 4105₂₆ и Г 4144₂₁, полученных в результате различных многоступенчатых схем скрещивания в сочетании с длительным индивидуальным отбором. Отбор элитных растений проведен из одной гибридной комбинации пятого и шестого поколений в 2000 и 2001 гг. соответственно⁶. Родословная гибридной комбинации представлена на рисунке. Основу данной комбинации составляют сорта томской (Томский 9, Томский 10, Томский 16), российской (Бирюза, Лазурный), белорусской (Оршанский 72) селекции, а также образец дикого льна из Дании.

Происхождение и родословная линия Г 1116₅ приведена в работе А.П. Крепкова⁷.

Косвенным показателем качества волокна является расчетная величина мыклость, определяемая отношением технической длины стебля к его толщине (диаметру)⁸.

²Агроклиматические ресурсы Томской области. Справочник. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 148 с.

³Соловьева Т.П., Попова Г.А., Калиниченко В.А. Серые лесные почвы сопряженных ландшафтов / Вопросы географии Сибири Русское географическое общество Томский отдел, Томский государственный университет. Томск, 2003. Вып. 25. С. 163–165.

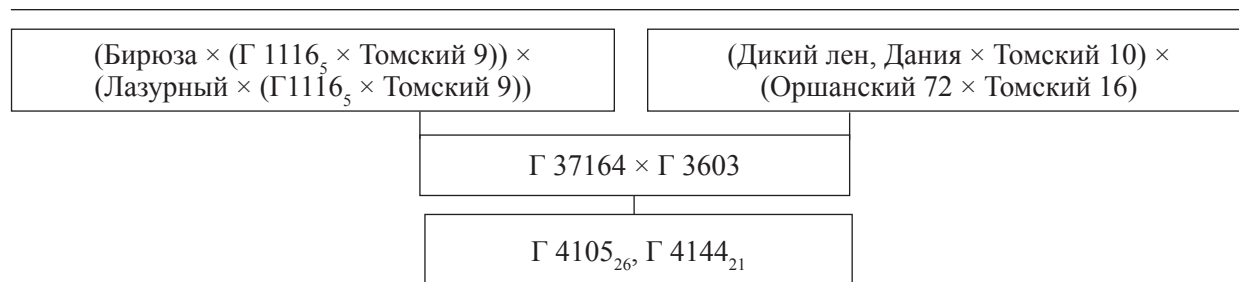
⁴Методические указания по селекции льна-долгунца / ВНИИЛ, М., 1987 40 с.

⁵Методические указания по фитопатологической оценке устойчивости льна-долгунца к болезням. М., 2000. 52 с.

⁶Мичкина Г.А., Роговская Н.Б., Попова Г.А., Трофимова В.М. Перспективные гибриды льна-долгунца // Генофонд и селекция растений в 2 т. Т.1: Полевые культуры: доклады и сообщения I Международной науч.-практ. конф. (пос. Краснообск, 9–13 апреля 2013 г.) / Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отд.-ние Сиб. науч.-исслед. ин-т растениеводства и селекции. Новосибирск, 2013. С. 324–330.

⁷Крепков А.П. Проблема исходного материала в селекции льна-долгунца // 60 лет научных работ по льну-долгунцу на ТГСХОС. Сб. науч. тр. (г. Томск, науч.-практ. конф. 27–28 марта 1997 г.). Томск, 1997. С. 13–20.

⁸Соловьев А.А. Льноводство. М.: Агропромиздат, 1989. 320 с.



Родословная гибридов льна-долгунца Г 4105₂₆, Г 4144₂₁
 Pedigree of the fiber flax hybrids H 4105₂₆ and H 4144₂₁

Полученные экспериментальные данные обработаны в пакете Snedecor программно-го обеспечения «ODS Software».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Величина показателей урожайности и качество продукции при любом уровне агротехники находятся в зависимости от погодных условий. На развитие льна-долгунца наиболее сильное влияние оказывают температурный и водный режимы. Испытания в различные по агроклиматическим условиям годы позволили провести оценку и браковку гибридов в конкурсном сортоиспытании. Ресурсы тепла и влаги были достаточны для возделывания льна-долгунца.

По метеорологическим условиям вегетационные периоды 2012–2014 гг. существенно различались. Вегетационный период 2012 г. характеризовался как умеренно засушливый (ГТК = 0,93)⁹. Высокая температура воздуха и низкая влажность почвы во время фазы быстрого роста и цветения оказали отрицательное влияние на высоту льняного стебля, формирование качества и количества волокна. Продолжительность вегетационного периода сократилась на 10 дней.

По оценке влагообеспеченности вегетационного периода 2013 г. ГТК составил 1,72, 2014 г. – 1,73, эти годы характеризовались избыточным увлажнением и недостатком тепла. В сложившихся погодных условиях 2014 г. первая половина вегетационного периода проходила в условиях пониженных температур воздуха и избыточного увлажнения, тогда как вторая половина прошла в условиях высокой температуры и времен-

ми недостатка влаги. Оптимальные условия увлажнения для льна-долгунца составляют 1,3–1,6¹⁰, среднемноголетние значения в Томской области – ГТК = 1,46 (см. сноску 2). Контрастные по агроклиматическим условиям годы позволяют выводить сорта с высоким адаптационным потенциалом, пригодным к возделыванию в различных природно-климатических зонах.

Определяющим фактором при возделывании льна-долгунца в Сибири является безморозный период [2, 11]. Для подтайги в минимуме он составляет 86 дней, в максимуме – 148, в среднем 114 дней. При создании новых сортов льна-долгунца необходимо ориентироваться как минимум на 86 дней для гарантированного и устойчивого ведения отрасли.

По продолжительности вегетационного периода изучаемые гибриды Г 4105₂₆ и Г 4144₂₁ находились на уровне стандарта Томский 16 и относились к раннеспелой группе, период развития от посева до уборки варьировал от 63 до 86 дней.

Морфометрические показатели, такие как общая высота и техническая длина стебля льна-долгунца, находятся в зависимости от прохождения фаз роста и развития льна. Они определяют формирование количества и качества волокна. Высота растений у льна-долгунца – признак наследственно устойчивый, он в значительной степени влияет на урожай соломки и волокна. Недостаточно благоприятные погодные условия во время испытания гибридов не позволили получить максимальные показатели продуктивности, что отобразилось на их морфологических параметрах. По результатам оценки луноч-

⁹URL: <http://www.pogodaiklimat.ru> / Погода и Климат.

¹⁰Справочник льноводов. М.: Россельхозиздат, 1969. 216 с.

ного посева изучаемые гибриды Г 4105₂₆ и Г 4144₂₁ находились на уровне стандарта Томский 16 по общей высоте и технической длине стебля (см. табл. 1).

По числу продуктивных коробочек на одно растение (4,7–4,8 шт.) гибриды Г 4105₂₆ и Г 4144₂₁ находились на уровне стандарта Томский 16.

Определяющим, наследственно устойчивым признаком волокнистой продуктивности является процентное содержание волокна в стеблях льна. По результатам испытания за 3 года у гибрида Г 4105₂₆ содержание волокна достигало 35,8% и достоверно превышало стандарт Томский 16 на 3,1% (см. табл. 1). По процентному содержанию волокна гибрид Г 4144₂₁ достоверно превышал стандарт Томский 16 на 0,9%.

Показатель качественной оценки волокна – мыскость у изучаемых гибридов Г 4105₂₆ и Г 4144₂₁ составлял 461–473, достоверно превышая стандарт на 28–30 ед. (см. табл. 1).

Урожайность соломки у перспективных гибридов Г 4105₂₆ и Г 4144₂₁ за годы изучения в среднем составила 3,18–3,25 т/га, что достоверно превышало стандарт Томский 16 на 0,25–0,32 т/га (см. табл. 2).

Табл. 1. Характеристика перспективных гибридов по основным хозяйственно полезным признакам (луночный посев 2012–2014 гг.)

Table 1. Characteristics of the promising hybrids by their main economically useful parameters (hole planting 2012–2014)

Гибрид	Высота общая, см	Техни- ческая длина, см	Число коробочек на расте- нии, шт.	Содер- жание волокна, %	Мыс- кость
Томский 16 (стандарт)	60	51	4,7	32,7	433
Г 4105 ₂₆	60	52	4,8	35,8*	461*
Г 4144 ₂₁	61	52	4,7	33,6*	473*
НСР ₀₅	4,2	2,1	0,91	0,44	9,05

* Показаны статистически значимые различия при $p < 0,05$ в сравнении со стандартом Томский 16.

Урожайность семян гибридов Г 4105₂₆ и Г 4144₂₁ за изучаемый период составила 0,85–0,91 т/га, что также превосходит стандарт Томский 16 на 0,17–0,23 т/га (см. табл. 2).

На провокационном фоне по устойчивости к бактериозу (возбудитель *Clostridium macerans* Schardinger) гибридный материал испытывали с третьего года селекции (см. сноску 5). Испытуемые гибриды, включая стандарт Томский 16, относятся к группе высокоустойчивых к бактериозу. Особенно выделились гибриды Г 4105₂₆ и Г 4144₂₁, степень развития болезни у них не превышала 10%^{11,12}.

По результатам изучения гибридов Г 4105₂₆ и Г 4144₂₁ в разные по агроклиматическим условиям годы, гибрид Г 4105₂₆, выделившийся по повышенному содержанию волокна (35,8 %), урожайности соломки и семян передан на Государственное сортоиспытание. С 2017 г. гибрид Г 4105₂₆ проходит испытание в качестве нового сорта льна-долгунца «Томич 2» по Северо-Западному, Центральному, Волго-Вятскому и Западно-Сибирскому регионам.

Табл. 2. Результаты конкурсного сортоиспытания перспективных гибридов по показателям продуктивности 2012–2014 гг.

Table 2. Results of the competitive variety testing of the promising hybrids by the productivity indices 2012–2014

Гибрид	Урожайность, т/га			
	Соломка	Прибав- ка	Семена	Прибав- ка
Томский 16 (стандарт)	2,93	-	0,68	-
Г 4105 ₂₆	3,25*	0,31	0,91*	0,23
Г 4144 ₂₁	3,18*	0,24	0,85*	0,17
НСР ₀₅	0,24		0,04	

* Показаны статистически значимые различия при $p < 0,05$ в сравнении со стандартом Томский 16.

¹¹Рогальская Н.Б., Мичкина Г.А., Попова Г.А. Эффективность отбора устойчивых к бактериозу гибридов льна-долгунца // Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы: науч. пособие. Тверь: Твер. гос. ун-т., 2018. С 104–105.

¹²Мичкина Г.А., Рогальская Н.Б., Попова Г.А., Князева Н.В., Трофимова В.М. Результаты томской селекции льна-долгунца на устойчивость к бактериозу / Льноводство: современное состояние и перспективы развития: материалы межрегиональной научно-практической конференции с международным участием, посвященная 80-летию томской школы селекции льна-долгунца ФАНО, СибНИИСХиТ – филиал СФНЦА РАН. Томск: ООО «Графика» 2017. С. 52–57.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В конкурсном сортоиспытании 2012–2014 гг. выделены перспективные гибриды Г 4105₂₆ и Г 4144₂₁, чью родословную составляют сорта томской (Томский 9, Томский 10, Томский 16), российской (Бирюза, Лазурный), белорусской (Оршанский 72) селекции, а также образец дикого льна из Дании.

По продолжительности вегетационного периода изучаемые гибриды Г 4105₂₆ и Г 4144₂₁ соответствовали стандарту Томский 16 и отнесены к раннеспелой группе (период развития от посева до уборки варьировал от 63 до 86 дней).

Гибрид Г 4105₂₆ отличается повышенным содержанием волокна в стеблях (35,8%), достоверное превышение над стандартом Томский 16 на 3,1%.

Гибриды Г 4105₂₆ и Г 4144₂₁ обладают повышенным качеством волокна, показатель мыклости 461–473, достоверное превышение стандарта Томский 16 на 28–30 ед.

Гибриды Г 4105₂₆ и Г 4144₂₁ характеризуются достаточно высокой урожайностью по соломке 3,18–3,25 т/га, достоверное превышение стандарта Томский 16 на 0,25–0,32 т/га.

По урожайности семян 0,85–0,91 т/га гибриды Г 4105₂₆ и Г 4144₂₁ превосходят стандарт Томский 16 на 0,17–0,23 т/га.

По результатам конкурсного испытания гибрид Г 4105₂₆ признан перспективным и передан на Государственное сортоиспытание в качестве нового сорта льна-долгунца Томич 2 по Северо-Западному, Центральному, Волго-Вятскому и Западно-Сибирскому регионам с 2017 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мичкина Г.А., Рогальская Н.Б., Попова Г.А., Трофимова В.М. Перспективные гибриды льна-долгунца конкурсного сортоиспытания // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 6. С. 29–30.
2. Крепков А.П. Селекция льна-долгунца в Сибири: монография. Томск: Издательство Томского университета, 2000. 186 с.
3. Рысева Т.А., Никандрова М.Л. Результаты изучения некоторых образцов льна-долгун-

ца из коллекции ВИР // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1999. Т. 156. С. 63–66.

4. Кутузова С.Н. Генетика льна // Генетика культурных растений: лен, картофель, морковь, зеленые культуры, гладиолус, яблоня, люцерна. СПб.: ВИР, 1998. С. 6–52
5. Кутузова С.Н. Генетические основы селекции льна на устойчивость к ржавчине: монография. СПб.: ВИР, 2014. 172 с.
6. Попова Г.А., Мичкина Г.А., Рогальская Н.Б., Трофимова В.М. Белорусские и бельгийские сорта льна-долгунца в условиях Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2014. № 3 (238). С. 32–37.
7. Попова Г.А., Мичкина Г.А., Рогальская Н.Б., Трофимова В.М. Поиск генотипов льна-долгунца с ценными признаками из коллекции ВИР // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 5. С. 3–5.
8. Попова Г.А., Мичкина Г.А., Рогальская Н.Б., Трофимова В.М., Брач Н.Б. Использование мировых генетических ресурсов коллекции ВИР в создании сортов томской селекции // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2015. Т. 176. № 1. С. 76–87. DOI: 10.30901/0202-3628-2015-1-76-87
9. Гончаров П.Л., Гончаров Н.П. Методические основы селекции растений: монография. Новосибирск, Издательство Новосибирского университета, 1993. 312 с.
10. Гончаров Н.П., Гончаров П.Л. Методические основы селекции растений: монография. 2-е изд. испр. и доп. Новосибирск, Академическое издательство Гео, 2009. 427 с.
11. Кумаков В.А. Принципы разработки оптимальных моделей (однотипных) сортов растений // Сельскохозяйственная биология. 1980. Т. 15, № 2. С. 190–197.

REFERENCES

1. Michkina G.A., Rogal'skaya N.B., Popova G.A., Trofimova V.M. Perspektivnye gibridy l'na-dolguntsa konkursnogo sortoispytaniya [Competitive testing of promising hybrids of fiber flax]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2011, no. 6, pp. 29–30. (In Russian).
2. Krepkov A.P. *Seleksiya l'na-dolguntsa v Sibiri* [Selection of fiber flax in Siberia]. Tomsk, Izdatel'stvo Tomskogo universiteta Publ., 2000, 186 p. (In Russian).

3. Ryseva T.A., Nikandrova M.L. Rezul'taty izucheniya nekotorykh obraztsov l'na-dolguntsa iz kollektzii VIR [The results of the study of some samples of fiber flax from the collection of N.I. Vavilov Research Institute of Plant Industry]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii* [Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding], 1999, vol. 156, pp. 63–66. (In Russian).
4. Kutuzova S.N. Genetika l'na [Genetics of flax]. *Genetika kul'turnykh rastenii: len, kartofel', morkov', zelenye kul'tury, gladiolus, yablonya, lyutserna* [Genetics of cultivated plants: flax, potatoes, carrots, green crops, gladiolus, apple trees, alfalfa]. St. Petersburg, Izdatel'stvo VIR [VIR press], 1998, pp. 6–52. (In Russian).
5. Kutuzova S.N. *Geneticheskie osnovy selektsii l'na na ustoichivost' k rzhavchine* [Genetic basis of flax selection for resistance to rust]. St. Petersburg, Izdatel'stvo VIR, 2014, 172 p. (In Russian).
6. Popova G.A., Michkina G.A., Rogal'skaya N.B., Trofimova V.M. Belorusskie i bel'giiskie sorta l'na-dolguntsa v usloviyakh Zapadnoi Sibiri [Belarussian and Belgian varieties of fiber flax in Western Siberia]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], vol. 238, no. 3, pp. 32–37. (In Russian).
7. Popova G.A., Michkina G.A., Rogal'skaya N.B., Trofimova V.M. Poisk genotipov l'na-dolguntsa s tsennymi priznakami iz kollektzii VIR [Search for genotypes of flax with valuable characteristics from the collection of N.I. Vavilov Research Institute of Plant Industry]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2012, no. 5, pp. 3–5. (In Russian).
8. Popova G.A., Michkina G.A., Rogal'skaya N.B., Trofimova V.M., Brach N.B. Ispol'zovanie mirovykh geneticheskikh resursov kollektzii VIR v sozdanii sortov tomskoi selektsii [The use of worldwide flax genetic resources from N.I. Vavilov Research Institute of Plant Industry collection in the development of cultivars in Tomsk]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii* [Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding], 2015, vol. 176, no. 1, pp. 76–87. (In Russian). DOI: 10.30901/0202-3628-2015-1-76-87
9. Goncharov P.L., Goncharov N.P. *Metodicheskie osnovy selektsii rastenii* [Methodical bases of plant breeding]. Novosibirsk, Izdatel'stvo Novosibirskogo universiteta Publ., 1993, 312 p. (In Russian).
10. Goncharov N.P., Goncharov P.L. *Metodicheskie osnovy selektsii rastenii* [Methodical bases of plant breeding]. Novosibirsk. *Akademicheskoe izdatel'stvo Geo* [Geo Publ.] 2009, 427 p. (In Russian).
11. Kumakov V.A. Printsipy razrabotki optimal'nykh modelei (odnotipnykh) sortov rastenii [The principles for development of optimal models (the same type) of plant varieties]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural Biology], 1980, vol. 15, no. 2, pp. 190–197. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Мичкина Г.А.**, старший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 634050, Томск, ул. Гагарина, 3; e-mail: popovag@sibmail.com

Попова Г.А., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник; e-mail: popovag@sibmail.com

Рогальская Н.Б., старший научный сотрудник; e-mail: popovag@sibmail.com

Князева Н.В., младший научный сотрудник; e-mail: knjaziha@sibmail.com

Трофимова В.М., старший научный сотрудник; e-mail: popovag@sibmail.com

AUTHOR INFORMATION

✉ **Michkina G.A.**, Senior Researcher; **address:** 3, Gagarina Str., Tomsk, 634050, Russia; e-mail: popovag@sibmail.com

Popova G.A., Senior Researcher; e-mail: popovag@sibmail.com

Rogalskaya N.B., Senior Researcher; e-mail: popovag@sibmail.com

Knyazeva N.V., Junior Researcher; e-mail: knjaziha@sibmail.com

Trofimova V.M., Senior Researcher; e-mail: popovag@sibmail.com

Дата поступления статьи 19.11.2018

Received by the editors 19.11.2018



DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-7

УДК: 633.13:631.52

ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ ОВСА С ЗЕРНОБОБОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ

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

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

Для цитирования: Андреева О.Т., Пилипенко Н.Г., Сидорова Л.П., Харченко Н.Ю. Продуктивность и питательная ценность смешанных посевов овса с зернобобовыми культурами // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 1. С. 51–58. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-7

For citation: Andreeva O.T., Pilipenko N.G., Sidorova L.P., Kharchenko N.Yu. Produktivnost' i pitatel'naya tsennost' smeshannykh posevov ovsa s zernobobovymi kul'turami [Productivity and nutritional value of oat crops mixed with legumes]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 1, pp. 51–58. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-7

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлены результаты полевых и лабораторных исследований за 2014–2016 гг. по возделыванию овса в одновидовых и смешанных посевах с зернобобовыми культурами в лесостепной зоне Забайкалья. Исследования выполнены на лугово-черноземной мучнисто-карбонатной почве. Агротехника возделывания кормовых культур общепринятая в зоне. Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию. Посев кормовых культур провели в оптимальные рекомендуемые сроки (II декада мая) рядовым способом. В качестве объектов исследований использованы районированные сорта: овес Метис, горох посевной Батрак, вика яровая Новосибирская. Норма высева семян кормовых культур в одновидовых посевах: овес – 5,0, горох – 0,8, вика яровая – 1,5 млн всхожих семян/га; в смесях: овес – 65%, зернобобовые – 40% от полной нормы. Экспериментальная работа проведена в соответствии с общепринятыми методическими указаниями по полевым опытам. Дана оценка кормовым культурам по адаптивности к условиям выращивания,

PRODUCTIVITY AND NUTRITIONAL VALUE OF OAT CROPS MIXED WITH LEGUMES

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

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

The results of field and laboratory studies into the cultivation of oats in single crops as well as mixed with legumes in the forest-steppe zone of Trans-Baikal during the period of 2014–2016 are presented. The studies were performed on meadow chernozem powdery carbonate soil. Agricultural technology used for fodder crop cultivation was common for this area. Mineral fertilizers were applied in the phase of pre-sowing cultivation. Fodder crops were planted in the optimum recommended period (in the second ten-day period of May). The objects of the research were the following recognized varieties: oats Metis, garden peas Batrak, spring vetch Novosibirskaya. The seeding rate of fodder in single-crop sowings was as follows: oats – 5.0, peas – 0.8, spring vetch – 1.5 million of viable seeds/ha; in mixed sowings: oats – 65%, grain legumes – 40% of the total norm. The experiment was conducted in accordance with the common methodological guidelines for field experiments. Fodder crops were assessed in terms of their adaptability to growing conditions and by a set of economically

показаны их хозяйственно ценные признаки. Из зернобобовых культур наиболее высокой продуктивностью отличались агроценозы вики яровой, превышающие посевы гороха посевного на 9–20%. Отмечено повышение продуктивности и качества кормовых агроценозов при использовании зернобобовых культур в смешанных посевах. По продуктивности и питательной ценности смешанные посевы превосходили одновидовые ценозы: по зеленой массе в 1,1–1,3 раза, сухому веществу в 1,5, кормовым единицам в 1,5–1,6, переваримому протеину в 3,1–3,4, валовой энергии в 1,7 раза. Наилучшие результаты в смешанных посевах достигнуты на посевах овса с вики яровой: урожайность зеленой массы составила 20,9 т/га, количество сухого вещества – 4,78 т/га, содержание переваримого протеина – 575,9 кг/га, кормовых единиц – 3,49 т/га, валовой энергии 51,1 ГДж, обеспеченность переваримым протеином – 165 г/к.ед.

Ключевые слова: овес, смешанные посевы, зернобобовые культуры, одновидовые посевы, продуктивность, питательная ценность

ВВЕДЕНИЕ

Развитие животноводства Забайкальского края напрямую связано с созданием полноценной кормовой базы. Факторами, сдерживающими рост продуктивности сельскохозяйственных животных, являются не только недостаток кормов, но и дефицит протеина в них, составляющий не менее 20–25%. В настоящее время содержание переваримого протеина на одну кормовую единицу (к.ед.) не превышает 75–80 г при норме 105–110 г. Это увеличивает перерасход кормов на единицу животноводческой продукции в 1,4 раза, ведет к недостаточному (на 30–50%) использованию генетического потенциала животных и повышению себестоимости продукции на 30–40%. Поэтому важнейшая проблема сельхозпроизводителей Забай-

кальского края – увеличение производства всех видов кормов, повышение их качества и энергонасыщенности. Ведущее место в решении этой проблемы принадлежит высокопродуктивным традиционным злаковым и малораспространенным зернобобовым культурам, обладающим адаптивностью к конкретным агроклиматическим условиям края^{1,2,3}. Долю злаково-бобовых смесей следует повышать до 50–55 % от общей площади кормовых культур. Расширение площадей под этими культурами позволит повысить урожайность и энергетическую питательность кормов в рационах животных [1].

Keywords: oats, mixed crops, legumes, single-species crops, productivity, oats, nutritional value

Исследованиями многих авторов установлена высокая ценность зернобобовой культуры – вики яровой, продуктивность которой при соблюдении технологии возделыва-

¹Алферова П.А., Андреева О.Т., Темникова Г.П. Концепция развития АПК Читинской области до 2010 года. Новосибирск; Чита: ЗабНИИСХ, 2003. С. 83–85.

²Климова Э.В., Андреева О.Т., Темникова Г.П. Пути стабилизации кормопроизводства Забайкалья // Проблемы и перспективы совершенствования зональных систем земледелия в современных условиях: Материалы научно-практической конференции (Чита, 16–17 октября 2008 г.). ЗабАИ ИрГСХА. Чита, 2009. 150 с.

³Андреева О.Т. Современное состояние и перспективные направления развития кормопроизводства Забайкальского края // Современное состояние и стратегия развития кормопроизводства в XXI веке: Материалы конференции (Новосибирск, 9–12 июля 2012 г.). Россельхозакадемия. Сиб. отд-ние. СибНИИ кормов. Новосибирск, 2012. С. 41–48.

ния в Сибири составляет 200–250 ц зеленой массы, 35–40 ц сена/га (в чистом виде) и до 300–350 ц зеленой массы/га и 40–50 ц сена/га в смеси с овсом [2–4]. Вика яровая отличается высоким выходом кормовых единиц и содержанием переваримого протеина (в 1 к.ед. зеленой массы содержится до 195 г переваримого протеина, 17,6 г кальция, 4 г фосфора, до 200 мг каротина). Растения вики яровой имеют тонкий нежный стебель, легко полегают, поэтому ее высевают с овсом, ячменем и другими культурами, которые служат опорой во время роста. Лучшим компонентом считается овес, интенсивность роста которого соответствует интенсивности роста вики. Вика яровая используется также в смешанных посевах с другими злаковыми культурами в качестве бобового компонента, повышая содержание растительного белка в кормовой массе. По кормовой ценности она почти не уступает многолетним бобовым травам [5]. По выходу кормовых единиц и содержанию переваримого протеина на каждую кормовую единицу зеленой массы вики яровой значительно превосходит горох посевной [2–4, 6].

Большое значение для кормопроизводства Забайкальского края имеет традиционная зернобобовая культура – горох посевной, отличающийся высокой кормовой ценностью, устойчивостью к стрессовым факторам внешней среды, формирующий стабильные урожаи. Все виды кормов из гороха имеют высокое содержание белка. В 1 кг зеленой массы чистого гороха содержится 0,14–0,16 к.ед. и 23–27 г переваримого протеина. При выращивании в смеси с зерновыми эта культура формирует стабильные урожаи, сбалансированные по белку зеленые корма, зерносенаж, силос, хорошо поедаемые всеми видами животных [5, 7, 8].

Овес – ценная традиционная в Забайкальском крае культура, получившая широкое распространение в производстве разнообразных кормов. Его используют на зеленый корм, сено, сенажную массу, зерносе-

наж, зернофураж. В 100 кг зеленой массы овса в чистом виде содержится 16,8 к.ед. и 2,5 кг переваримого протеина и сравнительно высокое содержание кальция (0,123%) и фосфора (0,065%) [5]. Овес является традиционной культурой разнообразного использования и имеет большое значение в кормопроизводстве Забайкальского края. В 1 кг зерна овса содержится 0,94–0,96 и 88–97 г переваримого протеина. Эта культура отличается большой пластичностью и ее возделывают во всех почвенно-климатических зонах края [5, 7].

Для получения полноценных по питательности кормов наиболее действенным приемом являются смешанные посевы. Многие исследователи для повышения кормовой ценности и решения проблемы белковой недостаточности в кормах рекомендуют создание поливидовых агроценозов, включающих высокобелковые зернобобовые кормовые культуры [1, 3, 5–17].

Освоение смешанных посевов – один из наиболее эффективных путей оптимизации продукционного процесса и качества кормов. Многолетние исследования в Научно-исследовательском институте кормов им. В.Р. Вильямса, Сибирском научно-исследовательском институте кормов, Забайкальском научно-исследовательском институте сельского хозяйства и в других научных учреждениях показывают, что смешанные посевы могут быть значительным резервом наиболее полного использования растениями тепла, света, осадков и питательных веществ почвы. Это связано с относительно высокой устойчивостью агроценозов к стрессовым факторам и более полной реализацией биопотенциала их компонентов⁴ [1, 3, 5, 7 – 9, 11, 16, 17].

Исследования в данном направлении в Забайкальском крае являются частью решения общей проблемы увеличения производства и повышения качества кормов и имеют важное значение в настоящее время и в перспективе.

⁴Косолапов В.М., Трофимов И.А. Состояние и перспективы развития кормопроизводства России в XXI веке / Современное состояние и стратегия развития кормопроизводства в XXI веке: материалы Международной научно-практической конференции (Новосибирск, 9–12 июля 2012 г.). Новосибирск. СибНИИ кормов СО Россельхозакадемии, 2013. С. 14–26.

Цель исследований – изучить продуктивность и питательную ценность кормовых агроценозов в смешанных посевах овса с зернобобовыми культурами.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в 2014–2016 гг. на полях Научно-исследовательского института ветеринарии Восточной Сибири – филиала Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук, расположенных в Ингодинско-Читинской лесостепи. Климат зоны резко континентальный с малоснежной холодной зимой, жарким летом и недостатком атмосферных осадков. Продолжительность безморозного периода 90–110 дней. Сумма положительных температур выше 10 °C составляет 1500–1800°. Годовая сумма осадков 330–380 мм, основное их количество (85–90%) выпадает в теплый период, максимальное – в июле – августе, минимальное – в мае – июне [18].

В годы исследований погодные условия в период вегетации различались. Вегетационный период 2014 г. отличался от предшествующих лет по количеству, продолжительности и распределению осадков. За апрель – июнь выпало 107,5 мм, что на 43,5% больше среднеемноголетнего показателя (норма 64 мм), вторая половина вегетационного периода (июль – сентябрь) характеризовалась засушливой и менее благоприятной погодой, осадков выпало 106,8 мм (недостаток влаги составил 51,9%). Температура воздуха превышала среднеемноголетние показатели на 1,2–1,4 °C.

