

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 47, № 6 (259)



2017
ноябрь – декабрь

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

| | |
|-----------------|--|
| В.В. Альт | академик РАН, Новосибирск, Россия |
| А.Н. Власенко | академик РАН, Новосибирск, Россия |
| В.В. Власов | академик РАН, Новосибирск, Россия |
| Г.П. Гамзиков | академик РАН, Новосибирск, Россия |
| И.М. Горобей | доктор сельскохозяйственных наук, Новосибирск, Россия |
| А.С. Денисов | доктор технических наук, Новосибирск, Россия |
| Н.А. Донченко | доктор ветеринарных наук, Новосибирск, Россия |
| Н.М. Иванов | доктор технических наук, Новосибирск, Россия |
| В.К. Каличкин | доктор сельскохозяйственных наук, Новосибирск, Россия |
| Н.И. Пыжикова | академик РАН, Новосибирск, Россия |
| С.Н. Магер | доктор биологических наук, Новосибирск, Россия |
| К.Я. Мотовилов | член-корреспондент РАН, Новосибирск, Россия |
| П.М. Першукевич | академик РАН, Новосибирск, Россия |
| Н.И. Пыжикова | доктор экономических наук, Красноярск, Россия |
| В.А. Солошенко | академик РАН, Новосибирск, Россия |
| Н.А. Сурин | академик РАН, Красноярск, Россия |
| И.Ф. Храмов | академик РАН, Омск, Россия |
| И.Н. Шарков | доктор биологических наук, Новосибирск, Россия |

Иностранные члены редколлегии

| | |
|---------------|---|
| В.В. Азаренко | доктор технических наук, член-корреспондент Национальной академии наук 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, председатель правления Национального аграрного научно-образовательного центра Республики Казахстан, Астана, Казахстан |
| Т. Трифонова | профессор доктор, 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 Г.Н. Ягунова, Е.В. Мосунова

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

Переводчик М.Е. Роговская

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 30.10.17. Подписано в печать 27.12.17. Формат 60x84¹/₈. Бумага тип. № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 14,5.
Уч-изд. л. 15,5. Тираж 300 экз. Цена свободная.

Отпечатано в Сибирском федеральном научном центре агробιοтехнологий Российской академии наук

© ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук», 2017

© ФГБУ «Сибирское отделение Российской академии наук», 2017



СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И ХИМИЗАЦИЯ***AGRICULTURE AND CHEMICALIZATION***

Тюрюков А.Г., Филиппов К.В. Приемы улучшения старовозрастных залежей лесостепной зоны Западной Сибири

5 Tyuryukov A.G., Filippov K.V. Techniques for improving old-aged disused lands in the West Siberian forest steppe

Смоленцев Б.А., Сапрыкин О.И., Соловова Н.А., Елизаров Н.В. Влияние почв микрозападин на структуру агроландшафтов лесостепной зоны Западной Сибири

11 Smolentsev B.A., Saprykin O.I., Sokolova N.A., Elizarov N.V. Impact of soils in micro-depressions on agrolandscape structure in the West Siberian forest steppe

РАСТЕНИЕВОДСТВО И СЕЛЕКЦИЯ***PLANT GROWING AND BREEDING***

Лапшинов Н.А., Ходаева В.П., Куликова В.И., Рябцева Т.В., Гантимурова А.Н. Оценка биоресурсной коллекции картофеля

19 Lapshinov N.A., Khodayeva V.P., Kulikova V.I., Ryabtseva T.V., Gantimurova A. N. Assessment of bioresource collection of potato

Агеева Е.В., Лихенко И.Е. Качество зерна раннеспелых и среднеранних сортов яровой мягкой пшеницы

28 Ageyeva E.V., Likhenko I.E. Grain quality in early-ripening and medium-early varieties of spring common wheat

САДОВОДСТВО***HORTICULTURE***

Лихенко Н.Н., Паркина О.В., Капко Т.Н., Салмина И.С. Биометрические показатели и химический состав плодов груши уссурийской

35 Likhenko N.N., Parkina O.V., Kapko T.N., Salmina I.S. Biometrics and chemical composition of Ussurian pear fruit

КОРМОВАЯ БАЗА

Кашеваров Н.И., Полищук А.А., Понамарева В.И., Хазов М.В., Лебедев А.Н. Продуктивность совместных посевов кукурузы и сорго в условиях лесостепи Западной Сибири

Филиппов К.В., Мустафин А.М., Тюрюков А.Г. Приемы улучшения деградированных сенокосов в лесостепи Западной Сибири

Аветисян А.Т., Данилов В.П., Мудрова В.Е. Продуктивность кукурузы и основные приемы ее возделывания в условиях лесостепи Красноярского края

Матолинец Д.А., Волошин В.А. Формирование урожая левзеи сафлоровидной и его качество при разных сочетаниях минеральных удобрений

NUTRITIVE BASE

44 Kashevarov N.I., Polishchuk A.A., Ponomareva V.I., Khazov M.V., Lebedev A.N. Productivity of joint sowing of maize and sorghum under conditions of the West Siberian forest steppe

51 Filippov K.V., Mustafin A.M., Tyuryukov A.G. Techniques for improving degraded haylands in the West Siberian forest steppe

57 Avetisyan A.T., Danilov V.P., Mudrova V.E. Productivity of maize and basic cultivation techniques under conditions of the Krasnoyarsk forest steppe

66 Matolinets D.A., Voloshin V.A. Yield formation in *Rhaponticum carthamoides* and fodder quality as influenced by mineral fertilizers

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Валиулина А.Ф., Голованова Т.И., Иванова А.В. Влияние *Trichoderma* на биофизические параметры томатов

PLANT PROTECTION

73 Valiulina A.F., Golovanova T.I., Ivanova A.V. Influence of *Trichoderma* on biophysical parameters of tomato plants

ПРОБЛЕМЫ. СУЖДЕНИЯ

Докин Б.Д., Лившиц В.М., Ивакин О.В., Алетдинова А.А., Кравченко М.С. Особенности внедрения роботизированных технических средств в растениеводстве

PROBLEMS. SOLUTIONS

80 Dokin B.D., Livshits V.M., Ivakin O.V., Aletdinova A.A., Kravchenko M.S. Features of applying robotic systems in crop production

Лившиц В.М., Батищев В.Я., Монозон А.А. Метод восстановления исходного значения зазора клапана насосфорсунок дизелей

90 Livshits V.M., Batishchev V.Ya., Monozon A.A. Method for restoring a starting value of valve clearance in pump-injectors for diesel engines

НАУЧНЫЕ СВЯЗИ

Мусынов К.М., Аринов Б.К., Кипшакбаева А.А., Утельбаев Е.А., Базарбаев Б.Б., Сагатбек С.Д. Нетрадиционные масличные культуры на севере Казахстана

SCIENTIFIC RELATIONS

96 Mussynov K.M., Arinov B.K., Kipshakbayeva A.A., Utelbayev Ye.A., Bazarbayev B.B., Sagatbek S.D. Non-traditional oilseed crops in the north of Kazakhstan

ПАМЯТИ УЧЕНОГО

Алексей Петрович Калашников

N COMMEMORATION OF SCIENTIST

102 Alexey Petrovich Kalashnikov

Перечень статей, опубликованных в журнале в 2017 г.

104 List of articles published in the journal in 2017



DOI: 10.26898/0370-8799-2017-6-1

УДК 633.2.031:631.582.9

**ПРИЕМЫ УЛУЧШЕНИЯ СТАРОВОЗРАСТНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ
ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ****А.Г. ТЮРЮКОВ**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,
К.В. ФИЛИПPOB, младший научный сотрудник*Сибирский научно-исследовательский институт кормов СФНЦА РАН
630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск
e-mail: algt@inbox.ru*

Представлены результаты исследований приемов по улучшению старовозрастных залежных угодий лесостепной зоны Западной Сибири, проведенные в 2011–2014 гг. Высевали костреч безостый СибНИИСХОЗ 189 и люцерну пестрогибридную Сибирская 8. Варианты опыта следующие: контроль (старовозрастная залежь); коренное улучшение + рядовой посев костреча безостого и люцерны; коренное улучшение + черезрядный посев костреча безостого и люцерны; полосной подсев костреча безостого и люцерны; фрезерование в один след без подсева; фрезерование в один след + рядовой подсев костреча безостого и люцерны; фрезерование в один след + черезрядный подсев костреча безостого и люцерны. Наибольшее количество бобовых растений (18,8 %) наблюдали на варианте с коренным улучшением старовозрастной залежи и черезрядным посевом костреча безостого и люцерны. В ботаническом составе травостоя старовозрастной залежи доля разнотравья при различных обработках дернины и подсева многолетних трав снижалась от 27,1 до 11,3–21,1 %. Наиболее урожайным оказался вариант с коренным улучшением старовозрастной залежи + черезрядным посевом костреча безостого и люцерны. Урожайность зеленой массы 5,96 т/га, сухой – 1,75 т/га. Немного уступал по урожайности вариант с полосным подсевом костреча безостого и люцерны. Урожайность зеленой и сухой массы 4,46 и 1,29 т/га соответственно. Количество переваримого протеина в расчете на 1 к. ед. составило 119 г. На контрольном варианте полевого опыта (старовозрастная залежь) урожайность была ниже в 1,2–2,9 раза по сравнению с различными приемами улучшения. Наиболее энергетически выгодный вариант среди приемов улучшения старовозрастной залежи – полосной подсев костреча безостого и люцерны. Наименее энергетически выгодный – вариант с фрезерованием дернины в один след без подсева многолетних трав.

Ключевые слова: залежь, урожайность, костреч безостый, люцерна, ботанический состав, травостой, полосной подсев, продуктивность.

В настоящее время в связи с изменением форм собственности в сельскохозяйственном производстве, высокими ценами на горючесмазочные материалы, минеральные удобрения, сельскохозяйственную технику, снижением поголовья животных стали появляться заброшенные пахотные земли. Сельскохозяйственное использование таких земель оказалось неэффективным или невостребованным. Появление залежных земель сопровождается зарастанием их сор-

ной растительностью, что приводит к деградации этих угодий, снижению продуктивности [1–3]. Всего неиспользуемой пашни и залежных земель в Сибири насчитывается более 50 млн га [4].

В сложившихся условиях стратегия использования залежных земель должна быть всесторонней и многовариантной. Площади с достаточно высоким плодородием необходимо максимально сохранить в структуре пашни, со среднекультурной почвой –

целесообразно освоить под луговые угодья, с бедными почвами, а также с сильно эродированными землями перевести в другие угодья с использованием почвозащитной лесомелиорации [5]. Для предотвращения процессов деградации таких земель необходимо залужение их многолетними травами, т.е. перевод их в сенокосы и пастбища. В настоящее время средне- и старовозрастные залежи, которые особенно распространены, наиболее подходят для реконструкции в пастбищные и сенокосные угодья.

Цель работы – разработать приемы улучшения старовозрастных залежных кормовых угодий лесостепной зоны Западной Сибири.

МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ

Исследования проводили в 2011–2014 гг. на стационаре СибНИИ кормов в Черепановском районе Новосибирской области, расположенном в северной лесостепи Западной Сибири. Полевой опыт заложен в 2011 г.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый. Содержание гумуса 2,1–4,1 %, общего азота – 0,10–0,19 %, аммиачного азота – 5,0–8,0 мг/кг почвы, подвижного фосфора – 181–250, калия обменного – 87–235 мг/кг почвы, реакция почвенного раствора близка к нейтральной. Тип угодья – старовозрастная залежь. Проектное покрытие травостоя составило 40–45 %.

Среднее годовое количество осадков составляет 350–400 мм, из которых за вегетационный период выпадает 200–230 мм. Сумма активных температур за период вегетации травостоя около 1850°. Гидротермический коэффициент 1,0–1,2. Продолжительность безморозного периода 120–125 дней.

Агрометеорологические условия в годы проведения исследований значительно различались. Вегетационный период в 2011 г. был теплее обычного с недостаточным увлажнением, 2012 г. – острозасушливым

с повышенными температурами воздуха, 2013 г. – хорошо увлажненным с температурами воздуха, близкими к среднесезонной норме, 2014 г. – нестабильным по температуре воздуха и выпадению осадков.

Повторность опыта четырехкратная, расположение вариантов систематическое. Учетная площадь делянок 25 м². Схема полевого опыта следующая: контроль (старовозрастная залежь); коренное улучшение + рядовой посев костреца безостого и люцерны; коренное улучшение + черезрядный посев костреца безостого и люцерны; полосной подсев костреца безостого и люцерны; фрезерование в один след без подсева; фрезерование в один след + рядовой подсев костреца безостого и люцерны; фрезерование в один след + черезрядный подсев костреца безостого и люцерны.

Закладка полевых опытов, наблюдения и учеты, отборы растительных образцов на агрохимический анализ проводили на основе общепринятых методик [6–9]. Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [10] с помощью пакета прикладных программ Snedecor [11].

Коренное улучшение старовозрастной залежи состояло из отвальной вспашки на глубину 20–22 см с последующим дискованием и прикатыванием.

Нарезку полос шириной 45 см с межполосным пространством 55 см проводили фрезой ФБН-1,5 с разреженными ножами в агрегате с трактором МТЗ-80. Глубина фрезерования дернины 10–12 см. Высеивали люцерну пестрогибридную (*Medicago varia* Mart.) Сибирская 8 и костреца безостый (*Bromopsis inermis* (Leys.) Holub.) СибНИИСХОЗ 189. Посев семян многолетних трав проводили ручной сеялкой СР-1 во II декаде мая. Норма высева семян при коренном улучшении, фрезеровании и полосном подсеве на обработанную площадь составила 20 кг/га (5,4 млн семян/га) костреца безостого и 10 кг/га (5,0 млн семян/га) люцерны пестрогибридной. Способ посева беспокровный.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительная оценка приемов улучшения старовозрастной залежи показала значительные различия по величине урожая надземной фитомассы по вариантам полевого опыта (табл. 1).

Наибольшая урожайность зеленой и сухой массы получена на варианте с коренным улучшением с черезрядным посевом костреца безостого и люцерны. Урожайность зеленой массы в среднем за 4 года составила 5,96 т/га, сухой – 1,75 т/га. Прибавка урожайности по отношению к контролю в 2,8 раза по зеленой массе объясняется коренным улучшением травостоя и черезрядным подсевом многолетних трав. Несколько уступал по урожайности вариант с полосным подсевом костреца безостого и люцерны. Урожайность зеленой и сухой массы составила 4,46 и 1,29 т/га соответственно. Наименьшая урожайность в среднем за 4 года получена на контрольном варианте (старовозрастная залежь) – 2,08 т зеленой массы/га и 0,60 т сухой/га.

Наиболее продуктивным оказался вариант с коренным улучшением и черезрядным посевом костреца безостого и люцерны. Количество переваримого протеина в расчете на 1 к. ед. составило 133 г. Несколько уступал по данному показателю вариант с полосным подсевом костреца безостого и люцерны. Количество переваримого проте-

ина в расчете на 1 к. ед. – 119 г. Наименее продуктивным вариантом оказался контрольный. Количество переваримого протеина в расчете на 1 к. ед. – 85 г.

Ботанический состав травостоя – один из основных и наиболее динамичных показателей биологической ценности кормов [12–15]. Наибольшее количество злаковых растений (74,3 %) наблюдали на варианте с коренным улучшением и рядовым посевом костреца безостого и люцерны, наибольшее количество бобовых (18,8 %) – на варианте с коренным улучшением и черезрядным посевом костреца безостого и люцерны (см. рисунок).

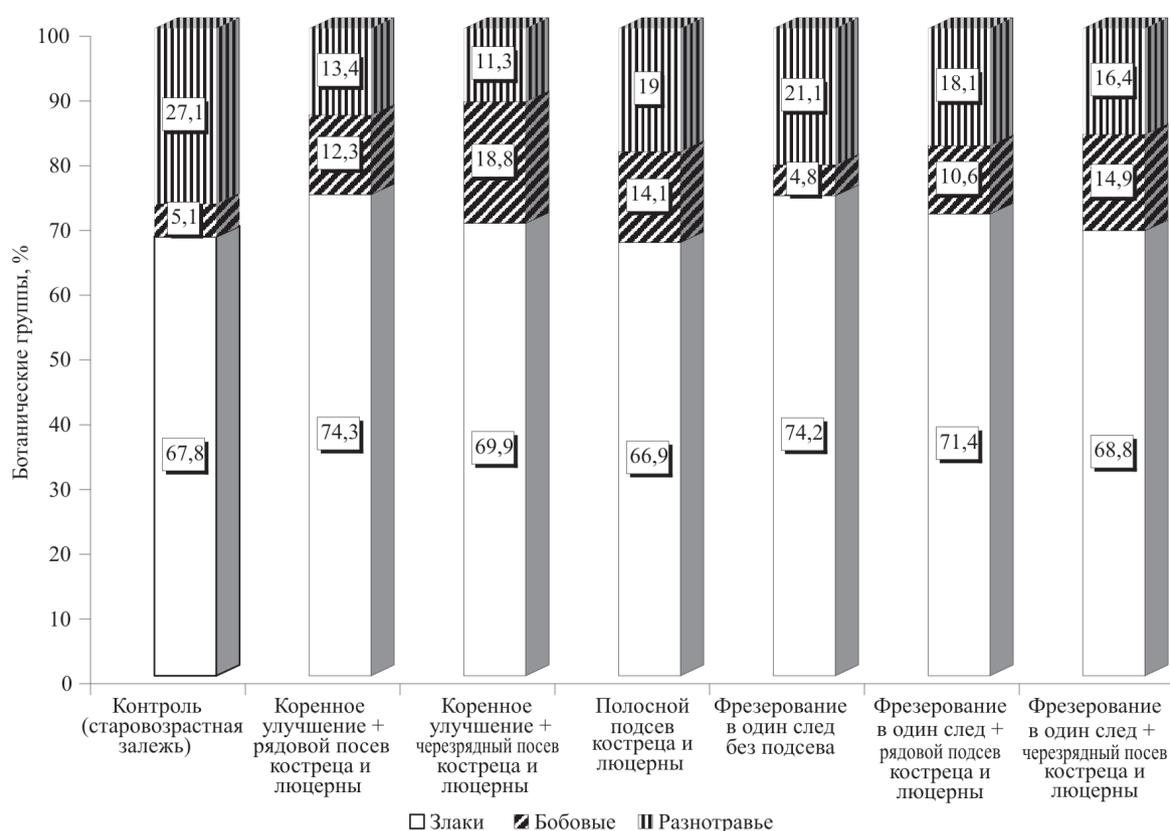
На вариантах с обработками отмечена тенденция увеличения количества злаковых и бобовых растений и соответственно уменьшения разнотравья, поскольку в результате проведения приемов поверхностного улучшения ослабляется конкуренция естественного травостоя. Характерно, что в ботаническом составе травостоя при различных обработках дернины и подсева многолетних трав доля разнотравья снизилась от 27,1 до 11,3–21,1 %, бобовых и злаковых компонентов увеличилась.

Наряду с традиционным методом экономической оценки производства кормов наиболее объективную информацию позволяет получить биоэнергетический метод, который получил широкое признание как универсальный способ оценки потоков ан-

Таблица 1

**Влияние приемов улучшения на продуктивность старовозрастной залежи
(среднее за 2011–2014 гг.)**

| Вариант | Урожайность, т/га | | Содержание переваримого протеина на 1 к. ед., г |
|--|-------------------|-------------|---|
| | зеленой массы | сухой массы | |
| Контроль (старовозрастная залежь) | 2,08 | 0,60 | 85 |
| Коренное улучшение + рядовой посев костреца безостого и люцерны | 4,99 | 1,45 | 110 |
| Коренное улучшение + черезрядный посев костреца безостого и люцерны | 5,96 | 1,75 | 133 |
| Полосной подсев костреца безостого и люцерны | 4,46 | 1,29 | 119 |
| Фрезерование в один след без подсева | 2,55 | 0,73 | 99 |
| Фрезерование в один след + рядовой подсев костреца безостого и люцерны | 3,25 | 0,94 | 95 |
| Фрезерование в один след + черезрядный подсев костреца безостого и люцерны | 3,51 | 1,02 | 104 |
| НСР ₀₅ | 0,74 | 0,22 | |



Влияние приемов улучшения на ботанический состав травостоя старовозрастной залежи (среднее за 2011–2014 гг.), %

тропогенной энергии в агроэкосистемах. Биоэнергетическая оценка приемов улучшения старовозрастного залежного угодья показала, что выход обменной энергии зависит от качества корма (табл. 2).

Среди вариантов с приемами улучшения старовозрастной залежи наиболее энер-

гетически выгодный вариант с полосным посевом костреца безостого и люцерны. Коэффициент энергетической эффективности составил 1,92. Наименее энергетически выгодный вариант с фрезерованием в один след без подсева, коэффициент энергетической эффективности 1,08.

Таблица 2

Биоэнергетическая оценка приемов улучшения старовозрастной залежи (среднее за 2011–2014 гг.)

| Вариант | Сбор обменной энергии, ГДж/га | Совокупные затраты, ГДж/га | Коэффициент энергетической эффективности |
|---|-------------------------------|----------------------------|--|
| Контроль (старовозрастная залежь) | 4,6 | 1,7 | 2,71 |
| Коренное улучшение + рядовой посев костреца безостого | 11,3 | 7,6 | 1,49 |
| Коренное улучшение + черезрядный посев костреца безостого и люцерны | 13,5 | 7,9 | 1,71 |
| Полосной посев костреца безостого и люцерны | 10,0 | 5,2 | 1,92 |
| Фрезерование в один след без подсева | 5,5 | 5,1 | 1,08 |
| Фрезерование в один след + рядовой посев костреца безостого и люцерны | 7,3 | 5,9 | 1,24 |
| Фрезерование в один след + черезрядный посев костреца безостого и люцерны | 7,8 | 6,0 | 1,30 |

ВЫВОДЫ

1. При введении в сельскохозяйственный оборот залежных земель в условиях лесостепной зоны Западной Сибири наибольшую продуктивность обеспечило коренное улучшение с черезрядным посевом костреца безостого и люцерны. Урожайность зеленой и сухой массы повысилась в 2,9 раза по сравнению с контрольным вариантом, концентрация переваримого протеина – от 85 до 133 г/к. ед.

2. Наиболее энергетически выгодным среди вариантов с приемами улучшения оказался вариант с полосным подсевом костреца безостого и люцерны. Затраты совокупной энергии составили 5,2 ГДж/га по сравнению с 7,9 ГДж/га при коренном улучшении. Коэффициент энергетической эффективности 1,92. Урожайность зеленой и сухой массы увеличилась в 2,2 раза по сравнению с контрольным вариантом, концентрация переваримого протеина повысилась от 85 до 119 г/к. ед.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Михайличенко Б.П. Концептуальные основы развития кормопроизводства на современном этапе и на перспективу // Кормопроизводство. – 1997. – № 9. – С. 2–11.
2. Многовариантные ресурс- и энергосберегающие технологии коренного улучшения основных типов природных кормовых угодий по зонам страны: рекомендации / А.А. Кутузова, А.А. Зотов, Д.М. Тебердиев, А.Г. Тюрюков и др. – М.: РЦСК, 2008. – 50 с.
3. Кутузова А.А., Трофимова Л.С., Антонова Л.С. и др. Научные основы альтернативных систем ведения луговодства // Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решения (к 80-летию Всероссийского научно-исследовательского института кормов). – М.: Росинформагротех, 2002. – С. 35–51.
4. Ускоренное освоение залежных земель под сенокосы и пастбища в Сибири: науч.-практ. пособие / Н.И. Кашеваров, А.М. Мустафин, Т.Г. Ломова, А.Г. Тюрюков и др. – Новосибирск, 2015. – 58 с.
5. Ускоренное освоение залежных земель под пастбища и сенокосы на основе многовариантных технологий по зонам России: практ. руководство / А.А. Кутузова, Н.И. Кашеваров, А.М. Мустафин, А.Г. Тюрюков и др. – М.: РЦСК, 2010. – 48 с.

6. Методика опытов на сенокосах и пастбищах. – М.: ВНИИ кормов, 1971. – Ч. 1. – 174 с.
7. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М., 1987. – 196 с.
8. Методические рекомендации по биоэнергетической оценке севооборотов и технологии выращивания кормовых культур. – М., 1989. – 72 с.
9. Методическое пособие по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства / Б.П. Михайличенко, А.А. Кутузова, Ю.К. Новоселов, А.А. Зотов и др. – М.: ВНИИ кормов, 1995. – 173 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 416 с.
11. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Краснообск: РПО СО РАСХН, 2004. – 162 с.
12. Мустафин А.М., Тюрюков А.Г. Улучшение естественных деградированных сенокосов Западной Сибири // Кормопроизводство. – 2008. – № 8. – С. 14–16.
13. Мустафин А.М., Тюрюков А.Г. Влияние способов и норм высева люцерны при полосной обработке дернины на урожайность разнотравно-злакового луга // Вестн. РАСХН. – 2009. – № 4. – С. 59–62.
14. Мустафин А.М., Тюрюков А.Г. Сравнительная оценка многолетних бобовых трав при полосном подсеве в деградированный луг Западной Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2010. – № 6. – С. 32–37.
15. Мустафин А.М., Тюрюков А.Г. Влияние способов полосного подсева люцерны на улучшение деградированного луга // Кормопроизводство. – 2011. – № 12. – С. 14–16.

REFERENCES

1. Mikhailichenko B.P. Kontseptual'nye osnovy razvitiya kormoproizvodstva na sovremenom etape i na perspektivu // Kormoproizvodstvo. – 1997. – № 9. – S. 2–11.
2. Mnogovariantnye resurso- i energosberegayushchie tekhnologii korenogo uluchsheniya osnovnykh tipov prirodnykh kormovykh ugodii po zonam strany: re-komendatsii / A.A. Kutuzova, A.A. Zotov, D.M. Teberdiev, A.G. Tyuryukov i dr. – M.: RTsSK, 2008. – 50 s.
3. Kutuzova A.A., Trofimova L.S., Antonova L.S. i dr. Nauchnye osnovy al'ternativnykh sistem vedeniya lugovodstva // Adaptivnoe kormoproizvodstvo: problemy i resheniya (k 80-letiyu Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta kormov). – M.: Rosinformagrotekh, 2002. – S. 35–51.
4. Uskorennoe osvoenie zaleznykh zemel' pod senokosy i pastbishcha v Si-biri: nauchno-

- prakt. posobie / N.I. Kashevarov, A.M. Mustafin, T.G. Lomova, A.G. Tyuryukov i dr. – Novosibirsk, 2015. – 58 s.
5. **Uskorennoe** osvoenie zaleznykh zemel' pod pastbishcha i senokosy na os-nove mnogovariantnykh tekhnologii po zonam Rossii: prakt. rukovodstvo / A.A. Kutuzova, N.I. Kashevarov, A.M. Mustafin, A.G. Tyuryukov i dr. – M.: RTsSK, 2010. – 48 s.
 6. **Metodika** opytov na senokosakh i pastbishchakh. Ch. 1. – M.: VNII kormov, 1971. – 174 s.
 7. **Metodicheskie** ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami. – M., 1987. – 196 s.
 8. **Metodicheskie** rekomendatsii po bioenergeticheskoi otsenke sevooborotov i tekhnologii vyrashchivaniya kormovykh kul'tur. – M., 1989. – 72 s.
 9. **Metodicheskoe** posobie po agroenergeticheskoi i ekonomicheskoi otsenke tekhnologii i sistem kormoproizvodstva / B.P. Mikhailichenko, A.A. Kutuzova, Yu.K. Novoselov, A.A. Zotov i dr. – M.: VNII kormov, 1995. – 173 s.
 10. **Dospekhov B.A.** Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 416 s.
 11. **Sorokin O.D.** Prikladnaya statistika na komp'yutere. – Krasnoobsk: RPO SO RASKhN, 2004. – 162 s.
 12. **Mustafin A.M., Tyuryukov A.G.** Uluchshenie estestvennykh degradirovannykh senokosov Zapadnoi Sibiri // Kormoproizvodstvo. – 2008. – № 8. – S. 14–16.
 13. **Mustafin A.M., Tyuryukov A.G.** Vliyanie sposobov i norm vyseva lyu-tserny pri polosnoi obrabotke derniny na urozhainost' raznotravno-zlakovogo luga // Vestn. RASKhN. – 2009. – № 4. – S. 59–62.
 14. **Mustafin A.M., Tyuryukov A.G.** Sravnitel'naya otsenka mnogoletnikh bo-bovykh trav pri polosnom podseve v degradirovannyy luga Zapadnoi Sibiri // Sib. vestn. s. – kh. nauki. – 2010. – № 6. – S. 32–37.
 15. **Mustafin A.M., Tyuryukov A.G.** Vliyanie sposobov polosnogo podseva lyutserny na uluchshenie degradirovannogo luga // Kormoproizvodstvo. – 2011. – № 12. – S. 14–16.

TECHNIQUES FOR IMPROVING OLD-AGED DISUSED LANDS IN THE WEST SIBERIAN FOREST STEPPE

**A.G. TYURYUKOV, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher,
K.V. FILIPPOV, Junior Researcher**

*Siberian Research Institute of Fodder Crops, SFSCA RAS
Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia
e-mail: algt@inbox.ru*

Results are given from studies on improving old-aged disused lands in the West Siberian forest steppe, which were conducted in 2011–2014. The SibNIISKhoz 189 variety of smooth brome grass (*Bromopsis inermis* (Leyss) Holub.) and Sibirskaya 8 variety of bastard alfalfa (*Medicago varia* Mart.) were sown. The variants of experiment were as follows: control (old-aged disused land); amelioration + drill sowing of smooth brome grass and alfalfa; amelioration + skip-row sowing of smooth brome grass and alfalfa; direct drilling of smooth brome grass and alfalfa; rotary tillage without overdrilling; rotary tillage + drill sowing of smooth brome grass and alfalfa; rotary tillage + skip-row sowing of smooth brome grass and alfalfa. Most of leguminous plants (18.8%) were observed in the variant of ameliorating old-aged disused land + skip-row planting of smooth brome grass and alfalfa. The proportion of motley grasses in the botanical composition of herbage on old-aged disused land decreased from 27.1 to 11.3–21.1% at different methods for sod plowing and direct drilling of perennial grasses. The variant with amelioration + skip-row sowing of smooth brome grass and alfalfa turned out to be most productive: the yield of green mass was 5.96 t/ha, that of dry mass 1.75 t/ha. The variant with direct drilling of smooth brome grass and alfalfa was somewhat inferior to it in productivity: the yields of green and dry mass were 4.46 and 1.29 t/ha, respectively. The amount of digestible protein per fodder unit was 119 g. The control variant of field experiment (old-aged disused land) showed productivity by 1.2–2.9 times lower as compared with the improvement techniques. Direct drilling of smooth brome grass and alfalfa was found to be the most energy-favorable variant among techniques for ameliorating old-aged disused lands. Rotary tillage of sod without overdrilling of perennial grasses was least energy-favorable.

Keywords: disused land, yield, smooth brome grass, alfalfa, botanical composition, herbage, direct drilling, productivity.

Поступила в редакцию 08.10.2017

DOI: 10.26898/0370-8799-2017-6-2

УДК 631.445 + 631.111.3

**ВЛИЯНИЕ ПОЧВ МИКРОЗАПАДИН НА СТРУКТУРУ АГРОЛАНДШАФТОВ
ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ***

Б.А. СМОЛЕНЦЕВ¹, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией,
О.И. САПРЫКИН², аспирант,
Н.А. СОКОЛОВА¹, инженер,
Н.В. ЕЛИЗАРОВ¹, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник

¹*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН
630090, Россия, Новосибирск, пр. академика Лаврентьева, 8/2
e-mail: pedolog@ngs.ru*

²*Институт водных и экологических проблем СО РАН
656038, Алтайский край, Барнаул, ул. Молодежная, 1
e-mail: iwep@iwep.asu.ru*

Изложены результаты исследований влияния почв микрозападин на структуру агроландшафтов лесостепной зоны Западной Сибири. Исследование проведено в различных агроландшафтных районах: Приобском, Барабинском центральном и южно-лесостепном в Новосибирской области, а также подтаежном в Томской. Определена степень контрастности текстурно-дифференцированных почв микрозападин: дерново-солодей, подбелов темногумусовых и серых поверхностно-глееватых по отношению к фоновым почвам: серым и черноземам, используемым в пашне. Самая высокая контрастность почв микрозападин по отношению к фоновым почвам (черноземам) наблюдается в Барабинском центральном и южно-лесостепном агроландшафтных районах. На востоке и севере контрастность уменьшается в связи с увеличением доли серых почв в фоне. Морфометрические исследования ареалов почв микрозападин показали, что большая их часть имеет монолитное строение, кроме Приобского плато. На нем встречаются средне- и сильнорасчлененные ареалы вытянутой разветвленной формы. Большинство западин исследованной территории (более 90 %) имеют очень малую площадь (до 5 га), на юге их площадь достигает средних размеров (> 10 га). Наибольшую площадь (27,1 %) ареалы почв микрозападин занимают в подтаежном агроландшафтном районе. Данный агроландшафт характеризуется самой сложной внутренней конфигурацией полей, что сильно усложняет их механизированную обработку. Наименее сложный агроландшафтный район – южно-лесостепной. Западины в нем занимают лишь 5,6 % от общей площади, что характеризует данный район как наиболее благоприятный для механизированной обработки. Выявленная закономерность напрямую связана с изменением условий почвообразования, в частности с усилением аридизации климата.

Ключевые слова: микрозападины, почвы, агроландшафты, лесостепная зона, Западная Сибирь.

В конце XX в. принята концепция адаптивно-ландшафтного земледелия, которая предполагает всестороннее и эффективное использование ресурсного потенциала земель. При таком подходе необходимо учитывать общий природный потенциал терри-

тории [1, 2] и качество земель с точки зрения однородности почвенного плодородия [3–5]. Однако при всех уровнях интенсификации технологий земледелия актуальным остается выравнивание поверхности почвы, поскольку только при ровной поверхности

*Работа выполнена при поддержке Правительства Новосибирской области, договор о предоставлении гранта № 2/221.

сокращается испарение, выдерживается необходимая глубина заделки семян и обеспечивается дружное появление всходов [6].

Микрозападины и формирующиеся в них почвы оказывают непосредственное влияние на агроландшафты, в которых они находятся. Западины, занятые лесом, влияют на конфигурацию пашни, затрудняя ее механизированную обработку. В освоенных под пашню западинах почвы резко отличаются от фоновых. Их морфология, свойства, генезис и классификация неоднократно становились объектами исследования [7–9]. Однако работ о влиянии этих почв на агрономические свойства пахотных полей крайне мало [10]. Доказано, что они имеют более низкую температуру пахотного слоя и признаки поверхностного переувлажнения. Вследствие этого смена фаз роста культурных растений в микрозападинах проходит медленнее, чем на фоновой почве, что в итоге снижает общую урожайность. В существующих зональных и адаптивно-ландшафтных системах земледелия Новосибирской области фактор влияния микрорельефа и приуроченных к нему типов земель на продуктивность пашни не рассматривается [6, 11].