Вегетационные периоды (апрель – сентябрь) 2015, 2016 гг. были характерными для лесостепной зоны Забайкалья, выпало 270,2; 194,7 мм осадков при средней многолетней норме 276 мм. Среднемесячная температура воздуха за эти периоды составила 11,2; 11,4 °C при средней многолетней норме 11,2 °C. Гидротермические коэффициенты (ГТК) вегетационных периодов характеризовались как засушливые (0,9; 0,8 соответственно). Распределение осадков по месяцам вегетационных периодов было неравномер-

ным, в отдельные периоды зарегистрирована высокая температура воздуха и почвы.

В целом климатические условия, создавшиеся в годы исследований, позволили растениям изучаемых культур реализовать максимальный продуктивный потенциал и сформировать достаточно высокий урожай кормовой массы, что указывает на их адаптивность к экстремальным условиям Забайкальского края.

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

Площадь посевной делянки 100 м², учетной на кормовые цели 25 м², повторность четырехкратная, расположение делянок последовательное.

Агротехника возделывания кормовых культур общепринятая в зоне. Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию в норме N₆₀P₆₀K₆₀. Посев кормовых культур провели в оптимальные рекомендуемые сроки (II декада мая) рядовым способом с междурядьем 15 см, сеялкой СН-16. Норма высева семян кормовых культур в одновидовых посевах: овес – 5,0, горох – 0,8, вика яровая – 1,5 млн всхожих семян/га, в смесях: овес – 65%, зернобобовые – 40% от полной нормы. Глубина заделки семян: овес – 5–6 см, горох и вика яровая – 6–8 см.

Объектами исследований были районированные сорта: овес Метис, горох посевной Батрак, вика яровая Новосибирская.

Экспериментальная работа проведена в соответствии с методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами в сопровождении лабораторно-полевых наблюдений и анализов. В исследованиях использовали следующие апробированные методики: «Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами» (1983 г.), «Методика полевого опыта» (1985 г.), «Опытное

дело в полеводстве» (1982 г.), «Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (1985 г.).

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

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований показали, что изучаемые культуры неодинаково реагировали на почвенные и климатические условия произрастания. Периоды от посева до всходов по культурам были различными: наиболее короткий (12–13 дней) отмечен у овса и вики яровой, наиболее продолжительный (16 дней) у гороха посевного; от всходов до бутонизации у гороха посевного – 36 дней, вики яровой 41 день; от всходов до кущения у овса 14 дней; всходы – выход в трубку – 28 дней, всходы – выметывание – 51 день; всходы – цветение – у гороха посевного 47, вики яровой – 55 дней (см. табл. 1).

В создавшихся погодных условиях вегетационного периода овес, вика яровая и горох посевной успешно использовали выпавшие осадки и обеспечили дружные всходы и дальнейшее развитие растений.

Табл. 1. Продолжительность межфазных периодов (среднее за 2014–2016 гг.)

Table 1. Duration of interphase periods (average for 2014–2016)

Вариант	Период, дни					
	посев – всходы	всходы – бутониза- ция	всходы – кущение	всходы – выход в трубку	всходы – выметыва- ние	всходы – цветение
Овес	12	–	14	28	51	–
Вика яровая	13	41	–	–	–	55
Горох посе- вной	16	36	–	–	–	47
Овес + вика яровая	12 13	– 41	14 –	28 –	51 –	– 55
Овес + го- рох посе- вной	12 16	– 36	14 –	28 –	51 –	– 47

В течение вегетации определяли отношение растений к засухе, вредителям, болезням, устойчивости к полеганию. Изучаемые культуры обладали засухоустойчивостью (5 баллов), также отсутствием у растений заболеваний и поражением вредителями. Следует отметить, что горох посевной и вика яровая в одновидовых посевах более полегаемые (2,7–2,8 балла), поскольку растения этих культур имеют сильно лежащие стебли, а в смешанных посевах с овсом горох посевной и вика яровая цепляются усиками за растения овса и поэтому не полегают.

Наблюдениями за линейным ростом изучаемых культур установлено, что наиболее интенсивно в период вегетации развивались растения в одновидовых посевах. Высота стеблей у овса, вики яровой и гороха посевного к уборке составила соответственно 93, 98 и 90 см. В смешанных посевах отмечено незначительное снижение линейного роста растений в сравнении с одновидовыми посевами, к уборке они в среднем уступали на 2–4 см (см. табл. 2).

Определение облиственности растений показало, что в совместных посевах облиственность растений уступала одновидовым на 1–6%.

Особенности в развитии растений изучаемых культур в одновидовых и смешанных посевах сказались на количестве и качестве урожая. Во все годы исследований среди одновидовых посевов самая высокая урожайность зеленой массы (16,6 т/га) отмечена у овса, у зернобобовых культур несколько ниже – 12,3–14,8 т/га (см. табл. 3).

Табл. 2. Высота и облиственность растений в агроценозах (в среднем за 2014–2016 гг.)

Table 2. Height and leaf formation of plants in agrocenoses (average for 2014–2016)

Культура	Высота стебля, см	Облиственность, %
Овес	93	49
Вика яровая	98	75
Горох посевной	90	58
Овес + вика яровая	90 95	43 70
Овес + горох посевной	91 86	45 57

Табл. 3. Продуктивность и питательная ценность смешанных посевов овса с зернобобовыми культурами (среднее за 2014–2016 гг.)

Table 3. Productivity and nutritional value of oat crops mixed with legumes (average for 2014–2016)

Культура	Зеленая масса, т/га	Сухое вещество, т/га	Кормовые единицы, т/га	Переваримый протеин, кг/га	Переваримого протеина на 1 к.ед., г	Валовая энергия, ГДж/га
Овес	16,6	3,15	2,21	167,9	76	29,3
Вика яровая	14,8	2,85	2,28	446,9	196	29,9
Горох посевной	12,3	2,50	2,10	403,2	192	26,3
Овес + вика яровая	20,9	4,78	3,49	575,9	165	51,1
Овес + горох посевной	18,1	4,58	3,29	526,4	160	48,5
НСР ₀₅	2,0	0,29	0,18			

Выявлена положительная корреляционная зависимость $r = 0,67$ между урожайностью зеленой массы и суммой осадков за вегетационные периоды. В более засушливые 2014, 2016 гг. (сумма осадков 194,7 и 214,3 мм соответственно) урожайность зеленой массы составила соответственно 10,1–14,3 и 11,9–15,5 т/га, в более влагообеспеченный 2015 г. с суммой осадков 270,2 мм сформирована более высокая урожайность – 18,1–33,4 т/га.

В смешанных посевах наиболее полно потенциал продуктивности растениями использован в посевах овса с включением вики яровой, что позволило сформировать максимальную продуктивность и питательность корма: 20,9 т зеленой массы, 4,78 т сухого вещества, 3,49 т к.ед., 575,9 кг переваримого протеина, 51,1 ГДж/га валовой энергии с 1 га, с обеспеченностью переваримым протеином 1 к.ед. 165 г. По продуктивности и питательной ценности смешанные посевы превосходили одновидовые ценозы: по зеленой массе в 1,1–1,3 раза, сухому веществу в 1,5, кормовым единицам в 1,5–1,6, переваримому протеину в 3,1–3,4, валовой энергии в 1,7 раза.

ВЫВОДЫ

1. Отмечено, что в условиях Забайкальского края наиболее высокие показатели продуктивности имеют зерновые и зернобобовые культуры (овес, вику яровую, горох посевной). Из зернобобовых культур наиболее высокой продуктивностью отличались агроценозы вики яровой, превышающие посевы гороха посевного на 9–20%.

2. Наиболее высокую продуктивность и питательную ценность кормовых агроценозов сформировали смешанные посевы овса с викой яровой: урожайность зеленой массы составила 20,9 т/га, сухого вещества – 4,78, кормовых единиц – 3,49 т/га, переваримого протеина – 575,9 кг/га, валовой энергии – 51,1 ГДж при высокой обеспеченности переваримым протеином 165 г/к.ед.

3. Смешанные посевы овса с викой яровой увеличивали продуктивность в сравнении с одновидовыми посевами овса по сбору кормовых единиц в 1,6 раза, переваримому протеину в 3,4, валовой энергии в 1,7 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андреева О.Т., Пилипенко Н.Г.* Продуктивность горохоовсяной смеси при разном уровне минерального питания на лугово-черноземной почве Восточного Забайкалья // Кормопроизводство. 2017. № 10. 16–20.
2. *Гончаров П.Л., Гончарова А.В., Васякин Н.И.* Вика яровая: монография. Новосибирск: Новосибирское книжное издательство, 1989. 34 с.
3. *Бенц В.А., Кашеваров Г.А., Демарчук Г.А.* Полевое кормопроизводство в Сибири: монография. Новосибирск: Издательство СО РАСХН, 2011. 240 с.
4. *Щукис Е.Р.* Кормовые культуры на Алтае: монография. Барнаул: ГНУ Алтайский НИИСХ Россельхозакадемии, 2013. 182 с.
5. *Шашкова Г.Г., Цыганова Г.П., Андреева О.Т.* Возделывание сельскохозяйственных культур в Забайкальском крае: монография. Чита: Экспресс-издательство, 2012. С. 240–241, 275–279.

6. Храмой В.К., Рахимов О.В. Урожайность и белковая продуктивность вики посевной в смеси с овсом, пшеницей, ячменем // Кормопроизводство. 2012. № 3. С. 9–10.
7. Шашкова Г.Г., Андреева О.Т., Цыганова Г.П. Агротехнологии производства и качество кормов в Забайкальском крае: монография. Чита: Читинская городская типография, 2015. 390 с.
8. Климова Э.В. Полевые культуры Забайкалья: монография. Чита: Поиск, 2001. 392 с.
9. Кашеваров Н.И., Вязовский В.А. Проблема белка в кормопроизводстве Западной Сибири, пути ее решения // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 11. С. 42–45.
10. Султанов Ф.С., Красношапко В.В., Габдрахимов О.Б., Волкобрум Е.В. Смешанные посевы гороха полевого с зернофуражными культурами // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 12. С. 41–43.
11. Кашеваров Н.И., Данилов В.П., Полюдина Р.И., Андреева О.Т., Мустафин А.М. Агротехнологии производства кормов в Сибири: монография. Новосибирск: Издательство СО РАСХН, 2013, 248 с.
12. Косолапов В.М., Трофимов И.А. Кормопроизводство важнейшее направление в экономике сельского хозяйства России // АПК: Экономика, управление. 2011. № 1. С. 22–27.
13. Косолапов В.М., Трофимов И.А. Роль кормовых зернобобовых культур в укреплении кормовой базы животноводства // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. № 1, С. 98–101.
14. Насиев Б.Н. Подбор одновидовых и смешанных посевов кормовых культур для адаптивного земледелия Западного Казахстана // Кормопроизводство. 2014. № 3. С. 35–38.
15. Бакшаев Д.Ю., Садохина Т.А. Поликомпонентные смеси зернофуражных культур для условий лесостепной зоны Западной Сибири // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2015. № 4 (37). С. 7–12.
16. Кашеваров Н.И., Сапрыкин В.С., Данилов В.П. Многокомпонентные сенажные смеси в решении проблемы дефицита кормового растительного белка // Кормопроизводство. 2013. № 1. С. 3–6.
17. Садохина Т.А., Бакшеев Д.Ю., Ломова Т.Ю. Продуктивность зернофуражных культур в смешанных посевах и качество сенажа из них в условиях степной зоны Северной Ку-

лунды // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2017. № 2 (47). С. 35–40.

18. Андреева О.Т., Цыганова Г.П., Климова Э.В. Зональные системы земледелия Читинской области: монография. Чита: Областное книжное издательство, 1988. 182 с.

REFERENCES

1. Andreeva O.T., Pilipenko N.G. Produktivnost' gorokho-ovsyanoi smesi pri raznom urovne mineral'nogo pitaniya na lugovo-chernozemnoi pochve Vostochnogo Zabaikal'ya [The productivity of the pea-oat mixture at different levels of mineral nutrition in the meadow-chernozem soil of Eastern Transbaikalia] *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2017, no. 10, pp. 16–20. (In Russian).
2. Goncharov P.L., Goncharova A.V., Vasyakin N.I. *Vika yarovaya* [Spring vetch]. Novosibirsk, Novosibirskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1989, 34 p. (In Russian).
3. Benz V.A., Kashevarov G.A., Demarchuk G.A. Polevoe kormoproizvodstvo v Sibiri [Field fodder production in Siberia]. Novosibirsk: Siberian Branch of the Academy of Agricultural Sciences, 2011, 240 p. (In Russian).
4. Schukis E.R. *Kormovye kul'tury na Altae* [Fodder crops in Altai]. Barnaul: State Scientific Institution Altai Research Institute of Agriculture of the Russian Agricultural Academy Publ., 2013, 182 p. (In Russian).
5. Shashkova G.G., Tsyganova G.P., Andreeva O.T. *Vozdelyvanie sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v Zabaikal'skom krae* [Cultivation of crops in Trans-Baikal Territory], Chita, Express Publishing, 2012. pp. 240–241, 275–279. (In Russian).
6. Temple V.K., Rakhimov O.V. Urozhainost' i belkovaya produktivnost' viki posevnoi v smesi s ovsom, pshenitse, yachmenem [Yield and protein productivity of common vetch mixed with oats, wheat, barley]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2012, no. 3. pp. 9–10. (In Russian).
7. Shashkova G.G., Andreeva O.T., Tsyganova G.P. *Agrotekhnologii proizvodstva i kachestvo kormov v Zabaikal'skom krae* [Agrotechnologies of production and quality of feed in the Trans-Baikal Territory]. Chita, Chita City Printing House, 2015, 390 p. (In Russian).
8. Klimova E.V. *Polevye kul'tury Zabaikal'ya* [Field crops of Transbaikalia]. Poisk Publ, Chita, 2001, 392 p. (In Russian).

9. Kashevarov N.I., Vyazovsky V.A. Problema belka v kormoproizvodstve Zapadnoi Sibiri, puti ee resheniya [The problem of protein in fodder production in Western Siberia, ways to solve it]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of Science and Technology of AIC]*, 2010, no. 11. pp. 42–45. (In Russian).
10. Sultanov F.S., Krasnoshapko V.V., Gabdrakhimov O.B., Volkobrum E.V. Smeshannyye posevy gorokha polevogo s zernofurazhnymi kul'turami [Mixed seeds of field peas with fodder crops]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of Science and Technology of AIC]*, 2011, no. 12. pp. 41–43. (In Russian).
11. Kashevarov N.I., Danilov V.P., Polyudina R.I., Andreeva O.T., Mustafin A.M. *Agrotekhnologii proizvodstva kormov v Sibiri* [Agrotechnologies of feed production in Siberia]. Novosibirsk, Publisher SO SB RAS, 2013, 248 p. (In Russian).
12. Kosolapov V.M., Trofimov I.A. Kormoproizvodstvo vazhneishee napravlenie v ekonomike sel'skogo khozyaistva Rossii [Feed production is the most important direction in the economy of agriculture of Russia]. *APK: Ekonomika, upravlenie* [AIC: Economy, management], 2011, no. 1, pp. 22–27. (In Russian).
13. Kosolapov V.M., Trofimov I.A. Rol' kormovykh zernobobovykh kul'tur v ukreplenii kormovoi bazy zhivotnovodstva [The role of fodder leguminous crops in strengthening the fodder base of livestock breeding]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* [Grain legumes and cereals], no. 1, 2012, pp. 98–101. (In Russian).
14. Nasiev B.N. Podbor odnovidovykh i smeshannykh posevov kormovykh kul'tur dlya adaptivnogo zemledeliya Zapadnogo Kazakhstana [Selection of single-species and mixed crops of forage crops for adaptive farming in Western Kazakhstan]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder Production], 2014, no. 3, pp. 35–38. (In Russian).
15. Bakshaev D.Yu., Sadokhina T.A. Polikomponentnye smesi zernofurazhnykh kul'tur dlya uslovii lesostepnoi zony Zapadnoi Sibiri [Polyc component mixtures of grain crops for the conditions of the forest-steppe zone of Western Siberia]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Novosibirsk State Agrarian University], 2015, no. 4 (37), pp. 7–12. (In Russian).
16. Kashevarov N.I., Saprykin V.S., Danilov V.P. Mnogokomponentnye senazhnye smesi v reshenii problemy defitsita kormovogo rastitel'nogo belka [Multicomponent hay mixes in solving the problem of shortage of fodder vegetable protein]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2013, no. 1, pp. 3–6. (In Russian).
17. Sadokhina T.A., Baksheev D.Yu., Lomova T.Yu. Produktivnost' zernofurazhnykh kul'tur v smeshannykh posevakh i kachestvo senazha iz nikh v usloviyakh stepnoi zony Severnoi Kulundy [Productivity of fodder-grain crops in mixed sowings and quality of their haylage in the conditions of the steppe zone of North Kulunda]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2017, no. 2 (47), pp. 35–40. (In Russian).
18. Andreeva O.T., Tsyganova G.P., Klimova E.V. *Zonal'nye sistemy zemledeliya Chitinskoi oblasti* [Zonal farming systems of Chitinskaya region]. Chita, Oblastnoe knizhnoe izdatel'stvo, 1988, 182 p. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

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

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

Сидорова Л.П., старший научный сотрудник

Харченко Н.Ю., научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

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

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

Sidorova L.P., Senior Researcher

Kharchenko N.Yu., Researcher

Дата поступления статьи 08.12.2018
Received by the editors 08.12.2018



DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-8

УДК: 619:615.68.41.37

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТОВ, СОДЕРЖАЩИХ НАНОЧАСТИЦЫ МЕТАЛЛОВ, В ВЕТЕРИНАРИИ

¹Донченко А.С., ¹Шкиль Н.Н., ²Бурмистров В.А.

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

²ООО Научно-производственный центр «Вектор-Вита»
Новосибирская область, пос. Кольцово, Россия

Для цитирования: Донченко А.С., Шкиль Н.Н., Бурмистров В.А. Применение препаратов, содержащих наночастицы металлов, в ветеринарии // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 1. С. 59–67. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-8

For citation: Donchenko A.S., Shkil N.N., Burmistrov V.A. Primenenie preparatov, soderzhashchikh nanochastitsy metallov, v veterinarii [Application of drugs containing metal nanoparticles in veterinary medicine]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 1, pp. 59–67. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-8

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Проведен анализ развития нанотехнологий и дана оценка перспектив использования наночастиц серебра и висмута в ветеринарии. Современное развитие животноводства связано с заболеваниями, вызываемыми условно-патогенной микрофлорой. Лечение данных заболеваний основано на применении антибактериальных веществ как в моноварианте, так и в комбинированном виде. Антибактериальные препараты при длительном применении вызывают феномен антибиотикорезистентности у бактерий. Одним из способов разрешения этой проблемы – применение препаратов с содержанием наночастиц, полученных с помощью нанотехнологий. В зависимости от способа получения такие лекарственные вещества могут быть как высокоэффективными, так и высокотоксичными. Новые препараты обладают широким кругом неизученных свойств, что обуславливает исследование их токсикологических и терапевтических параметров. Наиболее изученными являются наночастицы серебра, которые обладают выраженными антибактериальными свойствами при

APPLICATION OF DRUGS CONTAINING METAL NANOPARTICLES IN VETERINARY MEDICINE

¹Donchenko A.S., ¹Shkil N.N.,

²Burmistrov V.A.

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

Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

²Research and Production Center “Vector-Vita”, Koltsovo, Novosibirsk region, 630098, Russia

The analysis of nanotechnology development was carried out and the assessment of prospects of use of silver and bismuth nanoparticles in veterinary medicine was given. Modern development of animal husbandry is linked with diseases caused by conditionally pathogenic microflora. Treatment of these diseases is based on the use of a wide range of antibacterial substances, both in mono version and in a combined form. When used long-term, these antibacterial preparations cause the phenomenon of antibiotic resistance in bacteria. One way to solve this problem is by applying medication containing nanoparticles obtained by means of nanotechnology. Depending on the method of preparation, such medicinal substances can be both highly effective and highly toxic and have a wide range of previously unexplored properties, which necessitates the study of their toxicological and therapeutic properties. Silver nanoparticles are the most studied ones. They have pronounced antibacterial properties with low toxicity and no negative effect on the indigenous microflora of animals. Properties of nanoparticles

низкой токсичности и отсутствием негативного влияния на индигенную микрофлору животных. Свойства наночастиц также зависят от формы и размера частиц, что определяет их сферу применения или ограничения. Основная сфера применения препаратов, содержащих наночастицы серебра, – лечение заболеваний, вызываемых условно-патогенной микрофлорой (маститы, желудочно-кишечные и гинекологические болезни). Препараты висмута используют при терапии язвенных заболеваний человека, однако при лечении животных опыт применения крайне ограничен. При желудочно-кишечных заболеваниях применяли препараты с наночастицами висмута (энтеровис), а также с наночастицами серебра (арговит). Энтеровис использовали в виде 2%-го водного раствора из расчета 1–2 мл/кг живой массы тела животных 2–3 раза в день в течение 1–2 сут, арговит – в виде 1%-го водного раствора из расчета 2–3 мл/кг живой массы 2–3 раза в день в течение 2–5 сут. Сохранность животных в опытных группах при использовании энтеровиса и арговита составила от 91,1 до 100%. При этом срок лечения животных сократился более чем в 1,5–2,0 раза. В контрольных группах, где применяли антибиотики, показатель составил 63,8–90,5%.

Ключевые слова: наночастицы, серебро, висмут, энтеровис, арговит, телята, антимикробная активность, резистентность

Технологии современного промышленного животноводства часто приводят к нарушениям норм кормления и содержания, что вызывает снижение общей и специфической резистентности организма и возникновение заболеваний, связанных с условно-патогенной микрофлорой. Основным способом лечения данных заболеваний основан на применении антибактериальных препаратов как в моноварианте, так и в комбинированном виде. Результатом применения этих лекарственных средств стал распространенный феномен антибиотикорезистентности микроорганизмов, связанный как с генетическими изменениями в ядре, так и с изменением биохимических реакций в клетке бактерий. Сложившаяся ситуация обусловила поиск новых средств лечения с высокими антибактериальными свойствами, низкой токсичностью и приемлемыми экологическими характеристиками.

Цель работы – провести анализ развития нанотехнологий и оценить перспективы ис-

also depend on the shape and size of the particles, which determines their scope and limitations. The main field of application of silver nanoparticles is the treatment of diseases caused by conditionally pathogenic microflora (mastitis, gastrointestinal and gynecological diseases). Bismuth preparations are used in the treatment of human ulcers. However, in the treatment of animals, the experience of their application is extremely limited. For treatment of gastrointestinal diseases, the preparations with nanoparticles of bismuth (Enterovis) as well as nanoparticles of silver (Argovit) were used. Enterovis was used in the form of 2.0% aqueous solution in the rate of 1.0–2.0 ml/kg of body weight 2–3 times a day, for 1–2 days, and Argovit was used in the form of 1.0% aqueous solution in the rate of 2.0–3.0 ml/kg of body weight 2–3 times a day, for 2–5 days. The survival rate of animals in the experimental group with the application of Enterovis and Argovit was 91.1 to 100%, with the term of treatment reduced by over 1.5–2 times. In control groups, where antibiotics were used, the survival rate of animals was 63.8–90.5%.

Keywords: nanoparticles, silver, bismuth, Enterovis, Argovit, calves, antimicrobial activity, resistance

пользования наночастиц серебра и висмута в ветеринарии.

Нанотехнологии – область фундаментальной и прикладной науки и техники, изучающая совокупность теоретического обоснования, практических методов исследования, синтеза, а также методов производства и применения продуктов с заданной атомной структурой путем контролируемого манипулирования отдельными атомами и молекулами.

Основным направлением нанотехнологий является получение наночастиц с заданными свойствами, которые могут быть непосредственно использованы в различных областях науки (медицине, электронике, катализе, агропромышленном комплексе и т.д.) и служат для создания наноматериалов с уникальными свойствами [1]. Интерес к наночастицам металлов вызван наличием у них уникальных физических и химических свойств, особенностей биологического действия, которые часто отличаются от

свойств вещества в макродисперсной форме. Широкие перспективы открываются для применения наночастиц металлов в ветеринарной медицине [2]. Новым направлением разработки нанопрепаратов является образование комплексов известных лекарственных средств и наночастиц, что значительно усиливает фармакологическое действие данных препаратов. Приобретаются новые свойства, способствующие проникновению действующих веществ таких комплексных препаратов к патологическому процессу. Получение новых препаратов на основе нанотехнологий позволит снизить их стоимость и сделать доступными для лечения многих заболеваний. Анализ размерных и структурных характеристик наночастиц свидетельствует, что они в значительной степени зависят от метода и условий получения наноструктур¹ [3, 4]. Возможности исследования свойств наночастиц металлов, выяснения механизмов их биологического действия зависят от способа получения, определяющего их структуру, размеры, физико-химические свойства и стабильность. Применение современных методов создания наночастиц способно обеспечить нацеленность действия и увеличить биодоступность препаратов. Свойства и эффективность получаемых наночастиц зависят от технологии их синтеза. Технология изготовления магнитных наночастиц отвечает требованиям к препаратам биомедицинского назначения и дает возможность получать наночастицы с изменяющейся в широком интервале намагниченностью, способных свободно проникать через внутренние барьеры. Это дает возможность оптимизировать фармакокинетические свойства препаратов, необходимые для лечения, и уменьшает токсическую нагрузку на организм человека [5–7].

Антибактериальные свойства препаратов серебра описаны. Наиболее известны колларгол и протаргол. Высокая активность наночастиц серебра в отношении микроорганизмов связана с высокой площадью пок-

рытия поверхности наноструктурами и, как следствие, ростом окислительной возможности ионов серебра, способностью проникать в клетку, влияя на ее метаболизм. Кроме того, стенка клетки содержит большое количество серо- и фосфорсодержащих молекул, которые утрачивают свою активность под действием наночастиц. Также установлено нарушение репликации ДНК, что неизбежно ведет к гибели клетки [8–10].

Определяющий фактор влияния наночастиц на микроорганизмы – форма их строения и размер. Установлено, что бактерицидный эффект наночастиц серебра в отношении *E. coli* ATCC 10536 зависит от их формы [11]. Частицы многогранной формы в виде усеченного треугольника обеспечивали ингибирование роста при концентрации 1 мкг/мл, сферической формы – 12,5 мкг/мл, при концентрации 50–100 мкг/л проявляли бактерицидное действие. Рост колоний наблюдали при концентрации частиц в виде стержней 100 мкг/л. Бактерицидный эффект нитрата серебра был сопоставим с воздействием наночастиц сферической формы. Установлена зависимость бактерицидного эффекта от размера наночастиц серебра. Бицидный эффект частиц диаметром 9,8 нм в 10 раз выше, чем у частиц размером 25–400 нм. При этом их низкая концентрация (1,69 мкг/мл) обладала антибактериальной эффективностью в отношении грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов, в том числе и мультирезистентных штаммов *Staphylococcus aureus*, устойчивых к метициллину [12].

Исследования показали, что наночастицы обладают более высокой токсичностью по сравнению с обычными микрочастицами, способны проникать в неизменном виде через клеточные барьеры, а также через гематоэнцефалический барьер в центральную нервную систему, циркулировать и накапливаться в органах и тканях, вызывая более выраженные патоморфологические поражения внутренних органов, а также обладают дли-

¹Хвалей А.В. Возможности и опасности нанотехнологий // Шаг в науку: материалы VI региональной науч.-образоват. конф. Барнаул, 2016. С. 112–114.

тельным периодом полувыведения [13]. В связи с этим постановлением Правительства РФ № 79 от 30.10.2007 разработана «Концепция токсикологических исследований, методологии оценки риска, методов идентификации и количественного определения наноматериалов»². В настоящее время широко изучается действие препаратов серебра в ветеринарии. Установлен терапевтический эффект при применении препарата аргумистин с концентрацией коллоидного серебра 50 мкг/мл при сравнительном испытании с комплексом гентамицина и клиндамицина при лечении катарального и гнойно-катарального мастита коров с эффективностью лечения 100% и снижением срока лечения на 10,3–15,4% [14].

Установлено отсутствие бактерицидного эффекта препаратов наночастиц кластерного серебра в отношении индигенной микрофлоры кишечника у перепелов при назначении дозы 25 мкг на 1 кг живой массы, которая десятикратно превышала терапевтическую. Кроме того, отмечен рост количества молочнокислых бактерий. Введение в рацион поросят препарата с наночастицами серебра позволяет получить 100%-ю сохранность молодняка, увеличить живую массу на 42% при повышении конверсии корма на 30%, у цыплят – увеличить валовую массу тела на 7%, утят – на 12,4%³ [15].

Известен способ лечения субклинического мастита коров, который включает введение в брюшную аорту бактерицидного препарата, где используется изотонический раствор католита с ионизированным серебром.

Использование препаратов серебра при желудочно-кишечных заболеваниях изменяет количественный и качественный состав микрофлоры кишечника. Установлено, что применение препарата арговит в количестве 400 мкг/кг корма вызывало интенсифи-

кацию роста поросят-сосунов и отъемышей на 19,5% по сравнению с контролем, а также снижение заболеваемости и падежа. Введение в рацион опытных групп наносеребра в составе арговита в дозах 100, 200 и 400 мкг/кг сопровождалось увеличением колониеобразующих единиц (КОЕ) энтеробактерий в фекалиях в 60 раз, одновременно КОЕ кокковых форм снижались до 20 раз. Изменение численности лактобактерий носило разнонаправленный характер: у животных, получавших 100 и 200 мкг/кг препарата, она увеличивалась, 400 мкг/кг – снижалась. Повышение уровня биохимической активности микробиоты кишечника в мульти-субстратном тесте в сравнении с контролем наблюдалось при использовании препарата в дозах 100 и 400 мкг/кг корма. Таким образом, нанокompозит серебра оказывает стимулирующее воздействие на рост и продуктивность животных, оптимизирует состав и активность кишечной микрофлоры [16].

Установлено влияние коллоидного серебра на рост и развитие цыплят-бройлеров: масса сердца, печени и желудка в опытных группах, в которых применяли указанные дозы препарата, были на 7,59; 5,19; 16,37% соответственно больше, чем в контрольной⁴.

Препараты висмута обладают антибактериальным и вяжущим действием, поэтому широко используются при лечении язвенных болезней желудочно-кишечного тракта человека, однако их применение в ветеринарии крайне ограничено. Эффективность препарата во многом зависит от длительности его фиксации на стенках слизистой оболочки желудка и кишечника, что обуславливает антимикробное и вяжущее действие при язвах, гастритах и гастроэнтеритах [17]. Научные исследования совершенствования препаратов висмута направлены на поиск

²Концепция токсикологических исследований, методологии оценки риска, методов идентификации и количественного определения наноматериалов: постановление Главного санитарного врача МЗ Правительства РФ № 79 от 30.10.2007.

³Скрябин В.А., Михайлов В.И., Юхин Ю.М. Наноструктуры серебра и висмута из здравоохранения в сельское хозяйство // Биотехнология и качество жизни: материалы конф. (Москва, 18–20 марта 2014 г.). М., 2014. С. 306–307.

⁴Травин Н.В., Зинина Е.Н., Алексеева С.А. Влияние коллоидного серебра на рост и развитие цыплят-бройлеров // Актуальные проблемы болезней обмена веществ у сельскохозяйственных животных в современных условиях: материалы Междунар. научн.-практ. конф., посвященной 40-летию ВНИВИПФиТ. Воронеж, 2016. С. 235–236.

новых технологий получения и создания композитных комплексов с широким спектром действия. Соединения висмута с трополон-тиосемикарбазон производными и эфирами дитиокарбазоновых кислот предложено использовать в качестве лекарственных препаратов, обладающих антимикробным и противоопухолевым действием. Установлено, что при добавлении к водным растворам антибиотика амоксициллина к субцитрату висмута образуется полимерный комплекс, который защищает антибиотик от гидролитического разложения в кислой среде желудочного сока, что позволяет использовать амоксициллин в составе различных пероральных препаратов при язвенной болезни людей как антимикробное средство против *Helicobacter pylori* [18, 19]. Препараты висмута с добавлением ртути, мышьяка, бора, самария и сурьмы нашли применение при лечении нарушения обмена веществ и вирусных заболеваний⁵. Свойство устойчивости к микробному обсеменению фармацевтических суспензий, содержащих соли висмута бензойной и сорбиновой кислот (алюминатцитрат, субгаллат, субкарбонат, тартрат, субнитрат и субсалицилат), суспендирующие средства (производные целлюлозы, магний-алюминий-силикат, ксантогеновая кислота) и воду, предложены для лечения инфекционных заболеваний пищеварительного тракта⁶.

Для лечения инфекционного процесса желудочно-кишечного тракта, вызываемого *Campylobacter pilori*, используют комплексы висмута с сульфитированными и фосфорилированными моно-, ди-, три-, тетра- или олигосахаридами (глюкоза, сахароза, арабиноза, фруктоза, рибоза, лактоза, мальтоза и др.) с гидрооксидом висмута или его солями в воде или органических растворителях⁷.

Изучение антибактериальных свойств препарата висмута позволило установить

ингибирующую активность в отношении *E. coli* У13, *E. coli* 25Ц 22 ATCC, *St. aureus* 209 на уровне 800–1000 мкг/мл, при добавлении крахмала, коры крушины, корневища аира ингибирующая способность варьирует от 112 до 1000 мкг/мл [20].

В Германии разработаны препараты висмута, в качестве комплексобразователя в которых применяли белковые или пептидные гидролизаты и их фракции. Однако они обладали явными недостатками – ненормируемым высвобождением ионов висмута (обусловленное значениями рН желудка), которые адсорбировались в верхних отделах желудочно-кишечного тракта, образуя соединения, способствующие проникновению ионов висмута во внутренние среды организма. Эти недостатки вызвали поиск новых эффективных и безопасных производных висмута [21].

Установлено, что сочетания висмута с тиоловыми (SH-, сульфгидрильными) соединениями, такими как этандитиол висмута, улучшают антимикробную активность висмута по сравнению с другими его солями [22].

Висмут трикалий дицитрат (ВТД) замедляет процессы всасывания некоторых антибиотиков (тетрациклина, амоксициллина), способствуя повышению их концентрации в желудочном содержимом. В исследованиях *in vitro* и *in vivo* показано, что ВТД обладает синергизмом с другими антибиотиками в отношении *H. pylori*. Благодаря этому свойству он стал непременным компонентом антихеликобактерной терапии, а его сочетание с двумя антибиотиками и до настоящего времени называют «классической тройной терапией». Кроме того, одним из способов преодоления резистентности *H. pylori* является применение в качестве базисного препарата коллоидного ВТД. Это положи-

⁵Пат. 4.851398 США, МКИ C11C 1/00. Лекарственные препараты на основе висмута / Revici E. – N 103225; Оpubл. 25.07.89.

⁶Пат. 19510229 Германия. МКИC07F 9/94, A61K 33/24. Fntimikrobiell und antineoplastisch wirkende Bismutverbindungen mit Tropolon-Thiosemicarbozon und Ditiocarbazon-saure – esterverbindungen und diese enthaltende/ Arzneimittel U. Ditters, V. Seifried, B.R. Kepper— № 19510229.О; заявл.23.03.95; опубл. 29.09.96.

⁷Пат. 4935406 США, МКИA61K 31/715; C07H 15/00 Use of bismuth (phosph/sulfated) saccharides against campylobacter-associated gastrointes tinal disorders / J.C. Coleman, D.L. Cole; Marion Lab., Inc. – N 246755; Оpubл.19.06.00.

ние подтверждается изучением антибактериальной активности *in vitro* комбинаций различных препаратов с кларитромицином и амоксициллином в отношении штаммов *H. pylori*, чувствительных или резистентных к макролидам. Установлено, что свойства ВТД играли решающую роль в преодолении резистентности штаммов и получении стойкого бактерицидного эффекта указанных комбинаций препаратов [23].

Нашими исследованиями установлено влияние наночастиц висмута и серебра на чувствительность бактерий к антибактериальным препаратам. Культивирование штаммов микроорганизмов с наночастицами висмута *in vitro* обусловило рост чувствительности к энрофлоксацину и сульфадимезину у *P. vulgaris* 192, *S. enteritidis* 182, *K. pneumoniae* 71, *St. aureus* ATCC 25923 и *E. coli* ATCC 25222 в 2–4 раза. При культивировании этих референтных штаммов с наночастицами серебра *in vitro* наибольший рост антибиотикочувствительности отмечен к энрофлоксацину – в 2,0–7,4 раза, сульфадимезину, тетрациклину и неомицину – в 2–4 раза.

Установлено влияние препаратов висмута и серебра на биологические свойства микроорганизмов. Культивирование референтных штаммов микроорганизмов *E. freundi* 256, *S. marsecens* 56, *E. coli* ATCC 25222, *S. enteritidis* 182, *P. mirabilis* 361, *P. aeruigenosa* ATCC 27853 с препаратом висмута энтеровис снижало показатель их адгезивной активности на 1,4–26,5%, с арговитом – на 27,9–63,5%. Контакт препарата энтеровис с референтными штаммами микроорганизмов вызывал снижение антилизотимной активности (АЛА) у *E. freundi* 256, *E. coli* ATCC 25222, *S. enteritidis* 182, *P. aeruigenosa* ATCC 27853 на 10–30% и не оказывал влияния на *P. mirabilis* 361. Совместное культивирование указанных микробов с арговитом снижало показатель АЛА у *E. freundi* 256, *S. enteritidis* 182 на 10–40% и не оказывало никакого влияния на *E. coli* ATCC 25222, *P. mirabilis* 361, *P. aeruigenosa* ATCC 27853.

Оптимальными при желудочно-кишечных болезнях, обусловленных у телят условно-патогенной микрофлорой, оказались следующие схемы орального применения препаратов на основе наночастиц висмута (энтеровис) и серебра (арговит):

- энтеровис в виде 2%-го водного раствора из расчета 1,0–2,0 мл/кг живой массы тела 2–3 раза в день в течение 1–2 сут;

- арговит в виде 1%-го водного раствора из расчета 2,0–3,0 мл/кг живой массы 2–3 раза в день в течение 2–5 сут в зависимости от клинического состояния.

Эффективность лечения телят при желудочно-кишечных заболеваниях с использованием препаратов энтеровис и арговит выразилась в показателях сохранности животных. В опытных группах, в которых применяли данные препараты, она составила от 91,1 до 100%, при этом срок лечения животных сократился более чем в 1,5–2,0 раза. В контрольных группах, где использовали антибиотики, – 63,8–90,5%.

Применение препарата арговит телятам при желудочно-кишечных заболеваниях вызывало рост антибиотикочувствительности в виде снижения коэффициента резистентности к антибактериальным препаратам у выделенных в разные сроки наблюдения микробных изолятов рода *Enterococcus* на 17,6–37,2%, *Salmonella* на 16,5–24,4, *Escherichia* на 15,5–23,3, *Enterobacter* на 16,8–20,9, *Citrobacter* на 1,9–21,8, *Klebsiella* на 2,0–27,3 и *Staphylococcus* на 2,5–16,1%. Лечение препаратом энтеровис телят от 1- до 10-дневного возраста при желудочно-кишечных заболеваниях вызывало рост антибиотикочувствительности у выделенных изолятов микрофлоры в виде наибольшего снижения коэффициента резистентности на 11,6–30,8%.

Применение препаратов энтеровис и арговит телятам при желудочно-кишечных болезнях вызывало у выделенных от животных после лечения микробных изолятов снижение АА от 22,7 до 25,9% и от 45,0 до 46,9% соответственно, АЛА – от 13,7 до 22,4% и от 16,7 до 20,7% соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ литературных данных позволяет заключить, что препараты, содержащие наночастицы металлов серебра и висмута, нашли широкое применение при лечении многих заболеваний животных. Продолжается изучение и выявление свойств новых препаратов в зависимости от технологии получения и комбинации применения с другими лекарственными веществами.

Опыт применения препаратов, содержащих наночастицы серебра и висмута, показал, что в условиях *in vitro* и *in vivo* они обладают выраженными антимикробными свойствами, повышают антибиотикочувствительность некоторых представителей условно-патогенной микрофлоры, а также снижают их патогенный потенциал.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Michaelis K., Hoffmann M.M., Dreis S. Covalent linkage of apolipoprotein e to albumin nanoparticles strongly enhances drug transport into the brain // *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*. 2006. Vol. 317. N 3. P. 1246–1253.
2. AlMatar M., Makky E.A., Var I., Koksai F. The role of nanoparticles in the inhibition of multidrug-resistant bacteria and biofilms // *Current Drug Delivery*. 2018. Vol. 4. N. 15. P. 470–484. DOI: 10.2174/1567201815666171207163504.
3. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии: монография // М.: Физматлит, 2007. 416 с.
4. Mohammed F.A., Chen L., Kalaichelvan P. Inactivation of microbial infectiousness by silver nanoparticles coated condom: a new approach to inhibit HIV-and HSV-transmitted infection // *Journal of Nanomedicine*. 2012. N 7. P. 5007–5018.
5. Черных В.В. Методы получения наночастиц для фармпрепаратов // *Успехи современного естествознания*. 2014. № 6. С. 112.
6. Богатырев В.А. Лабораторная диагностика системы токсичности наноматериалов // *Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика*. 2014. Т. 22. № 6. С. 3–14.
7. Гладкова М.М., Терехова В.А., Яковлев А.С., Рыбальский Н.Г. Проблемы экологической безопасности наноматериалов // *Использование и охрана природных ресурсов в России*. 2014. Т. 135. № 3. С. 39–45.
8. Гладких П.Г. Эффект наночастиц серебра в отношении биопленок микроорганизмов // *Вестник новых медицинских технологий*. 2015. № 1. С. 3–4.
9. Банникова Д.А., Кононенко А.Б., Лобанов А.В. Влияние металлических и металлокомплексных наночастиц на бактериальные популяции // *Химическая безопасность*. 2017. Т. 1. № 2. С. 88–96.
10. Aazam E.S., Zaheer Z. Growth of Ag-nanoparticles in an aqueous solution and their antimicrobial activities against Gram positive, Gram negative bacterial strains and Candida fungus // *Journal Bioprocess and Biosystems Engineering*. 2016. N 4. P. 242–251. DOI: 10.1007/s00449-016-1539-3.
11. Burda C., Chen X., Narayanan R., El-Sayed M.A. Chemistry and properties of nanocrystals of different shapes // *Chemical Reviews*. 2005. Vol. 105. N 4. P. 1025–102.
12. Panacek A., Kvitek L., Prucek R., Kolar M., Vecerova R., Pizrova N., Sharma V.K., Nevečna T., Zboril R. Silver colloid nanoparticles: synthesis, characterization, and their antibacterial activity // *Journal of Physical Chemistry*. 2006. Vol. 110. N. 33. P. 16248–16253.
13. Лучинин В.В., Хмельницкий И.К. Разработка курса лекций по новой дисциплине «Безопасность наноматериалов и процессов наноиндустрии» // *Биотехносфера*. 2009. № 4. С. 37–41.
14. Симонов П.Г., Ашенбреннер А.И., Ханёрский Ю.А. Изучение терапевтической эффективности нового антибактериального препарата аргумистин при различных маститах коров // *Аграрная наука*. 2016. № 6. С. 17–21.
15. Александрова С.С., Атаманов И.В., Садовкасов А.А. Использование коллоидного серебра в качестве альтернативы антибиотикам в птицеводстве // *Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья*. 2016. Т. 35. № 4. С. 41–46.
16. Гомбоев Д.Д., Носенко Н.А., Контев В.Ю., Аришина А.А. Влияние нанокомпозита серебра на продуктивность поросят, состав и активность их кишечной микрофлоры // *Достижения науки и техники АПК*. 2014. № 9. С. 52–54.
17. Ильченко А.А., Мечетина Т.А. Синдром избыточного бактериального роста в тонкой

- кишке: этиология, патогенез, клиническое проявление // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2009. Т. 5. № 5. С. 99–08.
18. Suhodolcan V., Kocjan D., Krizman I., Kozjek F. Gastric stability of amoxicillin in the presence of bismuth subcitrate // *Acta Pharmaceutica*. 1994. Vol. 44. N. 4. P. 347–352.
19. Cavicchi M., Gibbs L., Whittle B.J. Inhibition of inducible nitric oxide synthase in the human intestinal epithelial cell line, DLD-1, by the inducers of heme oxygenase 1, bismuth salts, heme, and nitric oxide donors // *Gut*. 2000. N 47. P. 771–778.
20. Бурова Л.Г., Юхин Ю.М., Герлинская Л.А., Евстропов А.Н. Исследования антибактериальных свойств висмутсодержащих субстанций на основе наночастиц // Медицина и образование в Сибири. 2015. № 3. С. 85.
21. Плотникова Е.Ю., Сухих А.С. Препараты висмута в практике врача // *Лечащий врач*. 2016. № 2. С. 46–60.
22. Оковитный С.В., Ивкин Д.Ю. Препараты висмута — фармакологические основы клинического эффекта // *Лечащий врач*. 2015. № 10. С. 1–7.
23. Щербаков П.Л., Варпанетова Е.Е., Нижевнич А.А. Эффективность и безопасность применения висмута трикалия дицитрата (де-нол) у детей // *Клиническая фармакология и терапия*. 2005. № 1. С. 41–44.
1. Michaelis K., Hoffmann M.M., Dreis S. Covalent linkage of apolipoprotein e to albumin nanoparticles strongly enhances drug transport into the brain. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 2006, vol. 317, no. 3, pp. 1246–1253.
2. AlMatar M., Makky E.A., Var I., Koksai F. The role of nanoparticles in the inhibition of multidrug-resistant bacteria and biofilms. *Current Drug Delivery*, 2018, vol. 4. no. 15, pp. 470–484. DOI: 10.2174/1567201815666171207163504.
3. Gusev A.I. Nanomaterialy, nanostruktury, nanotekhnologii [Nanomaterials, nanostructures, nanotechnologies]. M.: Fizmatlit, 2007, 416 p. (In Russian).
4. Mohammed F.A., Chen L., Kalaichelvan P. Inactivation of microbial infectiousness by silver nanoparticles coated condom: a new approach to inhibit HIV-and HSV-transmitted infection. *Journal of Nanomedicine*, 2012, no. 7, pp. 5007–5018.
5. Chernykh V.V. Metody polucheniya nanochastits dlya farmpreparatov [Methods of obtaining nanoparticles for pharmaceutical preparations]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Achievements of modern natural science], 2014, no. 6. pp. 112. (In Russian).
6. Bogatyrev V.A. Laboratornaya diagnostika sistemy toksichnosti nanomaterialov [Laboratory diagnostics of the system of nanomaterial toxicity]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Prikladnaya nelineinaya dinamika* [Izvestiya VUZ. Applied nonlinear dynamics], 2014, vol. 22, no. 6, pp. 3–14. (In Russian).
7. Gladkova M.M., Terekhova V.A., Yakovlev A.S., Rybal'skii N.G. Problemy ekologicheskoi bezopasnosti nanomaterialov [Problems of ecological safety of nanomaterials]. *Ispol'zovanie i okhrana prirodnnykh resursov v Rossii* [Use and conservation of natural resources of Russia], 2014, vol. 135, no. 3, pp. 39–45. (In Russian).
8. Gladkikh P.G. Effekt nanochastits serebra v ot-noshenii bioplenok mikroorganizmov [Effect of nanoparticles of silver in relation to biofilms of microorganisms]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii* [Journal of new medical technologies], 2015, no. 1, pp. 3–4. (In Russian).
9. Bannikova D.A., Kononenko A.B., Lobanov A.V. Vliyanie metallicheskich i metallo-kompleksnykh nanochastits na bakterial'nye populatsii [Effect of metal and metal-complex nanoparticles on bacterial populations]. *Khimicheskaya bezopasnost'* [Chemical Safety Journal], 2017, vol. 1, no. 2, pp. 88–96. (In Russian).
10. Aazam E.S., Zaheer Z. Growth of Ag-nanoparticles in an aqueous solution and their antimicrobial activities against Gram positive, Gram negative bacterial strains and Candida fungus. *Journal Bioprocess and Biosystems Engineering*, 2016, no. 4, pp. 242–251. DOI: 10.1007/s00449-016-1539-3.
11. Burda C., Chen X., Narayanan R., El-Sayed M.A. Chemistry and properties of nanocrystals of different shapes. *Chemical Reviews*, 2005, vol. 105, no. 4, pp. 1025–102.
12. Panacek A., Kvntek L., Prucek R., Kolar M., Vecerova R., Pizrova N., Sharma V.K., Nevecna T., Zboril R. Silver colloid nanoparticles: synthesis, characterization, and their antibacterial activity. *Journal of Physical Chemistry*, 2006, vol. 110, no. 33, pp. 16248–16253.

13. Luchinin V.V., Khmel'nitskii I.K. Razrabotka kursa lektsii po novoi distsipline «Bezopasnost' nanomaterialov i protsessov nanoindustrii» [A course of lectures on the new discipline "Safety of nanomaterials and nano-industrial processes]. *Biotehnosfera* [Biotechnosphaera], 2009, no. 4, pp. 37–41. (In Russian).
14. Simonov P.G., Ashenbrenner A.I., Khaperskii Yu.A. Izuchenie terapevticheskoi effektivnosti novogo antibakterial'nogo preparata argumistin pri razlichnykh mastitakh korov [Study into therapeutic effectiveness of the new antibacterial preparation Argumistin for treatment of different types of cow mastitis]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian science], 2016, no. 6, pp. 17–21. (In Russian).
15. Aleksandrova S.S., Atamanov I.V., Sadvokasov A.A. Ispol'zovanie kolloidnogo serebra v kachestve al'ternativy antibiotikam v ptitsevodstve [Use of colloidal silver as an alternative to antibiotics in poultry production]. *Vestnik Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zaural'ya* [Bulletin of Northern Trans-Ural State Agricultural University], 2016, vol. 35, no. 4, pp. 41–46. (In Russian).
16. Gomboev D.D., Nosenko N.A., Koptev V.Yu., Arishina A.A. Vliyanie nanokompozita serebra na produktivnost' porosyat, sostav i aktivnost' ikh kishhechnoi mikroflory [Influence of silver nanocomposite on productivity of young pigs, composition and activity of their intestinal microflora]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2014, no. 9, pp. 52–54. (In Russian).
17. Il'chenko A.A., Mechetina T.A. Sindrom izbytochnogo bakterial'nogo rosta v tonkoi kishke: etiologiya, patogenez, klinicheskoe proyavleniya [Syndrome of excessive bacterial growth in small intestine: etiology, pathogenesis, clinical signs]. *Eksperimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya* [Experimental and Clinical Gastroenterology Journal], 2009, vol. 5, no. 5, pp. 99–108. (In Russian).
18. Suhodolcan V., Kocjan D., Krizman I., Kozjek F. Gastric stability of amoxicillin in the presence of bismuth subcitrate. *Acta Pharmaceutica*, 1994, vol. 44, no. 4, pp. 347–352.
19. Cavicchi M., Gibbs L., Whittle B.J. Inhibition of inducible nitric oxide synthase in the human intestinal epithelial cell line, DLD-1, by the inducers of heme oxygenase 1, bismuth salts, heme, and nitric oxide donors. *Gut*. 2000, no. 47, pp. 771–778.
20. Burova L.G., Yukhin Yu.M., Gerlinskaya L.A., Evstropov A.N. Issledovaniya antibakterial'nykh svoystv vismutsoderzhashchikh substantsiy na osnove nanochastits [Research into antibacterial properties of bismuth containing substances on the basis of nanoparticles]. *Meditsina i obrazovanie v Sibiri* [Journal of Siberian Medical Sciences], 2015, no. 3, pp. 85. (In Russian).
21. Plotnikova E.Yu., Sukhikh A.S. Preparaty vismuta v praktike vracha [Bismuth preparations in the practice of a physician]. *Lechashchii vrach* [Consulting physician], 2016, no. 2, pp. 46–60. (In Russian).
22. Okovityni S.V., Ivkin D.Yu. Preparaty vismuta – farmakologicheskie osnovy klinicheskogo effekta [Bismuth preparations as pharmaceutical bases of the clinical effect]. *Lechashchii vrach* [Consulting physician], 2015, no. 10, pp. 1–7. (In Russian).
23. Shcherbakov P.L., Vartapetova E.E., Nizhevich A.A. Effektivnost' i bezopasnost' primeneniya vismuta trikaliya ditsitrata (de-nol) u detei [Effectiveness and safety of application of bismuth tripotassium dicitrate (de-nol) with children]. *Klinicheskaya farmakologiya i terapiya* [Clinical Pharmacology and Therapy], 2005, no. 1, pp. 41–44. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Донченко А.С., доктор ветеринарных наук, академик, заместитель директора

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

Бурмистров В.А., кандидат химических наук, директор; e-mail: vector-vita@ngs.ru

AUTHOR INFORMATION

Donchenko A.S., Doctor of Science in Veterinary Medicine, Academician, Deputy Director

✉ **Shkil N.N.**, Candidate of Science in Veterinary Medicine, Associate Professor, Head of laboratory; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: referent@ievsvd.ru

Burmistrov V.A., Candidate of Science in Chemistry, Director; e-mail: vector-vita@ngs.ru

Дата поступления статьи 01.11.2018
Received by the editors 01.11.2018



DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-9

УДК: 631.17

ВЫБОР И АДАПТАЦИЯ АГРОТЕХНОЛОГИЙ

Каличкин В.К., Задков А.П.

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

Для цитирования: Каличкин В.К., Задков А.П. Выбор и адаптация агротехнологий // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 1. С. 68–79. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-9

For citation: Kalichkin V.K., Zadkov A.P. Vybór i adaptatsiya agrotekhnologii [Choice and adaptation of agrotechnologies] *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 1, pp. 68–79. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-9

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Методологическим основанием исследований служит признание того факта, что природа явлений находится в сложном информационном пространстве, характеризующемся разнообразием, сложностью и неопределенностью. Освещены исследования по автоматизированному выбору агротехнологий, проводимых в России. В части работ при создании программ по автоматизированному (компьютерному) выбору агротехнологий преобладает детерминированный подход на основе регрессионных моделей и учета средне-статистической изменчивости ресурсов. Задача оперативного управления агроприемами при реализации агротехнологий в этих работах не ставится: фактически осуществляется лишь частичная адаптация. Агротехнологии реализуются в системе «человек – машина – растение» с независимым, активно действующим агентом – растением, поэтому вся система является вероятностной (стохастической). Это положение дает основание считать, что детерминированный подход, основанный на регрессионных моделях, не отвечает современным требованиям и не реализует в полной мере агротехнологическую адаптацию. Одним из вариантов решения данной проблемы может быть имитационное моделирование, в котором возможна реализация динамического подхода. Достигнутый уровень мощности ком-

CHOICE AND ADAPTATION OF AGROTECHNOLOGIES

Kalichkin V.K., Zadkov A.P.

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

Methodological rationale for the research is the acknowledgement of the fact that the nature of things is located in the complex informational space characterized by diversity, complexity and uncertainty. The paper presents the study into the automated choice of agrotechnologies conducted in Russia. It is shown that deterministic approach on the basis of the regressive models and the account of the average resource changeability prevails in the part of work related to the creation of the software on automated (computerized) choice of agrotechnologies. The task of operational control of agro-approaches during implementation of agrotechnologies is not set in this work: only partial adaption is carried out. Agrotechnologies are implemented in the system “human being – piece of machinery – plant”, whereby “plant” is an independent, actively operating agent, so the whole system is probabilistic (stochastic). This statement gives reason to consider that deterministic approach based on the regressive models does not meet current requirements and does not implement agrotechnological adaptation to the full extent. One of the options of solving this problem is imitational modelling which involves implementation of the dynamic approach. The present capacity level of computers and software removes technical limitations. Requirements to conceptualizing

пьютеров и программного обеспечения снимают ограничения технического характера. На первый план выдвигаются требования к концептуализации предметной области, выбора моделей представления знаний и оболочкам их исполнения. С развитием цифровых технологий в сельском хозяйстве открываются новые возможности для получения дополнительных информационных ресурсов, которые необходимо максимально эффективно применять в процессе разработки и реализации управленческих решений. Предстоит значительно изменить структуру и содержание информационного обслуживания сельского хозяйства, шире использовать возможности интеллектуального анализа.

Ключевые слова: агротехнологии, детерминированный подход, информационные технологии, имитационное моделирование

В настоящее время в мире широкое распространение получили информационные технологии, моделирование различных объектов и процессов, в том числе агротехнологий, и разработка программ для этих целей [1–4]. Их использование дает возможность анализировать и рассчитывать разнообразные ситуации, связанные с конечным результатом. В России освоение в сельскохозяйственном производстве информационных (цифровых) технологий идет медленно, что обусловлено разными причинами. В этой ситуации задача аграрной науки заключается в разработке программных продуктов для широкого применения на основе использования как отечественного, так и зарубежного опыта, причем достаточно простых в применении. Для решения этой задачи необходимо более глубокое осмысление получаемых в экспериментах данных, математическом анализе и установлении закономерностей влияния агротехнических приемов на возделываемые культуры, ответных реакций растений, построении моделей взаимоотношений их с внешней средой. Обеспечение сельских товаропроизводителей примерными рекомендациями на основе полученных экспериментальных данных в бумажном виде в настоящее время уже недостаточно.

of the subject area, the choice of models for knowledge presentation and the framework of their implementation are placed in the forefront. With the development of digital technologies in agriculture, new opportunities arise for obtaining extra informational resources necessary to be effectively applied in the process of development and implementation of managerial decisions. The significant change in the structure and content of informational service of agriculture and a wider application of intellectual analysis are expected.

Keywords: agrotechnology, deterministic approach, informational technologies, imitational modelling

Цель исследования – провести анализ теоретических положений, подходов и методов, применяемых для автоматизированного выбора и адаптации агротехнологий в России, в рамках развития информационного обслуживания сельского хозяйства.

Методологическим основанием исследований является признание того факта, что природа явлений в окружающем нас мире находится не столько в привычной декартовой системе координат, сколько в более сложном информационном пространстве, характеризующемся разнообразием, сложностью и неопределенностью.

Важнейшими особенностями растениеводства являются, во-первых, технологическое разнообразие при производстве одноименных видов продукции; во-вторых, широкое использование технологических адаптаций к особенностям хозяйственных ситуаций отдельных лет. Погодная изменчивость может рассматриваться в качестве одного из главных факторов, определяющих необходимость широкого применения технологических адаптаций. Причем, выбор способов адаптации к погодным изменениям в основном приходится проводить в оперативном режиме в зависимости от складывающейся ситуации.

Сущность агротехнологий (будем считать агротехнологию объектом) – это их внутреннее содержание, выражающееся в единстве всех многообразных и противоречивых форм их реализации на практике. Явление – это обнаружение объекта и выражение внешних форм его существования. В мышлении человека, как известно, категории «сущность» и «явление» выражают переход от многообразия форм объекта к его внутреннему содержанию и единству – к «понятию». Постигание сущности объекта и формулирование понятия составляют задачу науки.

Не претендуя на полноту формулировки, под технологией будем понимать последовательность производственных процессов, способов использования материалов и машин (оборудования), а также конкретных действий, посредством которых производится конечный продукт. В отличие от промышленных технологий, агротехнологии характеризуются (в дополнение) использованием возобновляемых природных ресурсов, которые слабо поддаются управлению, но являются необходимым базисом. Следовательно, агротехнологии – это особый вид технологий, при реализации которых принцип «действуй по прописи» не всегда приводит к планируемым результатам. Кроме того, агротехнологии реализуются в системе «человек – машина – растение» с независимым, активно действующим агентом. Управляющим звеном в этой системе является человек, но наличие в ней второго биологического агента – растения – преобразует всю систему в вероятностную, так как растения подчинены своим внутренним биологическим законам [5].

Анализ практики показывает, что разнообразие агротехнологий, применяемых при производстве одноименных видов продукции растениеводства в разных предприятиях, в том числе и тех, которые расположены в непосредственной близости друг от друга, имеют сходные характеристики почв, общий режим тепло- и влагообеспеченности и дру-

гое, довольно велико. Особо следует отметить, что в отличие от ряда других отраслей, где новые, более эффективные технологии достаточно быстро осваиваются основной массой производителей, вытесняя применяемые ранее, в сельском хозяйстве конкурирующие агротехнологии длительное время используются одновременно, причем, даже на одном предприятии.