По данным почвенной карты Новосибирской области (М 1 : 400 000) [12], площадь солодей, развивающихся в микрозападинах, составляет 5,1 % от общей площади почв области; 2,7 % занимают комплексы солодей в качестве сопутствующих почв с фоновыми автоморфными и полугидроморфными почвами. Данные по площадям микрозападин с серыми поверхностно-глееватыми почвами и подбелами отсутствуют.

Цель исследования – провести сравнительную оценку влияния микрозападин и

приуроченных к ним почв на структуру почвенного покрова пашни в агроландшафтах лесостепной зоны Западной Сибири.

В задачи исследования входило:

1. Оценить степень контрастности почв микрозападин по отношению к фоновым почвам;
2. Дать морфометрическую характеристику ареалов почв микрозападин (площадь, конфигурация, расчлененность, контурность) и оценить их влияние на агрономические свойства пашни в разных агроландшафтных районах (в пределах Новосибирской и Томской областей).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований выбраны ключевые участки, расположенные в агроландшафтных районах лесостепной зоны Западной Сибири, имеющие различные климатические условия (табл. 1).

Фоновые почвы и почвы микрозападин исследуемых участков представлены на рисунке.

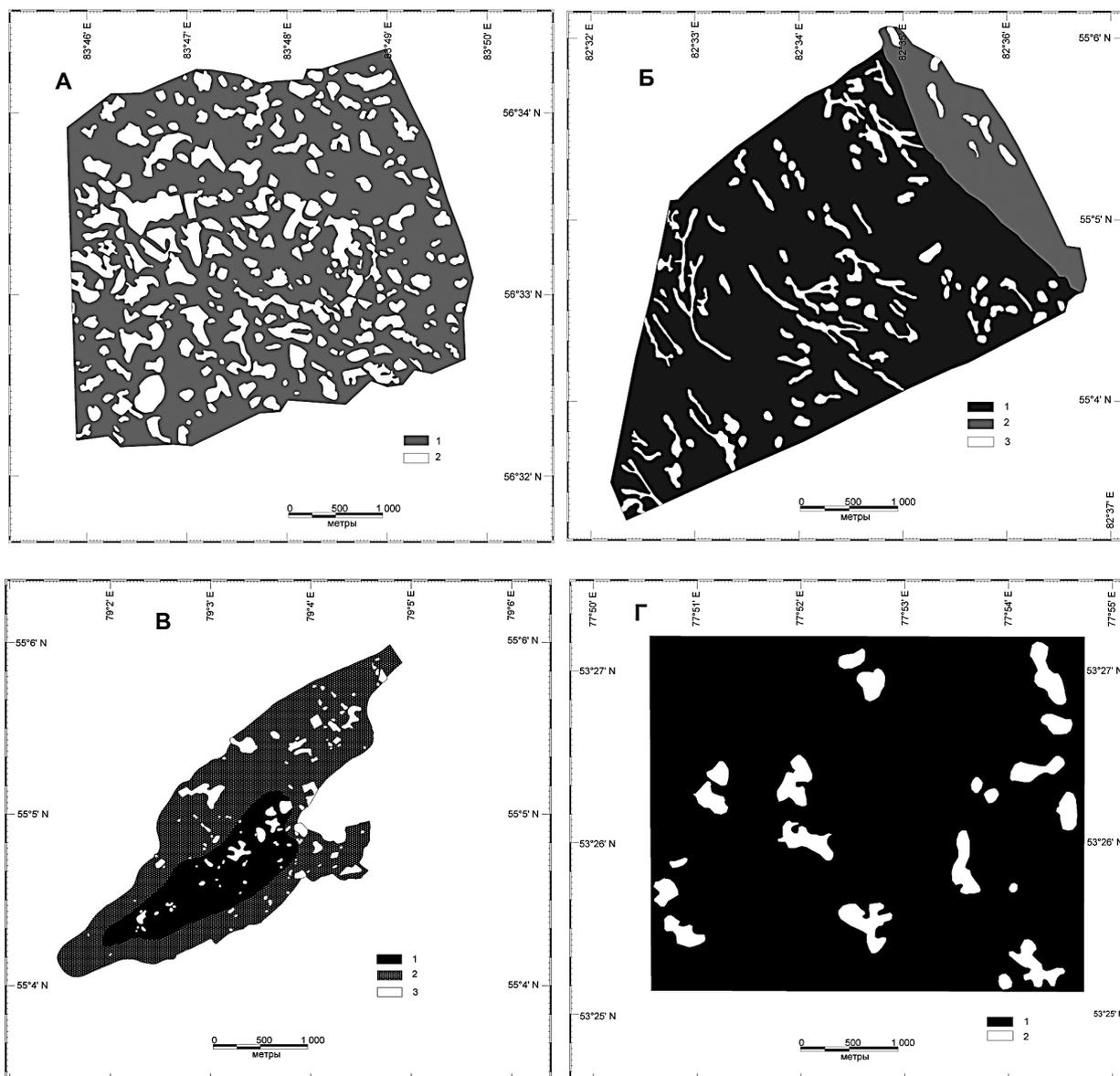
Названия почв даны в соответствии с «Классификацией и диагностикой почв России» 2004 г. [15] и World Reference Base 2014 г. в англоязычной версии реферата [16].

Площади ареалов почв получены при оцифровке бумажных носителей (почвенных карт М 1 : 10 000) и снимков с космических аппаратов Sentinel-2 (с разрешением 10 м) в пакете QGIS с последующей конвертацией данных в MsExcel. Степень контрастности (классификационное различие) почв микрозападин по отношению к фоновой почве рассчитывали по четырем

Таблица 1

Агроландшафтные районы и их климатические показатели [13, 14]

| Ключевой участок | Агроландшафтный район | Площадь ключевого участка, га | Осадки, мм | Сумма активных температур, °С | ГТК по Селянинову |
|------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------|-------------------------------|-------------------|
| А | Томский подтаежный | 2009,3 | 425–475 | 1500–1700 | 1,3–1,5 |
| Б | Приобский центрально-лесостепной | 1335,9 | 400–425 | 1800–1900 | 1,1–1,3 |
| В | Барабинский центрально-лесостепной | 2878,8 | 375–400 | 1800–1900 | 0,9–1,1 |
| Г | Барабинский южно-лесостепной | 6564,3 | 300–325 | 2100–2200 | 0,8–0,9 |



Фрагменты почвенных карт пахотных угодий ключевых участков:

- А – Томский подтаежный: 1 – агросерые, 2 – подбелы и агро-подбелы;
 Б – Приобский центрально-лесостепной: 1 – агрочерноземы глинисто-иллювиальные, 2 – агросерые, 3 – агросерые поверхностно-глеватые;
 В – Барабинский центрально-лесостепной: 1 – агрочерноземы миграционно-мицелиарные осолоделые, 2 – агрочерноземы квазиглеевые осолоделые, 3 – дерново-солоды и агро-солоды;
 Г – Барабинский южно-лесостепной, почвы: 1 – агрочерноземы миграционно-мицелиарные осолоделые, 2 – дерново-солоды и агро-солоды

показателям: увлажнению, оглеению, оподзоливанию / осолодению и рН почвенного раствора верхнего горизонта. Данные показатели характеризуют наиболее значимые процессы, обуславливающие различия в свойствах сравниваемых почв. Значения показателей фоновой почвы принимали за единицу. Коэффициент контрастности почв микрозападин определяли как суммарный балл различий по четырем показателям по отношению к фоновой почве. Коэффици-

ент расчленения ареалов микрозападин и коэффициент внутренней расчлененности территории рассчитаны по формулам, предложенным В.М. Фридландом [17].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Все типы почв микрозападин объединяет резкое классификационное различие с фоновыми почвами. Почвы микрозападин

характеризуются четкой элювиально-иллювиальной дифференциацией профиля и хорошо выраженными признаками поверхностного переувлажнения в виде пятен оржавления и оглеения. Реакция почвенной среды гумусовых горизонтов слабокислая. Фоновые почвы (черноземы и серые) не имеют признаков переувлажнения, их элювиально-иллювиальная дифференциация профиля выражена в слабой и очень слабой степени.

Результаты исследований показали, что наиболее контрастными почвами микрозападин по отношению к фоновым черноземам являются солоды Барабинской низменности. С позиции агрономической совместимости [4] комплексы, образуемые этими почвами, относятся к несовместимым. Участки с такими почвенными комбинациями требуют различных агротехнических и мелиоративных мероприятий и сроков проведения полевых работ. Серые поверхностно-глееватые почвы Приобья менее контрастны по отношению к черноземам и серым почвам (табл. 2). Такие почвенные комбинации относятся к агрономически неоднородным несовместимым. Почвы требуют небольших различий в системах агротехнических и мелиоративных мероприятий при общей их однотипности и близких сроках проведения. Такие почвенные комбинации

можно включать в состав одного поля. Подтаежные комплексы серых почв с подбелами должны быть отнесены к агрономически несовместимым почвенным комбинациям, поскольку их почвы резко различаются по увлажнению.

Наибольшее влияние на геометрическое строение агроландшафта оказывают микрозападины на подтаежном участке (см. рисунок, А). В целом они занимают более четверти территории, что соответствует наибольшей площади микрозападин среди исследованных участков. Извилистая форма контуров и значительное их число на единицу площади обусловили максимальное значение коэффициента внутреннего расчленения (табл. 3). Почвы микрозападин – подбелы – контрастно различаются по свойствам от фоновых серых почв, используемых в пашне (см. табл. 2). Введение подбелов в пашню значительно снижает урожайность сельскохозяйственных культур, поэтому западины не вовлекаются в пашню. Они заняты лесными насаждениями.

На Приобском участке (см. рисунок, Б) микрозападин меньше. Они имеют размер, сравнимый с микрозападинами первого участка (см. табл. 3), но вытянутую и часто разветвленную форму, образуя струйчатый рисунок. В связи с этим расчлененность их контуров несколько выше, чем у микроза-

Таблица 2

Контрастность почв микрозападин по отношению к фоновым почвам

| Участок | Почва | Степень контрастности почв | | | | | |
|---------|------------------------------|----------------------------|----------|----------------------------|---------------------------------------|-------|---------|
| | | Увлажнение | Оглеение | Оподзоливание / осолодение | pH _{водн} / A _{пах} | Сумма | Разница |
| А | АС | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 7 |
| | Пб _т ^Г | 4 | 4 | 2 | 1 | 11 | |
| Б | АЧ _{ги} | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 6 |
| | АС ^Г | 2 | 3 | 3 | 2 | 10 | |
| В | АЧ _{ос} | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 9 |
| | Сд | 3 | 4 | 4 | 2 | 13 | |
| Г | АЧ _{ос} | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 9 |
| | Сд | 3 | 4 | 4 | 2 | 13 | |

Примечание. АС – агросерые почвы; Пб_т^Г – подбелы темногумусовые глееватые; АЧ_{ги} – агрочерноземы глинисто-иллювиальные; АС^Г – агросерые поверхностно-глееватые; АЧ_{ос} – агрочерноземы миграционно-мицелярные осолоделые; Сд – дерново-солоди.

Морфометрическая характеристика микрозападин в агроландшафте

| Участок | $S_{\text{общ.}}$, га | Характеристика почвенных ареалов микрозападин | | | | Число контуров на 1 тыс. га | КВР участка |
|---------|------------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------|
| | | % от $S_{\text{общ}}$ | $S_{\text{сред.}}$, га | $P_{\text{сред.}}$, м | КР _{сред.} | | |
| А | 2009,3 | 27,0 | 1,58 | 571 | 1,4 | 172 | 14,5 |
| Б | 1335,9 | 11,3 | 1,54 | 740 | 1,6 | 73 | 5,6 |
| В | 2878,8 | 8,3 | 0,42 | 229 | 1,1 | 217 | 6,9 |
| Г | 6564,3 | 5,6 | 5,59 | 985 | 1,2 | 10 | 2,3 |

Примечание. S – площадь; P – периметр; КР – коэффициент расчленения, КВР – коэффициент внутреннего расчленения.

падин первого участка. Коэффициент внутреннего расчленения этой территории заметно ниже, что связано с числом западин на единицу площади. Почвы западин меньше отличаются от фоновых (см. табл. 1). Все микрозападины вовлечены в пашню. Однако высокая степень контрастности почв микрозападин по сравнению с фоновыми свидетельствует об их более низком потенциальном плодородии по отношению к фону. Это приводит к неоднородному развитию посевов и снижению общей урожайности участка.

На грибовидных повышениях центральной части Барабинской низменности (см. рисунок, В) наблюдается самое большое число микрозападин на единицу площади. Это увеличивает коэффициент внутреннего расчленения территории. В то же время размер подавляющего большинства западин (99 %) не превышает 5 га, что снижает их долю в общей площади (табл. 4). Округлая форма западин обусловила их самый низкий коэффициент расчленения. Почвы микрозападин резко контрастны фоновым (см. табл. 2), но из-за малых размеров они вовлечены в пашню без применения специальной

агротехники. Наиболее крупные западины (5–10 га) остаются занятыми лесом.

На Барабинском южно-лесостепном участке (см. рисунок, Г) участие микрозападин в почвенном покрове наименьшее из всех изученных. Западины имеют более крупные размеры и округлую форму. Это обуславливает низкую расчлененность почвенных контуров микрозападин и минимальный коэффициент внутреннего расчленения территории в целом (см. табл. 3). Площадь западин существенно варьирует: присутствуют как очень мелкие контуры, так и средние (> 10 га). Почвы западин резко контрастны фоновым. При их распашке это может отразиться в снижении общей урожайности сельскохозяйственных культур для всего участка.

ВЫВОДЫ

1. Наиболее контрастными оказались почвы микрозападин (дерново-солоди) по отношению к фоновым почвам (агрочерноземы миграционно-мицеллярные) в Барабинской лесостепи (см. рисунок, В, Г). Наименее контрастны агросерые поверхностно-глееватые почвы микрозападин к агрочерноземам глинисто-иллювиальным в Приобской лесостепи (см. рисунок, Б).

2. Наибольшая площадь, занимаемая микрозападинами, находится в самой северной части исследуемой территории. В южном направлении этот показатель уменьшается, достигая минимальных значений (см. рисунок, Г). Данная закономерность напрямую связана с изменением условий почвообразования (усиление аридизации климата).

3. На всех исследованных участках большинство западин имеет округлую нерас-

Таблица 4

Распределение почвенных ареалов западин по размерам

| Участок | Распределение западин по размеру (число / % от общего) | | |
|---------|--|---------|---------|
| | < 5 га | 5–10 га | > 10 га |
| А | 319/92,7 | 23/6,7 | 2/0,6 |
| Б | 94/95,9 | 4/4,1 | Нет |
| В | 567/99,6 | 2/0,4 | Нет |
| Г | 35/53,0 | 18/27,3 | 13/19,7 |

члененную форму, лишь на Приобском плато больше трети из них имеют вытянутую разветвленную форму. Подавляющее большинство западин исследованной территории имеют малую площадь. Только на самом юге (см. рисунок, Г) наблюдается повышение их размеров до средних, при этом число мелких и крупных западин сопоставимо.

4. Агрономическое использование микрозападин на исследуемых участках напрямую зависит от их размеров: наиболее мелкие (до 1 га) оказываются вовлеченными в пашню без применения специальных агротехнических мероприятий. Западины размером 1–5 га могут быть вовлеченными в пашню, но чаще они заняты лесными насаждениями. Все западины размером более 5 га заняты лесной растительностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Добротворская Н.И., Семендяева Н.В., Капустянчик С.Ю., Иванова М.И.** Подходы к разработке системы оценки ресурсного потенциала агроландшафтов // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2016. – № 4. – С. 20–29.
2. **Кирюшин В.И.** Оценка качества земель и плодородия почв для формирования систем земледелия и агротехнологий // Почвоведение. – 2007. – № 7. – С. 873–880.
3. **Булгаков Д.С., Сорокина Н.П., Карманов И.И.** Об оценке территории землепользования с неоднородным почвенным покровом // Почвенно-земельные ресурсы: оценка, устойчивое использование, геоинформационное обеспечение. – Минск: изд-во Центр БГУ, 2012. – С. 41–43.
4. **Карманов И.И., Савинова Е.Н.** Агрономическая однородность и агрономическая совместимость // Методика комплексной агрономической характеристики почв. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 1985. – С. 23–25.
5. **Булгаков Д.С., Карманов И.И., Славный Ю.А., Сорокина Н.П.** Современные проблемы комплексной агрономической характеристики почв // Почвоведение. – 1996. – № 9. – С. 1119–1122.
6. **Зональные системы земледелия Новосибирской области.** – Новосибирск, 1982. – 456 с.
7. **Соколова Т.А., Пахомова Е.Ю., Зайдельман Ф.Р.** Глинистый материал в солодах Барабинской низменности и Приобского плато // Вестн. МГУ. Сер. 17: почвоведение. – 2012. – № 4. – С. 3–12.
8. **Smolentseva E.N., Shahid S.A. et al.** Assessment of Soil Diversity in Western Siberia Using WRB 2006 // Developments in Soil Classification, Land Use Planning and Policy Implications: Innovative Thinking of Soil Inventory for Land Use Planning and Management of Land Resources. – DOI 10.1007/978-94-007-5332-7_15, Springer Science + Business Media Dordrecht, 2013. – P. 229–241.
9. **Zaidel'man F.R., Pakhomova E.Y., Ustinov M.T.** Solods of the Baraba lowland and the Priobskoe Plateau their properties and genesis and the methods of their diagnostics // Eurasian Soil Science. – 2010. – Vol. 43, N 10. – P. 1069–1082.
10. **Капустянчик С.Ю., Добротворская Н.И.** Микроклимат почв и урожайность яровой пшеницы в плакорном микрозападинном агроландшафте // Вестн. Алтайского ГАУ. – 2012. – № 2 (88). – С. 32–35.
11. **Кирюшин В.И. и др.** Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области. – Новосибирск, 2002. – 388 с.
12. **Почвенная карта Новосибирской области в М 1 : 400 000.** – Новосибирск: Новосибирская картографическая фабрика ГУГК, 1990 (4 листа).
13. **Хмелев В.А., Каличкин В.К., Азаренко И.Г., Шипилин Н.Н.** Агроэкологические основы землепользования в Томской области. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 255 с.
14. **Почвенно-климатический атлас Новосибирской области.** – Новосибирск: Наука, 1978. – 121 с.
15. **Классификация и диагностика почв России.** – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
16. **IUSS 2014.** World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps // World Soil Resources Reports. – N 106 (Rome: FAO).
17. **Фридланд В.М.** Структура почвенного покрова. – М.: Мысль, 1972. – 422 с.

REFERENCES

1. **Dobrotvorskaya N.I., Semendyaeva N.V., Kapustyanchik S.Yu., Ivanova M.I.** Podk-

- hody k razrabotke sistemy otsenki resursnogo potentsiala agrolandshaftov // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2016. – № 4 – S. 20–29.
2. **Kiryushin V.I.** Otsenka kachestva zemel' i plodorodiya pochv dlya formirovaniya sistem zemledeliya i agrotekhnologii // Pochvovedenie – 2007. – № 7. – S. 873–880.
 3. **Bulgakov D.S., Sorokina N.P., Karmanov I.I.** Ob otsenke territorii zemlepol'zovaniya s neodnorodnym pochvennym pokrovom // Pochvenno-zemel'nye resursy: otsenka, ustoychivoe ispol'zovanie, geoinformatsionnoe obespechenie. – Minsk: izd-vo Tsentra BGU, 2012. – S. 41–43.
 4. **Karmanov I.I., Savinova E.N.** Agronomicheskaya odnorodnost' i agronomicheskaya sovmestimost' // Metodika kompleksnoi agronomicheskoi kharakteristiki pochv. – M.: Pochv. in-t im. V.V. Dokuchaeva, 1985. – S. 23–25.
 5. **Bulgakov D.S., Karmanov I.I., Slavnyi Yu. A., Sorokina N.P.** Sovremennye problemy kompleksnoi agronomicheskoi kharakteristiki pochv // Pochvovedenie. – 1996. – № 9. – S. 1119–1122.
 6. **Zonal'nye** sistemy zemledeliya Novosibirskoi oblasti. – Novosibirsk, 1982. – 456 s.
 7. **Sokolova T.A., Pakhomova E.Yu., Zaidel'man F.R.** Glinisty material v solodyakh Barabinskoi nizmennosti i Priobskogo plato // Vestn. MGU. Ser. 17: pochvovedenie. – 2012. – № 4. – S. 3–12.
 8. **Smolentseva E.N., Shahid S.A. et al.** Assessment of Soil Diversity in Western Siberia Using WRB 2006 // Developments in Soil Classification, Land Use Planning and Policy Implications: Innovative Thinking of Soil Inventory for Land Use Planning and Management of Land Resources. – DOI 10.1007/978-94-007-5332-7_15, Springer Science + Business Media Dordrecht, 2013. – P. 229–241.
 9. **Zaidel'man F.R., Pakhomova E.Y., Ustinov M.T.** Solods of the Baraba lowland and the Priobskoe Plateau their properties and genesis and the methods of their diagnostics // Eurasian Soil Science. – 2010. – Vol. 43, N 10. – P. 1069–1082.
 10. **Kapustyanchik S.Yu., Dobrotvorskaya N.I.** Mikroklimat pochv i urozhainost' yarovoi pshenitsy v plakornom mikrozapadinnom agrolandshafte // Vestn. Altaiskogo GAU. – 2012. – № 2 (88). – S. 32–35.
 11. **Kiryushin V.I. i dr.** Adaptivno-landshaftnye sistemy zemledeliya Novosibirskoi oblasti. – Novosibirsk, 2002. – 388 s.
 12. **Pochvennaya** karta Novosibirskoi oblasti v M 1 : 400 000. – Novosibirsk: Novosibirskaya kartograficheskaya fabrika GUGK, 1990 (4 lista).
 13. **Khmelev V.A., Kalichkin V.K., Azarenko I.G., Shipilin N.N.** Agroekologicheskie osnovy zemlepol'zovaniya v Tomskoi oblasti. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2001. – 255 s.
 14. **Pochvenno-klimaticheskii** atlas Novosibirskoi oblasti. – Novosibirsk: Nauka, 1978. – 121 s. 15. Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii. – Smolensk: Oikumena, 2004. – 342 s.
 15. **Klassifikatsiya** i diagnostika pochv Rossii. – Smolensk: Oikumena, 2004. – 342 s.
 16. **IUSS 2014.** World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps // World Soil Resources Reports. – N 106 (Rome: FAO).
 17. **Fridland V.M.** Struktura pochvennogo pokrova. – M.: Mysl', 1972. – 422 s.

IMPACT OF SOILS IN MICRO-DEPRESSIONS ON AGROLANDSCAPE STRUCTURE IN THE WEST SIBERIAN FOREST STEPPE

B.A. SMOLENTSEV¹, Candidate of Science in Biology, Laboratory Head,
O.I. SAPRYKIN², Postgraduate Student,
N.A. SOKOLOVA¹, Engineer,
N.V. ELIZAROV¹, Candidate of Science in Biology, Junior Researcher

¹*Institute of Soil Science and Agrochemistry, SB RAS
8/2, Akademika Lavrentyeva Ave, Novosibirsk, 630090, Russia
e-mail: pedolog@ngs.ru*

²*Institute for Water and Ecology Problems, SB RAS
1, Molodezhnaya St, Barnaul, Altai Territory, 656038, Russia
e-mail: iwep@iwep.asu.ru*

Results are given from research into impact of soils in micro-depressions within the agrolandscapes of the West Siberian forest steppe on their structure. The research was conducted in areas differing in agrolandscapes: areas near the Ob, Baraba central and southern forest steppe in Novosibirsk Region, subtaiga

in Tomsk Region. The contrast range of textural and differentiated soils (Luvisols, Planosols and Epigleyic Phaeozems according to World Reference Base) that occupy the micro-depressions has been determined. These soils are oppositely different from background soils such as arable Greyic Phaeozems and Chernozems. The highest contrast range of micro-depression soils is observed in the central and southern forest steppe areas in Barabinsk, Novosibirsk Region. The contrast range decreases in the direction of east and north owing to increase in proportion of grey soils in the background. Most areas of soils in the micro-depressions within the territory studied are of monolithic structure, except for the Priobskoye plateau, where medium and strongly dissected areas of elongated branched shape are observed. More than 90 percent of micro-depressions have very small area of less 5 ha, and only in the south they reach medium size (more than 10 ha). The greatest part of the territory (27.1 %) is occupied by soil areas of the micro-depressions in the subtaiga agricultural zone of Tomsk Region. Agricultural landscape in question is characterized by complex inner configuration of the fields that makes tillage more complicated. The least complicated agrolandscape is the southern forest steppe. Micro-depressions here occupy only 5.6 percent of total area that defines this territory as most suitable for tillage. The regularities revealed are directly associated with changes in soil formation conditions, in particular, with enhancing climate aridization.

Keywords: micro-depression, soil, agrolandscape, forest steppe, Western Siberia.

Поступила в редакцию 13.10.2017



DOI: 10.26898/0370-8799-2017-6-3

УДК 635.21:631.524.7:631.84

ОЦЕНКА БИОРЕСУРСНОЙ КОЛЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ*

Н.А. ЛАПШИНОВ, доктор сельскохозяйственных наук, директор,
В.П. ХОДАЕВА, научный сотрудник,
В.И. КУЛИКОВА, ведущий научный сотрудник, доцент,
Т.В. РЯБЦЕВА, старший научный сотрудник,
А.Н. ГАНТИМУРОВА, научный сотрудник

*Кемеровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал СФНЦА РАН
650510, Россия, Кемеровская область, пос. Новостройка
e-mail: kemniish@mail.ru*

Представлены результаты оценки 168 образцов картофеля мировой коллекции ВИР и 6 гибридов местной селекции для возделывания в условиях северной лесостепи Кемеровской области. Исследования проведены в лабораторных (культура *in vitro*) и полевых (коллекционный питомник, питомник мини-клубней) условиях. Диагностика устойчивости образцов картофеля к болезням проведена на основе полимеразной цепной реакции. По результатам оценки в коллекционном питомнике выделены высокопродуктивные генотипы картофеля с комплексом полевой устойчивости к грибным болезням (фитофтороз, альтернариоз, фузариозное увядание, ризоктониоз) и вирусам: Лазурит, Рагнеда, Кемеровчанин, Сударыня, Русская красавица, Наташа, Брянский юбилейный, 99-1-3, 117-2. У сортов картофеля Галактика, Сударыня, Брянский деликатес, Ильинский, Родник, Мангуст и гибрида 1-5-12 выявлен комплекс генов устойчивости к патогенам: Y-вирусу картофеля, золотистой картофельной нематоде и бледной нематоде. По комплексу морфометрических показателей сортов картофеля (высоте растений, числу междоузлий, массе листьев и стебля, длине и массе корней) в культуре *in vitro* выделен сорт Тулеевский. В питомнике мини-клубней высокая урожайность отмечена у сортов Кемеровчанин и Танай, которые сформировали наибольшую массу клубней с куста – 1234 и 1537 г за счет крупных клубней (178,8 и 185,0 г). Эти сорта характеризуются наиболее интенсивным опущением листьев, что свидетельствует о высокой защите растений от неблагоприятных факторов среды.

Ключевые слова: картофель, сорт, гибрид, хозяйственно ценные признаки.

Картофель – одна из главных сельскохозяйственных культур Западной Сибири. Климат региона резко континентальный, с неравномерным распределением осадков и тепла в течение суток и периода вегетации картофеля. Поздние весенние (июнь) и ранние осенние заморозки (август, сентябрь) сокращают период вегетации растений. Несмотря на суровость климата, потенциал урожайности картофеля в регионе высокий [1]. Лимитирующие факторы про-

дуктивности – условия среды, особенности генотипа и качество семенного материала [2–4].

Наиболее эффективный путь увеличения продуктивности картофеля – создание высокоурожайных адаптивных сортов с комплексной устойчивостью к болезням и вредителям. Сорт как основа технологии возделывания любой культуры – результат сложного взаимодействия «генотип – среда», так как он реализует продукционный потенциал

*Исследования проведены в рамках Федеральной научно-практической программы развития сельского хозяйства на 2016–2025 гг. по приоритетному направлению «Картофелеводство» и Федеральной программы по биоресурсной коллекции «Сорта и гибриды картофеля, селекционные исследования» Кемеровского НИИСХ – филиала СФНЦА РАН.

и технологические качества растений в конкретных средовых условиях [5, 6]. Результативность селекционного процесса картофеля в данном направлении в значительной степени определяется эффективностью подбора соответствующего исходного материала в конкретных почвенно-климатических условиях. В Кемеровской области сорта российской селекции на рынке семенного картофеля составляют 38 %, иностранной – 62 %. В связи с устойчивой тенденцией снижения эффективности отечественных сортов картофеля возрастает необходимость повышения конкурентоспособности новых сортов и роста производства сертифицированного семенного картофеля.

В Кемеровском научно-исследовательском институте сельского хозяйства (Кемеровский НИИСХ) проведена оценка сортов картофеля собственной селекции, включенных в Государственный реестр селекционных достижений по 10-му региону, с которыми ведется оригинальное семеноводство и эколого-географическое испытание: Любава, Тулеевский, Кузнечанка, Танай, Кемеровчанин.

Цель исследования – оценить сорта и гибриды картофеля биоресурсной коллекции по комплексу хозяйственно ценных признаков в условиях северной лесостепи Кемеровской области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований послужили образцы из мировой коллекции ВИР и гибриды местной селекции. Общий объем материала составил 174 образца. Исследования по определению хозяйственно ценных признаков традиционными (фенотипическими) методами проведены на основе методических указаний по технологии селекционного процесса картофеля [7]. Определение наличия молекулярных маркеров генов устойчивости к *Y*-вирусу картофеля, золотистой картофельной нематоды и бледной картофельной нематоды проводили во Всесоюзном научно-исследовательском институте сельскохозяйственных биотехно-

логий (Москва). Качественные показатели клубней картофеля определяли по методике Всероссийского научно-исследовательского института картофельного хозяйства [8]. Диагностика вирусных и бактериальных болезней картофеля проведена на основе разработанных методических рекомендаций Кемеровского НИИСХ – филиала СФНЦА РАН [9]. Оценка количественных характеристик опушения листьев образцов картофеля проведена методом анализа цифровых изображений фрагмента доли листа в Федеральном исследовательском центре Института цитологии и генетики СО РАН [10]. Исследования проведены в лабораторных (культура *in vitro*) и полевых (коллекционный питомник, питомник мини-клубней) условиях. Статистическую обработку данных осуществляли по методике полевого опыта [11] с применением пакета прикладных программ Snedecor.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Болезни картофеля приводят к значительным потерям урожая. Возбудители болезней картофеля – микроорганизмы, которые из года в год накапливаются в клубнях в скрытой (латентной) форме, что приводит к вспышкам болезней в период вегетации растений или во время хранения продукции. Наиболее распространенные в Кемеровской области грибные болезни: фитофтороз, альтернариоз, фузариозная сухая гниль, ризоктониоз, обыкновенная парша, из вирусных – *YVK* (*Y*-вирус картофеля).

По комплексу полевой устойчивости к грибным болезням (фитофтороз, альтернариоз, фузариозное увядание, ризоктониоз) и вирусам в условиях северной лесостепи Кемеровской области в коллекционном питомнике выделены сорта по результатам визуальной оценки с устойчивостью 9 баллов по девятибалльной шкале: Лазурит, Брянский юбилейный, Кемеровчанин, Танай, Русская красавица, Сударыня, Рагнеда, Наташа, гибриды 117-2, 99-1-3 (табл. 1). Сорта, показавшие устойчивость к грибным болезням и вирусам, имели высокую

продуктивность. Масса куста товарных клубней – один из важных показателей продуктивности сортов картофеля. Масса куста товарных клубней имела достоверно высокие показатели у сортов картофеля в ранней группе: Лазурит – 1547 г (стандарт Любава 506 г); в среднеранней: Рагнеда – 914, Кемеровчанин – 949, Сударыня – 1002, Русская красавица – 1005, Танай – 1016, Наташа – 1153, Брянский юбилейный – 1614, гибриды: 99-1-3 – 837, 117-2 – 1300 г (стандарт сорт Невский 688 г), при товарности клубней 93–98 %.

Наиболее высокими вкусовыми качествами (6–7 баллов) по девятибалльной шкале из числа высокопродуктивных сортов отмечены Брянский юбилейный, Кемеровчанин и Сударыня. Содержание крахмала более 20 % зафиксировано у сорта Лазурит и гибрида 99-1-3.

Для картофелеводства особое значение имеют сорта с высокой резистентностью к патогенам, успешное выведение которых во многом зависит от исходного материала, обладающего хозяйственно ценными признаками [12]. Устойчивость к вредителям и болезням у картофеля обеспечивается комп-

лексом генов, которые находятся в сложном взаимодействии [13].

Для диагностики устойчивости образцов картофеля к болезням использован комплекс тест-систем на основе полимеразной цепной реакции (ПЦР). В отличие от традиционных и серологических методов анализа, дающих только свидетельство наличия инфекции (например, сведения о наличии белков-антигенов диагностируемых патогенов), метод ПЦР напрямую доказывает присутствие возбудителя инфекции, специфически выявляя наличие конкретной последовательности нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК) обнаруживаемого патогена. Результаты ПЦР-анализа образцов картофеля выявили гены устойчивости к Y-вирусу: *Ryhc* – 17-5/6-11 и 1-5-12; *Rysto* – Накра, Мангуст, Галактика, 4225 BAZ, Родник, Брянский деликатес, Percoz, Борус-2, Корона, Pentland Dell, Ильинский, Лазарь, 8-3-2004, Сударыня, 97-153-3, Олимп, 3-21с-11, 22103-10, 1-5-12.

Гены устойчивости к золотистой картофельной нематоды выявлены у образцов: *H1* – 108-02, Дебрянск, Koretta, Мангуст, Галактика, Мелодия, 4225 BAZ, Родник,

Таблица 1

Образцы картофеля с комплексом хозяйственно ценных признаков

| Сорт | Урожайность, г/куст | Товарность, % | Крахмал, % | Вкус, балл | Устойчивость, балл | | | | |
|---------------------|---------------------|---------------|------------|------------|--------------------|----------------------|------------|--------------|-------------|
| | | | | | вирусы | фузариозное увядание | фитофтороз | альтернариоз | ризоктониоз |
| <i>Ранние</i> | | | | | | | | | |
| Любава (стандарт) | 506,0 | 97,6 | 15,8 | 5 | 7 | 8 | 8 | 9 | 9 |
| Лазурит | 1547,0 | 95,5 | 21,7 | 5 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| НСР ₀₅ | 141,3 | | 0,73 | | | | | | |
| <i>Среднеранние</i> | | | | | | | | | |
| Невский (стандарт) | 688,0 | 96,8 | 15,4 | 5 | 9 | 9 | 9 | 9 | 7 |
| Брянский юбилейный | 1614,0 | 98,0 | 18,0 | 6 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Кемеровчанин | 949,0 | 96,5 | 18,2 | 7 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Русская красавица | 1005,0 | 98,7 | 14,7 | 5 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Сударыня | 1002,0 | 94,0 | 13,2 | 7 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Рагнеда | 914,0 | 97,7 | 15,2 | 5 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Наташа | 1153,0 | 97,5 | 16,7 | 5 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Танай | 1016,0 | 97,6 | 17,2 | 5 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 117-2 | 1300,0 | 96,9 | 12,9 | 5 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 99-1-3 | 837,0 | 93,0 | 24,3 | 5 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| НСР ₀₅ | 109,7 | | 0,69 | | | | | | |

Емеля, Navan, Фиолетик, Русская красавица, ГК-4806, Sante, Percoz, 88-59-5, Победа, Pentland Dell, Gulliver, Noella, Брянская новинка, Ильинский, Лазарь, 8-3-2004, Сударыня, Mozart, 97-153-3, And Red, Барс, Чароит, Удалец, Веснянка, Повинь, Наташа, Олимп, Roko, 17-5/6-11, 3-21с-11, 22103-10, 6-14-11, 1-5-12; *Gro1-4* – Накра, Погарский, Русская красавица, Брянский деликатес, ГК-4806, Сударыня и гибрида 1-5-12.

У образцов Koretta, Галактика, Родник, ГК-4806, Sante, Победа, Чароит и гибридов 3-21с-11, 22103-10, 1-5-12 обнаружен ген устойчивости к бледной картофельной нематоде *Gra 2*.

По результатам ПЦР-анализа выделены образцы картофеля с комплексом генов устойчивости к патогенам *Y*-вирусу картофеля, золотистой и бледной картофельной нематодам: сорта Галактика, Сударыня, Брянский деликатес, Ильинский, Родник, Мангуст и гибрид 1-5-12.

Внедрение в производство новых адаптивных сортов – наиболее эффективный инструмент повышения урожайности культуры и рентабельности отрасли картофелеводства. Генетический потенциал продук-

тивности картофеля далеко не исчерпан. Как отмечают исследователи, урожай картофеля можно удвоить, если селекционеры уделят больше внимания морфологическим и физиологическим признакам, предопределяющим его размеры [14].

При проведении исследований в процессе ускоренного размножения сортов картофеля в культуре *in vitro* перед каждым черенкованием по визуальной оценке проводили отбор лучших и сильных растений по таким показателям, как высота растений, число сформированных междоузлий, развитые листовая аппарат и стебель, длина междоузлий, число корней, их длина и масса. В этой связи проведена оценка морфометрических показателей растений картофеля сортов: Невский (контроль), Любава, Тулеевский, Кузнечанка, Танай и Кемеровчанин.

Изучение морфометрических показателей сортов картофеля биоресурсной коллекции в культуре *in vitro* показало, что развитие зеленой части микрорастений сорта Тулеевский существенно превосходило контроль: высоту на 3,1 см, число междоузлий на 1,8 шт., массу листьев и стебля на 29 мг в среднем на растение (табл. 2).

Таблица 2

Морфометрические показатели растений картофеля в культуре *in vitro* (среднее значение на растение)

| Сорт | Высота растения, см | Число междоузлий, шт. | Масса листьев и стебля, мг | Число корней, шт. | Длина корней, см | Масса корней, мг |
|--------------------|---------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------|------------------|------------------|
| Невский (контроль) | 10,4 | 6,6 | 346,0 | 7,8 | 7,3 | 63,0 |
| Любава | 12,4 | 6,4 | 341,0 | 12,0 | 6,2 | 88,0 |
| ± к контролю | + 2,0 | - 0,2 | - 5,0 | + 4,2 | - 1,1 | + 25,0 |
| Тулеевский | 13,5 | 8,4 | 375 | 7,6 | 9,3 | 109,0 |
| ± к контролю | + 3,1 | + 1,8 | + 29,0 | - 0,2 | + 2,0 | + 46,0 |
| Кузнечанка | 10,5 | 7,4 | 310,0 | 9,2 | 6,7 | 67,0 |
| ± к контролю | + 0,1 | + 0,8 | - 36,0 | + 1,4 | - 0,6 | + 4,0 |
| Танай | 5,8 | 5,4 | 246,0 | 10,8 | 6,0 | 112,0 |
| ± к контролю | - 4,6 | - 1,2 | - 100,0 | + 3,0 | - 1,3 | + 49,0 |
| Кемеровчанин | 8,0 | 5,4 | 272,0 | 10,0 | 5,9 | 57,0 |
| ± к контролю | - 2,4 | - 1,2 | - 74,0 | + 2,2 | - 1,4 | - 6,0 |
| НСР ₀₅ | 0,7 | 0,9 | 59,8 | 2,2 | 1,9 | 28,8 |

Наибольшие значения показателей развития корневой системы имели микрорастения сортов Любава, Тулеевский и Танай: число корешков 7,6–12,0 шт., длину 6,0–9,3 см и массу 88,0–112,0 мг в среднем на одно растение.

По комплексу морфометрических показателей развития микрорастений в культуре *in vitro* выделен сорт Тулеевский. Хорошо развитые растения *in vitro* сортов картофеля высаживали в торфяной субстрат (культура *in vivo*), во II декаде июня – в открытый грунт питомника мини-клубней.

В условиях открытого грунта питомника мини-клубней высота растений сортов Кузнечанка, Танай, Кемеровчанин достоверно превышала контроль на 34,0–120,5 % и растения сорта Кемеровчанин формировали наибольшее число стеблей на куст – 1,8 шт., контроль – 1,1 шт. (табл. 3).

Увеличение и стабилизация урожайности картофеля предполагают решение ряда сложных вопросов селекции. Один из них – взаимосвязь количественных признаков и их роль в формировании урожайности. Структура урожайности каждого генотипа индивидуальна и отличается по ее составляющим элементам. В питомнике мини-клубней сорт Любава имел 13,1 шт. клубней на куст, Кемеровчанин и Танай при меньшем числе клубней в кусте (6,9 и 8,3 шт.) сформировали наибольшую массу с куста – 1234 и 1537 г соответственно за счет крупных

клубней (178,8 и 185,0 г). По массе мини-клубней клубней с одного куста достоверное превышение к контролю Невский от 203 до 1140 г имели сорта Любава, Тулеевский, Кузнечанка, Танай и Кемеровчанин.

Проведенный иммуноферментный анализ растений *in vitro* и питомника мини-клубней показал отсутствие поражения патогенами (вирусами *XBK*, *YBK*, *MBK*, *SBK*, *LBK* и бактериями черной ножки и кольцевой гнили) в латентной форме и соответствии исходного материала ГОСТ Р 53136–2008.

Важный фенотипический сортовой показатель картофеля – опущение листьев, которое отвечает за формирование микроклимата у поверхности листа. Чем интенсивнее опущение листа, тем выше защита растения от неблагоприятных биотических и абиотических факторов среды и сопротивление колорадскому жуку [15–17]. Растения с интенсивным опущением менее благоприятны для посещения и размножения на них тли, основного переносчика вирусных заболеваний картофеля, что понижает уровень заражения растений вирусами *YBK* и *LBK* [18].

Оценкой количественных характеристик опущения листьев с использованием анализа цифровых микроизображений выявлено, что сорта картофеля Любава, Кузнечанка, Тулеевский относятся к числу среднеопущенных – соответствующих числу трихом от 2,5 до 4,0 шт./пиксель и длиной от 175 до

Таблица 3

**Морфометрические показатели растений
и продуктивность картофеля питомника мини-клубней (среднее значение на растение)**

| Сорт | Высота стеблей, см | Число | | | Масса | |
|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------|------------------|
| | | стеблей, шт./куст | клубней, шт./куст | клубней, шт./м ² | клубней, г/куст | одного клубня, г |
| Невский (контроль) | 70,3 | 1,1 | 5,7 | 38,0 | 397,0 | 69,5 |
| Любава | 76,3 | 1,2 | 13,1 | 87,3 | 659,0 | 50,3 |
| Тулеевский | 74,9 | 1,5 | 7,6 | 50,6 | 600,0 | 76,0 |
| Кузнечанка | 102,5 | 1,2 | 11,1 | 74,0 | 732,0 | 65,9 |
| Танай | 155,0 | 1,3 | 8,3 | 55,3 | 1537,0 | 185,0 |
| Кемеровчанин | 94,2 | 1,8 | 6,9 | 46,0 | 1234,0 | 178,8 |
| НСР ₀₅ | 9,6 | 0,6 | 3,8 | 20,5 | 77,8 | 15,9 |

350 мкм. Сорта Кемеровчанин, Танай имеют наиболее интенсивное опушение с числом трихом 6,8 и 7,3 шт./пиксель с длиной 150 и 200 мкм соответственно. На основе проведенных исследований можно сделать ряд предварительных выводов.

1. По комплексу полевой устойчивости к грибным болезням (фитофтороз, альтернариоз, фузариозное увядание, ризоктониоз) и вирусам в коллекционном питомнике выделены высокопродуктивные сорта картофеля в ранней группе Лазурит – 1547,0 г (стандарт Любава 506,0 г), в среднеранней: Рагнеда – 914 г, Кемеровчанин – 949, Сударыня – 1002, Русская красавица – 1005, Танай – 1016, Наташа – 1153, Брянский юбилейный – 1614, гибриды 99-1-3 – 837, 117-2 – 1300 г (стандарт – сорт Невский 688 г) при товарности клубней 93–98 %.

2. Сорта картофеля Галактика, Сударыня, Брянский деликатес, Ильинский, Родник, Мангуст и гибрид 1-5-12 имеют комплекс генов устойчивости к патогенам: Y-вирусу картофеля, золотистой картофельной нематоды и бледной нематоды.

3. Оценка сортов картофеля биоресурсной коллекции показала в культуре *in vitro* превышение морфометрических показателей микрорастений сорта Тулеевский по высоте растений на 3,1 см, числу междоузлий на 1,8 шт., массе листьев и стебля на 29 мг, длине корней на 2,0 см и массе корневой системы на 4 мг в сравнении с контролем (сорт Невский). Число сформированных междоузлий растениями картофеля *in vitro* зависело от высоты растения $r = 0,828$, массы стеблей и листьев $r = 0,820$ и длины корня $r = 0,878$.

4. В питомнике мини-клубней структура урожайности каждого генотипа отличалась по ее составляющим элементам. Сорта Кемеровчанин и Танай сформировали наибольшую массу клубней с куста – 1234 и 1537 г за счет крупных клубней (178,8 и 185,0 г). Данные сорта характеризуются интенсивным опушением листьев, что позволяет судить о высокой способности растений этих сортов к защите от неблагоприятных биотических и абиотических факторов среды.

Выражаем благодарность сотрудникам Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной биотехнологии кандидату биологических наук А.В. Никулину и Ю.С. Паньчевой и сотрудникам Института цитологии и генетики СО РАН кандидатам биологических наук Д.А. Афонникову и А.В. Дорошкову.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лапшинов Н.А., Куликова В.И., Аношкина Л.С. Система оригинального семеноводства картофеля в Кузбассе // Картофелеводство: сб. науч. тр. – Минск, 2008. – Т. 15. – С. 29–36.
2. Ходаева В.П., Куликова В.И., Рябцева Т.В. Влияние Хотынецкого цеолита на продуктивность картофеля в оригинальном семеноводстве // Селекция сельскохозяйственных культур в условиях изменяющегося климата: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (пос. Краснообск, 22–25 июля 2014 г.). – Новосибирск, 2014. – С. 313–319.
3. Киру С.Д., Жигадло Т.Э., Новикова Л.Ю. Потенциал продуктивности раннеспелых сортов картофеля из коллекции ВИР в условиях Мурманской области // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 10. – С. 27–31.
4. Ходаева В.П., Куликова В.И. Урожайность семенного картофеля в зависимости от способов получения исходных клубней // Современные тенденции и перспективы инновационного развития картофелеводства. – Чебоксары: КУП Чувашской Республики «Агро-Инновации», 2011. – С. 65–68.
5. Лапшинов Н.А., Куликова В.И., Аношкина Л.С., Ходаева В.П., Рябцева Т.В. Оригинальное семеноводство картофеля в условиях Кемеровской области // Картофелеводство: сб. науч. тр. – Минск, 2013. – Т. 21, ч. 2. – С. 81–90.
6. Черемисин А.И., Дергачева Н.В. Характеристика коллекции сортов картофеля по раннеспелости в условиях лесостепи Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 10. – С. 35–37.
7. Симаков Е.А., Склярова Н.П., Яшина И.М. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля. – М.: ООО Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2006. – 70 с.

8. **Методика** биохимических, агротехнических исследований по картофелю. НИИКХ. – М., 1967. – 263 с.
9. **Куликова В.И., Лапшинов Н.А., Рябцева Т.В.** Диагностика вирусных и бактериальных болезней картофеля в оригинальном семеноводстве: метод. реком. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2008. – 36 с.
10. **Дорошков А.В., Симонов А.В., Сафонова А.Д., Афонников Д.А., Лихенко И.Е., Колчанов Н.А.** Оценка количественных характеристик опушения листьев картофеля с использованием анализа цифровых микроизображений // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 10. – С. 12–14.
11. **Доспехов Б.А.** Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
12. **Бирюкова В.А., Шмыгля И.В., Милешин А.В., Митюшкин А.В., Мананков В.В., Абросимова С.Б.** Изучение генетических коллекций ВНИИ картофельного хозяйства с помощью молекулярных маркеров // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 10. – С. 22–26.
13. **Бирюкова В.А., Хромова Л.М., Костина Л.И., Журавлев А.А., Абросимова С.Б., Шмыгля И.В., Морозова Н.Н., Кирсанова С.Н.** ДНК маркеры генов *H1* и *Gro1* устойчивости к золотистой картофельной нематоде (*Globodera rostochiensis* Woll) // Картофелеводство: результаты исследований, инновации, практический опыт: материалы науч.-практ. конф. и корд. совещ. «Научное обеспечение и инновационное развитие картофелеводства». – М., 2008. – Т. 1. – С. 100–108.
14. **Гимаева Е.А., Сташевски З., Вологин С.Г., Гизатуллина А.Т., Кузьмина О.А., Салихова З.З.** Изучение комбинационной способности картофеля по признаку продуктивности в условиях Республики Татарстан // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 10. – С. 15–17.
15. **Gregory P., Tingey W.M., Ave D.A., Bouthyette P.Y.** Potato grandulartrichomes: a physicochemical defense mechanism against // ACS symposium series. Oxford University Press. – 1986. – Vol. 296. – S. 160–167.
16. **Maharijaya A., Vosman B.** Managing the Colorado potato beetle; the need for resistance breeding // Euphytica. – 2015. – Vol. 204, N 3. – P. 487–501.
17. **Flanders K.L., Hawkes J.G., Radcliffe E. B., Lauer F.I.** Insect resistance in potatoes: sources, evolutionary relationships, morphological and chemical defenses, and ecogeographical associations. Euphytica. – 1992. – N 61 (2). – S. 83–111.
18. **Полухин Н.И.** Вирусная теория вырождения картофеля, ее состоятельность и перспективы практического использования // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 4. – С. 29–32.

REFERENCES

1. **Lapshinov N.A., Kulikova V.I., Anoshkina L.S.** Sistema original'nogo semenovodstva kartofelya v Kuzbasse // Kartofelevodstvo: sb. nauch. tr. – Minsk, 2008. – Т. 15. – S. 29–36.
2. **Khodaeva V.P., Kulikova V.I., Ryabtseva T.V.** Vliyanie Khotynetskogo tseolita na produktivnost' kartofelya v original'nom semenovodstve // Seleksiya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v usloviyakh izmenyayushchegosya klimata: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (pos. Krasnoobsk, 22–25 iyulya 2014 g.)– Novosibirsk, 2014. – S. 313–319.
3. **Kiru S.D., Zhigadlo T.E., Novikova L.Yu.** Potentsial produktivnosti rannespelykh sortov kartofelya iz kollektzii VIR v usloviyakh Murmanskoi oblasti // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2016. – Т. 30, № 10. – S. 27–31.
4. **Khodaeva V.P., Kulikova V.I.** Urozhnost' semennogo kartofelya v zavisimosti ot sposobov polucheniya iskhodnykh klubnei // Sovremennye tendentsii i perspektivy innovatsionnogo razvitiya kartofelevodstva. – Cheboksary: KUP Chuvashskoi Respubliki «Agro-Innovatsii», 2011. – S. 65–68.
5. **Lapshinov N.A., Kulikova V.I., Anoshkina L.S., Khodaeva V.P., Ryabtseva T.V.** Original'noe semenovodstvo kartofelya v usloviyakh Kemerovskoi oblasti // Kartofelevodstvo: sb. nauch. tr. – Minsk, 2013. – Т. 21. ch. 2 – S. 81–90.
6. **Cheremisin A.I., Dergacheva N.V.** Kharakteristika kollektzii sortov kartofelya po rannespelosti v usloviyakh lesostepi Zapadnoi Sibiri // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2016. – Т. 30, № 10. – S. 35–37.
7. **Simakov E.A., Sklyarova N.P., Yashina I.M.** Metodicheskie ukazaniya po tekhnologii

- seleksionnogo protsessa kartofelya. – «Dostizheniya nauki i tekhniki APK», 2006. – 70 s.
8. **Metodika** biokhimicheskikh, agrotekhnicheskikh issledovaniy po kartofelyu. NIIKKh. – M., 1967. – 263 s.
 9. **Kulikova V.I.** Diagnostika virusnykh i bakterial'nykh boleznei kartofelya v original'nom semenovodstve: metod. rekom. / V.I. Kulikova, N.A. Lapshinov, T.V. Ryabtseva. – Kemerovo: Kuzbassvuzizdat, 2008. – 36 s.
 10. **Doroshkov A.V., Simonov A.V., Safonova A.D., Afonnikov D.A., Likhenko I.E., Kolchanov N.A.** Otsenka kolichestvennykh kharakteristik opusheniya list'ev kartofelya s ispol'zovaniem analiza tsifrovyykh mikroizobrazhenii // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2016. – T. 30, № 10. – S. 12–14.
 11. **Dospekhov B.A.** Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy). – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
 12. **Biryukova V.A., Shmyglya I.V., Mileshin A.V., Mityushkin A.V., Manankov V.V., Abrosimova S.B.** Izuchenie geneticheskikh kolleksii VNII kartofel'nogo khozyaistva s pomoshch'yu molekulyarnykh markerov // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2016. – T. 30, № 10. – S. 22–26.
 13. **Biryukova V.A., Khromova L.M., Kostina L.I., Zhuravlev A.A., Abrosimova S.B., Shmyglya I.V., Morozova N.N., Kirsanova S.N.** DNK markery genov H1 i GRO1 us-toichivosti k zolotistoi kartofel'noi nematode (Globodera rostochiensis Woll) // Kartofel'evodstvo: rezul'taty issledovaniy, innovatsii, prakticheskii opyt: materialy nauch.-prakt. konf. i kord. soveshch. «Nauchnoe obespechenie i innovatsionnoe razvitie kartofelevodstva». – M., 2008. – T. 1. – S. 100–108.
 14. **Gimaeva E.A., Stashevski Z., Vologin S.G., Gizatullina A.T., Kuz'minova O.A., Salikhova Z.Z.** Izuchenie kombinatsionnoi sposobnosti kartofelya po priznaku produktivnosti v usloviyakh Respubliki Tatarstan // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2016. – T. 30, № 10. – S. 15–17.
 15. **Gregory P., Tingey W.M., Ave D.A., Bouthyette P.Y.** Potato grandulartrichomes: a physicochemical defense mechanism against // ACS symposium series. Oxford University Press. – 1986. – Vol. 296. – S. 160–167.
 16. **Maharijaya A., Vosman B.** Managing the Colorado potato beetle; the need for resistance breeding // Euphytica. – 2015. – Vol. 204, N 3. – P. 487–501.
 17. **Flanders K.L., Hawkes J.G., Radcliffe E.B., Lauer F.I.** Insect resistance in potatoes: sources, evolutionary relationships, morphological and chemical defenses, and ecogeographical associations. Euphytica. – 1992. – N 61 (2). – S. 83–111.
 18. **Polukhin N.I.** Virusnaya teoriya vyrozhdeniya kartofelya, ee sostoyatel'nost' i perspektivy prakticheskogo ispol'zovaniya // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2008. – № 4. – S. 29–32.

ASSESSMENT OF BIORESOURCE COLLECTION OF POTATO

**N.A. LAPSHINOV, Doctor of Science in Agriculture, Director,
V.P. KHODAYEVA, Researcher,
V.I. KULIKOVA, Lead Researcher, Associate Professor,
T.V. RYABTSEVA, Senior Researcher,
A.N. GANTIMUROVA, Researcher**

*Kemerovo Research Institute of Agriculture – Branch of the Siberian Federal Scientific Center
of Agro-BioTechnologies RAS
Novostroika, Kemerovo Region, 650510, Russia
e-mail: kemniish@mail.ru*

Results are given from assessment of 168 potato samples from the VIR collection and 6 potato hybrids, bred under local conditions, to be grown in the northern forest steppe of Kemerovo Region. Studies were carried out in a laboratory environment (*in vitro* culture) and under field conditions (collection and mini-tuber nurseries). Resistance of potato samples to diseases was diagnosed by the polymerase chain reaction (PCR) method. Resulted from the assessment of potato samples in the collection nursery, the following high-yielding potato genotypes have been distinguished, which have complex field resistance to fungoid diseases (late blight, Alternaria blight, Fusarium wilt, Rhizoctonia rot) and viruses: Lazurit, Rogneda, Ke-

merovchanin, Sudarynya, Russkaya Krasavitsa, Natasha, Bryanskiy Yubileiny, 99–1–3, 117–2. The varieties and hybrids Galaktika, Sudarynya, Bryanskiy Delikates, Ilyinskiy, Rodnik, Mangust and 1–5–12 were found to have a complex of genes resistant to potato virus Y (PVY), golden and pale cyst nematodes of potato. As to a complex of morphometric parameters (height of the plant, number of the internodes, weight of the leaves and stems, length and weight of the roots), Tuleyevskiy cultivar of potato preserved *in vitro* has been distinguished. In the mini-tuber nursery, high yields were observed in Tanai and Kemerovchanin cultivars, which formed the maximum weights of tubers per plant of 1234 and 1537 g, respectively, owing to big tubers weighing 178.8 and 185.0 g. These cultivars are characterized by the most intensive pubescence of the leaves that indicates high resistance of plants to unfavorable environmental factors.

Keywords: potato, variety, hybrid, economic traits.

Поступила в редакцию 22.10.2017

DOI: 10.26898/0370-8799-2017-6-4

УДК 633.111.1.

КАЧЕСТВО ЗЕРНА РАННЕСПЕЛЫХ И СРЕДНЕРАННИХ СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ*

Е.В. АГЕЕВА, младший научный сотрудник,
И.Е. ЛИХЕНКО, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора
по научной работе, руководитель филиала

*Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции –
филиал Института цитологии и генетики СО РАН
630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск
e-mail: elenakolomeec@mail.ru*

Представлены результаты оценки 17 сортов и линий яровой мягкой пшеницы раннеспелого и среднераннего типов созревания в условиях лесостепи Новосибирской области. Исследования проводили в 2010, 2011 и 2014 гг. Вегетационный период 2010 г. по сумме эффективных температур отмечен недостаточно теплым (1164°), наиболее оптимальными были 2011 и 2014 гг. (1451,5 и 1736° соответственно). Во все годы экспериментов был дефицит осадков. Наименьшее количество зафиксировано в 2010 г. – 126,9 мм. Проведенная оценка хлебопекарных и технологических свойств зерна показала на сравнительно высокое качество зерна изученных раннеспелых и среднеранних сортов и линий яровой мягкой пшеницы при посеве по разным предшественникам (пар и зерновые культуры). При посеве по паровому предшественнику сформировано зерно более высокого качества, чем по зерновым культурам. Содержание клейковины у изученных сортообразцов при посеве по паровому предшественнику составило 32,43–43,13 %, белка – 16–20,75 %. По содержанию клейковины выделены сорта Новосибирская 15, Приленская 19, Иргина, Новосибирская 29, Новосибирская 31. Наилучшими хлебопекарными характеристиками при посеве по пару обладали Новосибирская 15, Полюшко и Новосибирская 29. Показатели хлебопекарных свойств линии Черныява 13 × Фора и сорта Приленская 19 на непаровом предшественнике снизились по сравнению с паровым. Наименьшее содержание клейковины (25,87 %) и белка (14,54 %) по зерновому предшественнику отмечено у Новосибирской 22. У образца Туймаада по зерновому предшественнику по сравнению с паровым зарегистрировано снижение массы 1000 зерен и натуре зерна (30,87 г и 749 г/л), но повышение показателя силы муки (209 е.а.). Снижение технологических характеристик зерна по зерновому предшественнику наблюдали у сорта Ангара 86. По совокупности всех изучаемых хлебопекарных и технологических показателей выделены по обоим предшественникам раннеспелые сорта Новосибирская 15, Памяти Вавенкова, Ирень и среднеранний сорт Новосибирская 31.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, масса 1000 зерен, клейковина, белок, натура, сорт.

Яровая мягкая пшеница занимает значительные площади Западной Сибири. Для климата сибирских территорий свойственны непродолжительное лето, ранние осенние заморозки, недостаток влаги. Все это обуславливает сложность подбора сортов по продолжительности вегетационного пе-

риода. В Западно-Сибирском регионе возделывают более 30 сортов сильной пшеницы [1]. В селекционной работе в условиях Западной Сибири важно знать, с каким вегетационным периодом образцы яровой мягкой пшеницы формируют высокое качество зерна [2, 3].

*Работа выполнена в рамках Государственного задания Института цитологии и генетики СО РАН (проект № 0324-2016-0001).

Цель исследования – оценить раннеспелые и среднеранние сорта и линии мягкой яровой пшеницы по технологическим и хлебопекарным качествам, а также выделить наиболее перспективные образцы, обладающие высокими качествами зерна в условиях лесостепи Новосибирской области.

МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 2010, 2011 и 2014 гг. по паровому и зерновому предшественнику на опытном поле лаборатории селекции, семеноводства и технологии возделывания полевых культур Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции – филиала центра Института цитологии и генетики СО РАН (ОПХ «Элитное»).

В качестве изучаемого материала привлечено 11 районированных сортов и три перспективные селекционные линии раннеспелого типа созревания, а также три среднеранних сорта (табл. 1).

Посев проводили по разным предшественникам (черный пар и зерновые культуры), чтобы смоделировать разнообразие условий для изучения образцов. Сеяли во вто-

рой половине мая сеялкой ССФК–7. Сорта испытывали в 6-кратной повторности, площадь делянок 9 м², норма высева 6,5 млн всхожих зерен/га. Уборку урожая осуществляли комбайном «Сампо-130», урожай приводили к стандартной влажности (14 %) и 100%-й чистоте.

В 2010 г. зарегистрирован недостаток тепла, оптимальными по сумме эффективных температур были 2011 и 2014 гг. При этом отмечен дефицит осадков в течение 3 лет изучения, наименьшее количество осадков зафиксировано в 2010 г. – 126,9 мм.

Определение технологических качеств зерна проводили в соответствии с методиками и ГОСТам и по следующим показателям: натура зерна в литровой пурке, масса 1000 зерен, количество сырой клейковины на приборе ИДК, белок и сила муки с помощью альвеографа, хлебопекарные качества – по пробным лабораторным выпечкам [4–8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Один из показателей качества яровой пшеницы – объемная масса зерна (натура) [9]. Натура зерна пшеницы находится в

Таблица 1

Происхождение сортообразцов

| Сорт, линия | Оригинатор |
|---------------------|--|
| <i>Раннеспелые</i> | |
| Новосибирская 15 | СибНИИРС – филиал ИЦИГ СО РАН |
| Тулун 15 × Речка | » |
| Чернява 13 × Фора | » |
| Новосибирская 22 | » |
| Полюшко | » |
| Памяти Вавенкова | » |
| Тулун 15 | Тулунская селекционная станция Иркутского НИИСХ |
| Ангара 86 | Иркутский СХИ |
| Приленская 19 | Якутский НИИСХ |
| Фора | Курганский НИИЗХ, ВНИИР |
| Ирень | Красноуфимская селекционная станция Уральского НИИСХ |
| Иргина | » |
| Туймаада | Якутский НИИСХ |
| Лютесценс 1034 | СибНИИРС – филиал ИЦИГ СО РАН |
| <i>Среднеранние</i> | |
| Новосибирская 29 | СибНИИРС – филиал ИЦИГ СО РАН |
| Новосибирская 31 | » |
| Свеча | Зонального НИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого |

тесной связи с мукомольными качествами. Чем больше натура зерна, тем выше выход муки и ниже содержание золы [10, 11]. Среднее значение данного показателя составило при посеве по паровому предшественнику 762 г/л (табл. 2). Варьирование признака зарегистрировано от 733 до 797 г/л. Наиболее высокое значение натуры наблюдалось у следующих образцов (г/л): Тулун 15 × Речка (772), Чернява 13 × Фора (797), Ирень (778) и Новосибирская 31 (781). Но стоит отметить, что натура зерна – величина искусственная, а не признак сорта, так как сильно зависит от различий между размером зерен. Однако этот признак определяется преимущественно факторами внешней среды [10, 12]. Поэтому сложно делать однозначные выводы по натуре. Хорошая выполненность зерна образцов обеспечивает высокий выход муки при помоле, однако у сортов Новосибирская 15 и Памяти Вавен-

кова натура была ниже среднего значения (754 и 759 г/л соответственно), а сила муки наиболее высокая – 617 е.а. (Новосибирская 15) и 572 е.а. (Памяти Вавенкова). Сила муки варьировала от 186 е.а. (Туймаада) до 617 е.а. (Новосибирская 15). В целом по силе муки зарегистрированы удовлетворительные показатели.

Более высокие показатели массы 1000 зерен за 3 года изучения наблюдали у генотипов Чернява 13 × Фора (38,17 г), Памяти Вавенкова (37,87), Фора (37,57) и Свеча (34,33 г). Остальные образцы были на уровне среднего значения (свыше 32 г), кроме сортов якутской селекции – Приленская 19 (25,03 г) и Туймаада (30,87 г).

Клейковина и белок – основные показатели качества зерна. На содержание белка и клейковины заметное влияние оказывают метеоусловия [13]. Согласно стандартам, зерно сильных пшениц должно иметь сырой

Таблица 2

Технологические и хлебопекарные свойства зерна сортов и линий яровой мягкой пшеницы по паровому предшественнику (среднее за 2010, 2011 и 2014 гг.)

| Образец | Масса 1000 зерен, г | Натура зерна, г/л | Содержание клейковины, % | Белок в зерне, % | Сила муки, е.а. | Объем хлеба, см ³ /100 г муки | Общая хлебопекарная оценка, балл |
|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|------------------|-----------------|--|----------------------------------|
| <i>Раннеспелые</i> | | | | | | | |
| Новосибирская 15 | 33,80 | 754 | 42,53 | 20,34 | 617 | 620 | 3,6 |
| Тулун 15 × Речка | 32,40 | 772 | 40,20 | 18,67 | 346 | 527 | 3,0 |
| Чернява 13 × Фора | 38,17 | 797 | 34,20 | 16,56 | 306 | 560 | 3,2 |
| Новосибирская 22 | 32,97 | 759 | 32,43 | 15,97 | 288 | 540 | 3,6 |
| Полушко | 32,97 | 753 | 40,00 | 18,24 | 572 | 593 | 3,8 |
| Памяти Вавенкова | 37,87 | 759 | 38,80 | 18,71 | 387 | 587 | 3,7 |
| Тулун 15 | 32,97 | 751 | 41,40 | 19,11 | 398 | 560 | 3,1 |
| Ангара 86 | 37,87 | 733 | 34,17 | 16,96 | 247 | 493 | 2,5 |
| Приленская 19 | 25,03 | 749 | 43,13 | 20,75 | 189 | 447 | 2,7 |
| Фора | 37,57 | 765 | 34,00 | 16,93 | 261 | 547 | 3,6 |
| Ирень | 35,83 | 778 | 40,53 | 18,94 | 469 | 547 | 3,7 |
| Иргина | 35,03 | 757 | 41,73 | 19,96 | 332 | 533 | 3,4 |
| Туймаада | 30,87 | 749 | 39,17 | 18,97 | 186 | 480 | 2,8 |
| Лютесценс 1034 | 35,10 | 765 | 37,13 | 18,24 | 212 | 540 | 3,5 |
| <i>Среднеранние</i> | | | | | | | |
| Новосибирская 29 | 36,50 | 765 | 40,90 | 19,27 | 348 | 640 | 4,0 |
| Новосибирская 31 | 33,07 | 781 | 42,47 | 20,24 | 384 | 540 | 3,6 |
| Свеча | 35,63 | 764 | 40,80 | 19,14 | 277 | 553 | 3,5 |
| Среднее | 34,33 | 762 | 39,07 | 18,67 | 342 | 547 | 3,4 |
| НСР _{0,05} | 2,28 | 9 | 1,60 | 0,85 | 61 | 26 | 0,3 |

Примечание. НСР при $p < 0,05$.

клейковины не менее 28 % [14, 15]. Значения клейковины колебались от 32,43 % (Новосибирская 22) до 43,13 % (Приленская 19). Наибольшее количество клейковины в проведенных исследованиях отмечено у сортов Новосибирская 15 (42,53 %), Приленская 19 (43,13), Иргина (41,73) и Новосибирская 31 (42,47 %). У них отмечено и наибольшее количество белка – Приленская 19 (20,75 %), Новосибирская 31 (20,24), Новосибирская 15 (20,34) и Иргина (19,96 %).

Оценку технологических и хлебопекарных качеств зерна вели по прямым и косвенным показателям. Наиболее точный метод определения хлебопекарных свойств зерна – выпечка хлеба [16]. У большинства сортов и линий отмечен относительно стабильный объем хлеба. Варьирование признака «объем хлеба» зафиксировано от 447 см³/100 г муки (Новосибирская 29) до 640 см³/100 г муки (Приленская 19). От-

мечены по данному признаку генотипы (см³/100 г муки): Новосибирская 15 (620), Полюшко (593) и Памяти Вавенкова (587). Средняя хлебопекарная оценка составила 3,7 балла.

По мнению М.Л. Ларионовой [3], скоро-спелые сорта имеют высокие технологические показатели (см. табл. 2, 3). Отмечено, что при посеве по паровому предшественнику показатели качества выше, чем при посеве по зерновому предшественнику. Подтверждение данной закономерности освещено в работах Р.И. Белкиной [1] и Ю.В. Колмакова [17].

Средняя натура зерна при посеве по зерновому предшественнику за годы изучения составила 754 г/л (табл. 3). Варьирование признака было от 726 г/л (Ангара 86) до 779 г/л (Чернява 13 × Фора). Наибольшая натура на данном поле наблюдалась у сортов и линий Чернява 13 × Фора (779 г/л), Ирень (767), Новосибирская 31 (766 г/л).