На первый взгляд, это можно объяснить вполне очевидными материально-вещественными и экономическими причинами: разной степенью технической оснащенности предприятий, отсутствием во многих из них необходимых специалистов и квалифицированных рабочих кадров, а самое главное, – низким уровнем рентабельности сельскохозяйственного производства, который во многих регионах не позволяет нормально вести не только расширенное, но и простое воспроизводство [6–8], что существенно сдерживает возможности быстрого технического и технологического обновления¹ [9]. Все перечисленное, безусловно, имеет место. Однако связь техники и технологий более сложна. На наш взгляд, различный уровень технической оснащенности сельскохозяйственных предприятий является не только причиной технологического разнообразия, но отчасти и его следствием.

Имеются и другие объективные основания для сохранения и культивирования технологического разнообразия, уменьшения унификации сельскохозяйственных производственных процессов в отличие от промышленности, особенно ее современных высокомеханизированных производств. По этой же причине для сельского хозяйства характерно наличие предприятий самых разных размеров, типов и форм, что на первый взгляд не вполне согласуется с требованием отбора наиболее эффективных производителей в результате рыночной конкуренции [10].

Также в качестве причины технологического разнообразия следует назвать высокую

¹Тарасова Т.В. Основные направления повышения эффективности использования сельскохозяйственной техники // Гуманитарные научные исследования. 2016. № 10. [Электронный ресурс]: <http://human.snauka.ru/2016/10/16720>

степень зависимости условий и результатов сельскохозяйственного производства от множества случайных факторов – погодных, биологических, экономических и иных. Это обстоятельство делает практически каждый сельскохозяйственный год и его отдельные периоды (весенне-полевые работы, уход за посевами, уборка урожая) в известном смысле уникальными и требует разработки и реализации специальных хозяйственных решений, прежде всего технологического характера.

В связи с целесообразностью сохранения разнообразия как фундаментального свойства природы на первое место в сложных природных и социально-экономических условиях при выборе и реализации агротехнологий выдвигается проблема их адаптации. Адаптация как способ управления объектом чаще всего связывается с неопределенностью среды, а также самого объекта. Последняя неопределенность обусловлена сложностью объекта и невозможностью получения его адекватной модели. В этом случае адаптация выступает в качестве средства управления объектом и эквивалентна поисковой оптимизации в обстановке помех, связанных со средой.

Неопределенность – это неполнота или недостоверность информации об условиях реализации решения, наличие фактора случайности или противодействия, с которыми все формы жизни вынуждены бороться [11]. На всех уровнях биологической сложности существует неопределенность относительно возможных последствий событий и действий. Однако самое главное – на всех уровнях действие должно предприниматься до того, как прояснена неопределенность. Принятие решений в условиях неопределенности всегда означает выбор такого варианта, когда одно или несколько действий имеют своим следствием множество частных исходов, но их вероятности известны слабо, а в экстремальных случаях не имеют смысла.

Сущность агротехнологий состоит в их сложности и дуалистичности: с одной стороны – это статическая категория, с другой – динамическая. В настоящее время в

проектировании агротехнологий (составлении технологических карт) используются статические (статистические) подходы, как правило, полностью детерминированные (ориентированные на среднестатистическую изменчивость ресурсов). Целесообразно применять в дополнение к первому подходу также вероятностные (стохастические), когда при реализации агротехнологий ведется перманентный эксперимент, дающий информацию о непрерывно и неконтролируемо изменяющихся условиях. Второй аспект более важен, поскольку через него реализуется истинное содержание агротехнологий. Следует также добавить, что ключевым словом в различных определениях понятия «технология» является «процесс» [12, 13].

Понятие «сложный объект» до настоящего времени не имеет строгого определения. Тем не менее, интуитивное представление о сложном объекте довольно точно соответствует тому, которое используется в теории управления. Л.А. Растригин приводит следующие основные характеристики сложного объекта (системы) [14]:

- отсутствие необходимого математического описания. Под математическим описанием подразумевается наличие алгоритма F вычисления состояния объекта Y по наблюдениям его входов – управляемого U и неуправляемого X , т.е. $Y = F(X, U)$;

- нестационарность объекта, которая проявляется в «дрейфе» его характеристик, изменении параметров и эволюции во времени;

- невозпроизводимость объекта, которая связана с зашумленностью и нестационарностью и проявляется в различной реакции на управление в определенные моменты времени – объект как бы все время перестает быть самим собой.

Управление, как известно, основывается на первом фундаментальном законе кибернетики – законе необходимого разнообразия (принцип У.Росса Эшби). У.Р. Эшби так сформулировал этот принцип (закон): «...разнообразие исходов, если оно минимально, может быть еще более уменьшено лишь за счет соответствующего увеличения

разнообразия, которым располагает R ... Это и есть закон необходимого разнообразия. Говоря более образно, только разнообразие в R может уменьшить разнообразие, создаваемое D ; только разнообразие может уничтожить разнообразие» [15, с. 294]. Е.В. Луценко предложил формулировку системного обобщения принципа Эшби: «Чем больше различных сочетаний значений факторов действует на объект управления, тем выше степень детерминированности управления им» [16, с. 3]. Принцип предполагает также, что для обеспечения эффективного управления требуется, чтобы разнообразие возможных воздействий субъекта управления соответствовало разнообразию поведения управляемого объекта.

Следует отметить, что кажущееся противоречие между необходимым разнообразием и адаптацией агротехнологий на самом деле не является непреодолимым. Как только из множества разнообразных агротехнологий выбрана та, которая приемлема в конкретных производственных условиях, наступает момент проведения действий по ее адаптации.

Из теории следует, что при изучении и описании адаптаций агротехнологий в процессе производства растениеводческой продукции прежде всего необходимо выделить факторы, влияющие на изменение условий производства, поскольку сами технологические адаптации можно рассматривать как реакцию производителей на данные изменения. При этом важно понять степень воздействия выделенных факторов на условия и результаты производства, особенности их проявления (детерминированные, случайные, сезонные и др.). Причем, для показателей, характеризующих случайные факторы, желательно указать основные стохастические параметры – математическое ожидание, дисперсию, функцию распределения.

Необходимо также учесть то обстоятельство, что по мере реализации тех или иных производственных процессов обычно появляется дополнительная информация, которая должна находить отражение в соответствующих хозяйственных решениях, обеспечивая гибкость системы управления.

Главным фактором, определяющим особенности условий и результатов сельскохозяйственного производства отдельных лет, принято считать погодную изменчивость, поэтому именно ее в первую очередь необходимо изучать и оценивать.

В управлении сельскохозяйственным производством в России расширяется сфера применения информационных технологий, осуществляются попытки создания интегрированных систем цифровизации аграрных объектов и процессов для реализации интеллектуального сельского хозяйства (Smart farming). Пока это ограничивается системами параллельного вождения, мониторингом техники, созданием цифровых карт полей с помощью ГИС, аэро- и космическим контролем агроценозов, применением роботов различного назначения и др. Однако цифровизация пока не стала массовой и комплексной, слабо затронула процессы выбора и последующей адаптации агротехнологий.

В исследованиях по автоматизированному (компьютерному) выбору агротехнологий в основном преобладает детерминированный подход. Об оперативном управлении агроприемами в этих работах не упоминается, а значит, фактически осуществляется лишь частичная адаптация (на основе учета среднестатистической изменчивости ресурсов). Кроме того, показанные ниже подходы в своей основе имеют регрессионные модели. Такие модели строятся непосредственно по данным наблюдений и экспериментов и позволяют решать задачи поддержки принятия решений путем интерполяции. Интерполяция в силу сложности и неопределенности среды и объектов имеет крайне ограниченное значение.

Так, во Всероссийском научно-исследовательском институте земледелия и защиты почв от эрозии разработана автоматизированная программа по выбору типа технологии возделывания зерновых культур. Выбор осуществляется в три этапа. Определяют: 1) состояние природного ресурса; 2) наличие материальных ресурсов; 3) оптимальную технологию по общей оценке природных и материальных ресурсов хозяйства. В основу программы положен регистр техно-

логий возделывания яровых и озимых зерновых культур Центрального Черноземья [17], которые фактически являются типовыми агротехнологиями. Регистр включает выходные показатели продуктивности и качества продукции с указанием затратных статей; список технологических приемов с указанием конкретных особенностей, обеспечивающих наибольшую эффективность их применения и перечнем рекомендуемой техники; потребность в ресурсах для успешного выполнения как отдельных приемов, так и технологии в целом (количество семян, горюче-смазочные материалы, пестициды, удобрения, электроэнергия, рабочая сила); ориентировочные экономические показатели для оценки технологии [18].

К этому же типу относится работа, проведенная в Новгородском научно-исследовательском институте сельского хозяйства [19, 20]. Авторы предлагают формировать базы данных, которые позволят осуществить выбор оптимального типа технологии по оценке природных и материальных ресурсов по таблицам, используя макросы, которые путем сравнения автоматически выбирают оптимальную технологию, а также определить прогнозируемую себестоимость единицы продукции, прибыль и рентабельность, выбранной технологии. Аналогичные исследования проводят в Курганском научно-исследовательском институте сельского хозяйства, но с использованием геоинформационных систем [21, 22]. По утверждению авторов «...база типовых технологических карт служит информационной базой для проектирования технологий выращивания сельхозкультур, является составной частью информационно-аналитической системы земледелия...» [23, с. 12].

Исследования, проведенные в Кубанском государственном аграрном университете, основаны на использовании экономико-математического моделирования²⁻⁵. Для выбора лучшей технологии из числа альтернативных разработана методика состоящая из трех этапов. На первом этапе осуществляется выбор технологий с использованием метода бинарных решающих матриц, далее следует этап сравнения выбранных технологий с использованием многокритериальной экономико-математической модели и графика-паутины. На заключительном этапе происходит анализ и выбор экономически эффективной технологии с помощью матричной модели.

Предполагается, что в базе данных информационной системы предприятия для каждого критерия выбора технологии уже существуют бинарные матрицы решения. Матрица заполняется нулями и единицами (отсюда их название – бинарные). Ноль означает, что данный способ не подходит, единица, напротив, что технология подходит и вполне применима в данных условиях. Целевой функцией выступает нахождение максимальной суммы бинарных показателей технологии (см. сноску 4). Под процессом принятия решений авторы методики понимают следующее: «...исследование проблемы, разработка и утверждение севооборота, формирование возможных вариантов технологий возделывания сельскохозяйственных культур, описание каждой из технологий, оценка технологии по экономическим, биоэнергетическим и агроэкологическим показателям, выбор технологического приема, расчет экономической эффективности производства, обобщение накопленного опыта» (см. сноску 2).

²Ткаченко В.В. Предпосылки создания системы моделей и методики многокритериальной оценки и выбора технологий возделывания сельскохозяйственных культур // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 113 (09). [Электронный ресурс]: <http://ej.kubagro.ru/2015/09/pdf/119.pdf>

³Ткаченко В.В., Ткаченко Н.А. Методика многокритериальной комплексной оценки и выбора технологии возделывания сельскохозяйственных культур // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 123 (9). [Электронный ресурс]: <http://ej.kubagro.ru/2016/09/pdf/112.pdf>

⁴Лойко В.И., Ткаченко В.В. Адаптация модели бинарных решающих матриц к задаче выбора технологий возделывания сельскохозяйственных культур // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 114 (10). [Электронный ресурс]: <http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/115.pdf>

⁵Лойко В.И., Ткаченко В.В., Курносов С.А. Исследования и разработка многокритериальной экономико-математической модели комплексной оценки технологий возделывания сельскохозяйственных культур // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 122 (80). [Электронный ресурс]: <http://ej.kubagro.ru/2016/08/pdf/80.pdf>

Е.В. Луценко с соавторами в Кубанском ГАУ для выбора агротехнологий использовали системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и интеллектуальную систему «ЭЙДОС-Х++»⁶. АСК-анализ представляет собой математический и инструментальный метод, характеризующийся универсальной непараметрической математической моделью, основанной на семантической теории информации, наличием методики численных расчетов и реализующего их программного инструментария («ЭЙДОС-Х++»). АСК-анализ позволяет выявить и исследовать виды причинно-следственных зависимостей между составом, внутренней структурой и эмерджентными свойствами объекта (системы). На основе эмпирических данных строятся формальные модели (модель обеспечивает выявление знаний непосредственно из эмпирических фактов), количественно отражающие силу и направления влияния значений факторов на поведение моделируемого объекта, в частности, на переход его в различные будущие состояния. На основании полученных результатов можно выбрать рекомендации по формированию таких управляющих воздействий, которые с большой степенью детерминированности переводят объект (систему) в заданное целевое состояние [24, 25].

Наиболее перспективным направлением в исследованиях по автоматизированному выбору агротехнологий и их адаптации к природным и производственным условиям следует считать имитационное моделирование. Работы Р.А. Полуэктова и его учеников, проводимые в Агрофизическом научно-исследовательском институте (Санкт-Петербург) по имитационному моделированию продукционного процесса посевов сельскохозяйственных культур, оформились в виде самостоятельной научной дисциплины со своей методологией и сферой применения [26–28]. Как указано на сайте <http://agrotool.ru>, «...система имитационного моделирования AGROTOOL представляет собой

компьютерную динамическую модель продукционного процесса сельскохозяйственного посева. Используя в качестве входных данных метеорологическую информацию, сведения о применяемой агротехнике, параметрах почвы и возделываемой культуре модель AGROTOOL позволяет в динамике с суточным шагом рассчитать основные характеристики состояния системы «почва – растение – атмосфера» в течение всего сезона вегетации – от посева до уборки. Модель можно использовать для решения практических задач агрономического мониторинга (прогноз урожайности, оценка темпов фенологического развития, исследование и выбор наилучших агротехнических решений)...».

Для работы модели требуется информация о возможных суточных погодных метеоданных за весь вегетационный период, что является препятствием для широкого внедрения модели в сельскохозяйственное производство [29]. По мнению разработчиков, решение этой проблемы состоит в том, чтобы по определенным агроклиматическим характеристикам в данной местности с помощью метода Монте-Карло получать неограниченное количество «синтетических» погодных реализаций («генератор погоды») и статистически обрабатывать результаты модельных расчетов, полученных на основе этих данных [30]. Разработчики подчеркивают также, что модель применяется для решения задач оптимизации агротехнологий и управления агротехническими воздействиями, в том числе с учетом неоднородности почвенного покрова [31].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Краткий анализ теоретических представлений о разнообразии, сложности и неопределенности среды и объекта при выборе и адаптации агротехнологий дает основание считать, что детерминированный подход, основанный на регрессионных моделях, не отвечает современным требованиям. На

⁶Луценко Е.В., Лойко В.И., Великанова Л.О. Постановка задачи и синтез модели прогнозирования урожайности зерновых колосовых и поддержки принятия решений по рациональному выбору агротехнологий // Научный журнал КубГАУ. 2008. № 38 (4). [Электронный ресурс]: <http://ej.kubagro.ru/2008/04/pdf/06.pdf>

данном этапе развития информационного анализа сельскохозяйственных процессов и объектов наиболее перспективным направлением исследований является динамическое имитационное моделирование. Преимущества динамического подхода по сравнению со статическими моделями можно проиллюстрировать следующим [32]: повышение точности и адекватности принятия решений; мультивариантность расчетов, обусловливаемая широким набором возможностей по варьированию входными данными; получение результатов в виде распределений показателей на вероятностных выборках внешних условий и возможность анализа рисков; неограниченное расширение числа отслеживаемых в модели показателей; снижение степени неопределенности модельных расчетов.

Имитационное моделирование требует более объемного информационного обеспечения и вычислительных ресурсов, чем статическое. В настоящее время достигнутый уровень мощности компьютеров и программного обеспечения практически снимает ограничения технического характера. На первый план выдвигаются требования к концептуализации предметной области, выбора моделей представления знаний и оболочкам их исполнения.

С развитием цифровых технологий, увеличения доступности аэро- и космических снимков и другое открываются новые возможности для получения дополнительных информационных ресурсов, которые необходимо максимально эффективно применять в процессе разработки и реализации управленческих решений в аграрной сфере. В связи с этим предстоит значительно изменить структуру и содержание информационного обслуживания сельского хозяйства, шире использовать возможности интеллектуального анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Eitzinger A., Løderach P., Rodriguez B., Fisher M., Beebe S., Sonder K., Schmidt A. Assessing high-impact spots of climate change: spatial yield simulations with Decision Support System // *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 2017. Vol. 22. N 5. P. 743–760. (DOI: 10.1007/s11027-015-9696-2).
2. Fry J., Guber A.K., Ladoni M., Munoz J.D., Kravchenko A.N. The effect of up-scaling soil properties and model parameters on predictive accuracy of DSSAT crop simulation model under variable weather conditions // *Geoderma*. 2017. Vol. 287. P. 105–115. DOI: 10.1016/j.geoderma.2016.08.012.
3. Anderson R., Keshwani D., Guru A., Yang H., Irmak S., Subbiah J. An integrated modeling framework for crop and biofuel systems using the DSSAT and GREET models // *Environmental Modelling & Software*. 2018. Vol. 108. P. 40–50. DOI: 10.1016/j.envsoft.2018.07.004.
4. De Wit A., Boogaard H., Fumagalli D., Janssen S., Knapen R., van Kraalingen D., Supit I., van der Wijngaart R., van Diepen K. 25 years of the WOFOST cropping systems model // *Agricultural Systems*. 2019. Vol. 168. P. 154–167. DOI: 10.1016/j.agry.2018.06.018.
5. Тюпаков К.Э. Особенности эффективного формирования и воспроизводства технико-технологической базы растениеводства: монография. Краснодар: Издательство Кубанского государственного университета. 2016. 274 с.
6. Крутова И.Н., Клименко А.С., Шведова М.В. Анализ рентабельности и стратегии развития сельского хозяйства России // *Системное управление*. 2011. № 4. С. 1–10.
7. Алтухов А.И. Основные проблемы развития АПК и пути их решения // *Вестник Курской ГСХА*. 2014. № 2. С. 2–6.
8. Морозюк Ю.В., Горбатенко А.П. Сельскохозяйственные предприятия на современном этапе развития экономики Российской Федерации // *ТДР*. 2014. № 2. С. 3–4.
9. Полухин А.А. Техническая модернизация сельского хозяйства России в условиях международной интеграции и экономических санкций // *RJOAS*. 2015. № 6. С. 41–51.
10. Ворожейкина Т.М. Особенности конкуренции в сельском хозяйстве // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2012. № 2. С. 12–15.
11. Канеман Д., Словик П., Тверски А. Принятие решений в неопределенности: правила и предубеждения: монография. Харьков: Изд-во Института прикладной психологии «Гуманитарный Центр», 2005. 632 с.

12. Философский словарь / под ред. И.Т. Фролова. 7 изд-е, перераб. и доп. М.: Республика, 2001. 719 с.
13. Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка; 4-е изд., доп. М.: ООО «А ТЕМП», 2006. 944 с.
14. Растригин Л.А. Адаптация сложных систем: монография. Рига: Зинатне, 1981. 375 с.
15. Эшби У.Р. Введение в кибернетику: монография / под ред. В.А. Успенского. М.: Издательство иностранной литературы, 1959. 428 с.
16. Луценко Е.В. Моделирование сложных многофакторных нелинейных объектов управления на основе фрагментированных зашумленных эмпирических данных большой размерности в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «ЭЙДОС-Х++» // Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 91 (07). С. 1–25.
17. Гостев А.В. Автоматизированные программы выбора технологии возделывания яровых и озимых зерновых культур в ЦЧР // Земледелие. 2013. № 1. С. 8–11.
18. Пыхтин И.Г., Гостев А.В., Пыхтин А.И. Совершенствование систем земледелия и агротехнологий в современных условиях ведения сельского хозяйства // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 4. С. 79–80.
19. Тиранова Л.В., Тиранов А.Б. Базы данных для разработки технологий возделывания яровых зерновых культур в условиях Новгородской области // Никоновские чтения. 2015. № 20-1 (20). С. 229–232.
20. Тиранова Л.В., Тиранов А.Б. Базы данных для разработки технологий возделывания зернобобовых культур в условиях Новгородской области // Никоновские чтения. 2016. № 21. С. 222–225.
21. Степных Н.В., Заргарян А.М., Жукова О.А. Компьютерная программа по проектированию технологий выращивания сельхозкультур // Аграрный вестник Урала. 2017. № 3 (157). С. 54–58.
22. Степных Н.В., Жукова О.А., Заргарян А.М. Разработка базы данных типовых техкарт для информационно-аналитического комплекса по земледелию // Вестник НГИЭИ. 2018. № 4 (83). С. 5–15.
23. Луценко Е.В., Лойко В.И., Великанова Л.О. Прогнозирование и принятие решений в растениеводстве с применением технологий искусственного интеллекта: монография. Краснодар: Издательство Кубанского государственного аграрного университета, 2008. 257 с.
24. Горпинченко К.Н., Луценко Е.В. Прогнозирование и принятие решений по выбору агротехнологий в зерновом производстве с применением методов искусственного интеллекта (на примере СК-анализа): монография. Краснодар: Издательство Кубанского государственного аграрного университета, 2013. 168 с.
25. Полуэктов Р.А. Динамические модели агроэкосистемы: монография. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 312 с.
26. Полуэктов Р.А., Смоляр Э.И., Терлеев В.В., Топаж А.Г. Модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур: монография. СПб.: Издательство Санкт-Петербургского университета, 2006. 396 с.
27. Полуэктов Р.А., Топаж А.Г., Кобылянский С.Г. Автоматизация компьютерного эксперимента с математическими моделями // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 2. С. 61–63.
28. Топаж А.Г., Медведев С.А., Захарова Е.Т. Проактивное управление в компьютерных системах поддержки агротехнологических решений на примере управления азотными подкормками // АгроЭкоИнфо. 2016. № 4. С. 12–27.
29. Полуэктов Р.А., Топаж А.Г., Якушев В.П., Медведев С.А. Использование динамической модели агроэкосистемы для оценки влияния климатических изменений на продуктивность посевов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 2. С. 7–12.
30. Баденко В.Л., Гарманов В.В., Иванов Д.А., Савченко А.Н., Топаж А.Г. Перспективы использования динамических моделей агроэкосистем в задачах средне- и долгосрочного планирования сельскохозяйственного производства и землеустройства // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2015. № 1-2. С. 72–76.
31. Медведев С.А. Методические основы поливариантного расчёта динамических моделей продукционного процесса сельскохозяйственных культур // АгроЭкоИнфо. 2015. № 4. С. 2–17.

REFERENCES

- Eitzinger A., Läderach P., Rodriguez B., Fisher M., Beebe S., Sonder K., Schmidt A. Assessing high-impact spots of climate change: spatial yield simulations with Decision Support System. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 2017, vol. 22, no. 5, pp. 743–760. (DOI: 10.1007/s11027-015-9696-2).
- Fry J., Guber A.K., Ladoni M., Munoz J.D., Kravchenko A.N. The effect of up-scaling soil properties and model parameters on predictive accuracy of DSSAT crop simulation model under variable weather conditions. *Geoderma*, 2017, vol. 287, pp. 105–115. DOI: 10.1016/j.geoderma.2016.08.012.
- Anderson R., Keshwani D., Guru A., Yang H., Irmak S., Subbiah J. An integrated modeling framework for crop and biofuel systems using the DSSAT and GREET models. *Environmental Modelling & Software*, 2018, vol. 108, pp. 40–50. DOI: 10.1016/j.envsoft.2018.07.004.
- De Wit A., Boogaard H., Fumagalli D., Jansen S., Knapen R., van Kraalingen D., Supit I., van der Wijngaart R., van Diepen K. 25 years of the WOFOST cropping systems model // *Agricultural Systems*, 2019, vol. 168, pp. 154–167. DOI: 10.1016/j.agsy.2018.06.018.
- Tyupakov K.E. *Osobennosti effektivnogo formirovaniya i vosпроизводства tekhniko-tekhnologicheskoi bazy rastenievodstva* [Features of effective formation and reproduction of the technical and technological base of crop science]. Krasnodar: Izdatel'stvo Kubanskogo gosudarstvennogo universiteta [Printing house of Kuban State University], 2016, 274 p. (In Russian).
- Krutova I.N., Klimenko A.S., Shvedova M.V. Analiz rentabel'nosti i strategii razvitiya sel'skogo khozyaistva Rossii [Analysis of profitability and development strategy of agriculture of Russia]. *Sistemnoe upravlenie* [System management], 2011, no. 4, pp. 1–10. (In Russian).
- Altukhov A.I. Osnovnye problemy razvitiya APK i puti ikh resheniya [The main problems of APC development and ways of their solution]. *Vestnik Kurskoi GSKhA* [Vestnik of Kursk State Agricultural Academy], 2014, no. 2, pp. 2–6. (In Russian).
- Morozyuk Yu.V., Gorbatenko A.P. Sel'sko-khozyaistvennye predpriyatiya na sovremen-nom etape razvitiya ekonomiki Rossiiskoi Federatsii [Agricultural enterprises on the present stage of development of the Russian economy]. *TDR* [Transport business of Russia], 2014, no. 2, pp. 3–4. (Russian).
- Polukhin A.A. Tekhnicheskaya modernizatsiya sel'skogo khozyaistva Rossii v usloviyakh mezh-dunarodnoi integratsii i ekonomicheskikh sanktsii [Technical modernization of agriculture of Russia under conditions of international integration and economic sanctions]. *RJOAS* [Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences], 2015, no. 6, pp. 41–51. (In Russian).
- Vorozheikina T.M. Osobennosti konkurentsii v sel'skom khozyaistve [Features of competition in agriculture]. *Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], 2012, no. 2, pp. 12–15. (In Russian).
- Kaneman D., Slovik P., Tverski A. *Prinyatie reshenii v neopredelennosti: pravila i predu-bezhdeniya* [Decision-making in uncertainty: rules and prejudices]. Khar'kov: Izdatel'stvo Instituta prikladnoi psikhologii «Gumanitarnyi Tsentr» [Publishing house of the Institute of Applied Psychology “Humanitarian center”], 2005, 632 p. (In Russian).
- Filosofskii slovar'* [Dictionary of Philosophy], pod red. I.T. Frolova. 7 izd.-e, pererab. i dop. M., Respublika Publ., 2001, 719 p. (In Russian).
- Ozhegov S.I., Shvedova N.Yu. *Tolkovyi slovar' russkogo yazyka* [Definition dictionary of the Russian language], 4-e izd., dop. M., OOO «A TEMP» Publ., 2006. 944 p. (In Russian).
- Rastrigin L.A. *Adaptatsiya slozhnykh system* [Adaptation of complex systems], Riga, Zinatne Publ., 1981, 375 p. (In Russian).
- Eshbi U.R. *Vvedenie v kibernetiku* [Introduction into cybernetics], / pod red. V.A. Uspenskogo. M., Izdatel'stvo inostrannoi literatury [Printing house of Foreign Literature], 1959, 428 p. (In Russian).
- Lutsenko E.V. Modelirovanie slozhnykh mnogofaktornykh nelineinykh ob"ektov upravleniya na osnove fragmentirovannykh zashumlennykh empiricheskikh dannyykh bol'shoi razmernosti v sistemno-kognitivnom analize i intellektual'noi sisteme «EIDOS-Kh++» [Modelling of complex multifactor nonlinear control objects based on a fragmented noisy empirical high-dimensional data in a system cognitive analysis and in the intellectual EIDOS-Kh++ system]. *Nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Scientific Jour-

- nal of Kuban State Agrarian University], 2013, no. 91 (07), pp. 1–25. (In Russian).
17. Gostev A.V. Avtomatizirovannye programmy vybora tekhnologii vozdeleyvaniya yarovykh i ozimnykh zernovykh kul'tur v TsChR [Automated software for choosing grain crop cultivation technology in Central-chernozem region]. *Zemledelie* [Zemledelie], 2013, no. 1, pp. 8–11. (In Russian).
 18. Pykhtin I.G., Gostev A.V., Pykhtin A.I. Sovershenstvovanie sistem zemledeliya i agrotekhnologii v sovremennykh usloviyakh vedeniya sel'skogo khozyaistva [Improving of farming conditions and agrotechnologies in the conditions of modern agriculture]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2014, no. 4, pp. 79–80. (In Russian).
 19. Tiranova L.V., Tiranov A.B. Bazy dannykh dlya razrabotki tekhnologii vozdeleyvaniya yarovykh zernovykh kul'tur v usloviyakh Novgorodskoi oblasti [Database for development of spring grain crop cultivation technologies in the conditions of Novgorod region]. *Nikonovskie chteniya* [Nikonovskie chteniya], 2015, no. 20-1 (20), pp. 229–232. (In Russian).
 20. Tiranova L.V., Tiranov A.B. Bazy dannykh dlya razrabotki tekhnologii vozdeleyvaniya zernobobovykh kul'tur v usloviyakh Novgorodskoi oblasti [Database for development of leguminous crop cultivation technologies in the conditions of Novgorod region]. *Nikonovskie chteniya* [Nikonovskie chteniya], 2016, no. 21, pp. 222–225. (In Russian).
 21. Stepnykh N.V., Zargaryan A.M., Zhukova O.A. Komp'yuternaya programma po proektirovaniyu tekhnologii vyrashchivaniya sel'khozkul'tur [Software for designing crop cultivation technology]. *Agrarnyi vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2017, no. 3 (157), pp. 54–58. (In Russian).
 22. Stepnykh N.V., Zhukova O.A., Zargaryan A.M. Razrabotka bazy dannykh tipovykh tekhnologicheskikh dlya informatsionno-analiticheskogo kompleksa po zemledeliyu [Development of a database of standard task list for informational and analytical complex for agriculture]. *Vestnik NGIEI* [Herald NGIEI], 2018, no. 4 (83), pp. 5–15. (In Russian).
 23. Lutsenko E.V., Loiko V.I., Velikanova L.O. *Prognozirovanie i prinyatie reshenii v rasstenevodstve s primeneniem tekhnologii iskusstvennogo intellekta* [Forecasting and decision making on the choice of agricultural technologies in grain production using artificial intelligence]. Krasnodar, Izdatel'stvo Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Printing house of Kuban State Agrarian University], 2008, 257 p. (In Russian).
 24. Gorpinchenko K.N., Lutsenko E.V. *Prognozirovanie i prinyatie reshenii po vyboru agrotekhnologii v zernovom proizvodstve s primeneniem metodov iskusstvennogo intellekta (na primere SK-analiza)* [Forecasting and decision making on the choice of agricultural technologies in grain production using artificial intelligence (for example, the SC-analysis)]. Krasnodar, Izdatel'stvo Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Printing house of Kuban State Agrarian University], 2013, 168 p. (In Russian).
 25. Poluektov R.A. *Dinamicheskie modeli agroekosistemy* [Dynamic models agro-ecological system]. L., Gidrometeoizdat [Hydro-meteorological press], 1991, 312 p. (In Russian).
 26. Poluektov R.A., Smolyar E.I., Terleev V.V., Topazh A.G. *Modeli produktsionnogo protsesa sel'skokhozyaistvennykh kul'tur* [Models of production process of grain crops: monograph]. St. Petersburg, Izdatel'stvo Sankt-Peterburgskogo universiteta [Printing house of St.-Petersburg University], 2006, 396 p. (In Russian).
 27. Poluektov R.A., Topazh A.G., Kobylanskii S.G. Avtomatizatsiya komp'yuternogo eksperimenta s matematicheskimi modelyami [Automating computer experiment with mathematical models]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2011, no. 2, pp. 61–63. (In Russian).
 28. Topazh A.G., Medvedev S.A., Zakharova E.T. Proaktivnoe upravlenie v komp'yuternykh sistemakh podderzhki agrotekhnologicheskikh reshenii na primere upravleniya azotnymi podkormkami [Proactive control in computer support systems of agro-technological decisions on the example of nitrogen dressing control]. *AgroEkoInfo* [AgroEcoInfo], 2016, no. 4, pp. 12–27. (In Russian).
 29. Poluektov R.A., Topazh A.G., Yakushev V.P., Medvedev S.A. Ispol'zovanie dinamicheskoi modeli agroekosistemy dlya otsenki vliyaniya klimaticheskikh izmenenii na produktivnost' posevov [Using the dynamic model of the agro-ecosystem for estimating the influence of climatic changes on productivity of crops]. *Vestnik*

- Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk* [Vestnik of the Russian agricultural science], 2012, no. 2, pp. 7–12. (In Russian).
30. Badenko V.L., Garmanov V.V., Ivanov D.A., Savchenko A.N., Topazh A.G. Perspektivy ispol'zovaniya dinamicheskikh modelei agroekosistemv zadachakh sredne- i dolgosrochnogo planirovaniya sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva i zemleustroistva [Prospects of using dynamic models of agrosystems within the framework of medium- and long-term planning of agricultural production and land management]. *Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk* [Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences], 2015, no. 1-2, pp. 72–76. (In Russian).
31. Medvedev S.A. Metodicheskie osnovy polivariantnogo rascheta dinamicheskikh modelei produktsionnogo protsessa sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Methodological basis of polyvariant calculation of dynamic models of agricultural crop production process]. *AgroEkoInfo* [AgroEcoInfo], 2015, no. 4, pp. 2–17. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Каличкин В.К.**, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, СФНЦА РАН, а/я 463; e-mail: kvk@ngs.ru

Задков А.П., доктор экономических наук, главный научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Kalichkin V.K.**, Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher, **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: kvk@ngs.ru

Zadkov A.P., Doctor of Science in Economics, Head Researcher

Дата поступления статьи 02.12.2018
Received by the editors 02.12.2018

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ И РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ АНКЕРНОГО СОШНИКА НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОСЕВНОЙ БОРОЗДЫ

Назаров Н.Н., Нестяк В.С., Яковлев Н.С.