Таблица 3

Технологические и хлебопекарные свойства зерна сортов и линий яровой мягкой пшеницы по зерновым культурам (среднее за 2010, 2011 и 2014 гг.)

| Образец | Масса 1000 зерен, г | Натура зерна, г/л | Содержание клейковины, % | Белок в зерне, % | Сила муки, е.а. | Объем хлеба, см ³ /100 г муки | Общая хлебопекарная оценка, балл |
|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|------------------|-----------------|--|----------------------------------|
| <i>Раннеспелые</i> | | | | | | | |
| Новосибирская 15 | 32,50 | 740 | 33,43 | 16,52 | 591 | 730 | 3,7 |
| Тулун 15 × Речка | 31,13 | 761 | 33,50 | 16,31 | 356 | 520 | 3,7 |
| Чернява 13 × Фора | 37,20 | 779 | 27,57 | 14,54 | 270 | 520 | 3,5 |
| Новосибирская 22 | 31,83 | 750 | 25,87 | 13,65 | 265 | 620 | 4,0 |
| Полюшко | 30,40 | 751 | 31,73 | 15,35 | 503 | 593 | 3,7 |
| Памяти Вавенкова | 35,43 | 751 | 31,63 | 15,61 | 305 | 627 | 3,8 |
| Тулун 15 | 30,73 | 756 | 32,80 | 15,87 | 357 | 587 | 3,6 |
| Ангара 86 | 36,73 | 726 | 26,70 | 14,06 | 237 | 613 | 3,6 |
| Приленская 19 | 25,37 | 743 | 34,77 | 16,93 | 240 | 513 | 3,5 |
| Фора | 35,60 | 753 | 30,83 | 14,23 | 351 | 607 | 3,2 |
| Ирень | 33,93 | 767 | 31,77 | 15,04 | 350 | 660 | 4,1 |
| Иргина | 33,85 | 736 | 34,50 | 16,18 | 292 | 620 | 3,9 |
| Туймаада | 29,40 | 740 | 33,95 | 16,43 | 209 | 540 | 3,9 |
| Лютесценс 1034 | 32,10 | 749 | 29,70 | 15,99 | 263 | 540 | 3,6 |
| <i>Среднеранние</i> | | | | | | | |
| Новосибирская 29 | 35,10 | 751 | 31,63 | 15,74 | 356 | 680 | 3,7 |
| Новосибирская 31 | 32,50 | 766 | 33,87 | 16,65 | 322 | 607 | 3,6 |
| Свеча | 33,10 | 753 | 31,27 | 15,68 | 308 | 633 | 3,7 |
| Среднее | 32,83 | 754 | 31,13 | 15,40 | 331 | 601 | 3,7 |
| НСР _{0,05} | 1,01 | 5 | 1,28 | 0,43 | 68 | 39 | 0,1 |

Примечание. НСР при $p < 0,05$.

Масса 1000 зерен варьировала от 25,37 г (Приленская 19) до 37,20 г (Чернява 13 × Фора). Из представленного набора образцов у 7 наблюдали крупность зерна выше среднего: Чернява 13 × Фора (37,20 г), Памяти Вавенкова (35,43), Ангара 86 (36,73), Фора (35,60), Ирень (33,93), Иргина (33,85) и Новосибирская 29 (35,10 г).

По силе муки выделены сорта Полношко (503 е.а.) и Новосибирская 15 (591 е.а.), у остальных образцов сила муки зафиксирована на уровне среднего (331 е.а.). Минимальное значение силы муки отмечено у сорта Туймаада (209 е.а.).

Содержание клейковины при посеве по зерновому предшественнику заметно снижалось у изучаемых образцов, что говорит о том, что выбор предшественника является важной частью технологии возделывания яровой мягкой пшеницы. Из полученных данных видно, что содержание клейковины у изучаемых сортов и линий изменялось от 25,87 до 34,77 %. По содержанию клейковины и протеина выделены Новосибирская 15 (33,43 %), Тулун 15 × Речка (33,50), Тулун 15 (32,80), Приленская 19 (34,77), Иргина (34,50), Туймаада (33,95) и Новосибирская 31 (33,87 %).

Главными показателями хорошего качества муки служат объем хлеба и общая хлебопекарная оценка. Хлебопекарные свойства, выраженные объемом хлеба и общей оценкой, у основного набора были ниже, чем при посеве по пару, при этом наблюдали стабильность данных показателей.

По совокупности всех изучаемых хлебопекарных и технологических показателей выделены по обоим предшественникам раннеспелые сорта Новосибирская 15, Памяти Вавенкова, Ирень и среднеранний сорт Новосибирская 31.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенная оценка указала на сравнительно высокие хлебопекарные и технологические качества зерна изученных раннеспелых и среднеранних сортов и линий яровой мягкой пшеницы при посеве по различным предшественникам в условиях лесостепи

Новосибирской области. Установлено, что при посеве по паровому предшественнику формируются более высокие показатели качества зерна. Показатели хлебопекарных свойств линии Чернява 13 × Фора и сорта Приленская 19 на непаровом предшественнике снизились в сравнении с паровым. Наименьшее содержание клейковины (25,87 %) и белка (14,54 %) по зерновому предшественнику наблюдали у Новосибирской 22. У образца Туймаада зарегистрировано заметное снижение массы 1000 зерен и природы зерна (30,87 г и 749 г/л соответственно), а показатель силы муки по зерновому предшественнику был выше (209 е.а.). Снижение технологических характеристик зерна по зерновому предшественнику наблюдали у сорта Ангара 86. По совокупности всех изучаемых хлебопекарных и технологических показателей выделены по обоим предшественникам раннеспелые сорта Новосибирская 15, Памяти Вавенкова, Ирень и среднеранний сорт Новосибирская 31, которые рекомендовано активно использовать в селекции скороспелых сортов на качество зерна.

Авторы выражают благодарность и глубокую признательность кандидату сельскохозяйственных наук, сотруднику СибНИИРС – филиала ИЦиГ СО РАН Советову Владимиру Викторовичу за помощь в проведении полевых исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Белкина Р.И., Кучеров Д.И., Барышников И.В.** Качество зерна сортов сильной пшеницы в Северной лесостепи Тюменской области // Агропродовольственная политика России. – 2013. – № 3(15). – С. 51–53.
2. **Волкова Н.А., Белкина Р.И.** Технологические свойства зерна озимой пшеницы в агроклиматических зонах Тюменской области // Агропродовольственная политика России. – 2015. – № 3(39). – С. 59–61.
3. **Ларионова Л.М.** Влияние продолжительности вегетационного периода на качество зерна яровой пшеницы // Проблемы селекции сортов мягкой яровой пшеницы интен-

- сивного типа: сб. науч. тр. – Новосибирск, 1980. – С. 68–69.
4. **Федин М.А. и др.** Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. – М., 1988. – 122 с.
 5. **ГОСТ 10840–64.** Зерно. Методы определения натурального веса. – М.: Изд-во стандартов, 1964. – 3 с.
 6. **ГОСТ 10842–89.** Метод определения массы 1000 зерен. – М.: Стандартиформ, 2009. – 4 с.
 7. **ГОСТ 13586.1–68.** Метод определения количества и качества клейковины в пшенице. – М.: Стандартиформ, 2009. – 6 с.
 8. **ГОСТ 27839–2013.** Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины. – М.: Стандартиформ, 2014. – 17 с.
 9. **Мухитов Л.А., Косилов Л.А.** Технологические показатели качества зерна сортов яровой мягкой пшеницы Оренбургской селекции в лесостепи Оренбургского Предуралья // Изв. Оренбургского ГАУ. – 2011. – Т. 3, № 1–31. – С. 22–25.
 10. **Гуныкин В.А., Карпиленко Г.П., Сорокин А.** Влияние формы зерна пшеницы на ее натуру // Хлебопродукты. – 2009. – № 9. – С. 56–57.
 11. **Михайлова С.К., Янкелевич Р.К.** Мукомольная и хлебопекарная оценка зерна сортообразцов мягкой озимой пшеницы в предварительном испытании // сб. науч. тр. Всерос. науч.-исслед. ин-та овцеводства и козоводства. – Ставрополь, 2014. – Т. 2, № 7. – С. 165–168.
 12. **Лелли Я.** Селекция пшеницы: теория и практика / перевод с англ. Н.Б. Ронис. – М.: Колос, 1980. – 384 с.
 13. **Pollhamer E.** Quality of wheat in different agrotechnical trials // Akademiai Kiado. – Budapest. – 1973. – 199 p.
 14. **Методические** указания к лабораторно-практической работе на тему: «Определение количества и качества клейковины пшеницы» / А.Т. Казарцева, Л.В. Донченко, Н.В. Сокол, В.М. Чаусов. – Краснодар, 2009. – 29 с.
 15. **ГОСТ Р 52554–2006.** Технические требования для мягкой пшеницы. – М.: Стандартиформ, 2006. – 30 с.
 16. **Калмыкова Е.В.** Технологические и хлебопекарные свойства зерна сортов озимой пшеницы в условиях Волгоградской области // Изв. Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 3 (35). – С. 154–157.
 17. **Колмаков Ю.А., Зелова Л.А., Пахотина И.В., Игнатъева Е.Ю.** Повышение качества зерна селекции СибНИИСХ // Вестн. Алтайского ГАУ. – 2015. – № 11 (133). – С. 19–23.

REFERENCES

1. **Belkina R.I., Kucherov D.I., Baryshnikov I.V.** Kachestvo zerna sortov sil'noi pshenitsy v Severnoi lesostepi Tyumenskoj oblasti // Agroprodovol'stvennaya politika Rossii. – 2013. – № 3(15). – S. 51–53.
2. **Volkova N.A., Belkina R.I.** Tekhnologicheskie svoistva zerna ozimoi pshenitsy v agroklimaticheskikh zonakh Tyumenskoj oblasti // Agroprodovol'stvennaya politika Rossii. – 2015. – № 3(39). – S. 59–61.
3. **Larionova L.M.** Vliyanie prodolzhitel'nosti vegetatsionnogo perioda na kachestvo zerna yarovoi pshenitsy // Problemy seleksii sortov myagkoj yarovoi pshenitsy intensivnogo tipa: sb. nauch. tr. – Novosibirsk, 1980. – S. 68–69.
4. **Fedin M.A. i dr.** Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur: tekhnologicheskaya otsenka zernovykh, krupyanykh i zernobobovykh kul'tur. – M., 1988. – 122 s.
5. **GOST 10840–64.** Zerno, Metody opredeleniya natural'nogo vesa. – M.: Izd-vo standartov, 1964. – 3 s.
6. **GOST 10842–89.** Metod opredeleniya massy 1000 zeren. – M.: Standartinform, 2009. – 4 s.
7. **GOST 13586.1–68.** Metod opredeleniya kolichestva i kachestva kleikoviny v pshenitsy. – M.: Standartinform, 2009. – 6 s.
8. **GOST 27839–2013.** Muka pshenichnaya. Metody opredeleniya kolichestva i kachestva kleikoviny. – M.: Standartinform, 2014. – 17 s.
9. **Mukhitov L.A., Kosilov L.A.** Tekhnologicheskie pokazateli kachestva zerna sortov yarovoi myagkoj pshenitsy Orenburgskoi seleksii v lesostepi Orenburgskogo Predural'ya // Izvestie Orenburgskogo GAU. – 2011. – Т. 3, № 1–31. – S. 22–25.

10. **Gun'kin V.A., Karpilenko G.P., Sorokin A.** Vliyanie formy zerna pshenitsy na ee naturu // Khleboprodukty. – 2009. – № 9. – S. 56–57.
11. **Mikhailova S.K., Yankelevich R.K.** Mukomol'naya i khlebopekarnaya otsenka zerna sortoobraztsov myagkoi ozimoi pshenitsy v predvaritel'nom ispytanii // sb. nauch. tr. Vseros. nauchn.-issled. in-ta ovtsevodstva i kozovodstva. – Stavropol', 2014. – T. 2, № 7. – S. 165–168.
12. **Lelli Ya.** Seleksiya pshenitsy: teoriya i praktika / perevod s ang. N.B. Ronis. – M.: Kolos, 1980. – 384 s.
13. **Pollhamer E.** Quality of wheat in different agrotechnical trials // Akademiai Kiado. – Budapest. – 1973. – 199 p.
14. **Metodicheskie ukazaniya** k laboratorno-prakticheskoj rabote na temu: «Opredelenie kolichestva i kachestva kleikoviny pshenitsy» / A.T. Kazartseva, L.V. Donchenko, N.V. Sokol, V.M. Chausov. – Krasnodar, 2009. – 29 s.
15. **GOST R 52554–2006.** Tekhnicheskie trebovaniya dlya myagkoi pshenitsy. – M.: Standartinform, 2006. – 30 s.
16. **Kalmykova E.V.** Tekhnologicheskie i khlebopekarnye svoystva zerna sortov ozimoi pshenitsy v usloviyakh Volgogradskoi oblasti // Izvestiya Nizhnevolszhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2014. – № 3 (35). – S. 154–157.
17. **Kolmakov Yu.A., Zelova L.A., Pakhotina I.V., Ignat'eva E.Yu.** Povyshenie kachestva zerna seleksii SibNIISKh // Vestn. Altaiskogo GAU. – 2015. – № 11 (133). – S. 19–23.

GRAIN QUALITY IN EARLY-RIPENING AND MEDIUM-EARLY VARIETIES OF SPRING COMMON WHEAT

E.V. AGEYEVA, Junior Researcher,

I.E. LIKHENKO, Doctor of Science in Agriculture, Director

*Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia
e-mail: elenakolomeec@mail.ru*

Results are given from studies on evaluating 17 early-ripening and medium-early varieties and lines of spring common wheat under conditions of the Novosibirsk forest steppe. The studies were carried out in 2010, 2011 and 2014. Insufficient warmth (1164°C) was observed in 2010; 2011 and 2014 were optimal as to the effective temperature sum (1451.5 and 1736°C, respectively). There were precipitation deficits during all the years of experiments; the least amount of precipitation of 126.9 mm was observed in 2010. The evaluation of baking and technological properties of grain indicates its relatively high quality in early-ripening and medium-early varieties and lines of spring common wheat studied when sown after different predecessors (fallow and grain crops). It has been found that higher quality traits of grain are formed when wheat is sown after fallow as compared with cereal predecessors. The gluten content in the varieties studied sown after fallow was 32.43–43.13%, protein content 16.0–20.75%. The varieties Novosibirskaya 15, Prilenskaya 19, Irgina, Novosibirskaya 29 and Novosibirskaya 31 were remarkable for their gluten contents. Novosibirskaya 15, Polyushko and Novosibirskaya 29 sown after fallow were found to possess the best bread-making characteristics. The bread-making qualities of the line Chernyava 13 × Fora and variety Prilenskaya 19 sown after non-fallow predecessor have decreased as compared with fallow. The minimum gluten (25.87%) and protein (14.54%) contents were observed in Novosibirskaya 22 after cereal predecessor. The sample Tuymaad sown after cereal predecessor showed a noticeable decrease in the thousand-kernel weight (30.87 g) and grain-unit (749 g/l) as compared with fallow, while flour strength of 209 BU became higher. A decrease in technological properties of grain in the variety Angara 86 sown after cereal predecessor was observed. As to a complex of baking and technological traits studied, early-ripening varieties Novosibirskaya 15, Pamyati Vavenkova and Iren as well as medium-early variety Novosibirskaya 31 were remarkable among other varieties and lines after both predecessors.

Keywords: spring common wheat, thousand-kernel weight, gluten, protein, grain-unit, variety.

Поступила в редакцию 18.10.2017



DOI: 10.26898/0370-8799-2017-6-5

УДК 634.13.075:581.192

**БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ ГРУШИ УССУРИЙСКОЙ*****Н.Н. ЛИХЕНКО¹**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,**О.В. ПАРКИНА²**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,**Т.Н. КАПКО¹**, агроном,**И.С. САЛМИНА¹**, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией¹Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства
и селекции – филиал ИЦиГ СО РАН

630500, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск

e-mail: lihenko.n@yandex.ru

²Новосибирский государственный аграрный университет

630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160

e-mail: parkinaoksana@yandex

Исследованы биометрические и химические показатели плодов груши уссурийской, выращенных в условиях лесостепи Западной Сибири. Отбор плодов проводили в стадии оптимальной спелости, равномерно с верхних, средних и нижних веток деревьев, со всех сторон кроны по отношению к сторонам света. Форма плода у груши уссурийской преобладала округлая и округло-овальная. Окраска плодов варьировала от ярко-желтой до желтой с красноватым румянцем и грязно-зеленой со слабым желтым оттенком. Плоды с ярко выраженным ароматом, плотной кожицей и грубой мякотью. Вкус терпкий, кисло-сладкий. Средняя длина плода составила $3,4 \pm 0,1$ см, диаметр – $3,7 \pm 0,1$ см. Плоды по массе варьировали от очень мелких (22,3 г) до средних (53,5 г), средняя масса плода $33,2 \pm 1,3$ г. Масса 1000 семян, полученных методом водной флотации, 33,8 г, среднее число семян в плодах $7,6 \pm 0,3$. Длина семени 0,4–0,6 см, ширина – от 0,2 до 0,3 см. Количество сухих растворимых веществ в мякоти плодов $26,6 \pm 0,3$ %. Содержание суммы сахаров $11,5 \pm 0,3$ %. Массовая доля арбутина в пересчете на исходное вещество составила $0,59 \pm 0,04$; среднее содержание витамина С – $7,6 \pm 0,4$ мг/100 г, каротина – $2,5 \pm 0,1$ мг/100 г; среднее количество нитратов в плодах груши уссурийской $8,1 \pm 0,2$ мг/кг при максимально допустимом их содержании в груше 60 мг/кг. Титруемая кислотность (общая кислотность) равнялась $1,1 \pm 0,1$ %. Растения груши уссурийской, интродуцированные в условия лесостепи Приобья, способны формировать плоды со свойствами, близкими к показателям плодов данной культуры, формирующихся в естественном ареале.

Ключевые слова: груша уссурийская, форма плода, высота плода, масса плода, кислотность, арбутин, каротин, нитраты.

Груша уссурийская (*Pyrus ussuriensis* Maxim. ex Rupr.) в естественных условиях растет на Дальнем Востоке России, в Китае и Корее. Это однодомное листопадное дерево. Относится к мезофитам, засухоустойчива. Нетребовательна к условиям минерального питания (мезотроф), светолюбива, не-

устойчива к засолению, газоустойчива. Используется как источник древесины, плодое, медоносное и лекарственное растение, а также в садово-парковых посадках, создании приовражных, ветроломных полос, так как имеет глубокую прочную корневую систему. Плоды округлой или грушевидной

* Работа выполнена при поддержке бюджетным проектом ИЦиГ РАН (№ 0324-2016-0001).

формы, 1,4–7,0 см в диаметре, по массе варьируют от 15 до 90 г, семена яйцевидные, кожистые, гладкие. Масса 1000 семян равна 35–50 г. Окраска плодов от зеленовато-желтой до желтой с красноватыми пятнами. Мякоть плодов груши уссурийской сочная, жесткая, ароматная с каменистыми клетками, по вкусу – от очень терпкой и кислой до довольно приятной. После непродолжительной лежки плоды становятся пригодными к потреблению в свежем виде и для переработки [1–10].

Благодаря высокой зимостойкости, устойчивости к бактериальному ожогу, возбудителю европейской расы парши, большому числу рас возбудителя бурой пятнистости листьев (буроватости), уссурийская груша широко используется в селекционных программах России [11–18], Канады и США, Китая и Японии [19, 20]. Уссурийская груша – одна из самых культивируемых груш в северной части Китая. Здесь проводят научно-исследовательские работы по изучению структуры популяции дикой уссурийской груши и стратегии ее сохранения [21].

В Дальневосточной экспериментальной станции в Приморье сохраняется аборигенная зародышевая плазма форм и сортов уссурийской груши, которые оценивают по морфологическим и биологическим характеристикам, а также по хозяйственно ценным признакам [18]. В Республике Марий Эл имеются значительные достижения в области аналитической селекции груши уссурийской. Формы груши уссурийской, введенные в культуру, по содержанию в плодах арбутина и сахаров не уступают груше обыкновенной, но более устойчивы к низким температурам [22].

Арбутин и хлорогеновая кислота (сложный эфир кофейной кислоты) – главные составляющие компоненты у 17 сортов восточных груш, включая *Pyrus bretschneideri*, *P. pyrifolia*, *P. ussuriensis* и *P. sinkiangensis* [23]. Профилактическое свойство арбутина и хлорогеновой кислоты связано с предупреждением ряда заболеваний. Содержание в плодах груши уссурийской арбутина позволяет рассматривать данный вид как ис-

точник ценного лекарственного сырья [24]. По мнению многих исследователей, груша уссурийская является донором высокого содержания арбутина – до 120–150 мг/100 г [25]. В сортах, связанных по происхождению с уссурийской грушей, содержится повышенное его количество.

Известно, что на химический состав плодов влияют почвенно-климатические факторы места произрастания, в том числе и погодные условия. В засушливые годы мякоть становится более плотной, сухой, в большом количестве появляются каменистые клетки, но сахаров накапливается больше [26]. Особый интерес представляют собой сорта, слабо реагирующие на условия года [27].

По данным В.П. Петровой, в разные по метеоусловиям годы химический состав плодов груши уссурийской изменяется мало [4]. Плоды употребляют в пищу в свежем, сушеном и соленом виде, также можно готовить напитки, компоты, варенье. Благодаря высокому содержанию биологически активных веществ, возможно в будущем использование плодов уссурийской груши в виноделии [28]. Таким образом, данная культура представляет интерес для исследований как хозяйственно ценный вид.

Цель работы – изучить плоды груши уссурийской, выращенные в условиях лесостепи Приобья из семян, полученных в 1980-е годы из Хабаровского края.

В задачи наших исследований входило проведение оценки биометрических и химических показателей плодов груши уссурийской.

УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в дендропарке Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции (СибНИИРС) – филиале ИЦиГ СО РАН. Климат территории резко континентальный. Характерны суровая и продолжительная зима, умеренно жаркое, но довольно короткое лето. Весна и осень непродолжительные, с неустойчивой погодой. В среднем

весенние заморозки заканчиваются в начале III декады мая – начале июня. Осенние заморозки начинаются во второй половине сентября, иногда они случаются и в августе. Среднегодовая температура воздуха $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, средняя многолетняя температура января составляет $-18,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ при абсолютном минимуме $-48\text{ }^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура июля $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ при максимуме $32\text{ }^{\circ}\text{C}$. Снежный покров сохраняется в среднем 162 дня с колебаниями в отдельные годы от 146 до 184 дня. Средняя высота снежного покрова 30–34 см. Глубина промерзания почвы достигает по годам от 70–80 до 120–150 см.

Продолжительность вегетационного периода (с температурой выше $5\text{ }^{\circ}\text{C}$) – 158 дней, безморозного – в среднем 120 дней. Сумма температур воздуха выше $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ составляет $2200\text{--}2350^{\circ}$, выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ – от 1750 до 1900° . Годовая сумма осадков от 350 до 400 мм.

Характерная особенность климата – активная ветровая деятельность на протяжении всего года. Нередки засухи с суховеями [29].

Территория дендропарка входит в состав дренированной лесостепи. Почвообразующие породы представлены лессовидными карбонатными суглинками в основном среднего механического состава, почвенный покров – лугово-черноземными с признаками глубокого засоления, луговой дерново-глеевой и нарушенными почвами. Глубина залегания грунтовых вод от 6 до 10 м [30].

В опыте исследовали 8 коллекционных растений груши уссурийской, выращенных из семян, полученных из Хабаровского края в 1980-е годы.

Объектом исследования стали плоды и семена урожая 2016 г. Плоды отбирали в оптимальной спелости (I декада сентября), типичные для данного года по форме и окраске, не поврежденные болезнями и вредителями. Их снимали с каждой 8 деревьев равномерно с верхних, средних и нижних веток, со всех сторон кроны по отношению к сторонам света, затем складывали в ящики. Для средней пробы плоды брали из каждого ящика без выбора. Масса среднего

образца составила 2 кг. Отбор среднего образца для проведения химического состава плодов проведен согласно методике [31]. Биохимический анализ образцов проводили по А.И. Ермакову [32], арбутина – по З.А. Седовой с соавт. [31]. Внутривидовую изменчивость признаков оценивали по шкале С.А. Мамаева [33].

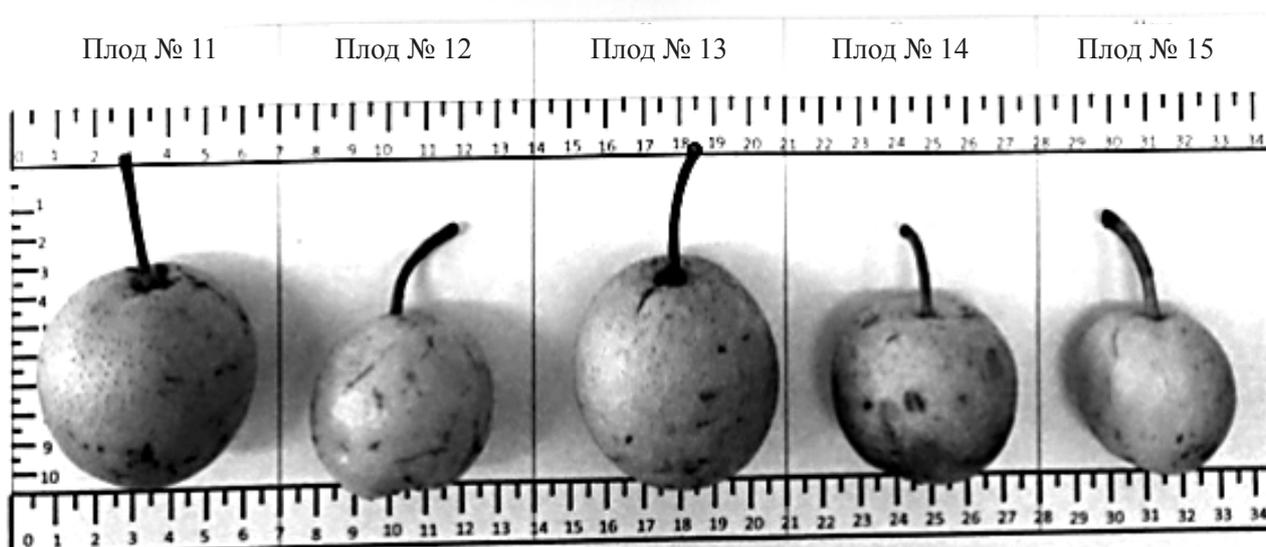
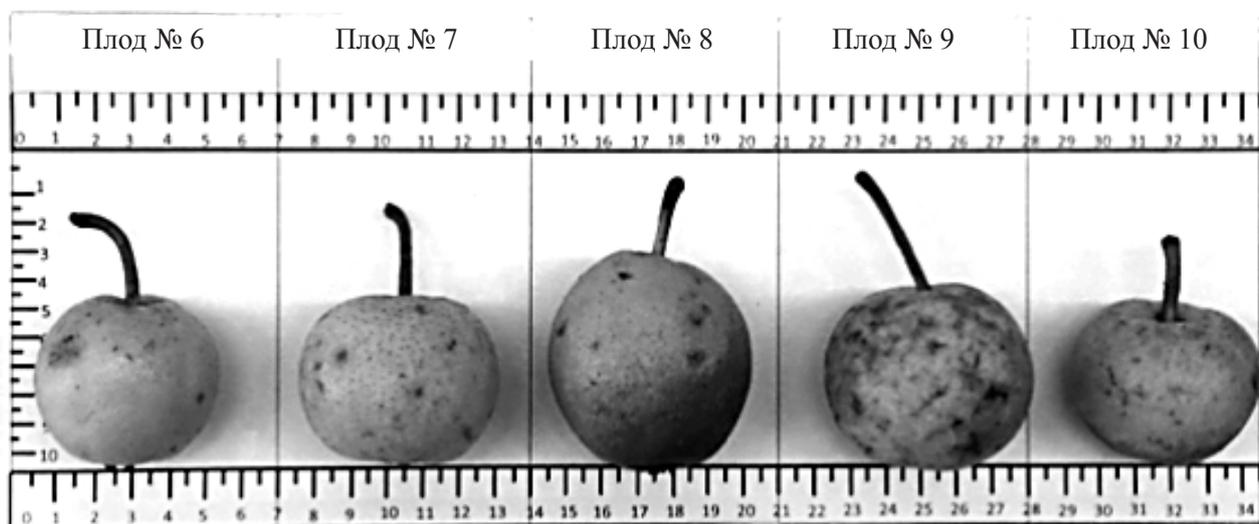
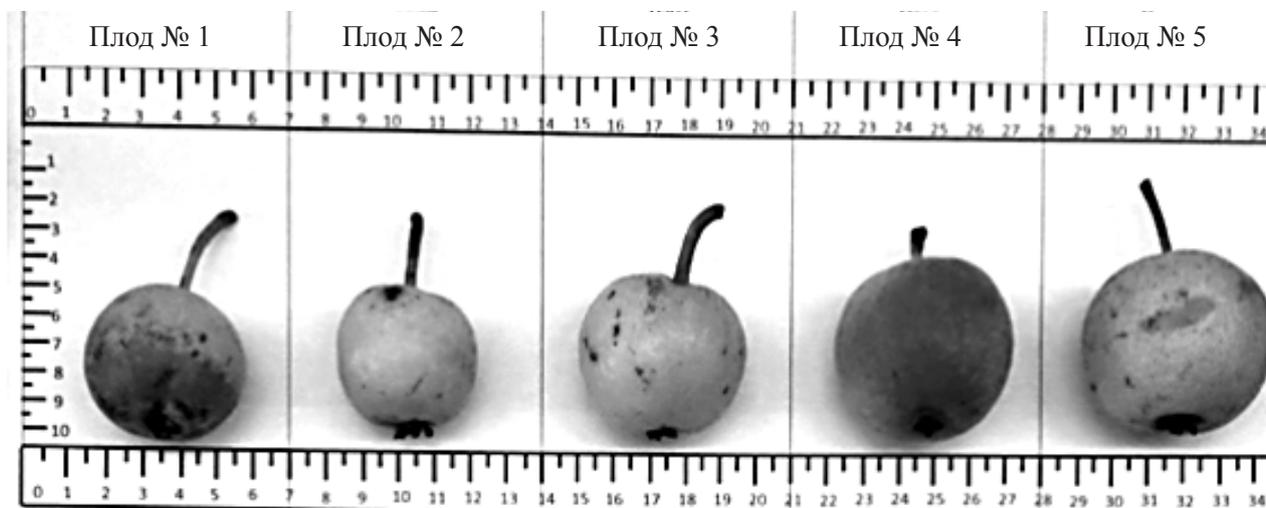
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для выявления степени изменчивости отдельных признаков исследуемого таксона проведены биометрические измерения и биохимический анализ плодов груши уссурийской.

Один из основных показателей качества плодов – их размер, форма и окраска [34]. В условиях дендрария СибНИИРСа форма плода у груши уссурийской преобладала округлая и округло-овальная (см. рисунок). Средняя высота плода составила $3,4 \pm 0,1$ см, минимальная – 2,7, максимальная – 4,4 см. Средний диаметр плода $3,7 \pm 0,1$ см, минимальный – 3,2, максимальный – 4,8 см. Коэффициент вариации обоих показателей низкий.

По массе плоды груши подразделялись на очень мелкие (25 г и меньше), мелкие (26–50), средней величины (51–75), выше средней (126–175) и крупные (более 176 г) [35]. Масса плода изученных образцов варьировала от очень мелкой (22,3 г) до средней (53,5 г). Средняя масса плода составила $33,2 \pm 1,3$ г, коэффициент ее вариации оказался повышенным (22,1 %). В естественных условиях величина плодов груши уссурийской варьирует от 1,5 до 6,5 см, масса – от 10 до 90 г [4], что примерно соответствует нашим данным.

Масса 1000 нормально развитых семян, полученных методом водной флотации, у исследуемых растений составила 33,8 г, что ниже, чем в естественном ареале [4–6]. При свободном (естественном) опылении в условиях дендропарка среднее число нормально развитых семян составило $7,6 \pm 0,3$ шт./плод при варьировании от 4,0 до 10,0 шт., коэф-



Величина плодов груши уссурийской (дендропарк СибНИИРСа, 2016 г.)

коэффициент вариации повышенный (23,5 %). Длина семени от 0,4 до 0,6 см, ширина – от 0,2 до 0,3 см.

Привлекательность внешнего вида плодов зависит от окраски и степени зрелости. Окраска плодов у груши уссурийской варьирует от ярко-желтой до желтой с красноватым румянцем и грязно-зеленой со слабым желтым оттенком. Преобладающее большинство плодов желтого цвета. Плоды с ярко выраженным ароматом, плотной кожицей и грубой мякотью. Вкус терпкий, кисло-сладкий, при непродолжительном хранении терпкость уменьшается.

По данным В.П. Петровой [4], в природных условиях ареала содержание сухих веществ в зрелых плодах составляло 22,0–28,0 %, сахаров – 6,4–8,4 (из них моносахаров – 2,8–5,6), титруемых кислот 2,5–2,8 %, аскорбиновой кислоты – не более 8,5 мг. Количество сухого вещества в плодах дает представление об их ценности. Преобладающее значение при этом отводится сахарам [34]. В наших исследованиях количество сухих растворимых веществ в мякоти плодов груши уссурийской составило $26,6 \pm 0,3$ % при варьировании от 25,0 до 30,5 %. Коэффициент вариации признака 6,6 %, что соответствует очень низкой степени изменчивости. Содержание суммы сахаров $11,5 \pm 0,3$ % (lim 9,4–14,6), в том числе моносахаров $8,3 \pm 0,2$ % (lim 6,9–10,5) при варьировании средней степени ($C_v = 16,2$ и $13,2$ % соответственно). Массовая доля арбутина в пересчете на исходное вещество равнялась $0,59 \pm 0,04$ при минимуме 0,41 и максимуме 0,76. Коэффициент вариации 18,2 %.

При оценке плодовых культур важно изучение содержания витаминов, которые необходимы для нормального развития человека и животных, так как участвуют почти во всех процессах в организме. Среднее количество витамина С в плодах груши уссурийской в наших исследованиях составило $7,6 \pm 0,4$ мг/100 г при варьировании от 3,9 до 12,2 ($C_v = 26,7$ %).

Каротиноиды – группа растительных пигментов желтого и оранжевого цвета (провитамин А). Каротин и витамин А обладают

способностью накапливаться в организме, их недостаток приводит к снижению иммунитета. Среднее количество каротина в опыте $2,5 \pm 0,1$ мг/100 г при минимуме 1,9 и максимуме 3,5 мг/100 г ($C_v = 28,4$ %).

Кислотность и содержание нитратов также определяют качество плодов. Нитраты в организме могут восстанавливаться до нитритов – солей азотистой кислоты. В результате организм страдает от кислородного голодания, что может привести к необратимым процессам. Среднее количество нитратов в плодах груши уссурийской, растущей в дендрарии СибНИИРСа, составило $8,1 \pm 0,2$ мг/кг (lim 5,8–10,0) при минимально допустимом их содержании в груше 60 мг/кг [36, 37]. Титруемая кислотность (общая кислотность) по отношению к яблочной кислоте $1,1 \pm 0,1$ % (lim 0,5–2,2).

Переработанные методом сушки плоды груши уссурийской – источник биологически активных веществ. В процессе сушки, проведенной нами в течение 30 ч при температуре теплоносителя 55 °С, химический состав сушеных плодов груши уссурийской согласно количественным показателям значительно изменился. Так, содержание сухого вещества увеличилось в 3,5 раза – до $92,9 \pm 0,1$ % при минимуме 92,6 % и максимуме 93,3 % ($C_v = 0,3$ %). Содержание суммы сахаров составило $22,0 \pm 0,6$ % (lim 20,5–24,4), в том числе моносахаров – $12,4 \pm 0,2$ % (lim 12,0–13,1) при очень низкой степени варьирования ($C_v = 6,7$ и $3,2$ % соответственно).

Кроме того, при термической обработке происходит изменение показателя витамина С. В сухих плодах груши уссурийской концентрация аскорбиновой кислоты увеличилась и составила $13,1 \pm 0,2$ мг/100 г при варьировании от 12,0 до 13,1 мг/100 г ($C_v = 3,5$ %). Уменьшилось количество каротина – до $0,05 \pm 0,02$ мг/100 г при минимуме 0 (следы) и максимуме 0,09 ($C_v = 86,25$ %). Увеличилось численное значение титруемой кислотности и содержание нитратов. Предельно допустимая концентрация нитратов в груше 60 мг/кг [36, 37], содержание нитратов в сухих плодах груши уссурийской $12,3 \pm 0,4$ мг/кг (lim 11,3–13,6).

Титруемая кислотность (общая кислотность) по яблочной кислоте составила $2,7 \pm 0,00$ % (lim 2,69–2,71).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Растения груши уссурийской, интродуцированные в условиях лесостепи Приобья (дендрарий Сибирского НИИ растениеводства и селекции – филиала ИЦиГ СО РАН), оказались способными формировать плоды со свойствами, близкими к показателям плодов данной культуры, формирующимися в естественных условиях произрастания. Проведенные исследования показали, что данные плоды могут быть использованы в свежем и сушеном виде как дополнительный комплексный источник биологически значимых веществ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Горбунов А.Б., Васильева Н.В., Симагин В.С.** Дикорастущие и культивируемые в Сибири ягодные и плодовые растения. – Новосибирск: Наука, 1980. – 264 с.
2. **Деревья и кустарники СССР.** – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – Т. 3. – 872 с.
3. **Коропачинский Ю.К., Встовская Т.Н.** Древесные растения Азиатской России. – Новосибирск: Гео, 2012. – 706 с.
4. **Петрова В.П.** Дикорастущие плоды и ягоды. – М.: Лес. пром-сть, 1987. – 247 с.
5. **Кречетова Н.В. и др.** Семена и плоды деревьев и кустарников Дальнего Востока. – М.: Лес. пром-сть, 1972. – С. 33–34.
6. **Тимошин С.И.** Хабаровские груши. – Хабаровск: Хабаровск. кн. изд-во, 1983.
7. **Савельев Н.И., Макаров В.Н., Чивилев В.В., Акимов А.Ю.** Груша – исходный материал: генетика, селекция. – Мичуринск: Кварта, 2006. – 159 с.
8. **Аксенова Н.А., Фролова Л.А.** Деревья и кустарники для любительского садоводства и озеленения. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 160 с.
9. **Служба сохранения природных ресурсов Министерства сельского хозяйства США (USDA-NRCS):** [Электронный ресурс]. – www.ag.ndsu.edu/trees/handbook/th-3-91.pdf
10. **Аксенов Е.С., Аксенова Н.А.** Энциклопедия природы России // Декоративные растения. изд.2-е, исправл. – М.: АБФ/АВФ, 2000. – Т. 1. – 560 с.
11. **Седов Е.Н., Долматов Е.А.** Селекция груши. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1997. – 254 с.
12. **Седов Е.Н., Долматов Е.А.** Отдаленная гибридизация, широко используется при создании высокоустойчивых к парше и мучнистой росе сортов яблони // Сорта яблони и груши: тернистые пути их подбора, изучения и внедрения. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 2004. – С. 29–31.
13. **Степанов В.В.** Флора Дальнего Востока – донор зимостойкости для садоводства России // Флора Дальнего Востока – донор зимостойкости для садоводства России. – Челябинск, 2011. – С. 4–5.
14. **Котов А.А.** Роль дикой плодовой флоры Дальнего Востока в повышении зимостойкости Российского садоводства // Флора Дальнего Востока – донор зимостойкости для садоводства России. – Челябинск, 2011. – С. 6–15.
15. **Кузнецов А.А.** Уссурийская груша как донор зимостойкости при выведении сортов груши в Среднем Поволжье // Флора Дальнего Востока – донор зимостойкости для садоводства России. – Челябинск, 2011. – С. 16–18.
16. **Пучкин И.А.** Использование генофонда китайской груши на Алтае // Современное садоводство. – 2010. – С. 10–12.
17. **Михайличенко О.А.** Генофонд и селекция ягодных культур в Хабаровском крае // Генофонд и селекция растений: тез. докл. III Междунар. конф., посвященной 130-летию Н.И. Вавилова. – Новосибирск, 2017. – С. 43–44.
18. [Электронный ресурс]. – http://www.agroatlas.ru/en/content/related/Pyrus_ussuriensis/.
19. **Юньвень Тенг.** Селекция и производство груши в Китае: [Электронный ресурс]. – https://www.researchgate.net/publication/242651130_The_Pear_industry_and_research_in_China
20. **Хэнкок Дж.Ф., Лобос Г.А.** Груши: [Электронный ресурс]. – https://www.researchgate.net/publication/257826794_Pears
21. **Tana Wuyun, Hitomi Amo, Jingshi Xu, Teng Ma, Chiyomi Uematsu, Hironori Katayama.** Структура популяции дикой уссурийской груши и стратегии ее сохранения в Китае:

- [Электронный ресурс]. – <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0133686>
22. **Коропачинский Ю.К., Встовская Т.Н., Томошевич М.А.** Современные проблемы интродукции древесных растений в Сибири. – Новосибирск: Гео, 2013. – 90 с.
 23. **Cui T. et al** Анализ арбутина и хлорогеновой кислоты, главных фенольных составляющих восточной груши (Analyses of Arbutin and Chlorogenic Acid, the Major Phenolic Constituents in Oriental Pear); [Электронный ресурс]. – <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/labs/articles/15884812/>
 24. **Разумников Н.А., Конюхова О.М., Рябинин М.И.** Груша уссурийская в среднем Поволжье // Лес. журн. – 2007. – № 2. – С. 28–33.
 25. **Седова З.А., Макаркина М.А.** Значение плодов в питании человека, их профилактическое и лечебное значение // Сорта яблони и груши. Тернистые пути их подбора, создания и изучения. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 2004. – С. 4–15.
 26. **Вержук В.Г., Мурашев С.В., Белова А.Ю.** Определение упругости ткани плодов яблони, груши, хеномелиса для прогнозирования потерь при холодильном хранении // Докл. РАСХН. – 2012. – № 4. – С. 10–12.
 27. **Баскакова В.Л.** Оценка качества плодов зимних сортов груши в степном Крыму // Сб. науч. тр. Государственного Никитского ботанического сада. – Ялта, 2015. – Т. 140. – С. 150–157.
 28. **Гусакова Г.С., Евстафьев С.Н.** Перспективы использования плодов уссурийской груши в виноделии // Химия растительного сырья. – 2011. – № 3. – С. 173–178.
 29. **Воронина Л.В., Гриценко А.Г.** Климат и экология Новосибирской области. – Новосибирск: Изд-во СГГА, 2011. – 232 с.
 30. **Дендропроект.** Кн. 1. Пояснительная записка. – Новосибирск, 1983.
 31. **Седова З.А., Леонченко В.Г., Астахов А.И.** Оценка сортов по химическому составу плодов // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – С. 160–167.
 32. **Ермаков А.И.** Методы биохимического исследования растений. – Л.: Агроиздат, 1987. – 430 с.
 33. **Мамаев С.А.** Основные принципы методики исследования внутривидовой изменчивости древесных растений // Индивидуальная эколого-географическая изменчивость растений. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1975. – С. 3–14.
 34. **Широков Е.П.** Практикум по технологии хранения и переработки плодов и овощей. – М.: Колос, 1974 – 223 с.
 35. **Программа** и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Мичуринск, 1961. – 495 с.
 36. [Электронный ресурс]. – <http://teddylove.com/soderzhanie-nitratov-v-ovoshhah-fruktah-i-myase-v-ashane.html>.
 37. **Иминова Д.Е., Дюсембаев С.Т., Куанышев Д.Н.** Изучение содержания нитратов в импортных фруктах // Молодой ученый. – 2016. – № 3. – С. 351–355.

REFERENCES

1. **Gorbunov A.B., Vasil'eva N.V., Simagin V.S.** Dikorastushchie i kul'tiviruemye v Sibiri yagodnye i plodovye rasteniya – Novosibirsk: Nauka, 1980. – 264 s.
2. **Derev'ya i kustarniki SSSR.** – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – Т. 3. – 872 с.
3. **Koropachinskii Yu.K., Vstovskaya T.N.** Drevesnye rasteniya Aziatskoi Rossii. – Novosibirsk: Geo, 2012. – 706 s.
4. **Petrova V.P.** Dikorastushchie plody i yagody. – М.: Les. prom-st', 1987. – 247 s.
5. **Krechetova N.V. i dr.** Semena i plody derev'ev i kustarnikov Dal'nego Vostoka. – М.: Les. prom-st', 1972. – S. 33– 34.
6. **Timoshin S.I.** Khabarovskie grushi. – Khabarovsk: Khabarovsk. knizh. izd-vo, 1983.
7. **Savel'ev N.I., Makarov V.N., Chivilev V.V., Akimov A.Yu.** Grusha – iskhodnyi material genetika selektsiya. – Michurinsk: Kvarta, 2006. – 159 s.
8. **Aksenova N.A., Frolova L.A.** Derev'ya i kustarniki dlya lyubitel'skogo sadovodstva i ozeleneniya. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 160 s.
9. **Sluzhba** sokhraneniya prirodnykh resursov Ministerstva sel'skogo khozyaistva SShA (USDA-NRCS): [Elektronnyi resurs]. – www.agsci.ars.gov/handbook/th-3-91.pdf
10. **Aksenov E.S., Aksenova N.A.** Entsiklopediya prirody Rossii // Dekorativnye rasteniya. – Т. 1; izd.2-e, ispravl. – М.: АБФ/АБФ, 2000. – 560 с.
11. **Sedov E.N., Dolmatov E.A.** Seleksiya grushi. – Орел: Из-во ВНИИСПК 1997. – 254 с.
12. **Sedov E.N., Dolmatov E.A.** Otdalennaya gibrizatsiya, shiroko ispol'zuetsya pri sozdanii

- vysokoustoichivyykh k parshe i muchnistoi rose sortov yabloni // Sorta yabloni i grushi: ternistye puti ikh podbora, izucheniya i vnedreniya. – Orel: Izd-vo VNIISPK, 2004. – S. 29–31.
13. **Stepanov V.V.** Flora Dal'nego Vostoka – donor zimostoikosti dlya sadovodstva Rossii // Flora Dal'nego Vostoka donor zimostoikosti dlya sadovodstva Rossii. – Chelyabinsk, 2011. – S. 4–5.
 14. **Kotov A.A.** Rol' dikoi plodovoi flory Dal'nego Vostoka v povyshenii zimostoikosti Rossiiskogo sadovodstva // Flora Dal'nego Vostoka – donor zimostoikosti dlya sadovodstva Rossii. – Chelyabinsk, 2011. – S. 6–15.
 15. **Kuznetsov A.A.** Ussuriiskaya grusha kak donor zimostoikosti pri vyvedenii sortov grushi v Srednem Povolzh'e // Flora Dal'nego Vostoka – donor zimostoikosti dlya sadovodstva Rossii. – Chelyabinsk, 2011. – S. 16–18.
 16. **Puchkin I.A.** Ispol'zovanie genofonda kitaiskoi grushi na Altae // Sovremennoe sadovodstvo. – 2010. – S. 10–12.
 17. **Mikhailichenko O.A.** Genofond i selektsiya yagodnykh kul'tur v Khabarovskom krae // Genofond i selektsiya rastenii: tez. dokladov III Mezhdunar. konf., posvyashchennoi 130-letiyu N.I. Vavilova. – Novosibirsk, 2017. – S. 43–44.
 18. [Elektronnyi resurs]. – http://www.agroatlas.ru/en/content/related/Pyrus_ussuriensis/.
 19. **Yun'ven'Teng.** Selektsiya i proizvodstvo grushi v Kitae: [Elektronnyi resurs]. – https://www.researchgate.net/publication/242651130_The_Pear_industry_and_research_in_China
 21. **Tana Wuyun, Hitomi Amo, Jingshi Xu, Teng Ma, Chiyomi Uematsu, Hironori Katayama.** Структура популяции дикой уссурийской груши и стратегии ее сохранения в Китае: [Электронный ресурс]. – <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0133686>
 22. **Koropachinskii Yu.K., Vstovskaya T.N., Tomoshevich M.A.** Sovremennye problemy introduktsii drevesnykh rastenii v Sibiri. – Novosibirsk: Geo, 2013. – 90 s.
 23. **Cui T. et al.** Analiz arbutina i khlorogenovoi kisloty, glavnykh fenol'nykh sostavlyayushchikh vostochnoi grushi (Analyses of Arbutin and Chlorogenic Acid, the Major Phenolic Constituents in Oriental Pear): [Elektronnyi resurs]. – <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/labs/articles/15884812/>
 24. **Razumnikov N.A., Konyukhova O.M., Ryabinin M.I.** Grusha Ussuriiskaya v srednem Povolzh'e // Les. zhurn. – 2007. – № 2. – S. 28–33.
 25. **Sedova Z.A., Makarkina M.A.** Znachenie plodov v pitanii cheloveka, ikh profilakticheskoe i lechebnoe znachenie // Sorta yabloni i grushi. Ternistye puti ikh podbora, sozdaniya i izucheniya. – Orel: Izd-vo VNIISPK, 2004. – S. 4–15.
 26. **Verzhuk V.G., Murashev S.V., Belova A.Yu.** Opredelenie uprugosti tkani plodov yabloni, grushi, khenomelisa dlya prognozirovaniya poter' pri kholodil'nom khranении // Dok. RASKhN. – 2012. – № 4. – S. 10–12.
 27. **Baskakova V.L.** Otsenka kachestva plodov zimnykh sortov grushi v stepnom Krymu // Sb. nauch. tr. Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada. T. 140. – Yalta, 2015. – S. 150–157.
 28. **Gusakova G.S., Evstaf'ev S.N.** Perspektivy ispol'zovaniya plodov ussuriiskoi grushi v vinodelii // Khimiya rastitel'nogo syr'ya. – 2011. – № 3. – S. 173–178.
 29. **Voronina L.V., Gritsenko A.G.** Klimat i ekologiya Novosibirskoi oblasti. – Novosibirsk: Izd-vo SGGA, 2011. – 232 s.
 30. **Dendroproekt.** Kn. 1. Poyasnitel'naya zapiska. – Novosibirsk, 1983.
 31. **Sedova Z.A., Leonchenko V.G., Astakhov A.I.** Otsenka sortov po khimicheskomu sostavu plodov // Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur. – Orel: Izd-vo VNIISPK, 1999. – S. 160–167.
 32. **Ermakov A.I.** Metody biokhicheskogo issledovaniya rastenii. – L.: Agpromizdat, 1987. – 430 s.
 33. **Mamaev S.A.** Osnovnye printsipy metodiki issledovaniya vnutrividovoi izmenchivosti drevesnykh rastenii // Individual'naya ekologo-geograficheskaya izmenchivost' rastenii. – Sverdlovsk: UNTs AN SSSR, 1975. – S. 3–14.
 34. **Shirokov E.P.** Praktikum po tekhnologii khraneniya i pererabotki plodov i ovoshchei. – M.: Kolos, 1974 – 223 s.
 35. **Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur.** – Michurinsk, 1961. – 495 s.
 36. [Elektronnyi resurs]. – <http://teddy-love.com/soderzhanie-nitratov-v-ovoshhah-fruktah-i-myase-v-ashane.html>.
 37. **Iminova D.E., Dyusembaev S.T., Kuanyshhev D.N.** Izuchenie sodержaniya nitratov v importnykh fruktakh // Molodoi uchenyi. – 2016. – № 3. – S. 351–355.

BIOMETRICS AND CHEMICAL COMPOSITION OF USSURIAN PEAR FRUIT

**N.N. LIKHENKO¹, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher,
O.V. PARKINA², Candidate of Science in Agriculture, Associate Professor,
T.N. KAPKO¹, Agronomist,**

I.S. SALMINA¹, Candidate of Science in Biology, Laboratory Head

¹*Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology
and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia
e-mail: lihenko.n@yandex.ru*

²*Novosibirsk State Agrarian University
160, Dobrolyubova St, Novosibirsk, 630039, Russia
e-mail: parkinaoksana@yandex.ru*

Biometrics and chemical parameters of Ussurian pear fruits cultivated under conditions of the West Siberian forest steppe were investigated. The fruits were harvested at the optimum stage of maturity, evenly from the upper, medium and bottom branches of the trees, from all sides of the crown with respect to cardinal directions. The rounded and oval shapes of fruits prevailed. Color of fruits varied from bright yellow to yellow with reddish patches and dirty-green with yellowish tint. The fruits have an expressed smell, firm skin and rough pulp. The taste is tart, soug-sweet. The average length and diameter of the fruit were 3.4 ± 0.1 cm and 3.7 ± 0.1 cm, respectively. The weight of the fruit varied from very small (22.3 g) to medium (53.5 g), with the average weight of 33.2 ± 1.3 g. The weight of thousand seeds obtained by the method of water flotation is 33.8 g; the average number of seeds in the fruit is 7.6 ± 0.3 . The length of the seed is 0.4–0.6 cm; the width is 0.2–0.3 cm. The amount of soluble dry substances in the fruit pulp is $26.6 \pm 0.3\%$. The sum of total sugars is $11.5 \pm 0.3\%$. The mass fraction of arbutin on conversion in initial matter made up 0.59 ± 0.04 ; the average C vitamin content was 7.6 ± 0.4 mg/100 g; carotene content 2.5 ± 0.1 mg/100 g; the average nitrate content in the Ussurian pear fruits was 8.1 ± 0.2 mg/kg as compared with a maximum allowable value of 60 mg/kg. Titratable acidity (total acidity) was equal to $1.1 \pm 0.1\%$. The Ussurian pear plants introduced to the forest-steppe areas near the Ob are able to form fruits possessing qualities similar to those, which the fruits of this species formed in a natural area have.

Keywords: Ussurian pear, fruit shape, height of the fruit, weight of the fruit, acidity, arbutin, carotene, nitrates.

Поступила в редакцию 13.10.2017



DOI: 10.26898/0370-8799-2017-6-6

УДК 631.22

**ПРОДУКТИВНОСТЬ СОВМЕСТНЫХ ПОСЕВОВ КУКУРУЗЫ
И СОРГО В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Н.И. КАШЕВАРОВ, академик РАН, ВРИО директора СФНЦА РАН,
А.А. ПОЛИЩУК, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией,
В.И. ПОНАМАРЕВА, научный сотрудник,
М.В. ХАЗОВ, научный сотрудник,
А.Н. ЛЕБЕДЕВ, младший научный сотрудник

*Сибирский научно-исследовательский институт кормов СФНЦА РАН
630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск
e-mail: sibkorma@ngs.ru*

Проведены исследования (2009–2011 гг.) продуктивности одновидовых и совместных посевов кукурузы и сорго в условиях лесостепной зоны Западной Сибири. Оценены раннеспелый гибрид кукурузы Обский 140 СВ, сорго сахарное Волжское 51 и сорго зерновое Перспективное 1. Выявлены закономерности роста и развития растений в зависимости от способа посева, соотношения компонентов и сроков уборки. Дана оценка продуктивности посевов и белковой обеспеченности биомассы. При возделывании совместных (ленточных) посевов раннеспелого гибрида кукурузы Обский 140 СВ с сорго сахарным уборка в фазу формирования початков кукурузы повысила обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином от 85 до 104 г, в фазу молочной спелости – от 70 до 96 г по сравнению с одновидовым посевом кукурузы. Ленточные посевы гибрида кукурузы Обский 140 СВ с сорго сахарным независимо от срока уборки обеспечили продуктивность на уровне одновидовых посевов кукурузы (403–407 ц зеленой массы/га, 83,0–96,4 ц сухой/га, 68,1–82,6 ц к. ед./га и 301–324 ц силоса/га). Уборка в фазу молочной спелости способствовала повышению продуктивности одновидовых и совместных посевов кукурузы с сорго сахарным (по сухой массе от 84,3 до 98,1 и от 83,0 до 96,4 ц/га, по выходу переваримого протеина от 579 до 613 и от 692 до 796 кг/га, по сбору силоса от 311 до 336 и от 301 до 324 ц/га соответственно). Концентрация сухого вещества в зеленой массе повысилась от 19,9 до 23,9 %.

Ключевые слова: кукуруза, сорго сахарное, сорго зерновое, гибрид, одновидовой посев, черезрядный посев, ленточный посев, зеленая масса, сухая масса, урожайность, продуктивность.

Прочная кормовая база, позволяющая при любых погодных условиях получать разнообразные и качественные корма в достаточном количестве, – основа успешного развития животноводства. Силос – наиболее распространенный вид корма в зимостойловый период из-за простоты приготовления и хранения. В настоящее время, несмотря на значительное сокращение, основной силосной культурой Западной Сибири остается кукуруза (65,5 % всех площадей силосных культур) [1]. Кукуруза, благодаря своим биологическим особенностям, обла-

дает пластичностью по отношению к погодным условиям, что позволяет ей даже за относительно короткий период вегетации формировать высокие и стабильные урожаи. Однако низкая обеспеченность кукурузного сырья белком требует поиска способов решения данной проблемы. Ранее Сибирским научно-исследовательским институтом кормов были изучены смешанные и совместные посевы кукурузы с донником, люцерной и соей. В этих исследованиях установлено снижение урожайности кукурузы при совместном и смешанном возделывании с бобо-

выми культурами [2, 3]. В связи с этим проведено изучение эффективности совместных посевов кукурузы с сорго зерновым и сорго сахарным с целью уменьшения угнетающего влияния культур друг на друга и увеличения в сырье сухого вещества и протеина.

Сорго относится к числу культур многопланового использования. Его зерно идет на корм для свиней, крупного рогатого скота и лошадей. Зеленая масса скармливается молочному скоту и молодняку. При своевременном скашивании (до огрубения стеблей) дает высококачественное сено. После укоса хорошо отрастает и может быть использовано в зеленом конвейере в качестве пастбища. Сорговый силос уступает кукурузному только по урожайности, превосходя его по качеству [4–6]. Сорго является теплолюбивой, засухоустойчивой и солестойкой культурой [7–10]. В начальный период своего развития (до 40 дней после всходов) растения растут медленно, что зачастую ведет к угнетению их сорняками [11–13]. В этом отношении сорго близко к кукурузе [14].

Цель исследований – оценить продуктивность совместных посевов раннеспелого гибрида кукурузы и сорго при возделывании на кормовые цели.

УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в лесостепной зоне Западной Сибири на центральной экспериментальной базе Сибирского научно-исследовательского института кормов Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий Российской академии наук. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднемощный среднесуглинистый.

Объекты исследований – раннеспелый гибрид кукурузы Обский 140 СВ, сорго сахарное Волжское 51 и сорго зерновое Перспективное 1.

Патентообладатели гибрида кукурузы Обский 140 СВ – ООО НПО «КОС-МАИС», Алтайский НИИСХ, СибНИИ кормов. Трехлинейный гибрид, раннеспелый (ФАО 140-150), созревает за 92–95 дней. Отличается

холодостойкостью, устойчивостью к полеганию, гельминтоспориозу, стеблевым гнилям, бактериозу початков. Включен с 2004 г. в Государственный реестр сортов, допущенных к использованию по Северо-Западному, Центральному, Волго-Вятскому, Центрально-Черноземному, Средневолжскому, Уральскому и Западно-Сибирскому регионам [15].

Сорго зерновое Перспективное 1 относится к группе среднеранних, сорт универсального использования – на зернофураж, монокорм, сенаж, силос. Эти виды кормов имеют высокую питательную ценность и достаточно эффективны при скармливании крупному рогатому скоту, свиньям, овцам и птице, обеспечивая хорошую продуктивность животных [16].

Сорго кормовое (сахарное) Волжское 51 относится к виду сахарного сорго, сорт среднеранний, предназначен для использования на зеленый корм, сенаж и силос. Стебли сахарного сорго в отличие от кукурузы остаются зелеными и сочными до наступления осенних заморозков, что позволяет значительно продлить использование в зеленом конвейере [17].

Схема опыта включала одновидовые посева раннеспелого гибрида кукурузы Обский 140 СВ, сорго сахарного Волжское 51 и сорго зернового Перспективное 1, черезрядные и ленточные посева изучаемых культур (табл. 1).

Предшественником в опытах были семенные посева сои (2009 и 2011 гг.) и фацелии (2010 г.). Осенью почва обрабатывалась на глубину 23–25 см, весной проводилось закрытие влаги зубowymi боронами (БЗТ-1,0), шлейфование планировщиком (ПН-8) с целью выравнивания поверхности почвы, предпосевная культивация (КПС-4,0) на глубину заделки семян, прикатывание катками ЗККШ-6А до и после посева. Минеральные удобрения дозой $N_{60}P_{60}K_{40}$ вносили вразброс под предпосевную культивацию. Посев проводили сеялкой Optima широко-рядно (70 см) 29 мая 2009 г., 02 июня 2010 г. и 25 мая 2011 г. Сорго сахарное и сорго зерновое высевали через туковые сошники.

Схема опыта совместных посевов кукурузы и сорго

| Вариант | Способ посева | Соотношение культур при посеве, % от полной нормы высева | Норма высева | |
|---------------------------|---------------|--|--------------|-----------------------|
| | | | кг/га | тыс. всхожих семян/га |
| Кукуруза | Одновидовой | 100 | 20,0 | 90 |
| Сорго сахарное | » | 100 | 15,0 | 800 |
| Сорго зерновое | » | 100 | 12,0 | 500 |
| Кукуруза + сорго сахарное | Черезрядный | 50 + 50 | 10,0 + 7,5 | 45 + 400 |
| Кукуруза + сорго сахарное | Ленточный | 80 + 30 | 16,0 + 4,5 | 72 + 240 |
| Кукуруза + сорго зерновое | Черезрядный | 50 + 50 | 10,0 + 6,0 | 45 + 250 |
| Кукуруза + сорго зерновое | Ленточный | 80 + 30 | 16,0 + 3,6 | 72 + 150 |

Уходы за посевами состояли из двух междурядных обработок. Повторность в опыте четырехкратная, посевная площадь делянок 84 м², учетная – 22–56 м².

Фенологические наблюдения, динамику роста и накопления биомассы растений проводили по методике ВИК [18]. Уборку и учет урожая зеленой массы – комбайном Е-280 с весовым устройством в два срока: 18–25 августа в фазу цветения – начало формирования початков кукурузы и выметывания сорго и 7–17 сентября в фазу молочной спелости початков у кукурузы и цветения сорго. Содержание сухого вещества определяли по ГОСТ Р 52838–2007 [19]. Определение сбора силоса, обменной энергии, кормовых единиц и обеспеченность 1 к. ед. переваримым протеином проводили, используя экспресс-метод, разработанный В.И. Сироткиным [20]. Статистическую обработку урожайных данных осуществляли согласно методике Б.А. Доспехова [21] с использованием пакета прикладных программ Snedecor [22].

Вегетационный период 2009 г. был избыточно увлажненным и холодным, 2010 г. также отличался существенным дефицитом тепла на фоне недостатка осадков с июня по сентябрь. Холодные погодные условия привели в 2009–2010 гг. к запозданию прохождения фаз развития у мятликовых, более чем на две недели, поэтому сорго зерновое и сахарное не реализовали свой биологический потенциал. В 2011 г. погодные условия складывались более благоприятно для роста и развития изучаемых культур.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Наблюдения за ростом и развитием изучаемых культур показали, что на протяжении всей вегетации растения кукурузы в одновидовых посевах были выше, чем в черезрядных и ленточных с сорго. При этом отмечено угнетающее действие кукурузы на рост растений сорго сахарного, особенно в ленточных посевах. К концу вегетации эта разница составила в среднем 23 см. Максимальные темпы линейного роста у кукурузы и сорго составили 0,8–2,2 см в сутки соответственно. Растение сорго сахарного росло более интенсивно, чем сорго зерновое.

Учет накопления биомассы в течение всего периода исследований показал более высокую продуктивность кукурузы по сравнению с сорго независимо от способа посева. Зеленая биомасса кукурузы наиболее интенсивно формировалась до фазы выметывания: с 21 июля по 3–5 августа ее прирост в одновидовых посевах составил 68 % (10,3 ц/га в сутки), сухой – 73 % (1,5 ц/га в сутки). В дальнейшем процесс накопления зеленой массы замедлялся – с 3–5 августа по 17–24 августа ее ежесуточный прирост составил 5,9 ц/га, с 24 августа по 6–16 сентября не превышал 1,1 ц/га в сутки, по сухой массе, наоборот, максимальный прирост отмечен с фазы выметывания до фазы формирования початков (с 3–5 августа по 17–24 августа) – 2,3 ц/га в сутки.

В ленточных посевах темпы формирования биомассы кукурузы были несколько

ниже, чем в одновидовых посевах кукурузы, из-за большего уплотнения с сорго. Так, с 21 июля по 5 августа суточный прирост зеленой массы кукурузы в посевах с сорго сахарным составил 7,0 ц/га, сухой – 1,1 ц/га.

В черезрядных посевах, наоборот, темпы прироста биомассы кукурузы, особенно сухой, начиная с фазы формирования початков, были несколько выше одновидовых и ленточных. Так, прирост сухой массы с 24 августа по 8–16 сентября составил 38 % в черезрядных посевах, одновидовых – 32, ленточных посевах – 26 %, что свидетельствует о положительном влиянии освещенности на формирование биомассы кукурузы.

Комбайновый учет урожая показал, что независимо от срока уборки наибольшую биомассу сформировали одновидовые посева кукурузы и ленточные с сорго сахарным, в среднем за 3 года – 403–423 ц зеленой массы /га, 83,0–98,1 – сухой и 301–336 ц солоха/га (табл. 2).

Уборка в более поздний срок повысила выход сухой массы в одновидовых и совмес-

тных посевах кукурузы на 16–20 %, сорго сахарного – на 24 %, концентрация сухого вещества в зеленой массе возросла на 3,5–4,7 %. Сбор силоса увеличился в одновидовых посевах кукурузы на 11 %, в совместных с сорго сахарным посевах – на 8–11 %. Следует отметить, что в ленточных и черезрядных посевах кукурузы с сорго сахарным существенно повышается обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином – на 20–22 % при первом сроке уборки и на 37 % при втором по сравнению с одновидовыми посевами кукурузы (табл. 3).

Биоэнергетическая оценка вариантов опыта показала, что максимальный выход обменной энергии и кормовых единиц с 1 га обеспечили одновидовые посева кукурузы и ленточные посева с сорго сахарным – 83,6–84,1 ГДж и 68,1–68,3 ц к. ед. при первом сроке уборки и 99,0–103,2 ГДж и 82,6–87,8 ц к. ед. при втором. Черезрядные посева с двумя видами сорго и ленточные посева с сорго зерновым значительно уступали по данным показателям.

Таблица 2

Урожайность совместных посевов кукурузы и сорго (2009–2011 гг.)

| Культура | Способ посева | Соотношение культур при посеве, % от полной нормы высева | Урожайность, ц/га | | Содержание абсолютно-сухого вещества, % |
|---------------------------------------|---------------|--|-------------------|-------------|---|
| | | | зеленой массы | сухой массы | |
| <i>Уборка 18–25 августа</i> | | | | | |
| Кукуруза | Одновидовой | 100 | 423 | 84,3 | 19,9 |
| Сорго сахарное | » | 100 | 249 | 54,0 | 21,7 |
| Сорго зерновое | » | 100 | 135 | 32,4 | 24,0 |
| Кукуруза + сорго сахарное | Черезрядный | 50 + 50 | 313 | 66,5 | 21,2 |
| Кукуруза + сорго сахарное | Ленточный | 80 + 30 | 407 | 83,0 | 20,4 |
| Кукуруза + сорго зерновое | Черезрядный | 50 + 50 | 287 | 59,2 | 20,6 |
| Кукуруза + сорго зерновое | Ленточный | 80 + 30 | 365 | 75,2 | 20,6 |
| <i>Уборка 7–17 сентября</i> | | | | | |
| Кукуруза | Одновидовой | 100 | 420 | 98,1 | 23,4 |
| Сорго сахарное | » | 100 | 230 | 66,7 | 29,0 |
| Сорго зерновое | » | 100 | 91 | 31,3 | 34,4 |
| Кукуруза + сорго сахарное | Черезрядный | 50 + 50 | 320 | 79,5 | 24,8 |
| Кукуруза + сорго сахарное | Ленточный | 80 + 30 | 403 | 96,4 | 23,9 |
| Кукуруза + сорго зерновое | Черезрядный | 50 + 50 | 274 | 69,3 | 25,3 |
| Кукуруза + сорго зерновое | Ленточный | 80 + 30 | 334 | 80,9 | 24,2 |
| НСР ₀₅ , ц/га А (культура) | | | 19,0 | 4,36, | |
| В (срок уборки) | | | 10,2 | 2,33, | |

Продуктивность совместных посевов кукурузы и сорго (2009–2011 гг.)

| Вариант | Способ посева | Соотношение культур при посеве, % от полной нормы высева | Сбор с 1 га | | | | Обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином, г |
|-----------------------------|---------------|--|-------------|-----------------------|--------------------|---------------------------|---|
| | | | силоса, ц | обменной энергии, ГДж | кормовых единиц, ц | переваримого протеина, кг | |
| <i>Уборка 18–25 августа</i> | | | | | | | |
| Кукуруза | Одновидовой | 100 | 311 | 84,1 | 68,3 | 579 | 85 |
| Сорго сахарное | » | 100 | 193 | 53,7 | 43,2 | 607 | 140 |
| Сорго зерновое | » | 100 | 108 | 31,3 | 24,3 | 273 | 112 |
| Кукуруза + сорго сахарное | Черезрядный | 50 + 50 | 239 | 67,7 | 55,9 | 582 | 104 |
| Кукуруза + сорго сахарное | Ленточный | 80 + 30 | 301 | 83,6 | 68,1 | 692 | 102 |
| Кукуруза + сорго зерновое | Черезрядный | 50 + 50 | 218 | 60,7 | 50,3 | 425 | 84 |
| Кукуруза + сорго зерновое | Ленточный | 80 + 30 | 273 | 76,5 | 62,9 | 522 | 83 |
| <i>Уборка 7–17 сентября</i> | | | | | | | |
| Кукуруза | Одновидовой | 100 | 336 | 103,2 | 87,8 | 613 | 70 |
| Сорго сахарное | » | 100 | 193 | 65,0 | 51,1 | 937 | 103 |
| Сорго зерновое | » | 100 | 76 | 29,7 | 22,8 | 225 | 99 |
| Кукуруза + сорго сахарное | Черезрядный | 50 + 50 | 266 | 83,3 | 70,8 | 679 | 96 |
| Кукуруза + сорго сахарное | Ленточный | 80 + 30 | 324 | 99,0 | 82,6 | 796 | 96 |
| Кукуруза + сорго зерновое | Черезрядный | 50 + 50 | 223 | 71,8 | 60,5 | 445 | 74 |
| Кукуруза + сорго зерновое | Ленточный | 80 + 30 | 269 | 86,1 | 73,9 | 524 | 71 |

ВЫВОДЫ

1. Ленточные посева раннеспелого гибрида кукурузы Обский 140 СВ с сорго сахарным независимо от срока уборки обеспечивают продуктивность на уровне одновидовых посевов кукурузы – 403–407 ц зеленой массы/га, 83,0–96,4 – сухой, 68,1–82,6 ц к.е./га и 301–324 ц силоса/га. Черезрядные посева с двумя видами сорго и ленточные с сорго зерновым значительно уступают им.