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

Для цитирования: Назаров Н.Н., Нестяк В.С., Яковлев Н.С. Влияние конструктивных и режимных параметров анкерного сошника на формирование посевной борозды // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 1. С. 80–88. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-10

For citation: Nazarov N.N., Nestyak V.S., Yakovlev N.S. Vliyaniye konstruktivnykh i rezhimnykh parametrov rabocheho organa na formirovaniye posevnoi borozdy [Effect of constructive and operating parameters of anchor plowshare on the formation of drill furrow]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 1, pp. 80–88. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-10

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Разработаны теоретические основы перемещения почвы при формировании посевной борозды анкерным сошником с острым углом вхождения в почву с разнесенными структурными элементами. При заглублении рабочего органа в почву на глубину 0,06–0,08 м и радиусе его стойки 0,2 м скорость движения частиц почвы по стойке возрастает практически линейно в среднем на 11% при значениях коэффициента трения почвы о сталь от 0,3 до 0,6 и скоростных диапазонах движения агрегата от 1 до 3 м/с. При этом скорость перемещения почвы по наральнику и стойке посевного рабочего органа превышает скорость движения агрегата в 1,6–1,8 раза в зависимости от значений коэффициента трения почвы о сталь. Высота подъема почвы по стойке в том же диапазоне скоростного режима агрегата возрастает практически в 4 раза. Выявлена зависимость величины смещения пласта почвы посевным рабочим органом из зоны посева в межполосное пространство от скорости агрегата: с увеличением скорости от 1 до 3 м/с смещение возрастает на 15–32%. Максимальное смещение почвы отмечено при угле отклонения боковой грани рабочего органа на 75°. Абсолютное значение величин смещения почвы находилось в пределах 0,35–0,45 м, что является достаточным для переноса требуемого объема почвы в межполосное пространство при реализации бороздкового посева.

Ключевые слова: бороздковый ленточный посев, анкерный сошник, разнесенные структурные элементы, смещение почвы, скорость движения, агрегат

EFFECT OF CONSTRUCTIVE AND OPERATING PARAMETERS OF ANCHOR PLOWSHARE ON THE FORMATION OF DRILL FURROW

Nazarov N.N., Nestyak V.S., Yakovlev N.S.

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

Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

Theoretical bases of soil movement were developed whereby a drill furrow was formed by an anchor plowshare with an acute angle of soil penetration with spaced structural elements. When the seeding working tool penetrates the soil at the depth of 0.06–0.08 m and the radius of its tine 0.2 m, the speed of movement of soil particles by the tine increases almost linearly on average by 11%, with the coefficient of soil friction against steel being from 0.3 up to 0.6 and the speed of the sowing unit movement – from 1 to 3 m/s. At the same time the speed of soil movement by the tine point and the tine of the seeding working tool exceeds the speed of the sowing unit by 1.6–1.8 times depending on the values of the coefficient of soil friction against steel. The height of the real soil tillage by the tine of the seeding working tool given the same speed range of the sowing unit increases by almost 4 times. The dependency was revealed between the value of the soil layer shift by the seeding working tool from the sowing zone into the inter-row space and the sowing unit speed. When the speed increases from 1 to 3 m/s, the shift increases by 15–32%. The maximum soil movement is observed with the angle of inclination of the side edge of the seeding working tool by 75°. Absolute values of soil movement were within the range of 0.35–0.45 m, which is sufficient to move the required amount of soil into the inter-row space when doing furrow sowing.

Keywords: furrow band sowing, anchor plowshare, spaced structural elements, soil movement, speed of movement, sowing unit

ВВЕДЕНИЕ

Максимальная урожайность при возделывании зерновых культур создается комплексом необходимых для растений условий. Из семи основных факторов, влияющих на урожай – свет, тепло, влага, питание, сорта, почвенное плодородие, защита растений, первые два следует отнести к неуправляемым, остальные (в определенной степени) являются регулируемыми [1, 2]. Но больше всего в весовом выражении для развития растений требуется вода, для разных культур она составляет от 75 до 95% их сырой массы, что связано не только с общим периодом вегетации зерновых, но с начальным развитием зерновки в системе “зародыш – прорастание – всходы”. Поэтому для появления полноценных всходов должны быть созданы необходимые условия по режиму увлажнения для уложенных в почву семян зерновых [3]. В связи с этим возникает целесообразность использования способа посева зерновых, при котором семена закладываются во влажный слой почвы, обеспечивающий быстрое появление всходов [4–13].

Цель исследований – разработать теоретические предпосылки процесса формирования посевной борозды при реализации ленточного посева зерновых.

Научная задача – выявить влияние конструктивных параметров посевного рабочего органа и скоростных режимов агрегата на характер перемещения почвы при формировании посевной борозды в зависимости от агрофизических свойств почвы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Наиболее полно предъявленным требованиям укладки семян зерновых во влажный слой почвы соответствует бороздковый посев, сущность которого заключается в размещении семян в борозде на глубине 0,07–0,08 м с образованием над семенами уплотненного слоя величиной 0,03–0,04 м, определяющего глубину заделки семян. Для

реализации указанного способа посева целесообразно использовать однодисковые анкерные сошники с разнесенными структурными элементами¹ и лентой посева 0,08 м при величине междурядья 0,12–0,13 м.

Предлагаемый посевной рабочий орган представляет собой трехгранный клин, структурная схема которого приведена на рис. 1.

Сошник для бороздкового посева содержит вертикально расположенный дисковый нож 1, установленный на оси 2 и обеспечивающий разрезание почвы и встречающихся сорняков в вертикальной плоскости на глубину заделки семян. За диском на стойке 3 закреплен наральник 4 с острым углом вхождения в почву, выполненный в виде двугранного клина и за этой же стойкой установлен семяпровод 5 для подачи семян сельскохозяйственных культур на семенное ложе.

Семена высевает с шириной ленты 0,07–0,08 м. К обеим сторонам наральника присоединены боковины 6, верхняя образу-

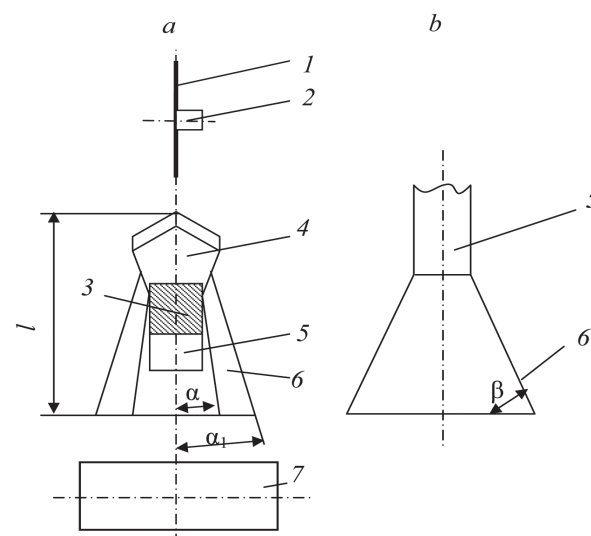


Рис. 1. Структурная схема дисково-анкерного сошника с острым углом вхождения в почву с разнесенными структурными элементами, вид сверху (а); вид сзади без прикатывающего катка (б)

Fig. 1. The structural scheme of the anchor-disk plowshare with an acute angle of soil penetration with spaced structural element top view (a); back view without packing wheel (b)

¹Патент 2649330 Российская Федерация, МПК A01C 7/20. Сошник для бороздкового посева // Назаров Н.Н., заявитель и патентообладатель: Федеральное учреждение науки сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (СФНЦ РАН) (RU) – № 2017120889, 14.06.2017, заявл. 2017. 14.06.2017, опубл. 2018.02.04.

ющая этих боковин отклонена от горизонтали на угол α , а нижняя образующая боковина – на угол α_1 , при этом $\alpha < \alpha_1$, образуя трапецевидный посевной рабочий орган с отклонением боковин от горизонтальной оси на угол β . Смещение почвы в межполосное пространство происходит по длине l посевного рабочего органа. Формирование посевной борозды и уплотнение в местах расположения семян обеспечивается за счет обрушения стенок борозды прикатывающим катком 7, с шириной большей, чем ширина ленты посева (см. сноску 1) [14].

Такое конструктивное исполнение позволяет укладывать семена на глубину 0,07–0,08 м в высокоувлажненный слой почвы, оставляя над семенами мульчирующий слой 0,03–0,04 м, что обеспечивает их высокую всхожесть и устойчивую вегетацию.

Методы исследований – информационный, теоретический, методы изучения физических процессов взаимосвязи элементов. Определение значений смещения почвы, формируемой посевным рабочим органом, проводилось при трех значениях влажности почвы: 16,87; 20,00 и 21,50% на трех скоростных режимах: 6, 8 и 10 км/ч.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Формирование структуры посевной борозды определяется перемещением пласта почвы при трех этапах его движения. На первом этапе происходит смещение почвы боковыми гранями посевного рабочего органа в стороны межполосной укладки семенного материала. На втором этапе – перераспределение поднятого почвенного пласта по стойке-семяпроводу и его перемещение как тела, брошенного в свободном полете под углом к горизонту в это же межполосное пространство. Параллельно на третьем этапе реализуется процесс перемещения (пересыпания) почвы через сам рабочий орган в образованную борозду. Распределение сил при движении наральника стойки на глубине h , характер скалывания почвы и основные зависимости, возникающие в рассматриваемом процессе, представлены на рис. 2.

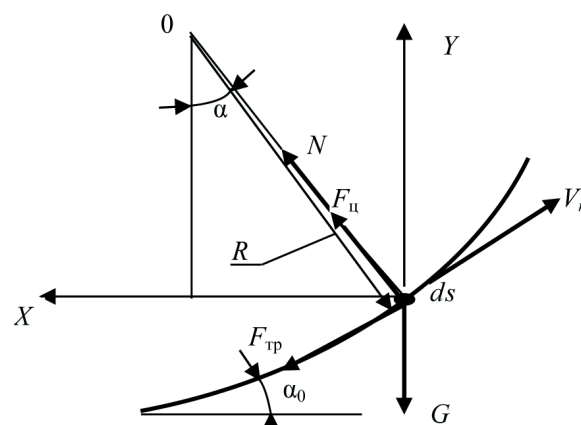


Рис. 2. Схема для определения действующих усилий на анкер и стойку рабочего органа

Fig. 2. The scheme of determination of impacts on the anchor and tine of the seeding working tool

Рассматривая равновесие элемента ds , на который действуют линии центров тяжести поперечных сечений почвенного пласта ($F_{\text{н}}$ – центробежная сила, $F_{\text{тр}}$ – сила трения почвенного слоя по поверхности), систему координат XOY выберем в плоскости расположения рабочего органа. Элемент почвы ds при своем разрушении и сдвиге в стороны участвует в двух движениях: против хода движения агрегата (по оси X) и по радиусу дуги окружности R , образующей поверхность рабочего органа.

В векторной форме это движение можно выразить так

$$m\vec{a} = \vec{G} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N}. \quad (1)$$

Для анализа взаимодействия стойки и анкера с почвой составим условие равновесия:

$$\sum F_x : N \cdot \sin \alpha - \frac{mV_r^2}{R} \cdot \sin \alpha + F_{\text{тр}} \cdot \cos \alpha = 0; \quad (2)$$

$$\sum F_y : N \cdot \cos \alpha + \frac{mV_r^2}{R} \cdot \cos \alpha - F_{\text{тр}} \cdot \sin \alpha - G = 0, \quad (3)$$

где G – сила тяжести пласта, Н; N – сила реакции, действующая на почвенный слой со стороны лапы, Н; $F_{\text{тр}}$ – сила трения почвенного слоя по поверхности, Н.

Радиус стойки принимался равным 0,2 м, что соответствует стойке, изогнутой по окружности и применяемой для данного посевного рабочего органа.

При определении скорости движения материала по поверхности анкера и стойки принимаем во внимание уравнение (2).

Перепишем его в виде

$$\frac{mV_r^2}{R} \cdot \sin \alpha = N \cdot \sin \alpha + F_{\text{тр}} \cdot \cos \alpha \quad (4)$$

и при соответствующих преобразованиях имеем

$$V_r = \sqrt{\rho R (1 + f \operatorname{ctg} \alpha)}, \quad (5)$$

учитывая, что

$$G = mg, \quad (6)$$

$$F_{\text{тр}} = fG = f \cdot h \cdot b \cdot L_c \cdot \rho \cdot g, \quad (7)$$

где h – глубина обработки почвы, м; b – толщина стойки, м; L_c – длина рабочего участка стойки, м; ρ – плотность почвы, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м/с².

В соответствии с исследованиями [10, 11] окончательная формула для определения скорости движения материала по поверхности анкера и стойки примет вид

$$V_r = \sqrt{V_{\text{арп}}^2 \rho R (1 + f \operatorname{ctg} \alpha)}, \quad (8)$$

где $V_{\text{арп}}$ – скорость движения агрегата, м/с.

Установлено, что с ростом скорости движения агрегата $V_{\text{арп}}$ скорость V_r , перемещение почвы по стойке возрастает практически линейно в среднем на 11% при значениях коэффициента трения почвы о сталь от 0,3 до 0,6 (см. рис. 3). При этом скорость перемещения почвы по наральнику и стойке посевного рабочего органа превышает скорость движения агрегата в 1,6–1,83 раза в зависимости от значений коэффициента трения f .

Высота подъема почвы до ее отрыва от стойки определена из уравнения [15]

$$Z = \frac{1}{3} \left(V^2 \frac{1}{g} + R \right). \quad (9)$$

Анализ приведенной графической зависимости показывает, что высота подъема почвы по стойке в диапазоне скоростного режима агрегата от 1 до 3 м/с возрастает практически в 4 раза. Это обстоятельство является значимым для определения величины разброса почвы при формировании посевных борозд при посеве зерновых культур.

Зависимость высоты подъема почвы по стойке от скорости движения агрегата представлена на рис. 4. Глубина хода посевного рабочего органа составляет 0,06; 0,07; 0,08 м.

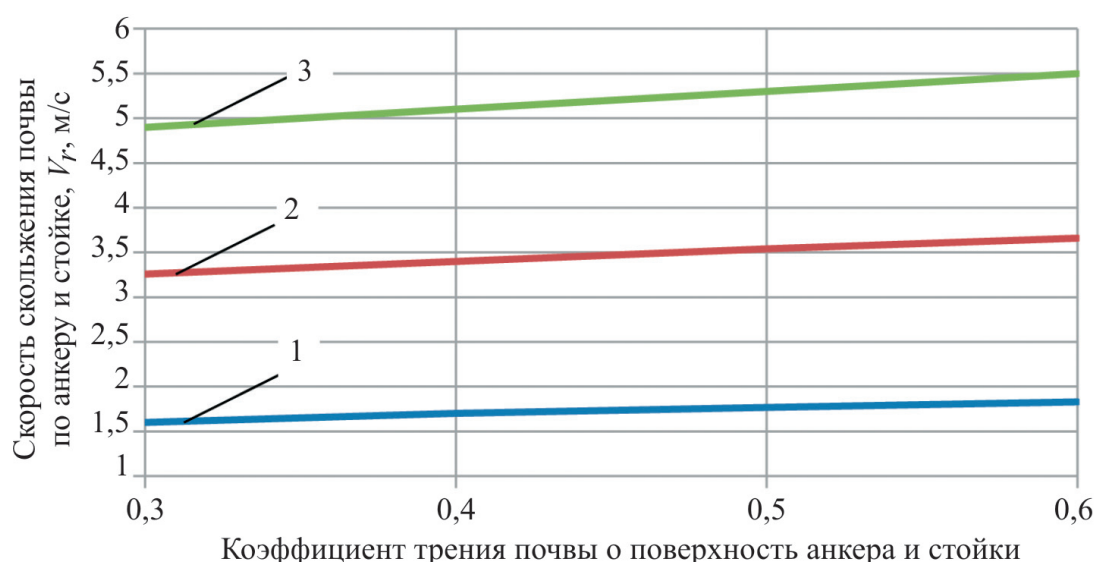


Рис. 3. Зависимость скорости перемещения почвы по наральнику и стойке посевного рабочего органа от скоростных режимов агрегата:

1 – $V_{\text{арп}} = 1$ м/с; 2 – $V_{\text{арп}} = 2$; 3 – $V_{\text{арп}} = 3$ м/с

Fig. 3. Dependence of the speed of soil movement by the tine point and the tine of the seeding working tool on the speed modes of the sowing unit:

1 – $V_{\text{unit}} = 1$ м/с; 2 – $V_{\text{unit}} = 2$; 3 – $V_{\text{unit}} = 3$ м/с

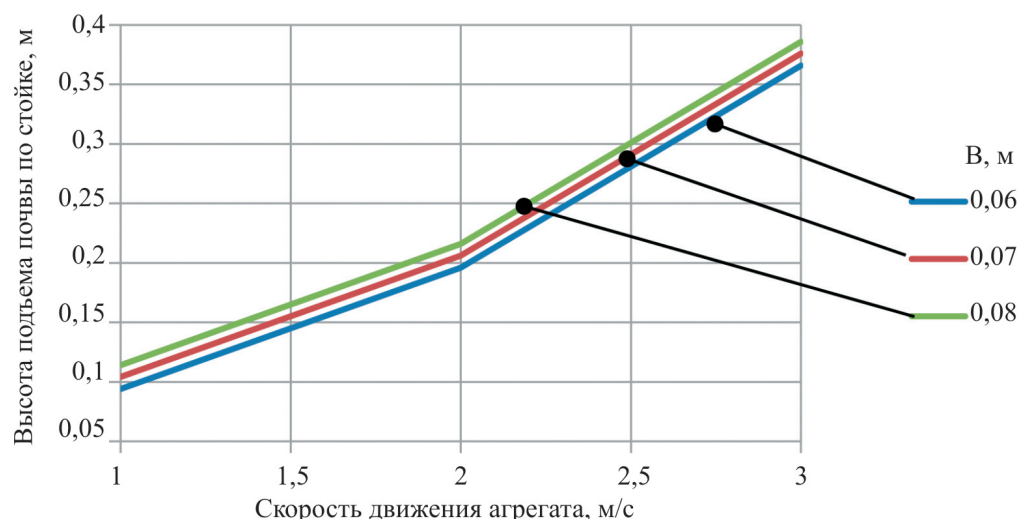


Рис. 4. Зависимость высоты подъема почвы по стойке от скорости движения агрегата, м:

B – глубина хода сошника в почве

Fig. 4. Dependence of the height of the real soil tillage by the tine on the speed of the sowing unit, m:

B – the depth of plowshare movement in the soil

С учетом [16] формулу для расчета дальности полета L_d пласта в плоскости дна борозды определим из выражения

$$L_d = V^2 \sin 2\psi / g, \quad (10)$$

где β – угол наклона боковых граней рабочего органа от горизонтали; γ – угол установки клина; ψ – угол трения почвы о клин; V – скорость движения рабочего органа, агрегата.

Общее смещение почвы посевным рабочим органом представлено на рис. 5. При

этом: угол $\beta = 45, 60, 75^\circ$; угол $\gamma = 22^\circ$; угол $\psi = 26^\circ$; $l = 0,08$ м.

Тогда общее смещение почвы в стороны определяется из выражения

$$S = \frac{l \sin^2 \beta \cos \gamma}{[\sin(\beta + \psi) \operatorname{tg} \psi]} + \frac{V^2 \sin^2 \beta \sin \gamma \sin 2\gamma \sin 2\psi}{2g \sin^2(\beta + \psi)} \quad (11)$$

где l – длина клина, по которой скользит пласт.

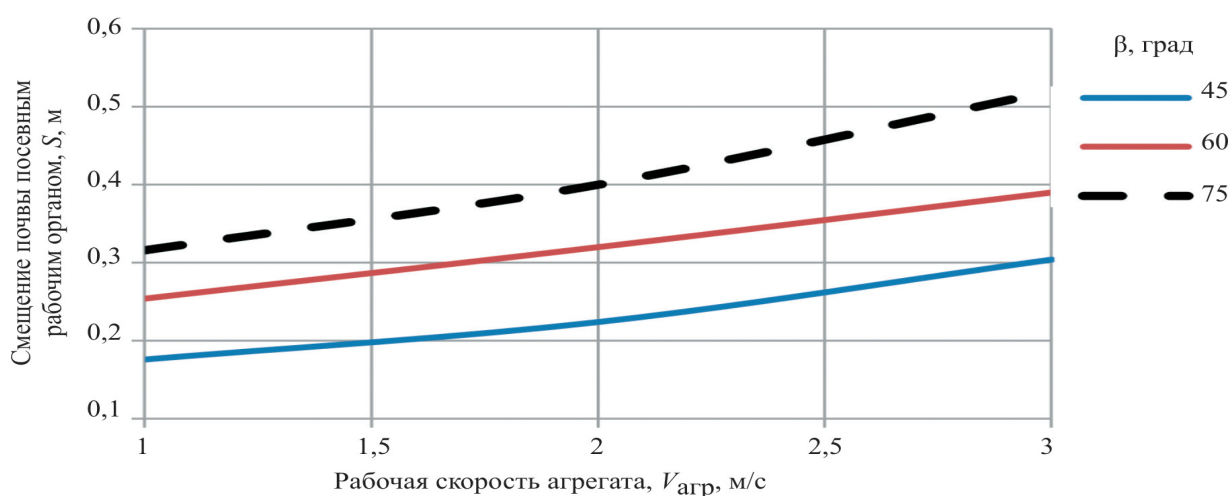


Рис. 5. Общее смещение почвы посевным рабочим органом в зависимости от рабочей скорости агрегата $V_{\text{агр}}$, м/с и угла наклона боковых граней рабочего органа от горизонтали, β

Fig. 5. The total soil movement by the seeding working tool depending on the working speed of the sowing unit V_{unit} , m/s and the angle of inclination of the side edges of the seeding working tool by horizontal axis, β



Рис. 6. Экспериментальный образец технического средства с дисково-анкерными сошниками с острым углом входа в почву с разнесенными структурными элементами

Fig. 6. Experimental sample of the sowing unit with the anchor-disk plowshares with an acute angle of soil penetration with spaced structural elements

Анализ графической интерпретации уравнения (11) при соответствующих значениях величин, в него входящих, показывает, что при повышении рабочей скорости агрегата общее смещение почвы в стороны от стойки рабочего органа увеличивается практически линейно.

Максимальное смещение почвы наблюдается при $\beta = 75^\circ$.

Экспериментальные исследования по оценке величины разброса почвы рабочими органами проводили с использованием экспериментального образца технического средства с установленными на нем дисково-анкерными сошниками с острым углом входа в почву и разнесенными структурными элементами (см. рис. 6).

Результаты проведенных исследований представлены на рис. 7 и 8.

Анализ приведенного графического материала показывает, что величина разброса почвы в зависимости от ее влажности и скорости движения агрегата варьирует в значительных пределах. При увеличении скорости движения от 6 до 10 км/ч разброс почвы увеличивается при влажности 16,87; 20,0; 21,5% соответственно на 15,7; 32,2; 25,7%.



Рис. 7. Борозда, сформированная от прохода рабочих органов

Fig. 7. Furrows formed by seeding working tools

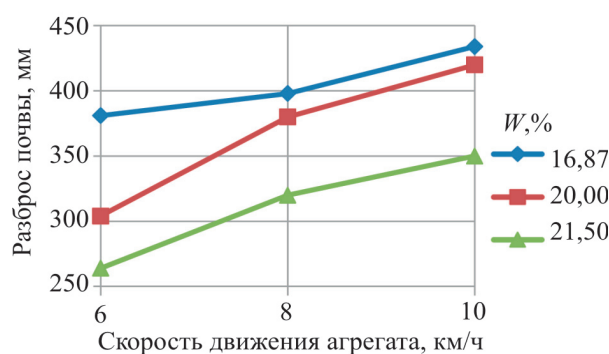


Рис. 8. Ширина борозды по наружной стороне валиков (разброс почвы) в зависимости от скорости движения агрегата и влажности почвы: W – влажность почвы

Fig. 8. Width of the furrow on the outside of the rollers (soil distribution) depending on the speed of the sowing unit movement and the soil moisture: W – soil moisture

Таким образом, величина разброса почвы при увеличении скорости движения агрегата в рассматриваемых пределах увеличивается при понижении влажности почвы и одновременном снижении абсолютного ее значения.

ВЫВОДЫ

1. С ростом скорости движения агрегата $V_{\text{агр}}$ скорость V_r перемещения почвы по стойке возрастает практически линейно в среднем на 11% при значениях коэффи-

циента трения почвы о сталь от 0,3 до 0,6. При этом скорость перемещения почвы по наральнику и стойке посевного рабочего органа превышает скорость движения агрегата в 1,6–1,83 раза в зависимости от значений коэффициента трения f .

2. При увеличении скорости движения от 6 до 10 км/ч разброс почвы увеличивается при влажности 16,87; 20,0; 21,5% соответственно на 15,7; 32,2; 25,7%, т.е. величина разброса почвы при увеличении скорости движения агрегата в рассматриваемых пределах увеличивается при понижении влажности почвы и одновременном снижении абсолютного ее значения. Максимальное смещение почвы наблюдается при угле отклонения боковой грани рабочего органа от горизонтали на угол $\beta = 75^\circ$. Абсолютное значение величин смещения почвы находится в пределах 0,35–0,45 м, что является достаточным для переноса требуемого объема почвы в междоузельное пространство при реализации бороздочного посева.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бледных В.В., Свечников П.Г. Может ли Россия себя прокормить? Монография. Челябинск, ООО «Абрис принт», 2010. 72 с.
2. Голышин Н.М., Ченкин А.Ф., Захаренко В.А., Мартыненко В.И. Защита зерновых культур при интенсивных технологиях: монография. М.: Агропромиздат, 1986. 160 с.
3. Моделирование роста и продуктивности сельскохозяйственных культур / под редакцией Ф.В.Т. Пеннинга де Фриза и Х.Х. Лара: монография. Л.: Гидрометеиздат. 1986. 320 с.
4. Докин Б.Д., Елкин О.В. Технологическая и техническая модернизация растениеводства Сибири // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2015. № 1. С. 18–22.
5. Докин Б.Д., Иванов Н.М., Елкин О.В., Чекусов М.С. Альтернативные варианты технологий и технических средств для производства зерна в условиях Сибири // Достижения науки и техники в АПК. 2015. № 1. С. 101–105.
6. Яковлев Н.С., Колинко П.В. Перемещение почвы кольцом кольчатого катка // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2013. № 3. С. 32–34.
7. Орлов А.Н., Алгазин Д.Н., Красильников Е.В. Влияние параметров гребнеобразователя

культиваторно-отвального типа на образование гребней // Омский научный вестник. 2013. № 1. С. 124–127.