2. Уборка в фазу молочной спелости початков способствует повышению продуктивности одновидовых и совместных посевов кукурузы с сорго сахарным по сравнению с уборкой в фазу формирования початков: по сухой массе – на 16–20 %, выходу переваримого протеина – на 15, сбору силоса – на 11 %. Концентрация сухого вещества в зеленой массе повышается на 3,5–4,7 %.

3. Возделывание в условиях лесостепи Западной Сибири совместных посевов раннеспелого гибрида кукурузы Обский 140 СВ с сорго сахарным повышает обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином от 85 до 104 г при

уборке в фазу формирования початков кукурузы и от 70 до 96 г при уборке в фазу молочной спелости початков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Кашеваров Н.И., Ильин В.С., Кашеварова Н.Н., Ильин И.В.** Кукуруза в Сибири. – Новосибирск: ГУП РПО СО РАСХН, 2004. – 400 с.
2. **Рожанский А.Г., Донова Л.В., Демарчук Г.А.** Влияние покровных культур на развитие и урожайность донника и люцерны // Интенсификация полевого кормопроизводства в Сибири: сб. науч. тр. – Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1986. – С. 40–49.
3. **Кашеваров Н.И., Полищук А.А., Кашеварова Н.Н.** Продуктивность совместных посевов кукурузы с соей // Кукуруза и сорго. – 2001. – № 2. – С. 9.
4. **Шестакова Н.Н.** Совершенствование элементов технологии возделывания сорговых культур применительно к условиям Среднего Урала: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Ур. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва. – Екатеринбург, 2001. – 18 с.
5. **Лукашевич Н.П., Сквородко В.А., Зенькова Н.Н., Шлома Т.М., Плешко Л.В., Оленич Н.Н.** Особенности возделывания

- многоукосных однолетних ценозов и сорговых культур: метод. реком. – Витебск: ВГАВМ, 2008. – 43 с.
6. **Шорин П.М.** Технология возделывания сорго в Северной Осетии: рекомендации. – Орджоникидзе, 1977. – 12 с.
 7. **Алабушев А.В., Бескровный В.И., Гайко Н.Т., Метлин В.В.** Сорго. – М.: Агропромиздат, 1989. – 32 с.
 8. **Заварзин А.И., Царев А.П.** Сорго. – Саратов: Приволжское кн. изд-во, 1989. – 54 с.
 9. **Кормопроизводство** на солонцовых землях Западной Сибири: рекомендации / Сибирский НИИ кормов. – Новосибирск: СО РАСХН, 2010. – 48 с.
 10. **Царев А.П., Морозов Е.В.** Агробиологические основы выращивания и использования сорговых культур в Поволжье. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2011. – 244 с.
 11. **Бондаренко В.П.** Выращивание сорго на зеленый корм и силос на орошаемых землях Присивашья // Селекция, семеноводство и технология возделывания сорго в основных зонах страны: сб. науч. тр. – Днепропетровск, 1984. – С. 97–104.
 12. **Малиновский Б.Н.** Сорго на Северном Кавказе / Отв. ред. В.М. Орлов. – Ростов н/Д: Изд-во Ростовского ун-та, 1992. – 208 с.
 13. **Романенко Г.А., Тютюнников А.И., Гончаров П.Л.** Кормовые растения России / Российская академия сельскохозяйственных наук. – М., 1999. – 370 с.
 14. **Кашеваров Н.И.** Возделывание силосных культур в Западной Сибири. – Новосибирск: РПО СО РАСХН, 1993. – 272 с.
 15. **Сорта** селекции Сибирского НИИ кормов: Проспект / Рос. акад. с.-х. наук Сиб. регион. отд-ние. СибНИИ кормов. – Новосибирск: РПО СО РАСХН, 2010. – 41 с.
 16. **Алабушев А.В., Анипенко Л.Н., Гурский Н.Г.** Сорго (селекция, семеноводство, технология, экономика). – Ростов н/Д: Книга, 2003. – 368 с.
 17. **Володин А.Б.** Сахарное сорго в решении кормовой проблемы // Селекция, семеноводство и технология возделывания кормовых культур: сб. науч. тр. – 2001. – 204 с.
 18. **Методика** полевых опытов с кормовыми культурами // Всесоюз. науч.-исслед. ин-т кормов им. В.Р. Вильямса. – М.: Печатно-множительная группа ВИК, 1971. – 157 с.
 19. **ГОСТ Р 52838–2007.** Корма. Методы определения содержания сухого вещества. Национальный стандарт РФ. Издание официальное. – М.: Стандартинформ, 2008. – 11 с.
 20. **Экспресс-метод** производственной оценки энергетической и протеиновой питательности силоса и химической консервы / Разраб. канд. с.-х. наук В.И. Сироткиным // СибНИИ кормов. – Новосибирск: Изд-во СО ВАСХНИЛ, 1989. – 51 с.
 21. **Доспехов Б.А.** Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
 22. **Сорокин О.Д.** Прикладная статистика на компьютере. – Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2004. – 160 с.

REFERENCES

1. **Kashevarov N.I., P'in V.S., Kashevarova N.N., P'in I.V.** Kukuruz v Sibiri. – Novosibirsk, 2004. – 400 s.
2. **Rozhanskii A.G., Donova L.V., Demarchuk G.A.** Vliyanie pokrovnykh kul'tur na razvitiye i urozhainost' donnika i lyutserny // Intensifikatsiya polevogo kormoproizvodstva v Sibiri: sb. nauch. tr. – Novosibirsk, 1986. – S. 40–49.
3. **Kashevarov N.I., Polishchuk A.A., Kashevarova N.N.** Produktivnost' sovmestnykh posevov kukuruzy s soei // Kukuruz i sorgo. – 2001. – № 2. – S. 9.
4. **Shestakova N.N.** Sovershenstvovanie elementov tekhnologii vozdel'vaniya sorgovykh kul'tur primenitel'no k usloviyam Srednego Urala: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. – Ekaterinburg, 2001. – 18 s.
5. **Lukashevich N.P., Skovorodko V.A., Zen'kova N.N., Shloma T.M., Pleshko L.V., Olenich N.N.** Osobennosti vozdel'vaniya mnogoukosnykh odnoletnykh tsenozov i sorgovykh kul'tur: metod. rekom. Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoi meditsiny. Kafedra kormoproizvodstva i proizvodstvennogo obucheniya. – Vitebsk, 2008. – 43 s.
6. **Shorin P.M.** Tekhnologiya vozdel'vaniya sorgo v Severnoi Osetii: rekomendatsii. – Ordzhonikidze, 1977. – 12 s.
7. **Alabushev A.V., Beskrovnyi V.I., Gai-ko N.T., Metlin V.V.** Sorgo. – M.: Agropromizdat, 1989. – 32 s.
8. **Zavarzin A.I., Tsarev A.P.** Sorgo. – Saratov, 1989. – 54 s.
9. **Kormoproizvodstvo na solontsovykh zemlyakh Zapadnoi Sibiri: rekomendatsii.** – Novosibirsk, 2010. – 48 s.
10. **Tsarev A.P., Morozov E.V.** Agrobiologicheskie osnovy vyrashchivaniya i ispol'zovaniya sorgovykh kul'tur v Povolzh'e / Saratovskii GAU. – Saratov, 2011. – 244 s.

11. **Bondarenko V.P.** Vyrashchivanie sorgo na zelenyi korm i silos na oroshaemykh zemlyakh Prisivash'ya // Seleksiya, semenovodstvo i tekhnologiya vozdeleyvaniya sorgo v osnovnykh zonakh strany: sb. nauch. tr. – Dnepropetrovsk, 1984. – S. 97–104.
12. **Malinovskii B.N.** Sorgo na Severnom Kavkaze / Otv. red. V.M. Orlov. – Rostov-na-Donu: Izd-vo Rostovskogo un-ta, 1992. – 208 s.
13. **Romanenko G.A., Tyutyunnikov A.I., Goncharov P.L.** Kormovye rasteniya Rossii. – M., 1999. – 370 s.
14. **Kashevarov N.I.** Vozdeleyvanie silosnykh kul'tur v Zapadnoi Sibiri. – Novosibirsk, 1993. – 272 s.
15. **Sorta seleksii Sibirskogo NII kormov:** prospect. – Novosibirsk, 2010. – 41 s.
16. **Alabushev A.V., Anipenko L.N., Gurskii N.G.** Sorgo (seleksiya, semenovodstvo, tekhnologiya, ekonomika). – Rostov-na-Donu, 2003. – 368 s.
17. **Volodin A.B.** Sakharnoe sorgo v reshenii kormovoi problemy // Seleksiya, semenovodstvo i tekhnologiya vozdeleyvaniya kormovykh kul'tur: sb. nauch. tr. – 2001. – 204 s.
18. **Metodika polevykh opytov s kormovymi kul'turami** // Vsesoyuz. nauch.-issled. in-t kormov im. V.R. Vil'yamsa. – Moskva, 1971. – 157 s.
19. **GOST R 52838–2007.** Korma. Metody opredeleniya soderzhaniya sukhogo veshchestva. Natsional'nyi standart RF. Izdanie ofitsial'noe. – M.: Standartinform, 2008. – 11 s.
20. **Ekspress-metod** proizvodstvennoi otsenki energeticheskoi i proteinovoi pitatel'nosti silosa i khimicheskoi konservy / Razrab. kand. s.-kh. nauk V.I. Sirotkinym // SO VASKhNIL. SibNII kormov. – Novosibirsk, 1989. – 51 s.
21. **Dospekhov B.A.** Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
22. **Sorokin O.D.** Prikladnaya statistika na komyutere. – Krasnoobsk, 2004. – 160 s.

PRODUCTIVITY OF JOINT SOWING OF MAIZE AND SORGHUM UNDER CONDITIONS OF THE WEST SIBERIAN FOREST STEPPE

**N.I. KASHEVAROV, Member of RAS, SFSCA RAS Acting Director,
A.A. POLISHCHUK, Candidate of Science in Agriculture, Laboratory Head,
V.I. PONOMAREVA, Researcher,
M.V. KHAZOV, Researcher,
A.N. LEBEDEV, Junior Researcher**

*Siberian Research Institute of Fodder Crops, SFSCA RAS
Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia
e-mail: sibkorma@ngs.ru*

Results are given from studies (2009–2011) on productivity of single-crop and joint sowing of maize and sorghum under conditions of the West Siberian forest steppe. The early-ripening maize hybrid Obskiy 140 SV, varieties of saccharine sorghum Volzhskoye 51 and grained sorghum Perspektivnoye 1 were assessed. There were revealed patterns of growth and development of plants depending on a seeding method, component ratio and harvesting time. Productivity of the sowings and protein richness of biomass were evaluated. It has been established that the joint growing of early-ripening maize hybrid Obskiy 140 SV and saccharine sorghum contributes to increasing the amount of digestible protein per fodder unit from 85 to 104 g, when they are harvested at their cob formation stage, and from 70 to 96 g at their milk stage, as compared with the single-crop sowing. The band sowing of maize hybrid Obskiy 140 SV and saccharine sorghum ensured the same productivity as the single-crop sowing of maize does, irrespective of harvesting time (403–407 centners of green mass per ha; 83.0–96.4 centners of dry mass per ha; 68.1–82.6 centners of forage units per ha, and 301–324 centners of silage per ha). As compared with the harvesting of crops at their cob formation stage, that at the milk stage contributed to increasing productivity of the single-crop and joint sowings of maize and saccharine sorghum (for dry mass: from 84.3 to 98.1, and from 83.0 to 96.4 centners per ha; for digestible protein from 579 to 613, and from 692 to 796 kg per ha; for silage: from 311 to 336, and from 301 to 324 centners per ha, respectively). The dry matter content of green mass increased from 19.9 to 23.9 percent.

Keywords: maize, saccharine sorghum, grained sorghum, hybrid, single-crop sowing, through sowing, band sowing, green mass, dry mass, yield, productivity.

Поступила в редакцию 24.10.2017

DOI: 10.26898/0370-8799-2017-6-7

УДК 633.2.031:631.5

ПРИЕМЫ УЛУЧШЕНИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ СЕНОКОСОВ В ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

К.В. ФИЛИПPOB, младший научный сотрудник,
А.М. МУСТАФИН, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник,
А.Г. ТЮРЮКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

*Сибирский научно-исследовательский институт кормов СФНЦА РАН
630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск
e-mail: sibkorma@ngs.ru*

Представлены результаты исследований (2006–2010 гг.) по формированию высокоурожайных сенокосов с посевом многолетних бобовых трав при разных способах обработки дернины деградированного сенокоса. Определены наиболее эффективные приемы, способствующие повышению урожайности, качества корма и продуктивного долголетия деградированного сенокоса. Зарегистрировано содержание многолетних бобовых растений в составе травостоя: в варианте со вспашкой дернины – 91 %, с фрезерованием – 82, дискованием – 74 %. Наибольшая урожайность получена на варианте с коренным улучшением – 17,3 т зеленой массы/га и 3,64 т сухой/га, что превышает показатели контрольного варианта в 3,6 раза. Выявлено, что при коренном улучшении деградированного сенокоса (вспашка + дискование) выход кормовых единиц достигал 1,74 т/га, переваримого протеина – 0,25 т/га, количество переваримого протеина в расчете на одну кормовую единицу – 140 г. Урожайность при проведении дискования дернины составила 1,55; 0,22 т/га и 135 г соответственно. При полосном подсеве многолетних бобовых трав отмечен вариант с шириной обработанной полосы 60 см. Сбор кормовых единиц составил 1,61 т/га, переваримого протеина – 0,18 т/га. На контрольном варианте (деградированный сенокос) сбор кормовых единиц составил 0,38 т/га, переваримого протеина – 0,025 т/га. Экономическая оценка приемов улучшения деградированного сенокоса показала, что полосной подсев многолетних бобовых трав оказался наиболее эффективным приемом улучшения в лесостепной зоне Западной Сибири. Чистый доход в зависимости от варианта полосного подсева составил 1439–1641 р./га, рентабельность – 71–87 %. При проведении коренного улучшения экономические показатели несколько ниже – 1520 р./га и 57 % соответственно.

Ключевые слова: травостой, урожайность, деградированный сенокос, ботанический состав, кормовая единица, полосной подсев, многолетние бобовые травы.

В настоящее время восстановление продуктивности сенокосов, содержащих изреженные низкоурожайные травостои, – одна из первоочередных задач в луговодстве. Из-за отсутствия на угодьях надлежащего ухода естественные луга и старовозрастные посеы трав засоряются растениями, плохо поедаемыми животными. В связи с этим наблюдается выпадение ценных растений, замена их сорняками и снижение продуктивного долголетия травостоя [1, 2].

Рациональное использование естественных кормовых угодий, занимающих в Новосибирской области более 3 млн га и способных обеспечить получение до 4 млн т сена, требует особого внимания. Наиболее перспективное направление быстрого решения данной проблемы в луговодстве – разработка энергосберегающих технологий улучшения деградированных кормовых угодий. Восстановление таких угодий возможно приемами поверхностного улучшения, при

этом сбор кормов увеличивается в 2–3 раза, при коренной реконструкции – в 4–5 раз. Однако эти способы требуют высоких финансовых затрат.

Формирование высоких урожаев на таких угодьях полосным подсевом многолетних бобовых трав улучшает ботанический состав фитоценозов, обогащает растения азотом, синтезированным из воздуха клубеньковыми бактериями, что способствует снижению затрат на внесение удобрений в 1,3–1,5 раза [3–8].

Цель исследования – определить наиболее эффективные приемы, способствующие повышению урожайности, качества корма и продуктивного долголетия деградированного разнотравно-злакового сенокоса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2006–2010 гг. на стационаре Сибирского научно-исследовательского института кормов, расположенного в северной лесостепи Западной Сибири (Новосибирская область, Черепановский район, пос. Посевная).

Климат резко континентальный, характерной особенностью его являются поздние весенние и ранние осенние заморозки, резкие колебания температуры воздуха в течение года и даже суток. Годовое количество осадков 350–400 мм, гидротермический коэффициент 1,0–1,2. Безморозный период 120–125 дней. Сумма активных температур за период вегетации травостоя около 1850°.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый. Содержание гумуса 2,1–4,1 %, общего азота 0,10–0,19 %, аммиачного азота 5,0–8,0 мг/кг почвы, подвижного фосфора 181–250, калия обменного 87–235 мг/кг почвы, реакция почвенного раствора близка к нейтральной.

Закладку полевых опытов, наблюдения и учеты, отборы растительных образцов на агрохимический анализ, учет урожайности, экономическую оценку проводили на основе общепринятых методик [9–11].

Полевые опыты заложены в два яруса в четырехкратной повторности, расположение вариантов систематическое. Учетная площадь делянок 40 м². Выполнено две закладки полевых опытов.

Обработка дернины разнотравно-злакового сенокоса проведена фрезой ФБН-1,5 на глубину 8–10 см как с полным набором, так и с частично снятыми ножами согласно схеме опыта.

Дискование дернины луга выполнено в два следа дисковой бороной БДТ-3 на глубину 8–10 см с последующим боронованием, в варианте с коренным улучшением – дискование + вспашка с боронованием. Посев люцерны пестрогибридной сорта Сибирская 8 и клевера лугового сорта СибНИИК 10 проведен в соотношении 1:1 во II декаде мая сеялкой СР-1 на глубину 1,5–2,0 см, с междурядьями шириной 15 см и расстоянием от края обработанной полосы 7,5 см. В обработанных полосах шириной 45 см сделали три прохода сеялки, с шириной полос 60 см – четыре. До и после посева проведено прикатывание почвы. Норма высева травосмеси в вариантах с фрезерованием, дискованием и вспашкой 15 кг всхожих семян/га, при полосном подсеве – 6,3; 7,5; 9 и 9,9 кг/га в зависимости от варианта, т.е. меньше соответственно на 58, 50, 40 и 39 %, чем при сплошном посеве. В качестве контрольного варианта использовался деградированный разнотравно-злаковый сенокос.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ботанический состав травостоя является одним из основных и наиболее динамичных показателей биологической ценности кормов [12–15]. Анализ травостоя свидетельствует о значительном улучшении его флористического состава. В среднем по двум закладкам опытов наибольшее содержание бобовых растений было в варианте со вспашкой дернины 91 %, с фрезерованием – 82 и в варианте с дискованием – 74 %. Полосная обработка дернины при разных параметрах ширины обработанных полос и межполосных пространств с подсевом

многолетних бобовых трав в среднем за 5 лет способствовала сохранению растений в пределах 67–73 %. Количество злаковых составило 15–30 %, разнотравья – 2–7 %. В последующие 6–8 лет произрастания травостоя наблюдается снижение многолетних бобовых трав и увеличение злаковых. В период исследований на контроле (деградированный разнотравно-злаковый сенокос) ботанический состав практически не изменялся (см. рисунок).

Установлено, что формирование наибольшей урожайности происходило при коренной обработке дернины луга (вспашка + дискование). В среднем за 5 лет она составила 17,3 т зеленой массы/га и 3,64 т сухой/га, что превысило показатели контрольного варианта в 3,6 раза.

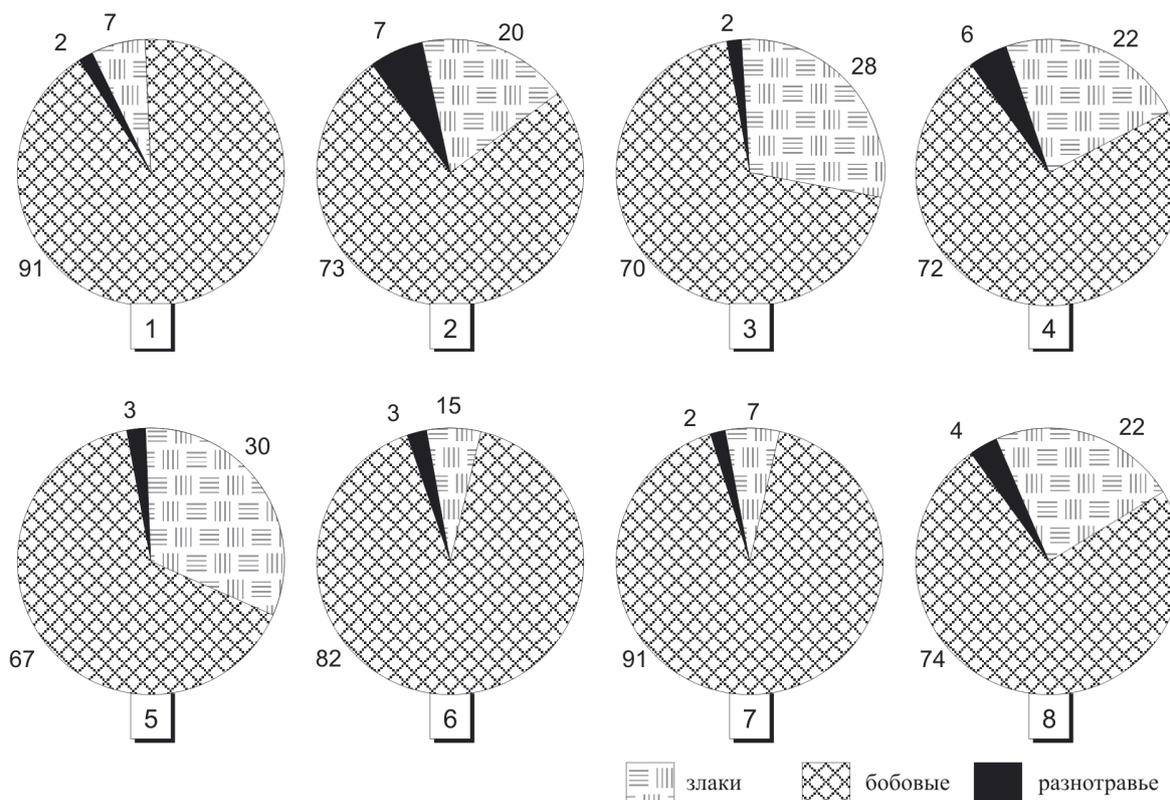
Среди вариантов с полосным подсевом многолетних бобовых трав наибольшую урожайность сформировал вариант с шириной обработанной полосы 60 см и межполосным пространством 30 см, на котором формирование зеленой массы достигало 13,8 т/га, сухой – 3,23 т/га, что выше контроля в 3,2 раза.

Наименьшая урожайность среди вариантов с обработками получена на варианте с шириной обработанной полосы 45 см, необработанной – 60 см. Урожайность зеленой массы 10,6 т/га, сухой – 2,88 т/га (см. таблицу).

Выявлено, что при коренном улучшении луга (вспашка + дискование) выход кормовых единиц составил 1,74 т/га, обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином 140 г. Несколько ниже эти показатели при дисковании дернины в 2 следа + подсев многолетних бобовых трав – 1,55 т/га и 135 г соответственно.

По продуктивности при полосном подсеве многолетних бобовых трав выделен вариант с шириной обработанной полосы 60 см и межполосным пространством 30 см. Сбор кормовых единиц с 1 га составил 1,61 т, обеспеченность 1 к. ед. переваримым протеином 130 г. В других вариантах эти показатели ниже, на контроле они составили 0,38 т/га и 65 г соответственно.

При улучшении деградированных сенокосов в лесостепной зоне Западной Сибири



Влияние приемов улучшения на ботанический состав деградированного разнотравно-злакового сенокоса (среднее за 2006–2010 гг.), %: 1–8 – номера вариантов, см. таблицу.

**Влияние приёмов обработки дернины деградированного сенокоса
на продуктивность травостоя и экономические показатели (среднее за 2006–2010 гг.)**

| Вариант | Урожайность массы, т/га | | Выход кормовых единиц, т/га | Переваримого протеина, г/к. ед. | Загр-ты, руб./га | Чистый доход, руб./га | Рентабельность, % |
|---|-------------------------|-------|-----------------------------|---------------------------------|------------------|-----------------------|-------------------|
| | зеленой | сухой | | | | | |
| 1. Контроль (деградированный сенокос) | 3,1 | 1,00 | 0,38 | 65 | 739 | 411 | 55 |
| <i>Поверхностное улучшение с полосным подсевом многолетних трав</i> | | | | | | | |
| 2. Ширина обработанной полосы 45 см, необработанной – 30 см | 11,9 | 3,04 | 1,59 | 113 | 1977 | 1519 | 77 |
| 3. Ширина обработанной полосы 45 см, необработанной – 60 см | 10,6 | 2,88 | 1,36 | 115 | 1873 | 1439 | 77 |
| 4. Ширина обработанной полосы 60 см, необработанной – 30 см | 13,8 | 3,23 | 1,61 | 130 | 2174 | 1540 | 71 |
| 5. Ширина обработанной полосы 60 см, необработанной – 60 см | 10,9 | 3,06 | 1,31 | 105 | 1878 | 1641 | 87 |
| <i>Поверхностное улучшение с рядовым посевом многолетних трав</i> | | | | | | | |
| 6. Фрезерование + посев | 15,4 | 3,22 | 1,70 | 139 | 2577 | 1356 | 53 |
| 7. Дискование в 2 следа + посев | 15,3 | 3,20 | 1,55 | 135 | 2452 | 1228 | 50 |
| <i>Коренное улучшение</i> | | | | | | | |
| 8. Вспашка + дискование + посев многолетних трав | 17,3 | 3,64 | 1,74 | 140 | 2667 | 1520 | 57 |
| НСР ₀₅ | 2,1 | 0,5 | | | | | |

лучшие результаты по урожайности сухой массы, выходу кормовых единиц, содержанию переваримого протеина в 1 к.ед. получены при коренном улучшении, показатели которого были выше, чем на контроле соответственно в 3,6; 4,6 и 2,2 раза.

Экономическая оценка приемов улучшения деградированного сенокоса показала, что полосная обработка дернины с подсевом многолетних бобовых трав является наиболее эффективным приемом его улучшения в лесостепной зоне Западной Сибири [16]. Чистый доход в зависимости от варианта полосного подсева составил 1439–1641 р./га, рентабельность – 71–87 %. При проведении коренного улучшения экономические показатели несколько ниже – 1520 р./га и 57 % соответственно.

ВЫВОДЫ

1. При улучшении деградированного сенокоса полосной обработкой и подсевом многолетних бобовых трав на 5-й год жизни

ни в фитоценозе количество бобовых трав сохраняется на уровне 67–73 %, злаковых – 15–30, разнотравья – 2–7 %. В результате сенокос из деградированного разнотравно-злакового преобразуется в высокопродуктивный бобово-злаковый.

2. В условиях лесостепи Западной Сибири из изучаемых приемов обработки дернины деградированного сенокоса наибольшая урожайность 17,3 зеленой массы т/га и 3,64 сухой массы т/га формируется при коренном улучшении. Обеспеченность переваримым протеином 1 к. ед. 140 г.

3. При экономической оценке приемов улучшения деградированного сенокоса лучшим вариантом является полосная обработка дернины с подсевом многолетних бобовых трав, при этом чистый доход достигает 1641 р./га, рентабельность – 87 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ласточкин И.П. Улучшение естественных сенокосов и пастбищ. – Л.: Ленинградский вет. ин-т, 1983. – 55 с.

2. **Многовариантные** ресурс- и энергосберегающие технологии коренного улучшения основных типов природных кормовых угодий по зонам страны (рекомендации) / А.А. Кутузова, А.А. Зотов, Д.М. Тебердиев, А.Г. Тюрюков и др. – М.: ФГУ РЦСК, 2008. – 50 с.
3. **Крылова Н.П.** Применение минимальной обработки дернины при создании и улучшении сенокосов и пастбищ. – М.: Агропромформ, 1990. – 58 с.
4. **Марченко О.С., Иванов В.Я., Фанфарони Ю.В., Иус Л.Н.** Полосный подсев трав в дернину // Кормопроизводство. – 1987. – № 12. – С. 26–27.
5. **Мустафин А.М., Тюрюков А.Г.** Влияние способов и норм высева люцерны при полосной обработке дернины на урожайность разнотравно-злакового луга // Вестн. Рос. акад. с.-х. наук. – 2009. – № 4. – С. 59–62.
6. **Мустафин А.М., Тюрюков А.Г.** Эффективность различных приемов улучшения пойменных лугов в Западной Сибири // Вестн. Рос. акад. с.-х. наук. – 2004. – № 6. – С. 56–59.
7. **Тюрюков А.Г.** Приемы улучшения пойменных лугов центральной части Оби // Кормопроизводство. – 2004. – № 10. – С. 10–11.
8. **Мустафин А.М., Тюрюков А.Г.** Полосной подсев бобовых трав – способ улучшения деградированных сенокосов Западной Сибири // Кормопроизводство. – 2007. – № 3. – С. 26.
9. **Методика** опытов на сенокосах и пастбищах. – М.: ВНИИ кормов, 1971. – Ч. 1. – 174 с.
10. **Методические** указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М., 1987. – 196 с.
11. **Доспехов Б.А.** Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 416 с.
12. **Мустафин А.М., Тюрюков А.Г.** Сравнительная оценка многолетних бобовых трав при полосном подсева в деградированный луг Западной Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2010. – № 6. – С. 32–37.
13. **Мустафин А.М., Тюрюков А.Г.** Влияние полосного подсева эспарцета песчаного на урожайность деградированного сенокоса // Кормопроизводство. – 2010. – № 11. – С. 3–5.
14. **Мустафин А.М., Тюрюков А.Г.** Влияние способов полосного подсева люцерны на улучшение деградированного луга // Кормопроизводство. – 2011. – № 12. – С. 14–16.
15. **Ускоренное** освоение залежных земель под сенокосы и пастбища в Сибири (науч.-техн. пособие) / Н.И. Кашеваров, А.М. Мустафин, А.Г. Тюрюков, К.В. Филиппов и др. – Новосибирск, 2015. – 58 с.
16. **Малозатратные** технологии реконструкции деградированных естественных кормовых угодий Западной Сибири (метод. реком.) / А.М. Мустафин, А.Г. Тюрюков, К.В. Филиппов, В.В. Данилова и др. / Россельхозакадемия. ГНУ СибНИИ кормов; ГНУ СибИМЭ. – Новосибирск, 2010. – 34 с.

REFERENCES

1. **Lastochkin I.P.** Uluchshenie estestvennykh senokosov i pastbishch. – L.: Leningradskii vet. in-t, 1983. – 55 s.
2. **Mnogovariantnye** resurso- i energosberegayushchie tekhnologii korenogo uluchsheniya osnovnykh tipov prirodnykh kormovykh ugodii po zonam strany (rekomentatsii) / A.A. Kutuzova, A.A. Zotov, D.M. Teberdiev, A.G. Tyuryukov i dr. – M.: FGU RTsSK, 2008. – 50 s.
3. **Krylova N.P.** Primenenie minimal'noi obrabotki derniny pri sozdanii i uluchshenii senokosov i pastbishch. – M.: Agroprominform, 1990. – 58 s.
4. **Marchenko O.S., Ivanov V.Ya., Fanfaroni Yu.V., Ius L.N.** Polosnyi podsev trav v derninu // Kormoproizvodstvo. – 1987. – № 12. – S. 26–27.
5. **Mustafin A.M., Tyuryukov A.G.** Vliyanie sposobov i norm vyseva lyutserny pri polosnoi obrabotke derniny na urozhainost' raznotravno-zlakovogo luga // Vestn. Ros. akad. s.-kh. nauk. – 2009. – № 4. – S. 59–62.
6. **Mustafin A.M., Tyuryukov A.G.** Effektivnost' razlichnykh priemov uluchsheniya poimennykh lugov v Zapadnoi Sibiri // Vestn. Ros. akad. s.-kh. nauk. – 2004. – № 6. – S. 56–59.
7. **Tyuryukov A.G.** Priemy uluchsheniya poimennykh lugov tsentral'noi chasti Obi // Kormoproizvodstvo. – 2004. – № 10. – S. 10–11.
8. **Mustafin A.M., Tyuryukov A.G.** Polosnoi podsev bobovykh trav – sposob uluchsheniya degradirovannykh senokosov Zapadnoi Sibiri // Kormoproizvodstvo. – 2007. – № 3. – S. 26.

9. **Metodika** opytov na senokosakh i pastbishchakh.–M.: VNII kormov, 1971. – Ch. 1. – 174 s.
10. **Metodicheskie** ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami. – M., 1987. – 196 s.
11. **Dospekhov B.A.** Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 416 s.
12. **Mustafin A.M., Tyuryukov A.G.** Sravnitel'naya otsenka mnogoletnikh bobovykh trav pri polosnom podseve v degradirovannyi lug Zapadnoi Sibiri // Sib. vestn. s.–kh. nauki. – 2010. – № 6. – S. 32–37.
13. **Mustafin A.M., Tyuryukov A.G.** Vliyanie polosnogo podseva espartseta peschanogo na urozhai-nost' degradirovannogo senokosa // Kormoproizvodstvo. – 2010. – № 11. – S. 3–5.
14. **Mustafin A.M., Tyuryukov A.G.** Vliyanie sposobov polosnogo podseva lyutserny na uluchshenie degradirovannogo luga // Kormoproizvodstvo. – 2011. – № 12. – S. 14–16.
15. **Uskorennoe** osvoenie zaleznykh zemel' pod senokosy i pastbishcha v Sibiri (nauch.-tekhn. posobie) / N.I. Kashevarov, A.M. Mustafin, A.G. Tyuryukov, K.V. Filippov i dr. – Novosibirsk, 2015. – 58 s.
16. **Malozatratnye** tekhnologii rekonstruktsii degradirovannykh estestvennykh kormovykh ugodii Zapadnoi Sibiri (metod. rekom.) / A.M. Mustafin, A.G. Tyuryukov, K.V. Filippov, V.V. Danilova i dr. / Rossel'khozakademiya. GNU SibNII kormov; GNU SibIME. – Novosibirsk, 2010. – 34 s.