8. Беспямятнова Н.М., Беспямятников Ю.А., Колинко А.А. Характеристика новаций рабочих органов для посева в технологии безотвальной обработки почвы и посева // Тракторы и сельхозмашины. 2017. № 9. С. 31–36.
9. Белинский О.А., Боярский А.В., Нурлыгаянов Р.Б. Влияние способов посева на урожайность посевов клевера паннонского // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 1. С. 27–30.
10. Петухов Д.А., Чаплыгин М.Е., Назаров А.Н. Анализ использования посевных агрегатов для прямого посева и посева с минимальной обработкой почвы // Техника и оборудование для села. 2013. № 4. С. 10–13.
11. Игамбердиев А.К. Обоснование технологических и конструктивных параметров сошника для посева семян озимой пшеницы в междурядья хлопчатника // Тракторы и сельхозмашины. 2017. № 2. С. 16–20.
12. Габаев А.Х., Хомяков Х.А. Теоретические исследования факторов, влияющих на устойчивость хода по глубине бороздообразующего устройства // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 4. С. 95–97.
13. Габаев А.Х., Пазова Т.Х. Совершенствование бороздообразующих рабочих органов посевных машин для посева семян сельскохозяйственных культур в условиях повышенной влажности почвы // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2018. № 1. С. 109–113.
14. Назаров Н.Н., Яковлев Н.С., Мясенко В.И. Посевной рабочий орган для реализации бороздочного ленточного посева зерновых // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016. № 5. С. 56–63.
15. Бурченко П.Н. Механико-технологические основы почвообрабатывающих машин нового поколения: монография. М.: Издательство ВИМ, 2002. 212 с.
16. Дьяков В.П. Влияние параметров скоростных рабочих органов на качество обработки почвы // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1987. № 3. С. 19–21.

REFERENCES

1. Blednykh V.V., Svechnikov P.G. *Mozhet li Rossiya sebya prokormit'?* [Can Russia feed it-

- self?]. Chelyabinsk, ООО «Abris print» Publ., 2010, 72 p. (In Russian).
2. Golyshin N.M., Chenkin A.F., Zakharenko V.A., Martynenko V.I. *Zashchita. zernovykh kul'tur pri intensivnykh tekhnologiyakh* [Protection of grain crops by using intensive technologies], Moscow, Agropromizdat, 1986, 160 p. (In Russian).
 3. *Modelirovanie rosta i produktivnosti sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Modelling growth and productivity of agricultural crops], edited by F.V.T. Penninga de Friza i Kh.Kh. Laara, L.: Gidrometeoizdat, 1986. 320 p. (In Russian).
 4. Dokin B.D., Elkin O.V. Tekhnologicheskaya i tekhnicheskaya modernizatsiya rastenievodstva Sibiri [Technological and technical upgrade of crop science of Siberia]. *Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pereraba-tyvayushchikh predpriyatii* [Economics of agricultural and processing enterprises], 2015, no. 1, pp. 18–22. (In Russian).
 5. Dokin B.D., Ivanov N.M., Elkin O.V., Chekusov M.S. Alternativnye varianty tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv dlya proizvodstva zerna v usloviyakh Sibiri [Alternative options of technologies and technical means for grain production in the conditions of Siberia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AICis], 2015, no. 1, pp. 101–105. (In Russian).
 6. Yakovlev N.S., Kolinko P.V. Peremeshchenie pochvy kol'tsom kol'chatogo katka [Soil movement by the ring of the ribbed roller]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii* [Agricultural machines and technologies], 2013, no 3, pp. 32–34. (In Russian).
 7. Orlov A.N., Algazin D.N., Krasil'nikov E.V. Vliyanie parametrov grebneobrazovatelya kul'tivatorno-otval'nogo tipa na obrazovanie grebnei [Effect of parameters of ridge former of cultivator moldboard type on ridge formation]. *Omskii nauchnyi vestnik* [Omsk Scientific Bulletin], 2013, no. 1, pp. 124–127. (In Russian).
 8. Bepamyatnova N.M., Bepamyatnov Yu.A., Kolin'ko A.A. Kharakteristika novatsii rabochikh organov dlya poseva v tekhnologii bezotval'noi obrabotki pochvy i poseva [Characteristics of upgrades of seeding units for sowing with the non-moldboard soil tillage technology]. *Traktory i sel'khoz mashiny* [Tractors and agricultural machinery], 2017, no. 9, pp. 31–36. (In Russian).
 9. Belinskii O.A., Boyarskii A.V., Nurlygayanova R.B. Vliyanie sposobov poseva na urozhainost' posevov klevera pannonskogo [Effect of sowing method on the yield of Hungarian clover]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International Agricultural Journal], 2018, no. 1, pp. 27–30. (In Russian).
 10. Petukhov D.A., Chaplygin M.E., Nazarov A.N. Analiz ispol'zovaniya posevnykh agregatov dlya pryamogo poseva i poseva s minimal'noi obrabotkoi pochvy [Analysis of the application of seeding rigs for direct sowing and minimum soil tillage sowing]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela* [Machinery and equipment for the village], 2013, no. 4, pp. 10–13. (In Russian).
 11. Igamberdiev A.K. Obosnovanie tekhnologicheskikh i konstruktivnykh parametrov sosnitsa dlya poseva semyan ozimoi pshenitsy v v mezhduyad'ya khlopchatnika [Substantiation of technological and constructive parameters of plowshare for sowing winter wheat in-between rows of cotton] *Traktory i sel'khoz mashiny* [Tractors and agricultural machinery], 2017, no. 2, pp. 16–20. (In Russian).
 12. Gabaev A.Kh., Khomyakov Kh.A. Teoreticheskie issledovaniya faktorov, vliyayushchikh na ustoychivost' khoda po glubine borozdoobrazuyushchego ustroystva [Theoretical study of the factors influencing movement stability by the depth of furrow-forming device] *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Journal of Orenburg State Agrarian University], 2016, no. 4, pp. 95–97. (In Russian).
 13. Gabaev A.Kh., Pazova T.Kh. Sovershenstvovanie borozdoobrazuyushchikh rabochikh organov posevnykh mashin dlya poseva semyan sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v usloviyakh povyshennoi vlazhnosti pochvy [Upgrade of furrow-forming working units of the seeder for sowing agricultural crops in the conditions of increased soil moisture] *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [The Bulletin of KrasGAU], 2018, no. 1, pp. 109–113. (In Russian).
 14. Nazarov N.N., Yakovlev N.S., Myalenko V.I. Posevnoi rabochii organ dlya realizatsii borozdkovogo lentoch'nogo poseva zernovykh [A sowing tool to realize furrow band sowing of grain crops]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaystvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2016, no. 5, pp. 56–63. (In Russian).

15. Burchenko P.N. *Mekhaniko-tekhnologicheskie osnovy pochvoobrabatyvayushchikh mashin novogo pokoleniya* [Mechanical and technological bases of soil tillage machinery of the new generation]. Moscow, VIM Publ., 2002, 212 s. (In Russian).
16. D'yakov V.P. Vliyanie parametrov skorostnykh rabochikh organov na kachestvo obrabotki pochvy [Influence of parameters of fast-moving working units on the soil tillage quality]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva* [Mechanization and electrification of agriculture], 1987, no. 3, pp. 19–21. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Назаров Н.Н.**, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск; СФНЦА РАН, а/я 463; e-mail: sibime-nazarov@yandex.ru

Нестяк В.С., доктор технических наук, главный научный сотрудник

Яковлев Н.С., доктор технических наук, главный научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Nazarov N.N.**, Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: sibime-nazarov@yandex.ru

Nestyak V.S., Doctor of Science in Engineering, Head Researcher

Yakovlev N.S., Doctor of Science in Engineering, Head Researcher

Дата поступления статьи 19.11.2018
Received by the editors 19.11.2018



DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-11

УДК: 619(091)

МАЛОИЗВЕСТНЫЕ АСПЕКТЫ ИСТОРИИ ОМСКОГО ВЕТЕРИНАРНОГО ИНСТИТУТА В 1920–1950-х ГОДАХ

¹Донченко А.С., ²Папков С.А., ¹Самоловова Т.Н., ¹Донченко Н.А.

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

²Институт истории Сибирского отделения Российской академии наук
Новосибирск, Россия

Для цитирования: Донченко А.С., Папков С.А., Самоловова Т.Н., Донченко Н.А. Малоизвестные аспекты истории Омского ветеринарного института в 1920–1950-х годах // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 1. С. 89–94. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-11

For citation: Donchenko A.S., Papkov S.A., Samolovova T.N., Donchenko N.A. Maloizvestnye aspekty istorii Omskogo veterinarnogo instituta 1920–1950-kh gg [Little-known aspects of the history of Omsk veterinary institute in the period of 1920–1950.] *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 1, pp. 89–94. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-11

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлен анализ трагических эпизодов истории одного из ведущих сельскохозяйственных вузов Сибири, связанных с последствиями политических чисток советского периода. Реконструирован общеполитический контекст эпохи 1920–1950-х годов, приведены новые данные о репрессированных сотрудниках и преподавателях Омского ветеринарного института, а также о политических преследованиях студенческой молодежи и процессе реабилитации. Представлены ранее неизвестные страницы биографии профессоров ветеринарного института А.Д. Балзаметова, Н.Н. Болдырева, А.Д. Василевского, Д.В. Соколова, сотрудников института А.А. Любушина, К.Л. Марсальского и других.

Ключевые слова: ветеринария, Омский ветеринарный институт, преподаватели, репрессии, реабилитация

LITTLE-KNOWN ASPECTS OF THE HISTORY OF OMSK VETERINARY INSTITUTE IN THE PERIOD OF 1920–1950

¹Donchenko A.S., ²Papkov S.A.,
¹Samolovova T.N., ¹Donchenko N.A.

¹Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences

Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

²Institute of History of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Novosibirsk region, Russia

The article presents the analysis of some tragic events from the history of one of the leading Siberian agricultural institutions of higher education related to the consequences of political purges of the Soviet period. It gives the general political context of the period 1920–1950, and provides new information about Professors and staff of Omsk Veterinary Institute that were victims of political repressions as well as about political persecution of students and the following exoneration process. The article presents unknown earlier biographical pages of the Professors of the Veterinary Institute, Bal'zamentov A.D., Boldyrev N.N., Vasil'evskiy A.D., Sokolov D.V., and members of the staff Lyubushin A.A., Marsal'skiy K.L. and others.

Keywords: veterinary, Omsk Veterinary Institute, Professors, repressions, exoneration

Омский ветеринарный институт – первый советский вуз в Сибири – образован в 1920 г. в период установления в крае большевистской власти и начала глубоких преобразований во всех сферах общественной жизни на основе советских принципов. Эти принципы резко отличались от условий развития высшей школы предшествующей эпохи, открывшей для вузов значительную самостоятельность и возможность свободного внутреннего устройства. В основу строительства советской системы образования был положен иной подход – высокая степень государственного контроля и «классовый» отбор кадров как условие подготовки специалистов – сторонников большевистского проекта переустройства России. Из этих условий вытекала необходимость коренной переделки высшей школы, удаления из ее структуры тех преподавателей, сотрудников и студентов, которые не соответствовали партийным идеалам, не укладывались в стандарты и представления большевистских вождей о «пролетарской культуре» и «классовом господстве». Систематический контроль за формированием профессорско-преподавательского состава и круга студентов, а также периодические кадровые чистки становились неизбежным фактором в жизни любого советского вуза.

Омский ветеринарный институт, с созданием которого связывали большие надежды на подъем аграрной экономики Сибирского региона, пережил все фазы большевистских кадровых экспериментов. Уже в 1923 г. в связи с общегосударственной кампанией по устранению из советских учреждений «буржуазных элементов» в институте прошла первая политическая чистка в целях выявления «действительного идейно-политического лица» каждого сотрудника. В 1924 г. усилиями созданной ячейки РКП(б) была проведена специальная «академическая чистка» по выявлению «неблагонадежных лиц» среди преподавателей и научных сотрудников. Только эти две чистки привели к увольнению и исключению из ветеринарного института более 100 человек из состава преподавателей, сотрудников и студентов, признанных «политически чуждыми»¹. Однако столь грандиозные

масштабы расправы с кадрами начинающего свою деятельность вуза были лишь первым шагом. Разного рода кампании и акции властей по смещению неугодных методично вырывали из состава института специалистов, предавая их полному забвению как разоблаченных противников советского строя, не заслуживающих даже упоминания. Память об этих жертвах возвращается теперь благодаря уцелевшим архивным источникам, доступ к которым открывается с большим трудом.

В данной статье представлены ранее неизвестные страницы биографии профессоров ветеринарного института А.Д. Бальзаментова, Н.Н. Болдырева, А.Д. Василевского, Д.В. Соколова, сотрудников института А.А. Любушина, К.Л. Марсальского и других.

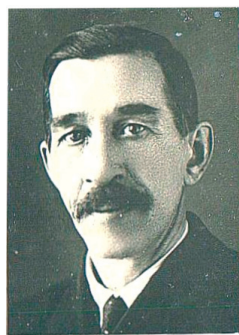
После радикальных чисток начала 1920-х годов развитие Омского ветеринарного института перешло в стадию относительно стабильного и поступательного роста. Нарастала и обновлялась материальная база вуза, увеличивалось число студентов, расширялась научная тематика и издательская деятельность. Среди сотрудников вуза появились квалифицированные преподаватели и профессора, готовившие зрелых специалистов для своей отрасли. Положение резко изменилось с переходом к новой фазе советских экспериментов по переустройству экономики и социальной сферы в стране, главным из которых была коллективизация.

Повсеместное разрушение основ традиционного крестьянского хозяйства, предпринятое в конце 1920-х – начале 1930-х годов, обернулось беспрецедентными потерями в аграрной сфере и прежде всего в животноводстве. Домашний скот, изъятый в пользу колхозов, погибал от бескормицы и внезапного распространения эпизоотий до масштабов всеобщего бедствия. В этих условиях ветеринарное обслуживание становилось одним из важнейших инструментов по преодолению растущей угрозы для народного хозяйства. Однако ветеринарные специалисты не могли предложить волшебных способов борьбы с эпизоотиями. Они использовали лишь то, что было в их скромном арсенале: лабораторные исследования, изготовление вакцин,

¹Сикорский А.Н. К истории ветеринарного образования в Сибири. – Омск, 1970. С. 18.

разработку и предложение санитарно-профилактических мер. В конечном счете, власти должны были назначить кого-то виновником кризиса в сельском хозяйстве, и ими стали специалисты разных отраслей.

В 1930 г., в разгар кризиса аграрной экономики, ОГПУ стало активно фабриковать материалы о «контрреволюционных организациях», производя массовые аресты «вредителей» из числа ученых и специалистов-аграрников. В этот политический водоворот вскоре оказались вовлеченными и сотрудники Омского ветеринарного института – профессора и преподаватели. Из них наиболее заметной фигурой был А.Д. Бальзаментов.



Профессор
Бальзаментов

Арсений Дмитриевич Бальзаментов, доктор ветеринарных наук, заведующий кафедрой патологической анатомии Омского ветеринарного института. В 1918 г. окончил Казанский ветеринарный институт. Как способный выпускник был оставлен ассистентом на кафедре патологической анатомии

для научно-исследовательской работы под руководством профессора К.Г. Боля (который также был арестован в 1930-х годах). Во время Гражданской войны служил в Белой армии². После установления советской власти в Сибири преподавал в Омском ветеринарном институте. С 1920 г. заведующий кафедрой патанатомии, с 1924 г. – профессор кафедры анатомии и гистологии, 1925–1926 гг. – ректор Сибирского (Омского) зооветеринарного института³. С октября 1928 по апрель 1929 г. Бальзаментов находился в 6-месячной научной командировке (стажировке) в Германии в Ветеринарно-патологоанатомическом институте Лейпцигского университета, изучал болезнь Борна (менингит, шатун) лошадей⁴.

Впервые А.Д. Бальзаментов был арестован ОГПУ в марте 1931 г. вместе с десятью

сотрудниками Сибветбактина, Омского ветеринарного института, Омского биокombината, Сибирского земельного управления (СибЗУ) «за принадлежность к вредительской контрреволюционной организации», «за антисоветскую контрреволюционную деятельность». В архиве Управления ФСБ по Омской области (Д. 6816, Л. 301) сохранилась «схема контрреволюционной вредительской организации», призванная подтвердить чекистское «расследование» о «разветвленной сети вредительства» в Западной Сибири. Каждому фигуранту сфабрикованного дела, кроме общих вредительских целей, вменялось также конкретное «преступление» в соответствии с его должностными обязанностями. Так, Бальзаментов обвинялся в том, что занимался «подготовкой малоквалифицированных и непригодных для современной действительности кадров», умышленно проводил «саботаж научно-исследовательской работы в области патологоанатомических вопросов». Все это, как отметили следователи, способствовало развитию и неэффективной борьбы с разными эпизоотиями и падежу сельскохозяйственных животных⁵.

Из этого же института ОГПУ арестовало также профессоров А.Д. Василевского, Д.В. Соколова и ряд других сотрудников.

Алексей Дмитриевич Василевский, в начале 1920-х годов – ассистент Омского ветеринарного института, с 1925 г. – профессор. В годы Гражданской войны служил ветврачом в армии Колчака в чине капитана. Арестован 04.03.1931 по делу «вредительской организации».

Дмитрий Васильевич Соколов, ветврач; окончил Омский ветеринарный институт в 1921 г. В годы Гражданской войны служил в армии Колчака. В 1920-е – заведующий кафедрой частной патологии и терапии внутренних болезней домашних животных. Арестован 16.03.1931 по делу «вредительской организации».

² Архив Управления МВД по Омской области. Д. 61.09. Т. 1. Л. 12.

³ Там же. Л. 62; Рябиков А.Я. История института ветеринарной медицины Омского государственного аграрного университета. Омск, 2008. Л. 332.

⁴ Там же. Л. 41.

⁵ Архив УФСБ по Омской области. Д. 6816. Л. 426, 427.

Постановлением Коллегии ОГПУ все арестованные (10 человек) в декабре 1931 г. были приговорены к различным срокам заключения в концлагеря: А.А. Иванов – к 10 годам, А.Н. Чеботарев – к пяти, К.М. Ростов, С.К. Гудков, М.А. Ларионов, А.А. Любушин, К.Л. Марсальский – к трем, А.Д. Балзаментов, А.Д. Василевский, Д.В. Соколов – к трем годам лагерей (условно, с освобождением из-под стражи). В 1958 г. все осужденные полностью реабилитированы «за отсутствием состава преступления»⁶.

Преследования, ломавшие карьеры и судьбы сотрудников Омского ветеринарного института, продолжались и в последующий период. Заведующий кафедрой общей химии Н.Н. Болдырев был арестован 5 июня 1935 г.



проф.
Болдырев Н.Н.

Николай Николаевич Болдырев, выпускник Московского университета, бывший белый офицер, инвалид (ампутирована нога). По уголовному делу, сфабрикованному в НКВД в 1935 г., проходил как «вдохновитель и организатор контрреволюционной вредительской организации». По версии следствия, руководимая Болдыревым организация ставила своей целью «поднять вооруженное восстание в момент интервенции со стороны капиталистического государства с одновременной организацией диверсий на железнодорожном транспорте».

Одновременно с профессором Болдыревым был арестован его 19-летний сын Николай Николаевич (Болдырев-младший), студент Омского автодорожного института.⁷ Преследование студенческой молодежи не было чем-то необычным для 1930-х годов. Так же, как и в отношении других граждан, карательные органы находили в молодежной среде признаки нелояльности советской влас-

ти, используя известные механизмы – доносы провокаторов и показания внедряемых тайных агентов. Новые найденные архивные материалы чекистского следствия утверждают, что в конце 1932 г. среди учащихся и студентов Омска была создана контрреволюционная молодежная группа, в которой среди прочих состояли (были завербованы Занковским) студент Омского автодорожного института Н.Н. Болдырев, студент Омского сельскохозяйственного института Мельников, студент Омского водного техникума Спиридонов. Якобы, эта «молодежная организация» проводила антисоветскую агитацию, планировала террористические диверсионные акты среди населения, вербовку новых членов, сбор сведений шпионского характера.

На закрытом заседании Омского областного суда в 1936 г. Н.Н. Болдырев (старший) был приговорен по ст. 58-12 УК к двум годам исправительно-трудовых лагерей, Н.Н. Болдырев (младший) – к 5 годам ИТЛ⁸. Учитывая инвалидность Н.Н. Болдырева старшего, срок наказания ему заменили на 1 год исправительно-трудовых работ по месту службы с 80%-й оплатой за труд. Впоследствии решением Президиума Верховного суда РСФСР от 4 июля 1937 г. он был оправдан⁹.

Н.Н. Болдырев-младший отбывал срок наказания на поселении в Венгеровском районе Новосибирской области; реабилитирован в 1991 г.¹⁰

Наибольший размах политических репрессий, в том числе в институте ветеринарии, приходится на период 1937–1939 гг., известный как эпоха «большого террора». Описание наиболее значительной части акций НКВД в отношении специалистов-агров в эту эпоху содержатся в обобщающей работе: А.С. Донченко, Т.Н. Самоловова, С.А. Папков, Н.А. Донченко «Очерки истории советской ветеринарии: 1928–1941 гг.». Новосибирск, 2017.

Заключительной фазой политических преследований, коснувшихся сотрудников Омского института, стал послевоенный период 1948–1953 гг. Объектами преследований

⁶Архив УФСБ по Омской области Д. 6816. Л. 433.

⁷Архив УФСБ по Омской области. Д. 13222. Т. 1. Л. 340.

⁸Архив УФСБ по Омской области. Д. 13222. Л. 240–242; Архив УФСБ РФ по Омской области. Д. 8457. Т. 1 Л. 62.

⁹Архив УФСБ по Омской области. Д. 13222. Л. 340.

¹⁰Архив УФСБ по Омской области. Д. 8457. Т. 2. Л. 34, 52.

для МГБ теперь были уцелевшие – бывшие осужденные, которые возвращались из заключения и вставали на особый учет как потенциальные противники советской власти. Такие «спецучетники» имелись и в Омском ветеринарном институте. В 1953 г. за ними пришли вновь.

В январе 1953 г. местное управление Министерства Госбезопасности (МГБ) арестовало несколько сотрудников института, предъявив им шаблонные обвинения в антисоветской деятельности. В их числе оказались ранее судимые профессора Н.Н. Болдырев и А.Д. Бальзаментов, а с ними – бывший бухгалтер института С.С. Сарапаев. Основанием для их ареста, очевидно, послужила серия клеветнических доносов, копившихся продолжительный срок, так как официальное обвинение гласило, что эти лица «будучи враждебно настроенными к существующему в СССР государственному строю, на протяжении длительного времени проводили антисоветскую агитацию и допускали террористические высказывания», «состояли в антисоветской профашистской группе; в военное и послевоенное время восхваляли немецкую армию, распространяли пораженческое настроение, клеветали на руководителей компартии и советского правительства»¹¹. Институту в очередной раз пришлось пережить состояние страха и унижения.

Военным трибуналом войск МВД по Омской области Н.Н. Болдырев был осужден на 25 лет заключения «за попытку совершения террористического акта и за террористические анекдоты» по ст. 19-58 п. 8 УК РСФСР без права кассации.

Профессора А.Д. Бальзаментова арестовали в феврале 1953 г., в сентябре Омский областной суд вынес ему приговор по необычному обвинению – «за активную борьбу против рабочего класса и революционного движения» (ст. 58-13 УК РСФСР), а также за антисоветскую агитацию и «участие в контрреволюционной организации». Срок заключения ему был назначен в 25 лет с конфискацией имущества, с лишением всех наград (медалей). В судебном приговоре отмечалось,

что Бальзаментов, «враждебно восприняв Октябрьскую социалистическую революцию, в 1919 г., находясь на службе в армии Колчака, являлся агентом контрразведки и выполнял различные поручения. Позднее поддерживал связь с враждебно настроенными лицами и систематически вел антисоветскую агитацию среди своих сослуживцев, клеветал на советскую действительность, политику партии и правительства, высказывал пораженческие настроения в отношении СССР в годы войны с немецко-фашистской Германией, восхваляя при этом немецких захватчиков».

Судебный вердикт утверждал также, что «работая заведующим кафедрой патанатомии Омского ветеринарного института, Бальзаментов проводил саботаж научно-исследовательской работы, что приводило к недоброкачественности и задержке диссертационных работ и отрицательно сказывалось на подготовке научных кадров». Таким образом, обвинение содержало полный набор чекистской клеветы, представлявшей пожилого профессора крайне опасным противником советской власти и государства.

Этот же областной суд подтвердил вскрытые чекистами «преступления» главного бухгалтера ветеринарного института С.С. Сарапаева.

Сергей Сергеевич Сарапаев до революции работал счетоводом-кассиром. С 1916 по 1918 г. служил в царской армии, окончил Омскую школу прапорщиков. В 1921–1922 гг. служил в Красной Армии, в Восточно-Забайкальском военном управлении, в штабе 5-й Краснознаменной армии. В 1922–1924 гг. работал в финансовых органах города Омска, с 1924 по 1952 г. – главный бухгалтер Омского ветеринарного института. Арестован 12 января 1953 г.

Военным трибуналом войск МВД Омской области 19 мая 1953 г. С.С. Сарапаев был осужден к заключению в ИТЛ на 25 лет с конфискацией имущества. Трибунал признал его виновным в антисоветской агитации и высказывании террористических намерений в отношении руководителей партии и советского правительства¹².

¹¹Архив УФСБ по Омской области. Д. 8457. Т. 2. Л. 52.

¹²Архив УФСБ по Омской области. Д. 8457. Т. 1. Л. 223, 264.

Начавшийся во второй половине 1950-х годов процесс пересмотра многих уголовно-политических дел открыл возможность их объективного рассмотрения, в том числе чудовищных обвинений в адрес А.Д. Бальзаментова, Н.Н. Болдырева и С.С. Сарапаева. В ходе очередного цикла допросов, но уже в новых условиях Бальзаментов отказался от прежних показаний, заявив, что оговорил себя в результате применения к нему морального давления и физического насилия со стороны следователя. Особая инспекция и прокуратура Западно-Сибирского военного округа подтвердила, что к уголовной ответственности А.Д. Бальзаментов был привлечен по сомнительным и непроверенным оперативным материалам. Бывший начальник УМГБ Омской области и следователь во время допросов Бальзаментова «применяли меры физического и психического воздействия» для получения нужных показаний. «Бальзаментов имеет преклонный возраст, является крупным ученым в области ветеринарии, автором более 40 научных работ». В июле 1955 г. Верховный суд СССР постановил: прекратить указанное дело, приговор Омского областного суда от 3 сентября 1953 г. в отношении Бальзаментова Арсения Дмитриевича отменить и из-под стражи освободить¹³.

Пережив трагический период судебных разбирательств, тюремного заключения, чекистских преследований и унижений, поте-

ряв многих своих коллег и учеников, профессор А.Д. Бальзаментов еще несколько лет смог продолжить научную и преподавательскую деятельность в Омском ветеринарном институте. Он скончался в 1964 г.

В этот период по неоднократным жалобам жены профессора Болдырева его следственное дело, как и дело С.С. Сарапаева, также было пересмотрено. По постановлению начальника управления КГБ по Омской области от 24 февраля 1955 г. преследование их прекратили и из-под стражи освободили.

Трагические судьбы преподавателей и сотрудников Омского ветеринарного института отчетливо отразили черты и своеобразие кадровой политики большевистско-сталинского государства периода 1920-х – начала 1950-х годов. Они стали свидетельством крайней непереносимости и ксенофобии режима в отношении творческих, самостоятельно мыслящих людей, свидетельством стремления властей использовать их как своего рода человеческий материал, расходуемый по необходимости в периоды различных социальных экспериментов. Дальнейшее обращение к ранее закрытым источникам и изучение судеб специалистов и преподавателей позволит глубже представить историю не только Омского ветеринарного института, но и других высших учебных заведений и научных организаций Сибири.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Донченко А.С., академик РАН, научный руководитель

Папков С.А., доктор исторических наук, ведущий научный сотрудник

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

Донченко Н.А., доктор ветеринарных наук, руководитель

AUTHOR INFORMATION

Donchenko A.S., Doctor of Science in Veterinary Medicine, Academician RAS, Deputy Director

Papkov S.A., Doctor of Historical Sciences, Lead Researcher

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

Donchenko N.A., Doctor of Science in Veterinary Medicine

*Дата поступления статьи 01.11.2018
Received by the editors 01.11.2018*

¹³Архив УФСБ по Омской области. Д. 6809. Т. 1. Л. 479.



DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-12

УДК: 633:11:631.523:575

ГИБРИДОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГЛИАДИНКОДИРУЮЩИХ ЛОКУСОВ ПШЕНИЦЫ F_2 ОТ МЕЖВИДОВОЙ ГИБРИДНОЙ КОМБИНАЦИИ

Садыгов Г.Б.

Институт генетических ресурсов НАН Азербайджана
Баку, Азербайджан

Для цитирования: Садыгов Г.Б. Гибридологический анализ глиадинкодирующих локусов пшеницы F_2 от межвидовой гибридной комбинации // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 1. С. 95–101. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-12

For citation: Sadigov H.B. Gibridologicheskii analiz gliadinkodiruyushchikh lokusov zeren F_2 ot mezhvidovoi gibridnoi kombinatsii [Hybridological analysis of gliadincoding loci of F_2 wheat from interspecific hybrid combination]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 1, pp. 95–101. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-12

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлены результаты анализа расщепления аллелей глиадинкодирующих локусов в зернах F_2 , полученных от скрещивания образцов *Triticum durum* Desf., v. *hordeiforme* GR 8670 ($2n = 4x = 28$) и *T. dicoccum* v. *farum* ($2n = 4x = 28$). Цель проведения межвидовой гибридизации состояла в изучении наследования аллелей глиадинкодирующих локусов, контролирующих синтез аллелей запасных белков в зернах пшеницы гибридного поколения F_2 (*T. durum* v. *hordeiforme* GR 8670 $\times$ *T. dicoccum* v. *farum*). Для идентификации аллельных блоков компонентов глиадина в зернах полученных гибридов F_2 использован ранее идентифицированный сорт озимой твердой пшеницы Лангдон. Идентификация аллельных блоков компонентов глиадина проведена в электрофореграмме запасных белков глиадина в 96 зернах пшеницы гибридного поколения F_2 по полиморфизму и частоте встречаемости этих аллелей. Подтверждено сцепленное наследование электрофоретических компонентов глиадинкодирующих локусов по менделевскому типу (1 : 2 : 1). Статистическую обработку данных оценки достоверности расщепления аллелей по компонентному составу глиадина проводили по расчету критерия χ^2 . Идентифицированы новые аллельные блоки компонентов в гибри-

HYBRIDOLOGICAL ANALYSIS OF GLIADINCODING LOCI OF F_2 WHEAT FROM INTERSPECIFIC HYBRID COMBINATION

Sadigov H.B.

Genetic Resources Institute of Azerbaijan National Academy of Sciences
Baku, Azerbaijan

The paper presents the results of the study into splitting alleles of gliadincoding loci in F_2 grains obtained from crossing specimens of *Triticum durum* Desf., v. *hordeiforme* GR 8670 ($2n = 4x = 28$) and *T. dicoccum* v. *farum* ($2n = 4x = 28$). The purpose of conducting interspecific hybridization was to study the alleles inheriting gliadincoding loci regulating synthesis of alleles storage proteins in wheat grains of hybrid generation F_2 (*T. durum* v. *hordeiforme* GR 8670 $\times$ *T. dicoccum* v. *farum*). To identify allelic blocks of gliadin components in the grains of F_2 hybrids obtained, the earlier identified variety of the winter durum wheat Langdon was used. Alleles were identified in electrophoregram of gliadin storage proteins, in 96 grains of wheat of the hybrid generation F_2 by polymorphism and frequency of occurrence of these alleles. The work confirmed the linked inheritance of electrophoretic components of gliadincoding loci according to the Mendel type of inheritance (1: 2: 1). The assessment of the reliability of splitting, according to the component composition of gliadin, was performed by calculating the χ^2 criterion. New allelic blocks of components in hybrid generation F_2 of durum wheat varieties v. *hordeiforme* GR 8670 Gli A1^def and Gli B1^dfb as

ном поколении F_2 разновидности твердой пшеницы *T. durum* v. *hordeiforme* GR 8670 Gli A1^{def} и Gli B1^{dfb}, а также в тетраплоидной пшенице *T. dicoccum* v. *farum* Gli A1^{dmb} и Gli B1^{dfc}. Идентификация новых аллельных блоков компонентов дает возможность в дальнейшем использовать их в качестве генетических маркеров при паспортизации и в селекции новых сортов.

Ключевые слова: тетраплоидная пшеница, запасные белки, глиадин, локус, аллель, маркер, идентификация

Изучение полиморфизма запасных белков глиадина и глютеина эндосперма зерна и их связь с морфобиологическими свойствами пшеницы остается очень актуальным. В настоящее время известны работы по исследованию генетического детерминированного полиморфизма запасных белков глиадина и глютеина пшеницы¹ [1–5]. Наибольшую генетическую информацию дает изучение современными методами исследований генетического полиморфизма нуклеиновых кислот [6].

Электрофоретический (ЭФ) анализ запасных белков глиадина, гибридов F_1 , F_2 и F_3 анеуплоидных линий твердой пшеницы Лангдон (*T. durum* Desf., Langdon) показал, что компоненты глиадина так же, как и у мягкой пшеницы, наследуются группами (блоками), которые контролируются кластерами генов (сложные локусы), локализованными в глиадинкодирующих локусах Gli 1A, Gli 1B, Gli 6A и Gli 6B [2, 3, 7].

Актуальными остаются вопросы идентификации и оценки связи аллелей глиадин- и глютеинкодирующих локусов и сочетаний их аллелей с качеством зерна озимой мягкой и твердой пшеницы в изменяющихся условиях среды. Многие местные и зарубежные сорта твердой и мягкой пшеницы по запасным белкам являются гетерогенными, что в свою очередь дает возможность сорту выявлять пластичность и адаптированность [2, 8–10].

Множественный аллелизм, кодоминантность наследования, независимость от условий выращивания делают эти маркеры

well as in tetraploid wheat varieties *T. dicoccum* v. *farum* Gli A1^{dmb} and Gli B1^{dfc} were identified. The identification of new allelic blocks of components makes it possible to use them as genetic markers in the future for the certification and breeding of new varieties.

Keywords: tetraploid wheat, storage proteins, gliadin, locus, allele, marker, identification

эффективными. Аллели глиадинкодирующих локусов твердой и других видов тетраплоидных пшениц, идентифицированных при электрофорезе в крахмальном геле (КГ) и выявленных в полиакриламидном геле (ПААГ), менее изучены [2, 11, 12].

Сравнительный анализ аллельного разнообразия позволил установить, что генофонд яровой и озимой твердой пшеницы, имеющий разный жизненный цикл, существенно различается. Для яровой твердой пшеницы выявлено сокращение уровня генетического разнообразия в современных сортах по сравнению с сортами, созданными в XX в. [2, 13].

Методом электрофореза в ПААГе изучено 150 сортов мягкой озимой пшеницы российской и зарубежной селекции. По шести глиадинкодирующим локусам выявлено 70 аллелей. Установлено, что 42% сортов являются гетерогенными, т.е. представленными несколькими генотипами, и 58 – гомогенными [8].

Цель исследования – изучение характера наследования и идентификация новых аллельных блоков компонентов глиадинкодирующих локусов в пшенице гибридного поколения F_2 , полученной от межвидовых скрещиваний твердой пшеницы *T. durum* v. *hordeiforme* GR 8670 и тетраплоидной пшеницы *T. dicoccum* v. *farum* (Азербайджан).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работы проведены в лаборатории отдела «Технологии» Института генетических ресурсов Национальной Академии наук Азербайджана. Материалом для исследований

¹Мельникова Е.Е. Полиморфизм запасных белков и качество зерна озимой мягкой и озимой твердой пшеницы в условиях Западного Предкавказья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Краснодар, 2011. 24 с.

послужили гибридные зерна F_2 , полученные от скрещивания местной твердой пшеницы GR 8670 *T. durum* v. *hordeiforme* ($2n = 4x = 28$) с местным образцом культурной полбы двузернянки (*T. dicoccum* v. *farum*, $2n = 4x = 28$) с геномным строением $A^u A^u BB$. Для получения гибридного поколения скрещивание проводили методом «колос на колос». Электрофоретический анализ запасных белков глина гибридных зерен F_2 тетраплоидной пшеницы проведен по методике Ф.А. Поперели (1989 г.) в полиакриламидном геле и в глицин-ацетатном буфере (рН 3,1) [4]. Статистическую обработку данных оценки достоверности расщепления по компонентному составу глина проводили по расчету критерия χ^2 [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Гибридное поколение F_2 , полученное от скрещивания образца местной твердой пшеницы GR 8670 *T. durum* v. *hordeiforme* ($2n = 4x = 28$) с местным образцом культурной полбы дву-

зернянки (*T. dicoccum* v. *farum*), по данным электрофоретического анализа, обладают схожим геномным строением $A^u A^u BB$, имеют в зернах вполне сформированные эндосперм и зародыш.

Идентификация запасных белков аллельных блоков гибридов межвидового скрещивания очень важна. Электрофореграммы запасных белков образца твердой пшеницы *T. durum* v. *hordeiforme* GR 8670 и образца культурной полбы двузернянки (*T. dicoccum* v. *farum*) по ω -, γ - и β -зонам различаются друг от друга (см. рис. 1, 2).

Цель проведения межвидовой гибридизации состояла в изучении наследования аллелей глиадинокодирующих локусов, контролирующих синтез аллелей запасных белков в зернах гибридов F_2 поколения (*T. durum* v. *hordeiforme* GR 8670 $\times$ *T. dicoccum* v. *farum*).

Поскольку аллельные блоки компонентов, образующие электрофореграммы глина местных и интродуцированных сортов, час-

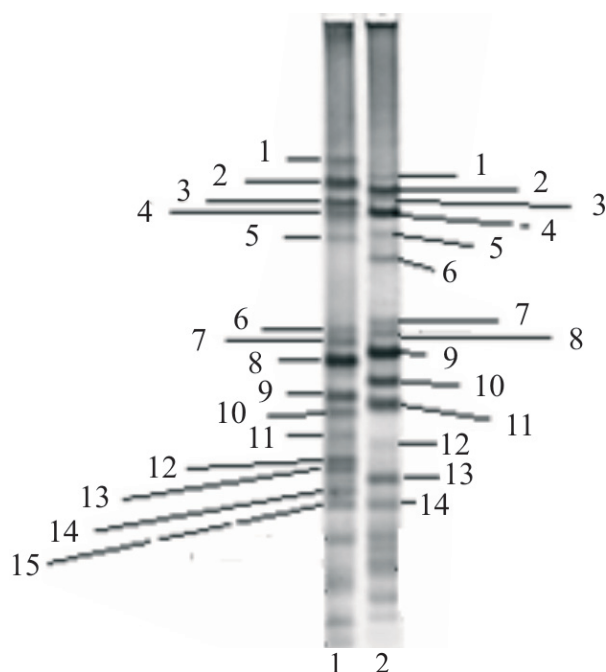


Рис. 1. Электрофореграммы запасных белков глина образцов твердой пшеницы:

1 – *v. hordeiforme* GR 8670 (материнская форма) и образца полбы; 2 – *T. dicoccum* v. *farum* (отцовская форма)

Fig. 1. Electrophoregrams of gliadin storage proteins of durum wheat samples:

1 – *v. hordeiforme* GR 8670 (female parent) and the sample of spelt wheat; 2 – *T. dicoccum* v. *farum* (male parent)

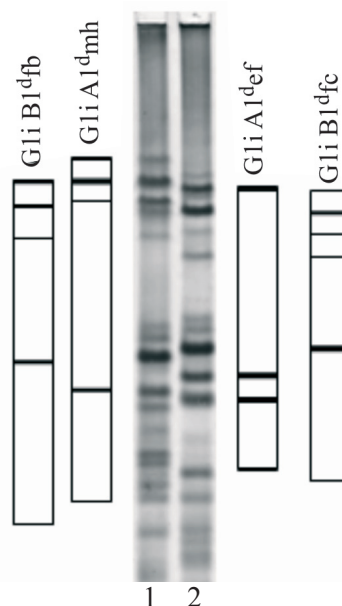


Рис. 2. Электрофореграммы запасных белков глина образцов твердой и тетраплоидной пшеницы:

1 – *T. durum* v. *hordeiforme* GR 8670; 2 – *T. dicoccum* v. *farum*) и идентифицированные аллельные блоки компонентов

Fig. 2. Electrophoregrams of gliadin storage proteins of durum wheat and tetraploid wheat samples:

1 – *T. durum* v. *hordeiforme* GR 8670; 2 – *T. dicoccum* v. *farum* m) and identified allelic blocks of components

то встречаются у других образцов твердой пшеницы *v. hordeiforme* GR 8670, в данной гибридной комбинации ее использовали как сорт-маркер. Для идентификации аллельных блоков компонентов глиадина полученных гибридов F_2 взят ранее идентифицированный сорт озимой твердой пшеницы Лангдон (сорт-маркер Langdon-Gli A1^{dc}, Gli B1^{da}, Gli B2^{da}, Gli A2^{do}). Это облегчило идентификацию аллельных блоков компонентов, контролируемых аллельными генами глиадинкодирующих локусов в электрофореграммах глиадина, полученных из зерен гибридного поколения F_2 .

Идентификация аллельных блоков компонентов глиадина проведена в электрофореграмме запасных белков глиадина в 96 зернах гибридного поколения F_2 по полиморфизму и частоте встречаемости этих аллелей в гибридном поколении (см. рис. 3). При этом учитывалось, что аллельные блоки компонентов глиадина, контролируемые аллелями глиадинкодирующих локусов (Gli 1A и Gli 1B), размещены в различных зонах электрофореграммы глиадина.

На рис. 3 и в табл. 1 показана частота встречаемости аллелей глиадинкодирующего локуса Gli 1A у 96 зерен гибридного поколения F_2 твердой пшеницы *v. hordeiforme* GR 8670 и культурной полбы двузернянки *T. dicoccum v. farum*.

Электрофореграммы компонентов твердой пшеницы *v. hordeiforme* GR 8670 по ω -, γ - и β -зонам различаются. Компоненты 1, 2, 3, 9 и 15 принадлежат к аллельному блоку компонентов глиадинкодирующего локуса Gli 1A, расположенного в 1A хромосоме твердой пшеницы *v. hordeiforme* GR 8670. В генотипе отцовской формы *T. dicoccum v. farum* электрофореграммы компонентов 2, 10, 11 и 13, кодируемых аллелями этого локуса, соответствовали второй аллели данного локуса. Частота встречаемости гомо- и гетерозиготных типов аллельных блоков компонентов в электрофореграммах зерен гибридного поколения F_2 различна. В гибридной комбинации сортообразца материнской формы *v. hordeiforme* GR 8670 встречается 30 гомозиготных состояний блока Gli A1^{def} и 43 гетерозиготных состояний

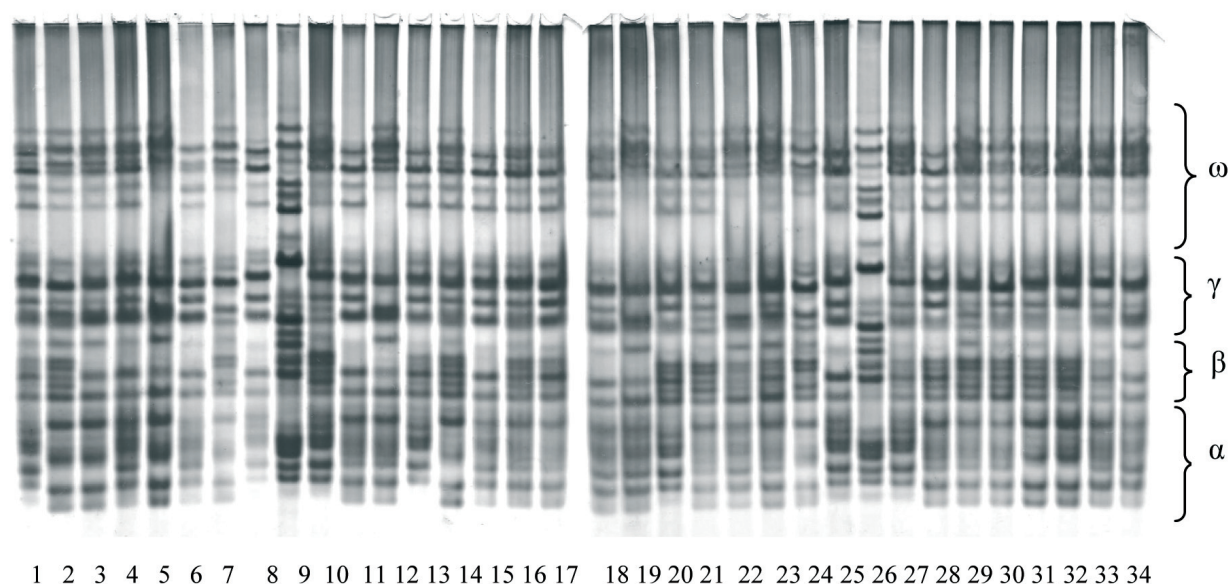


Рис. 3. Электрофореграммы глиадинкодирующих локусов зерен гибридного поколения F_2 , полученных от межвидового скрещивания

T. durum v. hordeiforme GR 8670 $\times$ *T. dicoccum v. farum*:

1 – 34, 7 и 24 – *v. hordeiforme* GR 8670 (материнская форма), 8 и 25 – *T. dicoccum v. farum* (отцовская форма), 9 и 26 – сорт озимой твердой пшеницы Лангдон (сорт-маркер)

Fig. 3. Electrophoregrams of gliadin-coding loci in F_2 grains of hybrid generation obtained from interspecific crossing of *T. durum v. hordeiforme* GR 8670 $\times$ *T. dicoccum v. farum*:

1 – 34, 7 and 24 – *v. hordeiforme* GR 8670 (female parent), 8 and 25 – *T. dicoccum v. farum* (male parent), 9 and 26 – variety of winter durum wheat Langdon (variety marker)

блоков Gli A1^{def} + Gli A1^{dmh}, принадлежащих блоку компонентов аллелей глиадинкодирующего локуса Gli 1A. В отцовской форме *T. dicoccum* v. *farum* наряду с этим встречается гомозиготный тип аллельного блока компонентов Gli A1^{dmh}. Как видно из табл. 1, компоненты 1, 2, 3 и 9 электрофореграммы глиаина аллелей, контролируемых локусом Gld 1A, присущие материнскому образцу v. *hordeiforme* GR 8670, передаются по наследству в форме сцепленных блоков и отмечены как Gli A1^{def} (см. рис. 1). Расчет критерия χ^2 при $p < 0,05$ подтверждает достоверность того, что компоненты 2, 10, 11 и 13 второго аллеля этого локуса являются аллелями блока компонентов Gli A1^{dmh}, присущего отцовской форме *T. dicoccum* v. *farum* (см. рис. 2).

Аллельные блоки компонентов глиадинкодирующих локусов Gli A1^{def} и Gli A1^{dmh} наследуются как независимые признаки, соответствующие монофакториальному менделевскому типу ($p < 0,01$) (см. табл. 1). Идентифицированный аллельный блок компонентов твердой пшеницы v. *hordeiforme* GR 8670 отмечен как Gli A1^{def}. Аллельные блоки компонентов, контролируемые генами аллелей глиадинкодирующих локусов Gli 1A, дают расщепление в отношении 1 : 2 : 1. Это в свою очередь показывает, что данные аллельные блоки передаются наследственно по монофакториальному менделевскому типу (см. рис. 2).

Наряду с геном А в геноме В в гомеологических хромосомах 1В локализо-

ваны аллели глиадинкодирующих локусов Gld 1B, контролирующие синтез запасных белков эндосперма зерна. В этой гибридной комбинации аллельный блок компонентов Gli B1^{dfb}, присущий сортообразцу v. *hordeiforme* GR 8670, встречается в глиадиновых электрофореграммах 2, 3, 5, 8 и 16 (см. рис. 2). В гетерозиготной форме зерен гибридного поколения F_2 сортообразца твердой пшеницы v. *hordeiforme* GR 8670 аллели глиадинкодирующих локусов Gli B1^{dfb} + Gli B1^{dfc} просматриваются в электрофореграммах 1, 2, 3, 4, 14 и 16. Частота встречаемости гомо- и гетерозиготных состояний аллелей глиадинкодирующих локусов отражена на рис. 3 и в табл. 2.

На основании гибридологического анализа, по данным табл. 2 и рис. 2 аллельный блок компонентов Gli B1^{dfc}, принадлежащий отцовской форме тетраплоидной пшеницы *T. dicoccum* v. *farum* ($\chi^2 = 0,75$, $p < 0,01$), встречается в электрофореграммах 6, 11, 13, 15 и 17 на рис. 3.

Анализ проведенной работы показывает сцепленное наследование электрофоретических компонентов глиадинкодирующих локусов по менделевскому типу (1 : 2 : 1). Идентификация новых аллельных блоков компонентов дает возможность в дальнейшем использовать их в качестве генетических маркеров при паспортизации и в селекции новых сортов.

Табл. 1. Гибридологический анализ аллелей Gli A1^{def} и Gli A1^{dmh} по расчету критерия χ^2 в гибридном поколении F_2 (v. *hordeiforme* GR 8670 × *T. dicoccum* v. *farum*) ($p < 0,05$)

Table 1. Hybridological analysis of alleles Gli A1^{def} and Gli A1^{dmh} by calculating χ^2 criterion in hybrid generation F_2 (v. *hordeiforme* GR 8670 × *T. dicoccum* v. *farum*) ($p < 0.05$)

Генотип по глиадинкодирующим локусам	Теоретическое число ожидаемости расщепления зерен, шт. (1 : 2 : 1)	Фактическое число встречаемости аллелей, шт.	χ^2
Gli A1 ^{def}	24	30	1,50
Gli A1 ^{def} + Gli A1 ^{dmh}	48	43	0,52
Gli A1 ^{dmh}	24	23	0,04 2,06

Табл. 2. Гибридологический анализ аллелей Gli B1^{dfb} и Gli B1^{dfc} по расчету критерия χ^2 в гибридном поколении F_2 *T. durum* v. *hordeiforme* GR 8670 и культурной двузернянки *T. dicoccum* v. *farum* ($p < 0,01$)

Table 2. Hybridological analysis of alleles Gli B1^{dfb} and Gli B1^{dfc} by calculating χ^2 criterion in hybrid generation F_2 *T. durum* v. *hordeiforme* GR 8670 and cultivated emmer wheat *T. dicoccum* v. *farum* ($p < 0.01$)

Генотип по глиадинкодирующим локусам	Теоретическое число ожидаемости расщепления зерен, шт. (1 : 2 : 1)	Фактическое число частоты встречаемости аллелей, шт.	χ^2
Gli B1 ^{dfb}	24	23	0,04
Gli B1 ^{dfb} + Gli B1 ^{dfc}	48	52	0,33
Gli B1 ^{dfc}	24	21	0,38 0,75

ВЫВОДЫ

1. В результате изучения наследственного характера аллелей глиадинкодирующих локусов запасных белков зерен гибридного поколения F_2 у материнской формы твердой пшеницы *T. durum* v. *hordeiforme* GR 8670 были идентифицированы новые аллельные блоки Gli A1^def и Gli B1^dfb.

2. При электрофоретическом анализе запасных белков глиадин тетраплоидной пшеницы *T. dicoccum* v. *farum* (отцовская форма) были идентифицированы новые аллельные блоки компонентов Gli A1^dmh и Gli B1^dfc.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Созинов А.А. Полиморфизм белков и его значение в генетике и селекции: монография. М.: Наука, 1985. 272 с.
2. Кудрявцев А.М., Дедова Л.В., Мельник В.А., Шишкина А.А., Упельник В.П., Новосельская-Драгович А.Ю. Генетическое разнообразие современных российских сортов яровой и озимой твердой пшеницы по глиадинкодирующим локусам // Генетика. 2014. Т. 50. № 5. С. 554–559.
3. Du Cros D.L., Joppa L.R., Wrigley C.V. Two-dimensional analysis of gliadin proteins associated with quality in durum wheat: Chromosomal location of genes for their synthesis // Theoretical And Applied Genetics. 1983. Vol. 66. P. 297–302.
4. Попереля Ф.А. Полиморфизм глиадин и его связь с качеством зерна, продуктивностью и адаптивными свойствами сортов мягкой озимой пшеницы: монография. М.: Агропромиздат, 1989. С. 138–149.
5. Bonnin I., Bonneuil C., Goffaux R., Montalent P., Goldringer I. Explaining the decrease in the genetic diversity of wheat in France over the 20th century // Agric Ecosyst Environ. 2014. Vol. 195. P. 183–192.
6. Садыгов Г.Б., Трифонова А.А., Кудрявцев А.М. Генетическое разнообразие коллекции сортов и разновидностей *Triticum durum* Desf. из Азербайджана // Генетика. 2017. Т. 53. № 5. С. 579–590.
7. Панин В.М. Глиадины как генетические маркеры в генетике и селекции озимой твердой пшеницы // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 3. С. 115–119.
8. Новосельская-Драгович А.Ю., Беспалова Л.А., Шишкина А.А., Мельник В.А.,

Упельник В.П., Фисенко А.В., Дедова Л.В., Кудрявцев А.М. Изучение генетического разнообразия сортов мягкой озимой пшеницы по глиадинкодирующим локусам // Генетика. 2015. Т. 51. № 5. С. 324–333.

9. Ganave G.D., Popova Z.G., Landjeva S.P., Kudryavtsev A.M. Gliadins of Bulgarian durum wheat (*Triticum durum* Desf.) landraces: genetic diversity and geographical distribution // Genetic Resources and Crop Evolution. 2010. Vol. 57. N 4. P. 587–595.
10. Hajiyev E., Akparov Z., Abilov Z., Abbasov M., Khalikulov Z., Sharma R.C. Comparative Analysis of Gene bank Accessions and Improved Varieties of Durum in Azerbaijan // Genetics and Breeding of Durum Wheat. Rome (Italy). 2013. P. 88.
11. Sadigov H.B. Gliadin and glutenin polymorphism in durum wheat landraces and breeding varieties of Azerbaijan // Genetika. Serbiya. 2015. Vol. 47. N 3. P. 839–848.
12. Li J., An B., Zhang X. Identification and promoter analysis of some important storage protein genes from wheat (*Triticum aestivum* L.) // Plant Omics. 2012. Vol. 5. N 4. P. 326–332.
13. Melnikova N.V., Mitrofonova O.P., Liaponova O.A., Kudryavtsev A.M. Global diversity of durum wheat *Triticum durum* Desf. for alleles of gliadincoding loci // Russian Journal Of Genetics. 2010. Vol. 46. N 1. P. 43–49.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: монография. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

REFERENCES

1. Sozinov A.A. *Polimorfizm belkov i ego znachenie v genetike i seleksii* [Protein polymorphism and its significance in genetics and breeding]. M.: Nauka Publ., 1985. 272 p. (In Russian).
2. Kudryavtsev A.M., Dedova L.V., Mel'nik V.A., Shishkina A.A., Upelnik V.P., Novosel'skaya-Dragovich A.Yu. Geneticheskoe raznoobrazie sovremennykh rossiiskikh sortov yarovoi i ozimoi tverdoi pshenitsy po gliadinkodiruyushchim lokusam [Genetic diversity of modern Russian varieties of spring and winter durum wheat by gliadincoding loci]. *Genetika* [Russian Journal Of Genetics], 2014, vol. 50, no. 5, pp. 554–559. (In Russian).
3. Du Cros D.L., Joppa L.R., Wrigley C.V. Two-dimensional analysis of gliadin proteins associated with quality in durum wheat: Chromosomal location of genes for their synthesis. *Theoretical And Applied Genetics*, 1983, vol. 66, pp. 297–302.

4. Popereleya F.A. *Polimorfizm gliadina i ego svyaz' s kachestvom zerna, produktivnost'yu i adaptivnymi svoistvami sortov myagkoi ozimoi pshenitsy* [Gliadin polymorphism and its connection with the grain quality and productivity and adaptive qualities of spring common wheat varieties]. M.: Agropromizdat Publ., 1989, pp. 138–149. (In Russian).
5. Bonnin I., Bonneuil C., Goffaux R., Montalent P., Goldringer I. Explaining the decrease in the genetic diversity of wheat in France over the 20th century. *Agric Ecosyst Environ*, 2014, vol. 195, pp. 183–192.
6. Sadygov G.B., Trifonova A.A., Kudryavtsev A.M. Geneticheskoe raznoobrazie kollektsii sortov i raznovidnostei *Triticum durum* Desf. iz Azerbaidzhana [Genetic diversity of collectional varieties of *Triticum durum* Desf. from Azerbaijan]. *Genetika [Russian Journal Of Genetics]*, 2017, vol. 53, no. 5, pp. 579–590. (In Russian).
7. Panin V.M. Gliadiny kak geneticheskie markery v genetike i selektsii ozimoi tverdoi pshenitsy [Gliadins as genetic markers in genetics and breeding of winter durum wheat]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2011, no. 3, pp. 115–119. (In Russian).
8. Novosel'skaya-Dragovich A.Yu., Besspalova L.A., Shishkina A.A., Mel'nik V.A., Upelnik V.P., Fisenko A.V., Dedova L.V., Kudryavtsev A.M. Izuchenie geneticheskogo raznoobraziya sortov myagkoi ozimoi pshenitsy po gliadinkodiruyushchim lokusam [Study into the genetic diversity of soft winter wheat varieties by gliadincoding loci]. *Genetika [Russian Journal Of Genetics]*, 2015, vol. 51, no. 5, pp. 324–333. (In Russian).
9. Ganave G.D., Popova Z.G., Landjeva S.P., Kudryavtsev A.M. Gliadins of Bulgarian durum wheat (*Triticum durum* Desf.) landraces: genetic diversity and geographical distribution. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 2010, vol. 57, no. 4, pp. 587–595.
10. Hajiyev E., Akparov Z., Abilov Z., Abbasov M., Khalikulov Z., Sharma R.C. Comparative Analysis of Gene bank Accessions and Improved Varieties of Durum in Azerbaijan. *Genetics and Breeding of Durum Wheat. Rome (Italy)*. 2013, pp. 88.
11. Sadigov H.B. Gliadin and glutenin polymorphism in durum wheat landraces and breeding varieties of Azerbaijan. *Genetika, Serbiya*, 2015, vol. 47, no 3, pp. 839–848.
12. Li J., An B., Zhang X. Identification and promoter analysis of some important storage protein genes from wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Omics*. 2012, vol. 5, no. 4, pp. 326–332.
13. Melnikova N.V., Mitrofonova O.P., Liaponova O.A., Kudryavtsev A.M. Global diversity of durum wheat *Triticum durum* Desf. for alleles of gliadincoding loci. *Russian Journal Of Genetics*, 2010, vol. 46, no. 1, pp. 43–49.
14. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Technique of field experiments], M.: Agropromizdat Publ., 1985. 351 p. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Садыгов Г.Б., кандидат биологических наук, доцент, заведующий отделом; Институт генетических ресурсов НАН Азербайджана; **адрес для переписки:** AZ 1106, Баку, проспект Свободы, 155, Азербайджан; e-mail: hamlet.sadiqov@yahoo.com

AUTHOR INFORMATION

Sadigov H.B., Candidate of Science in Biology, Associate Professor, Head of Department; **address:** 155 Prospect Svobody, Baku, AZ 1106, Azerbaijan; e-mail: hamlet.sadiqov@yahoo.com

Дата поступления статьи 10.11.2018
Received by the editors 10.11.2018



**ПАМЯТИ АКАДЕМИКА ПЕТРА ЛАЗАРЕВИЧА ГОНЧАРОВА
(1929–2016)**



Выдающемуся ученому Петру Лазаревичу Гончарову 2 февраля 2019 г. исполнилось бы 90 лет.

П.Л. Гончаров – доктор сельскохозяйственных наук, академик Российской академии наук, заслуженный деятель науки Российской Федерации, почетный член Академии наук Республики Саха (Якутия), член Монгольской академии сельскохозяйственных наук, почетный деятель сельского хозяйства и пищевой промышленности Монголии, заслуженный деятель науки Республики Бурятия, почетный гражданин Новосибирской области.