TECHNIQUES FOR IMPROVING DEGRADED HAYLANDS IN THE WEST SIBERIAN FOREST STEPPE

**K.V. FILIPPOV, Junior Researcher,
A.M. MUSTAFIN, Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher,
A.G. TYURYUKOV, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher**

*Siberian Research Institute of Fodder Crops, SFSCA RAS
Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia
e-mail: sibkorma@ngs.ru*

Results are given from studies (2006–2010) on forming high-yielding perennial legume grasslands using different techniques for degraded sod tillage. The most effective techniques have been established that contribute to increasing yields, fodder quality and productive life of haylands. The content of perennial leguminous grasses in the herbage composition at different techniques was recorded as follows: 91% at sod plowing, 82 at rotary tillage, and 74% at disking. The maximum yields of green and dry mass of 17.3 and 3.64 tons per ha have been obtained in the variant of amelioration (plowing + disking), which is 3.6 times higher than controls. It was found that amelioration of degraded haylands increased the output of fodder units up to 1.74 tons per ha, and that of digestible protein to 0.25 tons per ha. The amount of digestible protein per fodder unit made up 140 g. When disking sod, these parameters were 1.55 t/ha, 0.22 t/ha, and 135 g, respectively. At direct drilling of perennial legumes into degraded grassland, the variant with strips of 60 cm wide was remarkable. The yield of fodder units made up 1.61 t/ha, that of digestible protein 0.18 t/ha. The control variant (degraded hayland) showed the yield of fodder units of 0.38 t/ha, digestible protein of 0.025 t/ha. Economic assessment of techniques for improving degraded haylands has shown that direct drilling of perennial legumes turned out to be most effective for the West Siberian forest steppe. The net income, depending on a direct drilling variant, amounted to 1439–1641 rubles per ha, profitability 71–87%. When ameliorated, the economic indicators were slightly lower – 1520 rubles per ha and 57%, respectively.

Keywords: herbage, yield, degraded hayland, botanical composition, fodder unit, direct drilling, perennial leguminous grasses.

Поступила в редакцию 04.10.2017

DOI: 10.26898/0370-8799-2017-6-8

УДК 633.15:631.5

**ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ И ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ ЕЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

А.Т. АВЕТИСЯН¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
В.П. ДАНИЛОВ², кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,
В.Е. МУДРОВА³, заведующая лабораторией

*¹Красноярский государственный аграрный университет
660049, Россия, Красноярск, пр. Мира, 90
e-mail: andronik.avetisyan@mail.ru*

*²Сибирский научно-исследовательский институт кормов СФНЦА РАН
630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск
e-mail: vicdan@list.ru*

*³Восточно-Сибирский отдел Сибирского научно-исследовательского
института кормов СФНЦА РАН
662241, Россия, Красноярский край, Ужурский район, с. Михайловка
e-mail: vostochno-sibirskiy@ngs.ru*

Изучена продуктивность гибридов кукурузы Катерина СВ, РОСС 191 МВ, РОСС 140 СВ (российская селекция), НК Кулер, НК Гитаго, Делитоп F_1 , Фалкон F_1 (иностранная) для получения зерна и силосной массы в условиях лесостепи Красноярского края. Получены данные по длине вегетационного периода, урожайности зеленой массы и сухого вещества, химическому составу зеленой массы и экономической эффективности возделывания. Выявлена зависимость урожайности зеленой массы и сбора сухого вещества у разных по скороспелости гибридов кукурузы от сроков посева, норм высева и приемов ухода при разных сроках уборки. Возделывание гибридов кукурузы Катерина СВ, РОСС 191 МВ, НК Кулер, НК Гитаго, Фалкон F_1 и Делитоп F_1 в условиях лесостепи Восточной Сибири обеспечило высокую биологическую урожайность зеленой и сухой массы с содержанием сухого вещества не менее 20–21 %, высокую питательность зеленой массы. У изучаемых российских гибридов урожайность зеленой массы была 580–684 ц/га, иностранных – 663–930 ц/га. Рентабельность при возделывании гибридов кукурузы отечественной селекции составила 197–244 %, иностранной – 296–288 %. Для получения высоких и стабильных урожаев зеленой и сухой массы с высокими кормовыми качествами можно рекомендовать гибриды РОСС 191 МВ, НК Кулер и НК Гитаго. В условиях лесостепной зоны Красноярского края раннеспелый гибрид кукурузы Катерина СВ лучше высевать во II декаде мая, среднеспелый РОСС 140 СВ в III декаде мая или I декаде июня нормой 70 тыс. всхожих семян/га, что обеспечивает урожайность до 888 ц зеленой массы/га, или 193 ц сухой/га. Использование гербицида Голд Стар в дозе 0,2 л/га обеспечило при урожайности зеленой массы в фазе молочно-восковой и восковой спелости зерна 579–671 ц/га снижение доли сорной растительности в урожае до 2 %.

Ключевые слова: кукуруза, гибрид, зеленая масса, сухое вещество, кормовая единица, переваримый протеин, норма высева, срок посева.

Наиболее существенное значение в кормлении животных в Сибири имеет кукурузный силос, поэтому при изменении структуры силосных культур необходимо учитывать, что кукуруза – наиболее урожайная

культура [1–3]. Кукуруза с початками молочной и молочно-восковой спелости обеспечивает заготовку кормов лучшего качества. Селекционеры создали раннеспелые и холодостойкие гибриды. В условиях Сиби-

ри рекомендуется возделывать скороспелые гибриды, формирующие початки с зерном молочно-восковой спелости [4, 5].

Возможность возделывания и использования кукурузы обусловлено ее мощным биологическим потенциалом, пластичностью к погодным условиям, способностью за относительно короткий период вегетации при соблюдении технологии формировать высокие и стабильные урожаи, благополучно переносить повторные посевы [6–9].

Цель исследования – изучить в условиях лесостепи Восточной Сибири продуктивность гибридов кукурузы отечественной и иностранной селекции и разработать основные приемы их возделывания на зеленую массу и зерно.

УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 2013–2015 гг. на опытном поле Красноярского государственного аграрного университета (Сухобузимский район Красноярского края) и в 2016–2017 гг. на полевом стационаре Восточно-Сибирского отдела Сибирского научно-исследовательского института кормов (Ужурский район Красноярского края).

Агротехника возделывания в опытах общепринятая для зоны. Почва опытного участка Красноярского ГАУ – чернозем выщелоченный, среднесуглинистый, окультуренный, среднеобеспеченный подвижными формами фосфора и калия, содержание гумуса – 6,5 %. Удобрения в опыте не применяли. Опытный участок находится в зоне умеренного климата с хорошо выраженной континентальностью, которая характеризуется широкими годовыми (35 °С по среднемесячным значениям) и суточными (12–14 °С) амплитудами колебания температуры воздуха. В течение года самые низкие температуры приходятся на январь, наиболее жаркий месяц – июль. В целом метеословия вегетационного периода типичные для зоны лесостепи, ГТК в пределах 1,1–1,2.

Природная зона, в которой находится полевой стационар Восточно-Сибирского отдела СибНИИ кормов, – Красноярская лесостепь (лесостепь Причулымья). Поч-

ва – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый, содержание гумуса 7,7–7,8 %. Обеспеченность почвы легкорастворимым азотом высокая (17,6–37,2 мг/кг), подвижным фосфором по Чирикову средняя (9,7–32,4 мг/100 г), обменным калием по Чирикову высокая (29,4–112,0 мг/100 г сухой почвы). Реакция почвенного раствора близка к нейтральной (рН 6,4–6,8). Климат зоны резко континентальный со значительными колебаниями температур в течение года и коротким безморозным периодом. Среднесуточная температура июля 17 °С, максимум 41 °С, января – минус 20 °С, максимум минус 49 °С. Характерен поздний возврат весенних и раннее наступление осенних заморозков. Среднегодовое количество осадков 400 мм, за вегетационный период (май – август) – 250 мм. Гидротермический коэффициент по Селянинову за май – август составляет 1,5, что соответствует показателям избыточного увлажнения (ГТК > 1,2).

Посев на опытном участке Красноярского ГАУ проводили в I декаде июня (6–8 июня), способ посева рядовой. Норма высева семян 38–40 кг/га. После посева проводили прикатывание. Площадь делянки 40–45 м². Объекты исследований – гибриды кукурузы Катерина СВ, РОСС 191 МВ, РОСС 140 СВ (российская селекция), НК Кулер, НК Гитаго, Делитоп F_1 , Фалкон F_1 (иностранная селекция, фирма «Сингента»). Контрольный вариант – гибрид Катерина СВ как лидер в РФ по возделыванию на силос [10]. Расположение делянок рендомизированное, повторность четырехкратная. Предшественник – пар и зерновые в зернопаропропашном севообороте.

В опытах на стационаре Восточно-Сибирского отдела СибНИИ кормов изучали три срока посева раннеспелого гибрида Катерина СВ и среднеспелого РОСС 140 СВ (II, III декады мая и I декада июня), три нормы высева (50, 70 и 90 тыс. всхожих семян/га). Приемы ухода на посевах гибрида Катерина СВ: без уходов, гербицид Голд Стар (0,20 л/га), досуходовое боронование + междурядная обработка и боронование до и по всходам + две междурядные обработки. Площадь делянки 84 м².

При проведении исследований осуществляли фенологические наблюдения и биометрические измерения растений. Против однолетних сорняков в фазу 4–5-го настоящих листьев кукурузы на опытном участке Красноярского ГАУ применяли гербицид Элюмис КЭ (0,18 л/га). Уборку и учет урожая зеленой массы проводили методом сплошной уборки по вариантам опыта с последующим взвешиванием на механических весах в фазу молочно-восковой спелости зерна [11].

Математическую обработку урожайных данных проводили по Б.А. Доспехову [12]. Питательность зеленой массы растительных образцов определяли на основании данных, полученных НИИЦ Красноярского ГАУ. Использовали также справочники по оценке питательной ценности кормов разных научных учреждений и сравнивали результаты с обобщенными данными.

Экономическую эффективность рассчитывали по технологическим картам с учетом нормативных затрат на работы, выполняемые машинно-технологическими станциями и по методикам [13–15].

Метеорологические условия вегетационных периодов в годы исследований на опытном участке Красноярского ГАУ отличались от средних многолетних данных. Распределение температур и осадков по месяцам вегетационного периода было неравномерным. Засушливые условия по ГТК складывались в июне 2014 и 2015 гг., а также в июле 2013 и 2015 гг. В целом годы исследований можно охарактеризовать как достаточно увлажненные. Осадков выпадало

больше нормы в среднем на 25 мм. Сумма активных температур выше 10 °С в среднем за годы исследований составила 1794°, что на 35° больше нормы.

Вегетационный период 2016 г. в условиях стационара Восточно-Сибирского отдела СибНИИ кормов был благоприятным для возделывания кукурузы: II и III декады мая 2017 г. были теплыми и увлажненными, что способствовало появлению дружных всходов. Однако в июне дождей практически не выпадало, температура воздуха была высокой – в среднем от 24–26 до 35–37 °С, в I декаде июля часто были сильные ветра. Сильная засуха способствовала ускорению развития. В начале июля выпали обильные осадки, и растения набрали вегетативную массу, сформировав хороший урожай. Дожди шли с середины июля до октября, что существенно затруднило наблюдения за опытами и уборку.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что в лесостепи Восточной Сибири возможно получение початков гибридов кукурузы раннеспелой группы как российской, так и иностранной селекции с зерном молочно-восковой спелости и силосного сырья с содержанием 21–23 % сухого вещества.

Гибриды фирмы «Сингента» показали хорошую адаптивность и продуктивность. Растения были высотой 220–325 см, при этом урожайность зеленой и сухой массы составила соответственно 663–929 и 142–193 ц/га (табл. 1, 2).

Таблица 1

Морфологическая характеристика гибридов кукурузы российской и иностранной селекции

| Гибрид | Высота растений, см | Окраска зерна | Длина початка, см | Цвет стержня початка | Число листьев на одно растение |
|------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|--------------------------------|
| Катерина СВ (контроль) | 200–210 | Кремнистая, оранжевая | 18–19 | Белый с антоцианом | 10–12 |
| НК Кулер | 295–325 | Оранжевые | 21–23 | Коричневый | 11–13 |
| НК Гитаго | 290–315 | Желто-оранжевая | 20–22 | Светло-розовый | 11–13 |
| Делитоп F ₁ | 275–292 | Желтая | 20–22 | « | 10–12 |
| Фалкон F ₁ | 220–230 | Оранжевые | 19–20 | Светло-коричневый | 10–11 |
| РОСС 191 МВ | 220–235 | Желто-оранжевая | 18–19 | Белый с антоцианом | 9–10 |

Урожайность гибридов кукурузы в зависимости от скороспелости (2013–2015 гг.)

| Вариант | Урожайность, ц/га | | % к контролю | |
|------------------------|-------------------|----------------|---------------|----------------|
| | Зеленая масса | Сухое вещество | Зеленая масса | Сухое вещество |
| Катерина СВ (контроль) | 578,6 | 129,0 | 100 | 100 |
| НК Кулер | 929,4 | 193,3 | 161 | 150 |
| НК Гитаго | 853,4 | 177,5 | 147 | 138 |
| Делитоп F_1 | 773,4 | 160,8 | 134 | 125 |
| Фалкон F_1 | 662,9 | 142,5 | 115 | 110 |
| РОСС 191 МВ | 683,6 | 150,4 | 118 | 117 |
| НСР ₀₅ | 115,1 | 23,5 | | |

Самые высокие растения были у гибридов НК Кулер и НК Гитаго (до 315–325 см), у отечественных – 200–235 см. Наибольшая длина початков отмечена у иностранных гибридов (20–23 см), у Катерины СВ и РОСС 191 МВ – до 18–19 см. Число листьев на одно растение составляло в среднем 11–12, что подтверждает скороспелость гибридов.

По спелости иностранные гибриды можно отнести к раннеспелым (ФАО 150–199). Гибриды отечественной селекции Катерина СВ и РОСС 191 МВ ближе к ультрараннеспелой группе (ФАО 100–149) (см. табл. 2).

У изучаемых гибридов отмечена высокая урожайность зеленой массы. В среднем за 3 года они имели преимущество над контрольным вариантом, сформировав на 15–61 и 11–50 % больше урожай зеленой массы и сухого вещества. Количество сухого вещества наибольшим было у гибридов НК Кулер, НК Гитаго, Делитоп F_1 . Прибавка к контролю составила 48,5–64,3 ц/га. Наименьшая прибавка 13,5 и 21,4 ц/га отмечена у гибридов Фалкон F_1 и РОСС 191 МВ.

Математически достоверную прибавку урожайности зеленой массы за все годы исследований в сравнении с контролем обеспечивали гибриды НК Кулер и НК Гитаго. Достоверная прибавка урожая зеленой массы в 2013 г. отмечена у гибрида НК Кулер, в 2014 г. – на всех вариантах.

Химический анализ зеленой массы выявил, что почти у всех гибридов была высокая обеспеченность сухого вещества и кормовой единицы переваримым протеином. Наибольший сбор кормовых единиц с 1 га получен у НК Кулер, НК Гитаго и РОСС 191 МВ (157,2–195,2 ц/га), наименьший – у Делитоп F_1 , Фалкон F_1 и Катерина СВ (133,1–154,6 ц/га). Наибольший сбор переваримого протеина отмечен также у НК Кулер и НК Гитаго (11,2 и 10,2 ц/га), наименьший – у Делитоп F_1 , Фалкон F_1 и РОСС 191 МВ (8,5; 8,6 и 8,9 ц/га) (табл. 3).

Наибольшее содержание переваримого протеина в 1 кг сухого вещества отмечено у гибридов Фалкон F_1 , РОСС 191 МВ и Кате-

Таблица 3

Питательность и кормовая оценка гибридов кукурузы (2013–2015 гг.)

| Гибрид | Кормовые единицы, ц/га | Переваримый протеин, ц/га | Содержание на 1 кг сухого вещества | | |
|------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| | | | кормовых единиц | обменной энергии, МДж | переваримого протеина, г |
| Катерина СВ (контроль) | 133,1 | 8,1 | 0,74 | 9,8 | 48 |
| НК Кулер | 195,2 | 11,2 | 0,71 | 9,4 | 42 |
| НК Гитаго | 179,2 | 10,2 | 0,71 | 9,5 | 39 |
| Делитоп F_1 | 154,6 | 8,5 | 0,71 | 9,4 | 42 |
| Фалкон F_1 | 145,8 | 8,6 | 0,74 | 9,7 | 49 |
| РОСС 191 МВ | 157,2 | 8,9 | 0,76 | 9,8 | 48 |

рина СВ (42, 48 и 48 г). Наибольшая обеспеченность 1 к. ед. переваримым протеином была у Фалкона F_1 , РОСС 191 МВ и Катерина СВ – 75–79 г, у остальных – 70–71 г.

Гибриды НК Кулер, НК Гитаго и РОСС 191 МВ обеспечивали наибольшее количество кормопротеиновых единиц (КПЕ) – 153,3–123,0 ц/га. Наибольший сбор обменной энергии был у гибридов иностранной селекции НК Кулер и НК Гитаго – 144,1 и 133,7 ГДж/га, наименьший – у гибридов Катерина СВ и Фалкон F_1 (табл. 4).

На основании технологических карт проведен расчет и сравнение себестоимости зеленой массы и рентабельности возделывания гибридов кукурузы российской и иностранной селекции. При оценке главными факторами были урожайность зеленой массы, себестоимость, прибыль и рентабельность. Рыночную стоимость зеленой массы кукурузы оценивали по выходу кормовых единиц с 1 га и закупочной цене 1 ц силосной массы кукурузы на данный период – 350 р.

Условный чистый доход от возделывания гибридов РОСС 191 МВ, НК Кулер и НК Гитаго больше в 1,3–1,65 раза, чем от возделывания Катерина СВ. Это, по-видимому, связано с вырученными средствами от реализации продукции, которая обусловлена урожайностью зеленой массы.

Экономические расчеты выявили целесообразность и высокую эффективность

возделывания гибридов кукурузы российской и иностранной селекции НК Кулер, НК Гитаго и РОСС 191 МВ в условиях лесостепи Восточной Сибири.

Из результатов исследований, проведенных на полевом стационаре Восточно-Сибирского отдела СибНИИ кормов, следует, что урожайность зеленой массы гибридов кукурузы в 2017 г. была ниже, особенно на первом сроке сева из-за холодной весны (II декада мая). В 2016 г. при первом сроке уборки урожайность у гибридов Катерина СВ и РОСС 140 СВ составила 800–935 и 650–735 ц/га, в 2017 г. – 390–525 и 457–502 ц/га соответственно. Появление всходов затянулось, затем они пострадали от июньской засухи. В июне и августе выпало осадков в 3 раза больше многолетней нормы, что повлияло на увеличение высоты растений в среднем до 260 см, но для созревания початков не хватило тепла. Наибольший сбор сухого вещества (228,5 ц/га у гибрида РОСС 140 СВ) получен в 2016 г. при уборке в фазу восковой спелости зерна. Лучшая норма высева для обоих гибридов – 70 тыс. всхожих семян/га (табл. 5).

Облиственность растений в 2017 г. была выше у среднеспелого гибрида РОСС 140 СВ (32–35, 39–49, 43–50 % при первом, втором и третьем сроках посева соответственно). При увеличении нормы высева на втором и третьем сроках посева она повышалась на 1,5–2,5 – 3,8–5,3 %.

Таблица 4

Энергетическая оценка гибридов кукурузы российской и иностранной селекции в условиях лесостепи Красноярского края (среднее за 3 года)

| Вариант | Сухое вещество, ц/га | Обменная энергия, МДж/кг | Энерго-продуктивность, ГДж/га | КПЕ | Кормовые единицы/кг сухого вещества |
|------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------------|-------|-------------------------------------|
| Катерина СВ (контроль) | 129,0 | 9,8 | 126,4 | 107,0 | 79 |
| НК Кулер | 193,3 | 9,4 | 181,7 | 153,3 | 0,70 |
| НК Гитаго | 177,5 | 9,5 | 168,6 | 140,8 | 0,71 |
| Делитоп F_1 | 160,8 | 9,4 | 151,2 | 119,8 | 0,70 |
| Фалкон F_1 | 142,5 | 9,7 | 138,2 | 116,0 | 0,75 |
| РОСС 191 МВ | 150,4 | 9,8 | 147,4 | 123,0 | 0,79 |
| НСР ₀₅ | 23,5 | | | | |

**Урожайность гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева и норм высева
(среднее за 2016–2017 гг.), ц/га**

| Гибрид | Норма высева, тыс. всхожих семян/га | Уборка в фазу молочной спелости | | Уборка в фазу восковой спелости | |
|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|----------------|---------------------------------|----------------|
| | | зеленая масса | сухое вещество | зеленая масса | сухое вещество |
| <i>Первый срок посева</i> | | | | | |
| Катерина СВ | 50 | 640 | 106 | 693 | 163 |
| | 70 | 666 | 155 | 855 | 191 |
| | 90 | 662 | 110 | 802 | 193 |
| РОСС 140 СВ | 50 | 596 | 97 | 712 | 156 |
| | 70 | 605 | 89 | 769 | 181 |
| | 90 | 576 | 81 | 828 | 188 |
| <i>Второй срок посева</i> | | | | | |
| Катерина СВ | 50 | 714 | 115 | 750 | 180 |
| | 70 | 850 | 140 | 775 | 188 |
| | 90 | 840 | 135 | 776 | 188 |
| РОСС 140 СВ | 50 | 848 | 130 | 846 | 210 |
| | 70 | 888 | 151 | 849 | 221 |
| | 90 | 870 | 151 | 858 | 213 |
| <i>Третий срок посева</i> | | | | | |
| Катерина СВ | 50 | 611 | 104 | – | – |
| | 70 | 750 | 119 | – | – |
| | 90 | 801 | 122 | – | – |
| РОСС 140 СВ | 50 | 730 | 140 | – | – |
| | 70 | 816 | 135 | – | – |
| | 90 | 772 | 141 | – | – |
| НСР ₀₅ | | 115,3 | 15,1 | 123,7 | 17,0 |

В условиях лесостепной зоны Красноярского края раннеспелый гибрид кукурузы Катерина СВ лучше высевать во II декаде мая, среднеспелый РОСС 140 СВ – в III декаде мая или I декаде июня нормой 70 тыс. всхожих семян/га.

При изучении влияния приемов ухода на урожайность кукурузы в 2017 г. установлено, что в результате обработок при наступлении фазы восковой спелости зерна снизилась густота стояния растений. Сорная растительность в зависимости от приемов ухода составляла от 2,0 до 6,8 % от величины урожая надземной биомассы. На варианте с обработкой гербицидом посев был наиболее чистым: доля сорняков составляла 2 %. Густота стояния растений при использовании гербицида была наибольшей среди вариантов ухода – 73 тыс. шт./га (норма высева – 90 тыс. всхожих семян/га). Механические приемы

ухода снизили густоту стояния растений по отношению к контролю (80,6 тыс. шт./га) на 20,1–14,6 тыс. шт./га (табл. 6).

В среднем за 2 года исследований наибольший сбор зеленой массы в фазу молочной спелости зерна получен на варианте с использованием довсходового боронования и одной междурядной обработки – 587 ц/га, при уборке в фазу молочно-восковой спелости – на варианте с использованием гербицида (671 ц/га). Сбор сухого вещества при первом сроке уборки был выше на варианте с использованием одного боронования и одной обработки – 101,2 ц/га, при втором – также на варианте с гербицидом (178,7 ц/га). Разница по урожайности с вариантом использования одного боронования и одной обработки незначительна (2,2 ц/га) и находится в пределах ошибки опыта (табл. 7).

Таблица 6

Влияние приемов ухода и гербицида на густоту и засоренность посевов кукурузы (2017 г.)

| Вариант | Количество сорняков, шт./м ² | Зеленая масса сорняков, г/м ² | Доля сорняков, % | Высота растений, см | Густота кукурузы, тыс. шт./га |
|---|---|--|------------------|---------------------|-------------------------------|
| Контроль | 14,3 | 607 | 10,6 | 216,5 | 80,6 |
| Гербицид | 16,5 | 132 | 2,0 | 243,0 | 73,0 |
| Б ₁ М ₁ | 17,0 | 418 | 6,8 | 219,0 | 66,0 |
| Б ₁ Б ₂ М ₁ М ₂ | 16,3 | 309 | 5,0 | 233,0 | 60,5 |

Примечание. Здесь и табл. 7 Б₁ – довсходовое, Б₂ – повсходовое боронования; М₁ – первая междурядная обработка, М₂ – вторая.

Таблица 7

Урожайность кукурузы при разных способах ухода, ц/га

| Вариант | Молочная спелость зерна | | | | | | Молочно-восковая спелость зерна | | | | | |
|---|-------------------------|---------|---------|----------------|---------|---------|---------------------------------|---------|---------|----------------|---------|---------|
| | Зеленая масса | | | Сухое вещество | | | Зеленая масса | | | Сухое вещество | | |
| | 2016 г. | 2017 г. | Среднее | 2016 г. | 2017 г. | Среднее | 2016 г. | 2017 г. | Среднее | 2016 г. | 2017 г. | Среднее |
| Контроль | 550 | 424 | 487 | 88 | 55 | 88 | 610 | 571 | 590 | 139 | 129 | 134 |
| Гербицид | 670 | 487 | 579 | 110 | 66 | 88 | 690 | 652 | 671 | 192 | 166 | 179 |
| Б ₁ М ₁ | 700 | 473 | 587 | 136 | 66 | 10 | 680 | 618 | 649 | 203 | 148 | 176 |
| Б ₁ Б ₂ М ₁ М ₂ | 620 | 532 | 576 | 99 | 65 | 82 | 630 | 620 | 625 | 162 | 144 | 153 |
| НСР ₀₅ | 153 | 55 | 102 | 13,5 | 2,9 | 9,9 | 90 | 124 | 101 | 8,9 | 11,1 | 9,8 |

ВЫВОДЫ

1. Возделывание гибридов кукурузы российской селекции (Катерина СВ, РОСС 191 МВ) и иностранной (НК Кулер, НК Гитаго, Фалкон F₁ и Делитоп F₁) в условиях лесостепи Восточной Сибири обеспечило высокую биологическую урожайность зеленой и сухой массы с содержанием сухого вещества не менее 20–21 %, высокую питательность зеленой массы. У изучаемых российских гибридов урожайность зеленой массы была 580–684 ц/га, иностранных – 663–930 ц/га. Выход КПЕ 107–123 и 116–153,3 ц/га соответственно.

2. Рентабельность при возделывании гибридов кукурузы отечественной селекции составила 197–244 %, иностранной – 296–288 %.

3. Для получения высоких и стабильных урожаев зеленой и сухой массы с хорошими кормовыми качествами производству можно рекомендовать гибриды отечественной и иностранной селекции РОСС 191 МВ, НК Кулер и НК Гитаго.

4. В условиях лесостепной зоны Красноярского края раннеспелый гибрид кукурузы Катерина СВ лучше высевать во II декаде мая, среднеспелый РОСС 140 СВ – в III декаде мая или I декаде июня нормой 70 тыс. всхожих семян/га, что обеспечивает урожайность до 888 ц зеленой массы/га, или 193 ц сухой/га.

5. Использование при уходе за посевами кукурузы гербицида Голд Стар в дозе 0,2 л/га обеспечило при урожайности зеленой массы в фазе молочно-восковой и восковой спелости зерна 579–671 ц/га снижение доли сорной растительности в урожае до 2 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Кашеваров Н.И.** Проблемные вопросы сельского хозяйства и кормопроизводства. – Новосибирск, 2016. – 106 с.
2. **Бенц В.А., Кашеваров Н.И., Демарчук Г.А.** Полевое кормопроизводство в Сибири. – Новосибирск, 2001. – 240 с.

3. **Ведение** кормопроизводства в Сибири: практ. пособие СибНИИ кормов. – Новосибирск, 2013. – 80 с.
4. **Галлеев Г.С., Сотченко В.С.** Некоронованная королева // Земля сиб., дальневост. – 1987. – № 12. – С. 33–38.
5. **Агротехнологии** производства кормов в Сибири: практ. пособие СибНИИ кормов. – Новосибирск, 2013. – 248 с.
6. **Справочник** кукурузовода / сост. Н.Н. Третьяков и И.А. Шкурпела. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 160 с.
7. **Гончаров П.Л.** Кормовые культуры Сибири (Биолого-ботанические основы возделывания). – Новосибирск, 1992. – 263 с.
8. **Кашеваров Н.И.** Возделывание силосных культур в Западной Сибири. – Новосибирск, 1993. – 272 с.
9. **Кукуруза** в Сибири / Н.И. Кашеваров, В.С. Ильин, Н.Н. Кашеварова и др. – Новосибирск, 2004. – С. 257–280.
10. **Каталог** гибридов кукурузы / сост. В.С. Сотченко, А.Г. Горбачева, Е.Ф. Сотченко и др. – Пятигорск, 2013. – 31 с.
11. **Методические** указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами; изд. 2-е. – М.: ВНИИ кормов им. Вильямса, 1987. – 197 с.
12. **Доспехов Б.А.** Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 2011. – 351 с.
13. **Сборник** нормативных материалов на работы, выполняемые машинно-технологическими станциями (МТС). – М.: Росинформагротех, 2001. – 190 с.
14. **Методическое** пособие по агроэнергетической, экономической технологии и систем кормопроизводства / Б.М. Михайличенко и др. – М.: ВНИИ кормов, 1998. – 173 с.
15. **Харченко О.М.** Методическая разработка для проведения лабораторно-практических занятий по организации производства в сельскохозяйственных предприятиях на тему: «Составление технологических карт по возделыванию с.-х. культур». – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 1990. – 25 с.
2. **Bents V.A., Kashevarov N.I., Demarchuk G.A.** Polevoe kormoproizvodstvo v Sibiri. – Novosibirsk, 2001 – 240 s.
3. **Vedenie** kormoproizvodstva v Sibiri: prakt. posobie SibNII kor-mov. – Novosibirsk, 2013. – 80 s.
4. **Galleev G.S., Sotchenko V.S.** Nekoronovannaya koroleva // Zemlya sib., dal'nevost. – 1987. – № 12. – S. 33–38.
5. **Agrotekhnologii** proizvodstva kormov v Sibiri: prakt. posobie Sib-NII kormov. – Novosibirsk, 2013. – 248 s.
6. **Spravochnik** kukuruzovoda / sost. N.N. Tret'yakov i I.A. Shkorpela. – M.: Rossel'khozizdat, 1979. – 160 s.
7. **Goncharov P.L.** Kormovye kul'tury Sibiri (Biologo-botanicheskie osnovy vzdelyvaniya). – Novosibirsk, 1992. – 263 s.
8. **Kashevarov N.I.** Vozdelyvanie silosnykh kul'tur v Zapadnoi Sibiri. – Novosibirsk, 1993. – 272 s.
9. **Kukuruza** v Sibiri / N.I. Kashevarov, V.S. Il'in, N.N. Kashevarova i dr. – Novosibirsk, 2004. – S. 257–280.
10. **Katalog** gibridov kukuruzy / sost. V.S. Sotchenko, A.G. Gorbacheva, E.F. Sotchenko i dr. – Pyatigorsk, 2013. – 31 s.
11. **Metodicheskie** ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami; izd. 2-e – M.: VNII kormov im. Vil'yamsa, 1987. – 197 s.
12. **Dospekhov B.A.** Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy). – M.: Agropromizdat, 2011. – 351 s.
13. **Sbornik** normativnykh materialov na raboty, vpolnyaemye mashin-no-tekhnologicheskimi stantsiyami (MTS). – M.: Rosinformagrotekh, 2001. – 190 s.
14. **Metodicheskoe** posobie po agroenergeticheskoi, ekonomicheskoi tekhnologii i sistem kormoproizvodstva / B.M. Mikhailichenko i dr. – M.: VNII kormov, 1998. – 173 s.
15. **Kharchenko O.M.** Metodicheskaya razrabotka dlya provedeniya laborator-no-prakticheskikh zanyatii po organizatsii proizvodstva v sel'skokhozyaistvennykh predpriyatiyakh na temu: «Sostavlenie tekhnologicheskikh kart po vzdelyvaniyu s.-kh. kul'tur» – Krasnoyarsk: Izd-vo KrasGAU, 1990. – 25 s.

REFERENCES

1. **Kashevarov N.I.** Problemnye voprosy sel'skogo khozyaistva i kormo-proizvodstva. – Novosibirsk, 2016. – 106 s.

PRODUCTIVITY OF MAIZE AND BASIC CULTIVATION TECHNIQUES UNDER CONDITIONS OF THE KRASNOYARSK FOREST STEPPE

**A.T. AVETISYAN¹, Candidate of Science in Agriculture, Associate Professor,
V.P. DANILOV², Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher,
V.E. MUDROVA³, Laboratory Head**

*¹Krasnoyarsk State Agrarian University
90, Mira Ave, Krasnoyarsk, 660049, Russia
e-mail: andronik.avetisyan@mail.ru*

*²Siberian Research Institute of Fodder Crops, SFSCA RAS
Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia
e-mail: vicdan@list.ru*

*³East Siberian Department of Siberian Research Institute of Fodder Crops, SFSCA RAS
Mikhailovka, Uzhurskiy District, Krasnoyarsk Territory, 662241, Russia
e-mail: vostochno-sibiskiy@ngs.ru*

There was studied productivity of maize for grain and silage in hybrids Katerina SV, ROSS 191 MV, ROSS 140 SV bred in Russia; NK Kuler, NK Gitago, Delitop F1, Falcon F1 bred abroad, under conditions of the Krasnoyarsk forest steppe. Data on the growing period length, yields of green mass and dry matter, chemical composition of green mass and cost-efficiency of cultivation were produced. Dependencies of green mass and dry matter yields in maize hybrids varying in ripeness on sowing dates, seeding rates and cultivation techniques at different harvesting times were revealed. The cultivation of maize hybrids Katerina SV, ROSS 191 MV, NK Kuler, NK Gitago, Delitop F1 and Falcon F1 under conditions of the East Siberian forest steppe ensured high biological yields of green and dry mass containing dry matter of not less than 20–21% as well as high nutritive value of green mass. The yields of green mass of hybrids bred in Russia were 580–684 centners per ha, those of foreign hybrids 663–930 centners per ha. The profitability of home hybrids cultivation made up 197–244%, that of foreign hybrids 288–296%. To obtain high and stable yields of green and dry mass with high feeding qualities, the hybrids ROSS 191 MV, NK Kuler and NK Gitago can be recommended. Under conditions of the Krasnoyarsk forest steppe, the early-ripening hybrid Katerina SV would be better sown during the second ten-day period of May, the mid-ripening hybrid ROSS 140 SV during the third ten-day period of May, or the first ten-day period of June, at 70 ths viable seeds per ha seeding rate that provides yields of up to 888 centners per ha of green mass, or 193 centners per ha of dry mass. The application of Gold Star herbicide in a dose of 0.2 L per ha contributed to reducing weeds down to 2% of the harvest with the yields of green mass harvested at the milk-wax and wax stages up to 579–671 centners per ha.

Keywords: maize, hybrid, green mass, dry matter, fodder unit, digestible protein, seeding rate, sowing date.