Родился Петр Лазаревич 2 февраля 1929 г. в дер. Ново-Троицк Канского района Красноярского края. В 1953 г. окончил с отличием агрономический факультет Новосибирского сельскохозяйственного института. По окончании института работал заведующим Венгеровским госсортучастком Новосибирской области (1953–1954 гг.). В 1956 г. окончил аспирантуру (СибНИИСХ, г. Омск). С 1957 г. работал заведующим группой, лабораторией, отделом, заместителем директора по научной работе, директором Тулунской государственной селекционной станции Иркутской области и одновременно директором Тулунского ОПХ.

С 1976 по 2004 г. – директор и генеральный директор Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции, руководитель селекцентра. С 1979 по 2004 г. – председатель Сибирского отделения ВАСХНИЛ (РАСХН), с 2004 по 2015 г. – почетный председатель СО Россельхозакадемии, почетный директор СибНИИРС.

Основное направление работ Петра Лазаревича – научные основы селекции сельскохозяйственных растений, методология и методика, селекция и семеноводство, биология, кормопроизводство.

П.Л. Гончаров – автор и соавтор 42 сортов сельскохозяйственных культур, включенных в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации. Опубликовал более 500 научных работ, в том числе 22 книги и 26 брошюр.

С 1971 г. Петр Лазаревич – председатель проблемного и с 1997 г. – объединенного научного советов по селекции и семеноводству, с 2000 г. – президент Союза селекционеров Сибири, возглавлял школу сибирской селекции.

П.Л. Гончаровым подготовлена плеяда научных кадров высшей квалификации, он приложил много усилий по созданию и развитию Малой сельскохозяйственной академии с филиалами в Якутии, Тыве, а также химико-биологического класса в пос. Краснообск Новосибирской области.

П.Л. Гончаровым проведены глубокие исследования по совершенствованию теоретических и методических основ создания исходного селекционного материала с бурным формообразовательным процессом, по теории и практике отбора на специфических фонах – провокационном, инфекционном и селективном, позволяющих создавать адапти(вные)рованные сорта, устойчивые к абиотическим и биотическим стрессам и обладающие высоким генетическим потенциалом продуктивности и качества. Он разработал комплексные программы «Климатический фактор как средство бурного формообразования растений», «Люцерна», «Сибирская пшеница», «Создание адаптированных сортов с высоким генетическим потенциалом, заданными параметрами», «Стратегия оптимизации селекционного процесса», «Генофонд растений для Сибири, Урала и Крайнего Севера».

Научные исследования П.Л. Гончарова получили широкую известность. Их результаты успешно применяются как в нашей стране, так и за рубежом в практической селекции. Они нашли теоретическое и практическое применение при создании высокоурожайных, устойчивых к вредителям и болезням высокобелковых сортов кормовых культур, способных успешно произрастать в природно-климатических условиях Сибири, Дальнего Востока, Северного Казахстана, районов Крайнего Севера.

Новые сорта сельскохозяйственных культур являются реальным вкладом академика РАСХН П.Л. Гончарова в укрепление продовольственной базы регионов Сибири, Дальнего Востока и Крайнего Севера Российской Федерации.

П.Л. Гончаров много внимания уделял организационной работе по совершенствованию научного обеспечения АПК Сибирского региона, повышению эффективности его функционирования в новых экономических условиях, совершенствованию системы подготовки научных кадров высшей квалификации, широкому освоению достижений науки в практике сельскохозяйственного производства, сохранению и наращиванию научного потенциала сибирской аграрной науки.

За годы работы председателем Сибирского отделения ВАСХНИЛ (РАСХН) вместе с Сибкадемстроем создал мощную научно-производственную базу и социальную сферу научного городка – жилую зону, школы, детские учреждения, поликлинику и больницу. Вместе с коллегами Новосибирского научного центра сохранял и приумножал научный потенциал Сибирского региона.

Петр Лазаревич неоднократно был избран депутатом Верховного Совета РСФСР, Иркутского и Новосибирского областных Советов народных депутатов.

Награжден орденом «За заслуги перед Отечеством IV степени», двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденами Октябрьской революции, Дружбы народов, Почета; пятью медалями СССР и РФ, в том числе «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», медалями Республики Тыва и Кузбасса, двумя медалями «За развитие науки Республики Саха». Ему присуждены «Американская медаль чести» (2002 г.), «Живые легенды» (Кембридж, 2004 г.), присуждено девять медалей ВДНХ СССР и золотая медаль ВВЦ Российской Федерации. Присвоены многочисленные почетные звания. За заслуги по научному обеспечению Республики Саха алмазу Айхальского ГОКа (52,81 карата) присвоено имя «Петр Гончаров» (хранится в национальном музее Якутии). Петр Лазаревич был советником и заместителем генерального директора Международного биографического центра (Кембридж, Великобритания). Удостоен звания кавалер Золотого почетного знака «Достояние Сибири», награжден знаком отличия «За заслуги перед Новосибирской областью». В 2014 г. ему присвоено звание «Почетный гражданин Новосибирской области».

Петр Лазаревич скончался в 2016 г. С его уходом сибирская наука потеряла невосполнимую потерю. Чувство благодарности к выдающему ученому за оставленные труды, огромное уважение останутся в памяти ученых, с которыми он работал, и всех людей, кто знал его.

*Сибирское отделение Российской академии наук
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук*

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Правила публикации рукописей в журнале определяют требования к оформлению, научной экспертизе и подготовке к публикации направляемых в редакцию журнала «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» рукописей. Правила для авторов составлены на основе этических принципов, общих для членов научного сообщества, и правил публикации в международных и отечественных научных периодических изданиях, а также в соответствии с требованиями ВАК для периодических изданий, включенных в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

Журнал публикует оригинальные статьи по фундаментальным и прикладным проблемам по направлениям:

- общее земледелие и растениеводство;
- селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений;
- защита растений;
- кормопроизводство;
- кормление сельскохозяйственных животных и технологии кормов;
- ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунологией;
- технология и средства механизации сельского хозяйства.

В журнале также публикуются обзоры, краткие сообщения, хроника, рецензии, книжные обозрения, материалы по истории сельскохозяйственной науки и деятельности учреждений и ученых.

Статья, направляемая в редакцию, должна соответствовать тематическим разделам журнала «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки»:

Наименование рубрики	Группы специальностей научных работников в соответствии с Номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени
Земледелие и химизация	06.01.01 Общее земледелие и растениеводство
Растениеводство и селекция	06.01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений
Защита растений	06.01.07 Защита растений
Кормопроизводство	06.01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений 06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов
Животноводство и ветеринария	06.02.02 Ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология 06.02.07 Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных
Механизация, автоматизация, моделирование и информационное обеспечение	05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства
Проблемы. Суждения	06.01.01 Общее земледелие и растениеводство 06.01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений 06.01.07 Защита растений 06.02.02 Ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология 06.02.07 Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных 06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов

Журнал принимает материалы от аспирантов, соискателей, докторантов, специалистов и экспертов в данной области.

При направлении статьи в редакцию журнала «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» рекомендуется руководствоваться следующими правилами.

РЕКОМЕНДАЦИИ АВТОРУ ДО ПОДАЧИ СТАТЬИ

Представление статьи в журнал «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» подразумевает, что:

- статья ранее не была опубликована в другом журнале;
- статья не находится на рассмотрении в другом журнале;
- все соавторы согласны с публикацией текущей версии статьи.

Перед отправкой статьи на рассмотрение необходимо убедиться, что в файле (файлах) содержится вся необходимая информация на русском и английском языках, указаны источники информации, размещенной на рисунках и в таблицах, все ссылки оформлены корректно.

На публикацию представляемых в редакцию материалов требуются письменное разрешение и рекомендация руководства организации, на средства которой проводились работы. Авторы (соавторы) подписывают рукопись, подтверждая свое участие в выполнении представляемой работы и удостоверяя согласие с ее содержанием. Сведения об авторах (соавторах) заполняются согласно представленной анкете на русском и английском языках.

АНКЕТА АВТОРА

- Фамилия, имя, отчество (полностью)
- Ученая степень
- Место работы (полное название организации и подразделения)
- Должность
- Почтовый адрес места работы
- Контактные телефоны (служебный, домашний, мобильный), e-mail
- Отдельно следует выделить автора, ответственного за связь с редакцией, и указать его контактные e-mail и мобильный телефон

По представленной форме заполняется Авторская справка <http://sibvest.elpub.ru/>, в которой должно быть выражено согласие на открытое опубликование статьи в печатном варианте журнала и его электронной копии в сети Интернет. Автор, подписывая рукопись и направляя ее в редакцию, тем самым передает авторские права на издание этой статьи СФНЦА РАН.

Полный пакет документов (сопроводительное письмо, анкеты авторов, авторская справка, статья на одной стороне стандартного листа формата А4) направить по адресу: 630501, Новосибирская область, Новосибирский район, р.п. Краснообск, а/я 463, научно-организационный отдел СФНЦА РАН.

Необходимо также предоставить электронный вариант рукописи по электронной почте: vestnik.nsk@ngs.ru. Запись на электронном носителе должна быть идентична оригиналу на бумаге. Текст оформляется в программе Word кеглем 14, шрифтом Times New Roman с интервалом 1,5, все поля 2,0 см, нумерация страниц внизу и посередине. Объем статьи, включая таблицы, иллюстрации и библиографию, не должен превышать 15 страниц компьютерного набора; статей, размещаемых в рубриках «Из диссертационных работ» и «Краткие сообщения», – не более 5 страниц.

Число публикаций одного автора в номере журнала не должно превышать двух, при этом вторая статья допустима лишь в соавторстве.

Плата за публикацию статей в журнале с аспирантов не взимается, для иных авторов статьи в журнале публикуются на платной основе. После прохождения рецензирования рукописи редакция направляет в адрес организации или автора счет для оплаты.

Порядок оформления статьи

УДК

Заголовок статьи (не более 70 знаков)

Фамилия и инициалы автора, полное официальное название научного учреждения, в котором проведены исследования, а также его полный почтовый адрес (включая индекс, город и страну). Если в подготовке статьи принимали участие авторы из разных учреждений, необходимо указать принадлежность каждого автора к конкретному учреждению с помощью надстрочного индекса. Необходимо официальное англоязычное название учреждения для блока информации на английском языке.

Информация о конфликте интересов либо его отсутствии. Автор обязан уведомить редактора о реальном или потенциальном конфликте интересов, включив информацию о конфликте интересов в соответствующий раздел статьи. Если конфликта интересов нет, автор должен также сообщить об этом. Пример формулировки: «Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов».

Реферат. Реферат является кратким и последовательным изложением материала статьи по основным разделам и должен отражать основное содержание, следовать логике изложения материала и описания результатов в статье с приведением конкретных данных. Объем реферата не менее 200–250 слов. Не следует включать впервые введенные термины, аббревиатуры (за исключением общеизвестных), ссылки на литературу. В реферате не следует подчеркивать новизну, актуальность и личный вклад автора; место исследования необходимо указывать до области (края), не упоминать конкретные организации.

Ключевые слова. 5–7 слов по теме статьи. Желательно, чтобы ключевые слова дополняли аннотацию и название статьи.

Основной текст статьи. При изложении оригинальных экспериментальных данных рекомендуется использовать подзаголовки:

Введение (постановка проблемы, цель, задачи исследования)

Материалы и методы (условия, методы (методика) исследований, описание объекта, место и время проведения)

Результаты и обсуждение

Заключение или Выводы

Теоретические, обзорные и проблемные статьи могут иметь произвольную структуру, но обязательно должны содержать реферат, ключевые слова, список литературы.

Список литературы. Библиографический список должен быть оформлен в виде общего списка в порядке цитирования в тексте (не менее 15 источников), желательны ссылки на источники 2–3-летнего срока давности. Список литературы должен быть оформлен в соответствии с требованиями и правилами составления библиографической ссылки (ГОСТ Р 7.05–2008). В тексте ссылка на источник отмечается порядковой цифрой в квадратных скобках, например [1]. Литература в списке дается на тех языках, на которых она издана. В библиографическое описание публикации необходимо вносить всех авторов, не сокращая их одним, тремя и т.п. Недопустимо сокращение названий статей, журналов, издательств. В список литературы включаются только рецензируемые источники: статьи из научных журналов и монографии, упоминающиеся в тексте статьи.

REFERENCES составляется в том же порядке, что и русскоязычный вариант, по следующим правилам:

Фамилии И.О. авторов в транслитерированном варианте, транслитерация названия статьи [перевод названия статьи на английский язык в квадратных скобках], транслитерация названия русскоязычного источника [перевод названия источника на английский язык], через запятую город, транслитерация названия издательства [перевод на английском языке], год, количество страниц (для журнала: год, номер, страницы). (In Russian).

Транслитерация осуществляется через сайт: <https://antropophob.ru/translit-bis>

Пример: Avtor A.A., Avtor B.B., Avtor C.C. Nazvanie stat'i [Title of article].

транслитерация авторов транслитерация статьи название статьи на английском
Zaglavie jurnala [Title of Journal], 2012, vol. 10, no. 2, pp. 49–54.

транслитерация источника название источника на английском языке

ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ СПИСКА ЛИТЕРАТУРЫ И REFERENCES

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Монография

Климова Э.В. Полевые культуры Забайкалья: монография. Чита: Поиск, 2001. 392 с.

Часть книги

Холмов В.Г. Минимальная обработка кулисного пара под яровую пшеницу при интенсификации земледелия в южной лесостепи Западной Сибири // Ресурсосберегающие системы обработки почвы. М.: Агропромиздат, 1990. С. 230–235.

Периодическое издание

Пакуль А.Л., Лапшинов Н.А., Божанова Г.В., Пакуль В.Н. Технологические качества зерна мягкой яровой пшеницы в зависимости от системы обработки почвы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018; Т. 48. № 4. С. 27–35. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-4-4

REFERENCES

Монография

Klimova E.V. *Polevye kul'tury Zabaikal'ya* [Field crops of Zabaikalya]. Chita, Poisk Publ., 2001, 392 p. (In Russian).

Часть книги

Kholmov V.G. Minimal'naya obrabotka kulisnogo para pod yarovuyu pshenitsu pri intensifikatsii zemledeliya v yuzhnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri. [Minimum tillage of coulisse-strip fallow for spring wheat with intensification of arable agriculture in southern forest-steppe of Western Siberia] *Resursosberegayushchie sistemy obrabotki pochvy* [Resource-saving tillage systems]. Moscow, Agropromizdat [Agro-industrial press], 1990, pp. 230–235. (In Russian).

Периодическое издание

Pakul A.L., Lapshinov N.A., Bozhanova G.V., Pakul V.N. Tekhnologicheskie kachestva zerna myagkoi yarovoï pshenitsy v zavisimosti ot sistemy obrabotki pochvy [Technological grain qualities of spring common wheat depending on the system of soil tillage]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaystvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2018, vol. 48, no. 4, pp. 27–35. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2018-4-4

Если необходимо сослаться на авторефераты, диссертации, сборники статей, учебники, учебные пособия, ГОСТы, информацию с сайтов, статистические отчеты, статьи в общественно-политических газетах и прочее, то такую информацию следует оформить в *сноску* в конце страницы. Сноски нумеруются арабскими цифрами, размещаются постранично сквозной нумерацией.

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СНОСКИ:

Цитируемый текст.¹

¹Климова Э.В., Андреева О.Т., Темникова Г.П. Пути стабилизации кормопроизводства Забайкалья // Проблемы и перспективы совершенствования зональных систем земледелия в современных условиях: материалы науч.-практ. конф. (Чита, 16–17 октября 2008 г.). Чита, 2009. С. 36–39.

Цифровой идентификатор Digital Object Identifier – DOI (когда он есть у цитируемого материала) необходимо указывать в конце библиографической ссылки.

Пример:

Chu T., Starek M.J., Brewer M.J., Murray S.C., Pruter L.S. Assessing lodging severity over an experimental maize (*Zea mays* L.) field using UAS images // *Remote Sensing*. 2017. Vol. 9, P. 923. DOI: 10.3390/rs9090923

Наличие DOI статьи следует проверять на сайте <http://search.crossref.org/> или <https://www.citethisforme.com>. Для этого нужно ввести в поисковую строку название статьи на английском языке.

БЛАГОДАРНОСТИ

В этом разделе указываются все источники финансирования исследования, а также благодарности людям, которые участвовали в работе над статьей, но не являются ее авторами.

РИСУНКИ, ТАБЛИЦЫ, СКРИНШОТЫ И ФОТОГРАФИИ

Рисунки должны быть хорошего качества, пригодные для печати. Все рисунки должны иметь подписанные подписи. Подписуночную 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)». Подписуночная подпись включает порядковый номер рисунка и его название. Выравнивается по центру: «Рис. 2. Описание жизненно важных процессов». Точка после подписуночной подписи не ставится. Перевод подписуночной подписи следует располагать после подписуночной подписи на русском языке.

Таблицы должны быть хорошего качества, пригодные для печати. Предпочтительны таблицы, пригодные для редактирования, а не отсканированные или в виде рисунков. Все таблицы должны иметь заголовки. Название таблицы должно быть переведено на английский язык. Таблицы нумеруются арабскими цифрами по порядку следования в тексте. Если таблица в тексте одна, то она не нумеруется. Отсылки на таблицы оформляются следующим образом: «В табл. 3 указано, что ...» или «Указано, что ... (см. табл. 3)». Заголовок таблицы включает порядковый номер таблицы и ее название. Выравнивается по центру: «Табл. 2. Описание

жизненно важных процессов». Точка после заголовка таблицы не ставится. Перевод заголовка таблицы следует располагать после заголовка таблицы на русском языке.

Следует обратить внимание на написание формул в статье. Во избежание путаницы необходимо греческие (α , β , π и др.), русские (А, а, Б, б и др.) буквы и цифры писать прямым шрифтом, латинские – курсивным (W , Z , m , n и др.). Математические знаки и символы нужно писать также прямым шрифтом. Необходимо четко указывать верхние и нижние надстрочные символы (W^1 , F_1 и др.).

Фотографии, скриншоты и другие нерисованные иллюстрации необходимо загружать отдельно в специальном разделе формы для подачи статьи в виде файлов формата *.jpeg, *.bmp, *.gif (*.doc и *.docx – в случае, если на изображение нанесены дополнительные пометки). Разрешение изображения должно быть >300 dpi. Файлам изображений необходимо присвоить название, соответствующее номеру рисунка в тексте. В описании файла следует отдельно привести подрисовочную подпись, которая должна соответствовать названию фотографии, помещаемой в текст.

Редакция просит авторов при подготовке статей руководствоваться изложенными выше правилами. Статьи, оформленные не по правилам, будут возвращаться авторам без рассмотрения.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ ЖУРНАЛОМ И АВТОРОМ

Редакция журнала ведет переписку с ответственным (контактным) автором, однако при желании коллектива авторов письма могут направляться всем авторам, для которых указан адрес электронной почты.

Все поступающие в журнал «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» статьи проходят предварительную проверку на соответствие формальным требованиям. На этом этапе статья может быть возвращена автору (авторам) на доработку с просьбой устранить ошибки или добавить недостающие данные. Также на этом этапе статья может быть отклонена из-за несоответствия ее целям журнала, отсутствия оригинальности, малой научной ценности.

Все научные статьи, поступившие в редакцию журнала «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки», проходят обязательное двухстороннее «слепое» рецензирование (double-blind – автор и рецензент не знают друг о друге). Рукописи направляются по профилю научного исследования на рецензию членам редакционной коллегии.

В спорных случаях редактор может привлечь к процессу рецензирования нескольких специалистов, а также главного редактора. При положительном заключении рецензента статья передается редактору для подготовки к печати.

При принятии решения о доработке статьи замечания и комментарии рецензента передаются автору. Автору дается 2 месяца на устранения замечаний. Если в течение этого срока автор не уведомил редакцию о планируемых действиях, статья снимается с очереди публикации.

При принятии решения об отказе в публикации статьи автору отправляется соответствующее решение редакции.

Ответственному (контактному) автору принятой к публикации статьи направляется финальная версия верстки, которую он обязан проверить.

ПОРЯДОК ПЕРЕСМОТРА РЕШЕНИЙ РЕДАКТОРА/РЕЦЕНЗЕНТА

Если автор не согласен с заключением рецензента и/или редактора или отдельными замечаниями, он может оспорить принятое решение. Для этого автору необходимо:

- исправить рукопись статьи согласно обоснованным комментариям рецензентов и редакторов;
- ясно изложить свою позицию по рассматриваемому вопросу.

Редакторы содействуют повторной подаче рукописей, которые потенциально могли бы быть приняты, однако были отклонены из-за необходимости внесения существенных изменений или сбора дополнительных данных, и готовы подробно объяснить, что требуется исправить в рукописи для того, чтобы она была принята к публикации.

ДЕЙСТВИЯ РЕДАКЦИИ В СЛУЧАЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ПЛАГИАТА, ФАБРИКАЦИИ ИЛИ ФАЛЬСИФИКАЦИИ ДАННЫХ

Редакция научного журнала «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» в своей работе руководствуется традиционными этическими принципами научной периодики и сводом принципов «Кодекса этики научных публикаций», разработанным и утвержденным Комитетом по этике научных публикаций, требуя соблюдения этих правил от всех участников издательского процесса.

ИСПРАВЛЕНИЕ ОШИБОК И ОТЗЫВ СТАТЬИ

В случае обнаружения в тексте статьи ошибок, влияющих на ее восприятие, но не искажающих изложенные результаты исследования, они могут быть исправлены путем замены pdf-файла статьи. В случае обнаружения в тексте статьи ошибок, искажающих результаты исследования, либо в случае плагиата, обнаружения недобросовестного поведения автора (авторов), связанного с фальсификацией и/или фабрикацией данных, статья может быть отозвана. Инициатором отзыва статьи может быть редакция, автор, организация, частное лицо. Отзываемая статья помечается знаком «Статья отозвана», на странице статьи размещается информация о причине отзыва статьи. Информация об отзыве статьи направляется в базы данных, в которых индексируется журнал.

УВАЖАЕМЫЕ ПОДПИСЧИКИ!

*Подписка на журнал
«Сибирский вестник сельскохозяйственной науки»
принимается в почтовых отделениях ФГУП «Почта России»
и в других организациях, осуществляющих прием подписки*

*В каталоге «Газеты. Журналы»
ОАО Агентство «Роспечать»
подписной индекс 46808*

*На годовой комплект журналов
или отдельные номера можно подписаться
в редакции*

*Полнотекстовая версия журнала
«Сибирский вестник сельскохозяйственной науки»
размещена на сайте Научной электронной библиотеки:
<http://www.elibrary.ru>*

THE SCIENTIFIC JOURNAL

SIBERIAN HERALD OF AGRICULTURAL SCIENCE

FOUNDERS: SIBERIAN FEDERAL SCIENTIFIC CENTRE OF AGRO-BIOTECHNOLOGIES
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
SIBERIAN BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
ESTABLISHED IN 1971

Volume 49, No 1 (266)



2019
January-February

Editor-in-Chief A.S. DONCHENKO, RAS Member
Deputy Editor-in-Chief O.N. ZHITELEVA

EDITORIAL BOARD:

V.V. Alt	RAS Member, Novosibirsk, Russia
O.S. Afanashenko	RAS Member, Saint-Petersburg, Russia
A.N. Vlasenko	RAS Member, Novosibirsk, Russia
N.G. Vlasenko	RAS Member, Novosibirsk, Russia
N.P. Goncharov	RAS Member, Novosibirsk, Russia
I.M. Gorobey	Doctor of Science in Agriculture, Novosibirsk, Russia
M.I. Gulyukin	RAS Member, Moscow, Russia
V.N. Delyagin	Doctor of Science in Engineering, Novosibirsk, Russia
I.M. Donnik	RAS Member, Moscow, Russia
N.A. Donchenko	Doctor of Science in Veterinary Medicine, Novosibirsk, Russia
N.M. Ivanov	Doctor of Science in Engineering, Novosibirsk, Russia
A. Yu. Izmailov	RAS Member, Moscow, Russia
V.K. Kalichkin	Doctor of Science in Agriculture, Novosibirsk, Russia
N.I. Kashevarov	RAS Member, Novosibirsk, Russia
S.N. Mager	Doctor of Science in Biology, Novosibirsk, Russia
S.P. Ozornin	Doctor of Science in Engineering, Chita, Russia
V.L. Petukhov	Doctor of Science in Biology, Novosibirsk, Russia
R.I. Polyudina	Doctor of Science in Agriculture, Novosibirsk, Russia
V.A. Soloshenko	RAS Member, Novosibirsk, Russia
N.A. Surin	RAS Member, Krasnoyarsk, Russia
I.F. Khramtsov	RAS Member, Omsk, Russia
I.N. Sharkov	Doctor of Science in Biology, Novosibirsk, Russia

Foreign Members of Editorial Board:

V.V. Azarenko	Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Science in Engineering, Academician-Secretary of the Department of Agrarian Sciences NASB, Minsk, Belarus
B. Byambaa	Member of the Mongolian Academy of Sciences, Doctor of Science in Veterinary Medicine, President of the Mongolian Academy of Agricultural Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia
A.M. Nametov	Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Doctor of Science in Veterinary Medicine, Zhanger Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University, Rector, Astana, Kazakhstan
V. Nikolov	Professor Doctor, Chairman of the Agricultural Academy of the Republic of Bulgaria, Sofia, Bulgaria.

The scientific journal "Siberian Herald of Agricultural Science" has been included on the Higher Certification Commission (VAK) List of Russian Reviewed Scientific Periodicals issued in the Russian Federation, in which major scientific results of theses for doctor and candidate degrees should be published.

The journal is presented in the international database AGRIS, and put in the catalogue Ulrich's Periodicals Directory, Bowker, USA.

The "Siberian Herald of Agricultural Science" is registered in the Russian Science Citation Index (RSCI) based on Web of Science.



www.sibvest.elpub.ru

Editors *E.V. Mosunova, G.N. Yagupova*
Corrector *V.E. Selianina*, Desktop Publisher *N.U. Borisko*
Translator *E.A. Pomanova*

Certificate PI FS77-64832 issued by the Federal Service for Supervision of Media, Communications and Information Technologies on February 2, 2016
Publisher: Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Address: PO Box 463, office 456, SFSCA RAS Building, Krasnoobsk, Novosibirsk District, Novosibirsk Region, 630501, Russia. Tel/fax: +7-383-348-37-62
e-mail: vestnik.nsk@ngs.ru; <http://www.sorashn.ru>

THE SCIENTIFIC JOURNAL

SIBERIAN HERALD OF AGRICULTURAL SCIENCE

FOUNDERS: SIBERIAN FEDERAL SCIENTIFIC CENTRE OF AGRO-BIOTECHNOLOGIES
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
SIBERIAN BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
ESTABLISHED IN 1971

Volume 49, No 1 (266)



2019
January-February

Editor-in-Chief A.S. DONCHENKO, RAS Member
Deputy Editor-in-Chief O.N. ZHITELEVA

EDITORIAL BOARD:

V.V. Alt	RAS Member, Novosibirsk, Russia
O.S. Afanashenko	RAS Member, Saint-Petersburg, Russia
A.N. Vlasenko	RAS Member, Novosibirsk, Russia
N.G. Vlasenko	RAS Member, Novosibirsk, Russia
N.P. Goncharov	RAS Member Novosibirsk, Russia
I.M. Gorobey	Doctor of Science in Agriculture, Novosibirsk, Russia
M.I. Gulyukin	RAS Member, Moscow, Russia
V.N. Delyagin	Doctor of Science in Engineering, Novosibirsk, Russia
I.M. Donnik	RAS Member, Moscow, Russia
N.A. Donchenko	Doctor of Science in Veterinary Medicine, Novosibirsk, Russia
N.M. Ivanov	Doctor of Science in Engineering, Novosibirsk, Russia
A. Yu. Izmailov	RAS Member, Moscow, Russia
V.K. Kalichkin	Doctor of Science in Agriculture, Novosibirsk, Russia
N.I. Kashevarov	RAS Member, Novosibirsk, Russia
S.N. Mager	Doctor of Science in Biology, Novosibirsk, Russia
S.P. Ozornin	Doctor of Science in Engineering, Chita, Russia,
V.L. Petukhov	Doctor of Science in Biology, Novosibirsk, Russia
R.I. Polyudina	Doctor of Science in Agriculture, Novosibirsk, Russia
V.A. Soloshenko	RAS Member, Novosibirsk, Russia
N.A. Surin	RAS Member, Krasnoyarsk, Russia
I.F. Khramtsov	RAS Member, Omsk, Russia
I.N. Sharkov	Doctor of Science in Biology, Novosibirsk, Russia

Foreign Members of Editorial Board:

V.V. Azarenko	Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Science in Engineering, Academician-Secretary of the Department of Agrarian Sciences NASB, Minsk, Belarus
B. Byambaa	Member of the Mongolian Academy of Sciences, Doctor of Science in Veterinary Medicine, President of the Mongolian Academy of Agricultural Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia
A.M. Nametov	Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Doctor of Science in Veterinary Medicine, Zhangir khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University, Rector, Astana, Kazakhstan
V. Nikolov	Professor Doctor, Chairman of the Agricultural Academy of the Republic of Bulgaria, Sofia, Bulgaria.

The scientific journal "Siberian Herald of Agricultural Science" has been included on the Higher Certification Commission (VAK) List of Russian Reviewed Scientific Periodicals issued in the Russian Federation, in which major scientific results of theses for doctor and candidate degrees should be published.

The journal is presented in the international database AGRIS, and put in the catalogue Ulrich's Periodicals Directory, Bowker, USA.

The "Siberian Herald of Agricultural Science" is registered in the Russian Science Citation Index (RSCI) based on Web of Science.



www.sibvest.elpub.ru



Editors *E.V. Mosunova, G.N. Yagupova*
Corrector *V.E. Selianina*, Desktop Publisher *N.U. Borisko*
Translator *E.A. Pomanova*

Certificate PI FS77-64832 issued by the Federal Service for Supervision of Media, Communications and Information Technologies on February 2, 2016

Publisher: Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Address: PO Box 463, office 456, SFSCA RAS Building, Krasnoobsk, Novosibirsk District, Novosibirsk Region, 630501, Russia. Tel/fax: +7-383-348-37-62
e-mail: vestnik.nsk@ngs.ru; <http://www.sorashn.ru>