Поступила в редакцию 11.10.2017

DOI: 10.26898/0370-8799-2017-6-9

УДК 631.524.84:633.88:631.82

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ЛЕВЗЕИ САФЛОРОВИДНОЙ И ЕГО КАЧЕСТВО ПРИ РАЗНЫХ СОЧЕТАНИЯХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

**Д.А. МАТОЛИНЕЦ^{1,2}, научный сотрудник, аспирант,
В.А. ВОЛОШИН^{1,2}, доктор сельскохозяйственных наук,
главный научный сотрудник, профессор кафедры**

*¹Пермский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,
614532, Россия, Пермский край, Пермский район, с. Лобаново, ул. Культуры, 12*

*²Пермская государственная сельскохозяйственная академия
614990, Россия, Пермский край, Пермь, ул. Петропавловская, 23
e-mail: pniish@rambler.ru*

Представлены результаты изучения различных сочетаний минеральных удобрений на формирование урожая левзеи сафлоровидной на травостое 1–6-го годов пользования. Варианты опыта: без удобрения (контроль); $P_{60}K_{60}$; $N_{60}K_{60}$; $N_{60}P_{60}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$. За годы исследований (2011–2016) отмечена отличная перезимовка растений. При определении фотосинтетической деятельности на травостоях 3–5-го годов пользования установлено, что растения быстро (за 10–20 дней) формируют максимальную листовую поверхность и активно наращивают зеленую массу. Максимальную площадь листьев левзея формирует на момент начала цветения – 181,0 тыс. м²/га. Все вносимые сочетания элементов питания обеспечили прибавку урожая зеленой и сухой массы в сравнении с вариантом без удобрений. Особенно это заметно в комбинациях с азотными удобрениями. В среднем за 6 лет наибольший сбор зеленой массы (45,8 т/га), сухой (7,72 т/га) получен в варианте $N_{60}P_{60}$. На неудобренном фоне урожайность зеленой и сухой массы была минимальной – 25,2 и 4,51 т/га соответственно. Левзея сафлоровидная в условиях Пермского края характеризуется высокими кормовыми достоинствами. Содержание сухого вещества и сырой клетчатки было в пределах зоотехнического оптимума для высокопродуктивных коров. Концентрация обменной энергии по всем вариантам опыта варьировала в пределах 11,39–12,27 МДж/кг, сырого протеина содержалось от 13,69 до 15,24 % в сухом веществе. Затраты энергии на возделывание левзеи сафлоровидной окупаются полученной продукцией достаточно высоко. Коэффициент энергетической эффективности по вариантам опыта – от 6,0 до 9,9. При внесении удобрений наибольший уровень рентабельности отмечен в варианте $N_{60}K_{60}$ – 323 %.

Ключевые слова: левзея сафлоровидная, минеральные удобрения, урожайность, биохимический состав, экономическая и энергетическая оценка.

Для ускоренного развития животноводства необходима организация сбалансированного кормления с учетом потребностей животных в питательных веществах, особенно в растительном белке [1]. Недостаток кормов и их низкое качество приводят к тому, что их хватает только на поддержание физиологической потребности животных. Эти факторы иногда обуславливают снижение иммунных функций организма животных и, как следствие, интенсивное развитие различных заболеваний. При всех способах

лечения применяются антибиотики, специфические активные вещества (гормоны, просталгины и др.), что не всегда безопасно как для животных, так и для человека, потребляющего животноводческую продукцию [2]. В связи с этим поиск и освоение культур, сочетающих в себе высокие кормовые и иммуномодулирующие свойства, весьма актуальны. Одна из таких культур – левзея сафлоровидная. Ранее в Пермском крае ее не возделывали и научных исследований по ней не проводили.

Левзея сафлоровидная (*Rhaponticum carthamoides*) семейства Астровые традиционно используется в сибирской медицине при стрессах, перенапряжении и слабости после болезней [3]. В последнее десятилетие наблюдается повышенный интерес к использованию данного растения в пище, фармакологической промышленности, кормопроизводстве [4–9]. Различные части левзеи могут синтезировать вещества с разнообразной фармакологической активностью – от цитологической, антиоксидантной, противопаразитной до противовоспалительной и противомикробной. Антибактериальная активность данных соединений (веществ) – возможная альтернатива антибиотикам [10].

Для успешного выращивания левзеи сафлоровидной необходимо изучение основных технологических приемов, в частности внесения минеральных удобрений.

Цель исследования – изучить кормовую продуктивность левзеи сафлоровидной при разных сочетаниях минеральных удобрений в условиях Пермского края

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучение левзеи сафлоровидной (1–6-й годы пользования) проведено на опытном поле Пермского научно-исследовательского института сельского хозяйства. Почва – типичная для Пермского края, дерново-мелкоподзолистая тяжелосуглинистая. Агрохимические показатели следующие: содержание гумуса – 2,35 %, pH_{KCl} – 4,98, содержание подвижных форм P_2O_5 и K_2O – 272,5 и 165 мг/кг почвы соответственно.

Варианты опыта: без удобрений (контроль); $P_{60}K_{60}$; $N_{60}K_{60}$; $N_{60}P_{60}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$. Расположение вариантов систематическое. Повторность четырехкратная. Срок посева весенний, способ посева рядовой беспокровный. Норма высева 6 кг/га (0,3 млн всхожих семян/га). Общая площадь делянки 48 м², учетная – 25 м².

Минеральные удобрения вносили ежегодно весной в момент начала отрастания растений согласно схеме опыта. Учет урожайности зеленой массы проводили в фазу полной бутонизации – начала цветения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Во все годы исследований (2011–2016) отмечена отличная перезимовка растений левзеи сафлоровидной по всем вариантам с внесением минеральных удобрений. Лишь в варианте без удобрений к 6-му году пользования отмечена незначительная изреженность травостоя по методике Б.А. Доспехова [11]. Левзея сафлоровидная дает самую раннюю зеленую массу в местных условиях. Уже в конце мая – начале июня растения зацветали и достигали высоты 78–112 см. При определении фотосинтетической деятельности установлено, что растения очень быстро (за 10–20 дней) формируют максимальную листовую поверхность. Площадь листьев левзеи (3–5-й годы пользования) увеличивается от начала отрастания до цветения. На 3-й год пользования за 21 день вегетации среднесуточный прирост листовой поверхности составил 1900 м²/га, общая площадь листьев достигла 41,8 тыс. м²/га. На 5-й год пользования левзея росла более интенсивно: за первые 10 дней вегетации площадь листьев достигла 80,8 тыс. м²/га. Интенсивность ее формирования составила 8080 м²/га в сутки. Ко второму определению площадь листьев увеличилась до 90,1 тыс. м²/га, интенсивность среднесуточного прироста – 9911 м²/га. Максимальной площадью листьев у левзеи была на момент начала цветения – 181,0 тыс. м²/га [12].

Изучение сроков скашивания (начало бутонизации, полная бутонизация – начало цветения, полное цветение) левзеи сафлоровидной в течение 2014–2016 гг. проводили на варианте $N_{60}P_{60}$, так как он выделился по урожайности в первые годы пользования.

В условиях Пермского края левзея сафлоровидная формирует два укоса за сезон. Лучшие сроки скашивания: первый укос в период полной бутонизации – начала цветения, второй – через 44–60 дней после первого укоса при прекращении линейного прироста.

В среднем за 6 лет все вносимые сочетания элементов питания обеспечили прибавку урожая зеленой и сухой массы в сравнении с вариантом без удобрений. Особенно это заметно в комбинациях с азотными удобрениями.

В опытах Н.С. Игитовой [13] ежегодное внесение азота в разных дозах повышало урожайность зеленой массы и абсолютно сухого вещества в 2,1–7,2 раза. В наших исследованиях наибольший сбор зеленой и сухой массы (45,8 и 7,72 т/га соответственно) за годы исследований получен в варианте $N_{60}P_{60}$. Несколько ниже он был при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$ (табл. 1). На неудобренном фоне урожайность зеленой и сухой массы оказалась минимальной – 25,2 и 4,51 т/га соответственно. Аналогичные результаты исследований получены в опытах в Горно-Алтайской СХОС [14].

В среднем за 6 лет по вариантам $P_{60}K_{60}$, $N_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}$ 60 % зеленой массы урожая было в первом укосе. В вариантах без удобрений и $N_{60}P_{60}K_{60}$ в первом укосе получено 54 % от общего урожая. При этом максимальным сбор зеленой массы (27,5 т/га) был при внесении $N_{60}P_{60}$. Несущественно ему уступали варианты $N_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ (24,6 и 24,4 т/га соответственно). Значительно ниже сбор зеленой массы получен в вариантах без удобрений (13,7 т/га) и $P_{60}K_{60}$ (16,4 т/га) (НСР₀₅ 3,86). Аналогичные результаты получены по сбору сухой массы.

Как показали результаты биохимических анализов, качество зеленой массы левзеи сафлоровидной по всем вариантам было высоким. Содержание сухого вещества (16,06–24,26 %) и сырой клетчатки (15,16–21,12 %) находилось в пределах зоотехнического оптимума для высокопродуктивных коров (табл. 2).

Концентрация обменной энергии (КОЭ) в первом укосе была в пределах 11,20–11,57 МДж/кг абс. сух. в-ва, существенной разницы по вариантам не выявлено (НСР₀₅ 0,33).

Во втором укосе КОЭ составляла 11,97–12,27 МДж/кг абс. сух. в-ва. Сырого протеина по вариантам и укосам содержалось 13,69–15,57 % на абс. сух. в-во. По мнению В.М. Гуляева [15] и А.И. Фицева [16], корм такого качества удовлетворяет потребности коров с годовым удоом 6000 кг и более.

Расчет энергетической эффективности возделывания левзеи сафлоровидной показал, что выход валовой энергии возрастает с увеличением сбора сухого вещества. Наибольший выход валовой энергии получен с внесением азотно-фосфорных удобрений – 144,52 ГДж/га. Несколько ниже он был в вариантах $N_{60}K_{60}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$ и практически в 2 раза меньше на контроле и при внесении $P_{60}K_{60}$ (табл. 3).

Затраты энергии на возделывание левзеи сафлоровидной окупаются полученной продукцией. Наиболее эффективным оказался вариант с внесением $N_{60}P_{60}$, коэффициент энергетической эффективности составил 9,87.

При расчете экономической эффективности возделывания левзеи сафлоровидной за основу взята операционно-технологическая карта по фактически сложившимся ценам на 2016 г. (табл. 4).

Таблица 1

Урожайность левзеи сафлоровидной при разных сочетаниях минеральных удобрений (2011–2016 гг.)

| Вариант | Урожайность, т/га | | | | Сумма за два укоса, т/га | |
|--------------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------------|-------------|
| | зеленой массы | | сухой массы | | зеленой массы | сухой массы |
| | Первый укос | Второй укос | Первый укос | Второй укос | Первый укос | Второй укос |
| Без удобрения (контроль) | 13,7 | 11,5 | 2,52 | 1,99 | 25,2 | 4,51 |
| $P_{60}K_{60}$ | 16,4 | 10,9 | 2,87 | 1,89 | 27,3 | 4,76 |
| $N_{60}K_{60}$ | 24,6 | 16,2 | 4,13 | 2,67 | 40,8 | 6,80 |
| $N_{60}P_{60}$ | 27,5 | 18,3 | 4,49 | 2,93 | 45,8 | 7,72 |
| $N_{60}P_{60}K_{60}$ | 24,4 | 17,5 | 4,13 | 3,10 | 45,6 | 7,23 |
| Средняя | 22,06 | 14,88 | 3,63 | 2,52 | 36,9 | 6,20 |
| НСР ₀₅ | 3,86 | 1,56 | 0,74 | 0,36 | 4,87 | 0,77 |

Таблица 2

**Биохимический состав зеленой массы лезвев сафлоровидной
при разных сочетаниях минеральных удобрений (2011–2016 гг.)**

| Вариант | Укос | Содержание абс. сух. в-ва, % | Содержание в 1 кг абс. сух. в-ва | | | |
|---|--------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------|---------|--------------------|
| | | | сырой клетчатки, % | сырого протеина, % | ОЭ, МДж | кормовых единиц |
| Без удобрений (контроль) | Первый | 20,39 | 19,15 | 13,69 | 11,53 | 1,08 |
| | Второй | 23,70 | 15,77 | 14,59 | 12,16 | 1,20 |
| P ₆₀ K ₆₀ | Первый | 16,06 | 20,06 | 13,95 | 11,39 | 1,05 |
| | Второй | 24,26 | 15,70 | 15,24 | 11,99 | 1,17 |
| N ₆₀ K ₆₀ | Первый | 17,88 | 21,12 | 14,85 | 11,20 | 1,02 |
| | Второй | 22,47 | 17,84 | 15,57 | 11,79 | 1,13 |
| N ₆₀ P ₆₀ | Первый | 20,84 | 19,48 | 14,67 | 11,49 | 1,07 |
| | Второй | 23,02 | 15,16 | 15,35 | 12,27 | 1,23 |
| N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ | Первый | 19,78 | 19,06 | 15,24 | 11,57 | 1,03 |
| | Второй | 22,71 | 16,99 | 14,74 | 11,94 | 1,16 |
| HCP ₀₅ | | 1,45 | 1,82 | Fф<Fт | 0,33 | 0,04 |

Таблица 3

Энергетическая оценка зеленой массы лезвев сафлоровидной (2010–2016 гг.)

| Вариант | Сбор сухой массы, т/га | Концентрация ва- ловой энергии, МДж/кг | Выход валово- вой энергии, ГДж/га | Затраты энергии на выращивание и уборку, ГДж/га | Коэффициент энергетической эффективности |
|---|---------------------------|--|---|---|--|
| Без удобрений | 4,51 | 18,35 | 82,76 | 8,48 | 9,76 |
| P ₆₀ K ₆₀ | 4,76 | 18,34 | 87,30 | 14,51 | 6,02 |
| N ₆₀ K ₆₀ | 6,80 | 18,48 | 125,66 | 14,33 | 8,78 |
| N ₆₀ P ₆₀ | 7,72 | 18,72 | 144,52 | 14,63 | 9,87 |
| N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ | 7,23 | 18,19 | 131,51 | 15,16 | 8,67 |

Таблица 4

**Экономическая оценка возделывания лезвев сафлоровидной
на зеленую массу (2010–2016 гг.)**

| Вариант | Урожайность зеленой массы, ц/га | Сбор к. ед./га | Затраты, р./га | Себестои- мость, р./к. ед. | Выручка, р./га | Условно чистый до- ход, р./га | Рентабель- ность, % |
|---|---------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------------------------|------------------------|
| Без удобрений | 252 | 5141,4 | 15316,4 | 2,97 | 61696,8 | 46380,4 | 302 |
| P ₆₀ K ₆₀ | 273 | 5283,6 | 27993,7 | 5,29 | 63403,2 | 35409,5 | 126 |
| N ₆₀ K ₆₀ | 408 | 7344,0 | 20806,3 | 2,83 | 88128,0 | 67321,7 | 323 |
| N ₆₀ P ₆₀ | 458 | 8878,0 | 28198,7 | 3,17 | 106536,0 | 78337,3 | 277 |
| N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ | 456 | 7953,0 | 30825,1 | 3,80 | 95436,0 | 64610,9 | 209 |

Производственные затраты возрастали в вариантах с внесением удобрений по сравнению с контролем, а также с повышением урожайности и, как следствие, увеличением затрат на уборку и транспортировку зеленой массы. Себестоимость 1 к. ед. лезвев сафлоровидной при внесении минеральных

удобрений составила от 2,83 р. (N₆₀K₆₀) до 5,29 р. (P₆₀K₆₀). Наименьшая себестоимость была в варианте N₆₀K₆₀ – 2,83 р., что ниже стоимости кормовой единицы зерна. Наибольший уровень рентабельности получен на варианте с внесением N₆₀K₆₀ – 323 %.

ВЫВОДЫ

1. Природные условия Пермского края позволяют успешно возделывать левзею сафлоровидную. В годы исследований отмечена отличная перезимовка растений. При определении фотосинтетической деятельности на травостоях 3–5-го годов пользования установлено, что растения очень быстро (за 10–20 дней) формируют максимальную листовую поверхность, активно наращивают зеленую массу. Максимальной площади листьев она достигает на момент начала цветения – 181,0 тыс. м²/га, к этой же фазе формировалась максимальная урожайность.

2. Важным элементом питания для формирования высокого урожая зеленой массы левзеи является азот. Урожайность зеленой и сухой массы в комбинациях с его участием получена выше, чем без него.

3. Зеленая масса левзеи сафлоровидной характеризуется высокими кормовыми достоинствами. Содержание сухого вещества и сырой клетчатки было в пределах зоотехнического оптимума для высокопродуктивных коров. Концентрация обменной энергии по всем вариантам и укосам опыта находилась в пределах 11,39–12,27 МДж/кг, сырого протеина содержалось от 13,69 до 15,24 % в сухом веществе.

4. Возделывание левзеи сафлоровидной в Предуралье на кормовые цели выгодно: коэффициент энергетической эффективности 6,02–9,87, себестоимость кормовой единицы при внесении минеральных удобрений 2,83–5,29 р. Рентабельность составила 126–323 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Косолапов В.М., Трофимов И.А., Тагиров М.Ш.** Кормопроизводство для развития животноводства, растениеводства и земледелия // Инновационные разработки ученых – АПК России: материалы всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Казань: Фолиант, 2013. – С. 16–19.
2. **Бакланов Ю.** Чем заменить антибиотики // Сел. жизнь. – 2014. – № 18. – С. 4.
3. **Костина А.А., Курегян А.Г.** Определение фармацевтической доступности мази с экстрактом левзеи сафлоровидной (*Rhaponticum carthamoides*) // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 4. – С. 551.
4. **Кондратьев Е.К., Ротару В.С.** Новые интенсивные кормовые культуры и их значение для животноводства. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1979. – С. 41–42.
5. **Некратова А.Н., Некратова Н.А.** Возделывание маральего корня (*Rhaponticum carthamoides*) как кормового растения в условиях Томской области // Вестн. Красноярского ГАУ. – 2014. – № 7. – С. 57–60.
6. **Некратова А.Н., Некратова Н.А.** Выращивание маральего корня как ценного лекарственного растения в условиях Томской области // Особо охраняемые природные территории: материалы заоч. междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж, 2014. – С. 179–181.
7. **Сапрыкин В.С.** Маралий корень – перспективное лекарственное растение для использования в кормопроизводстве // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2010. – № 6. – С. 104–106.
8. **Skala E., Rijo P., Garciaet C. et al.** The Essential Oils of *Rhaponticum carthamoides* Hairy Roots and Roots of Soil-Grown Plants // Chemical Composition and Antimicrobial, Anti-Inflammatory, and Antioxidant Activities Oxidative Medicine and Cellular Longevity – 2016. – Vol. 2016. – Article ID 8505384. – 10 p.
9. **Skala E., Sitarek P., Różalski M. et al.** Antioxidant and DNA repair stimulating effect of extracts from transformed and normal roots of *Rhaponticum carthamoides* against induced oxidative stress and DNA damage in CHO cells // Oxidative Medicine and Cellular Longevity. – 2016. – Vol. 2016. – Article ID 5753139. – 11 p.
10. **Calo J.R., Crandall P.G., O'Bryan C.A., Ricke S.C.** Essential oils as antimicrobials in food systems // Food Control. – 2015. – Vol. 54. – P. 111–119.
11. **Доспехов Б.А.** Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1969. – 336 с.
12. **Матолинец Д.А., Волошин В.А.** Фотосинтетическая деятельность левзеи сафлоровидной в разные годы пользования // Аграр. вестн. Урала. – 2016. – № 3. – С. 12–15.

13. **Игитова Н.С.** Влияние азотных удобрений и частоты скашивания на урожайность рапонтика сафлоровидного // Эффективность использования органических и минеральных удобрений в условиях Урала: межвуз. сб. науч. тр. – Пермь, 1989. – С. 54–58.
14. **Постников Б.А.** Маралий корень и основы введения его в культуру. – Новосибирск, 1995. – 276 с.
15. **Гуляев В.М., Пискунова Л.В., Чепрас Г.Г., Зиновьев К.А.** Методические материалы по организации производства кормов на основе оценки их энергетической и протеиновой питательности. – Пермь, 1991. – 68 с.
16. **Фицев А.И.** Способы заготовки и использования энергонасыщенных высокопротеиновых кормов // Зоотехния. – 2004. – № 1. – С. 11–14.
7. **Saprykin V.S.** Maralii koren' – perspektivnoe lekarstvennoe rastenie dlya ispol'zovaniya v kormoproizvodstve // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2010. – N 6. – S. 104–106.
8. **Skala E., Rijo P., Garciaet C. et al.** The Essential Oils of Rhaponticum carthamoides Hairy Roots and Roots of Soil-Grown Plants // Chemical Composition and Antimicrobial, Anti-Inflammatory, and Antioxidant Activities Oxidative Medicine and Cellular Longevity – 2016. – Vol. 2016. – Article ID 8505384. – 10 p.
9. **Skala E., Sitarek P., Rózálski M. et al.** Antioxidant and DNA repair stimulating effect of extracts from transformed and normal roots of Rhaponticum carthamoides against induced oxidative stress and DNA damage in CHO cells // Oxidative Medicine and Cellular Longevity. – 2016. – Vol. 2016, Article ID 5753139. – 11 p.
10. **Calo J.R., Crandall P.G., O'Bryan C.A., Ricke S.C.** Essential oils as antimicrobials in food systems // Food Control. – 2015. – Vol. 54. – P. 111–119.
11. **Dospekhov B.A.** Metodika polevogo opyta. – M.: Kolos, 1969. – 336 с.
12. **Matolinets D.A., Voloshin V.A.** Fotosinteticheskaya deyatelnost' levzei saflorovidnoi v raznye gody pol'zovaniya // Agrar. vestn. Urala. – 2016. – N 3. – S. 12–15.
13. **Igitova N.S.** Vliyanie azotnykh udobrenii i chastoty skashivaniya na urozhainost' rapontika saflorovidnogo // Effektivnost' ispol'zovaniya organicheskikh i mineral'nykh udobrenii v usloviyakh Urala: mezhvuz. sb. nauch. tr. – Perm', 1989. – S. 54–58.
14. **Postnikov B.A.** Maralii koren' i osnovy vvedeniya ego v kul'turu. – Novosibirsk, 1995. – 276 s.
15. **Gulyaev V.M., Piskunova L.V., Chepras G.G., Zinov'ev K.A.** Metodicheskie materialy po organizatsii proizvodstva kormov na osnove otsenki ikh energeticheskoi i proteinovoi pitatel'nosti. – Perm', 1991. – 68 s.
16. **Fitsev A.I.** Sposoby zagotovki i ispol'zovaniya energonasyschennykh vysokoproteinovykh kormov // Zootekhniya. – 2004. – N 1. – S. 11–14.

REFERENCES

1. **Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Tagirov M.Sh.** Kormoproizvodstvo dlya razvitiya zhivotnovodstva, rastenievodstva i zemledeliya // Innovatsionnye razrabotki uchenykh – APK Rossii: materialy vseros. nauch.-prakt. konf. molodykh uchenykh. – Kazan': Foliant, 2013. – S. 16–19.
2. **Baklanov Yu.** Chem zamenit' antibiotiki // Sel. zhizn'. – 2014. – N 18. – S. 4.
3. **Kostina A.A., Kuregyan A.G.** Opredelenie farmatsefticheskoi dospupnosti mazi s ekstraktom levzei saflorovidnoi (Rhaponticum carthamoides) // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2015. – N 4. – 551 s.
4. **Kondrat'ev E.K., Rotaru V.S.** Novye intensivnye kormovye kul'tury i ikh znachenie dlya zhivotnovodstva. – M.: VNIITEISKh, 1979. – S. 41–42.
5. **Nekratova A.N., Nekratova N.A.** Vozdelyvanie maral'ego kornya (Rhaponticum carthamoides) kak kormovogo rasteniya v usloviyakh Tomskoi oblasti // Vestn. Krasnoyarskogo GAU. – 2014. – N 7. – S. 57–60.
6. **Nekratova A.N., Nekratova N.A.** Vyrashchivanie maral'ego kornya kak tsennogo lekarstvennogo rasteniya v usloviyakh Tomskoi oblasti // Osobo okhranyaemye prirodnye territorii: materialy zaoch. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Voronezh, 2014. – S. 179–181.

**YIELD FORMATION IN *RHAPONTICUM CARTHAMOIDES*
AND FODDER QUALITY AS INFLUENCED BY MINERAL FERTILIZERS****D.A. MATOLINETS^{1,2}, Researcher, Postgraduate Student,
V.A. VOLOSHIN^{1,2}, Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher, Professor**¹*Perm Research Institute of Agriculture,
12, Kultury St, Lobanovo, Perm District, Perm Territory, 614532, Russia*²*Perm State Agricultural Academy,
23, Petropavlovskaya St, Perm, Perm Territory, 614990, Russia
e-mail: pniish@rambler.ru*

Results are given from research into impacts of different combinations of mineral fertilizers on yield formation in *Rhaponticum carthamoides* from the herbage of 1 to 6 years of utilization. Variants of an experiment were: no fertilizers (control); P₆₀K₆₀; N₆₀K₆₀; N₆₀P₆₀; N₆₀P₆₀K₆₀. For the years (2011–2016) of study, excellent wintering of the plants was observed. It has been established, when determining the photosynthetic activity in the herbage of 3 to 5 years of utilization, that the plants very quickly (within 10–20 days) form the maximum leaf surface and actively increase the green mass yield. The maximum leaf surface of 181.0 ths square meters per ha is formed at the beginning of flowering. All combinations of nutrition elements applied have provided an increase in the yields of green and dry mass as compared with the treatment without fertilizers. It is especially noticeable when nitrogenous fertilizers are applied. On average for 6 years, the maximum yields of green mass (45.8 tonnes per ha) and dry mass (7.72 tonnes per ha) were obtained in the N₆₀P₆₀ treatment. The minimum yields of green and dry mass (25.2 and 4.51 tonnes per ha, respectively) were obtained in the control (no fertilizers). *Rhaponticum* grown under conditions of Perm Territory is characterized by high feeding qualities. The contents of dry matter and crude fiber were within the limits of zootechnic optimum for high-producing cows. The concentration of metabolizable energy across all the treatments varied from 11.39 to 12.27 MJ/kg, crude protein content in dry matter was 13.69–15.24%. Energy inputs for cultivating *Rhaponticum* are quickly paid back by the products obtained. The energy efficiency coefficient across the treatments ranged from 6.0 to 9.9. The maximum profitability of 323% was in the N₆₀K₆₀ treatment.

Keywords: *Rhaponticum carthamoides*, mineral fertilizers, yielding capacity, biochemical composition, energy and economic assessment.



DOI: 10.26898/0370-8799-2017-6-10

УДК 632.122:632.937

**ВЛИЯНИЕ *TRICHODERMA*
НА БИОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ТОМАТОВ****А.Ф. ВАЛИУЛИНА, преподаватель,
Т.И. ГОЛОВАНОВА, доктор биологических наук, профессор,
А.В. ИВАНОВА, старший преподаватель***Сибирский федеральный университет
660041, Красноярск, пр. Свободный, 79
e-mail: valiulina1988@mail.ru*

Изучено влияние предпосевной обработки семян микроскопическими грибами для нейтрализации отрицательного воздействия тяжелых металлов на рост и развитие томатов. В качестве тест-объекта использовали растения томатов (*Solanum lycopersicum*) – высокоурожайный раннеспелый сорт Лакомка, растение детерминантное высотой 55–60 см. Исследовано влияние грибов штамма МГ-97 *Trichoderma asperellum* на биофизические показатели томатов, выращенных при различных концентрациях цинка. Опыт проводили при естественном освещении в течение 60 сут при температуре воздуха 25 ± 2 °С, освещенность на уровне проростков составляла 300 мкмоль фотонов /м²/с, относительная влажность воздуха 75 ± 3 %. Семена проращивали на водопроводной воде и на растворах с концентрациями цинка $1 \cdot 10^{-5}$ и $5 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Функциональную активность фотосинтетического аппарата растений оценивали Pulse-Amplitude-Modulation-флуориметром. Показано, что цинк подавляюще действовал на скорость электронного транспорта и квантовый выход фотосинтеза растений, при этом зафиксирована критическая концентрация цинка – $5 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Внесение *T. asperellum* снимало ингибирующее действие цинка и повышало физиолого-морфологические и биофизические параметры растений. Положительный эффект проявился уже на первом этапе развития растений – на 25-е сутки микромицеты увеличили скорость электронного транспорта в растениях в опыте с контролем на 40 %, в растворе с концентрацией цинка $1 \cdot 10^{-5}$ моль/л на 50 % и при концентрации цинка $5 \cdot 10^{-5}$ моль/л – на 70 %. Предпосевная обработка семян томатов микроскопическими грибами снизила губительное воздействие цинка на рост и развитие растений, однако эффект действия зависил от возраста томата и времени воздействия тяжелого металла.

Ключевые слова: томаты, штамм МГ-97 *Trichoderma asperellum*, цинк, тяжелые металлы, скорость электронного транспорта.

Растения находятся в постоянных условиях стресса, на их рост и развитие оказывает влияние целый ряд как абиотических, так и биотических факторов. Во многих случаях эти условия складываются неблагоприятно, что приводит к резкому снижению урожая и даже гибели посевов [1]. Среди многочисленных абиотических факторов особое место занимают тяжелые металлы [2]. Поступающие из различных источников тяжелые металлы аккумулируются в почве, которая является участником всех процессов транс-

формации и миграции веществ, протекающих в биосфере. Дальнейшее влияние металлов зависит от их химической природы и свойств почвы [3]. Действие металлов на растительный организм зависит от природы элемента, содержания его в окружающей среде, от формы его химического соединения, вида загрязнения, срока с момента загрязнения. Одним из таких элементов, оказывающих существенное влияние на рост и развитие растений, является цинк [4].

Основные функции цинка в растениях связаны с метаболизмом углеводов, протеинов и фосфатов, а также с образованием ДНК и рибосом. В растениях цинк наряду с его участием в дыхании, белковом и нуклеиновом обменах регулирует рост и развитие растений. Однако цинк проявляет высокую степень не только биологической активности, но и токсичности. Накапливаясь в почве, он может достичь критической концентрации и привести не только к снижению урожайности растений, но и к их гибели [5]. На то как цинк действует на растения, могут оказывать влияние микроорганизмы, совместно обитающие с растениями. Они положительно влияют на целый комплекс физиолого-биохимических программ, протекающих в растительном организме, обеспечивают их необходимыми элементами питания и регуляторами роста, защищают растения от патогенных микроорганизмов, способствуют повышению устойчивости к различным стрессовым факторам [1]. К таким микроорганизмам-антагонистам патогенов относятся грибы рода *Trichoderma*, которые являются продуцентами комплекса антибиотических веществ, обладающих высокой физиологической активностью, и подавляют рост и развитие целого ряда фитопатогенных микроорганизмов путем индукции системной и локальной резистентности растений [6, 7]. Под действием метаболитов, выделяемых грибом-антагонистом, происходит изменение транспорта электронов и распределение ассимилятов в растении, изменяется биохимическая направленность, увеличиваются рост и развитие корневой системы и масса хозяйственно ценных органов. Накопление сухой массы растением может быть связано с интенсивностью фотосинтеза, протекание которого зависит от состояния фотосинтетического аппарата, на формирование и функционирование которого, вероятно, оказывают влияние микроорганизмы-антагонисты.

Цель исследования – изучить влияние *Trichoderma asperellum* на биофизические показатели *Solanum lycopersicum*, выращенных при различных концентрациях цинка.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве тест-объекта использовали растения томатов (*Solanum lycopersicum*) сорта Лакомка. Это высокоурожайный раннеспелый сорт. Растение детерминантное высотой 55–60 см. В качестве микроорганизмов-антагонистов использовали грибы *Trichoderma asperellum* штамма МГ-97.

Растения выращивали в условиях естественного освещения в течение 60 сут, освещенность на уровне проростков 300 мкмоль фотонов /м²/с, относительная влажность воздуха 75 ± 3 %, температура воздуха колебалась в пределах 25 ± 2 °С. Число растений в каждом варианте 50. Перед посевом семян проводили их поверхностную стерилизацию. Часть семян опудривали спорами *Trichoderma asperellum*. Семена проращивали рулонным методом [8]. Проросшие семена помещали в емкости с отстоянной водопроводной водой. На 8-е сутки часть проростков оставляли в емкостях с отстоянной водопроводной водой, а другую помещали в отстоянную водопроводную воду, содержащую цинк в различных концентрациях (1·10⁻⁵ и 5·10⁻⁵ моль/л).

В качестве контроля использовали растения, семена которых не обработаны спорами *Trichoderma* и выращены на водопроводной воде.

Функциональную активность фотосинтетического аппарата ассимилирующих тканей оценивали по показателям индукции флуоресценции хлорофилла РАМ-флуориметром (Heinz Walz GmbH, Германия) [9].

Определяли реальный квантовый выход фотосистемы II ($Y(II)$) (квантовый выход обозначается $Y(II)$) в адаптированном к свету состоянии, учитывали относительную скорость транспорта электронов фотосистемой II (ETR, electron transport rate). Для этого проводили регистрацию изме-

нений показателей флуоресценции хлорофилла при фотосинтетической активной радиации (ФАР) в диапазоне от 0 до 800 мкмоль фотонов /м²/с. Скорость электронного транспорта (ETR) рассчитывали по формуле

$$ETR = I_{PAR} \cdot (ETR-Factor) \times Y(II),$$

где I_{PAR} – интенсивность света, $ETR-Factor$ равен 0,84, который отражает эффективность поглощения фотонов пигментами; $Y(II)$ – эффективность квантового выхода ФС II рассчитывали на основе нулевого F_0 и максимального F_m уровней [10]:

$$Y(II)_m = (F_m - F_0) / F_m.$$

Для статистической обработки экспериментальных результатов использовали пакет программы Microsoft Excel 2007. Оценку достоверности различий средних проводили на основе критерия Стьюдента при уровне вероятности не менее 95 %. Достоверность действия фактора проводили с использованием дисперсионного анализа. Средние арифметические значения с двухсторонним доверительным интервалом из 3–5 независимых экспериментов, каждый из которых проведен в 50 биологических повторностях (табл. 1, 2).

Таблица 1

Влияние цинка на скорость транспорта электронов у *Solanum lycopersicum*

| ФАР, мкмоль фотонов /м ² /с | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Скорость транспорта электронов, мкмоль электронов /м ² /с | | | | | |
| | <i>На 25-е сутки развития</i> | | | | | |
| 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 20 | 2,30 ± 0,1 | 2,80 ± 0,1 | 2,39 ± 0,1 | 3,18 ± 0,2 | 2,06 ± 0,1 | 2,24 ± 0,1 |
| 55 | 4,42 ± 0,3 | 5,96 ± 0,5 | 4,56 ± 0,3 | 6,41 ± 0,3 | 3,80 ± 0,5 | 4,60 ± 0,3 |
| 110 | 6,30 ± 0,7 | 8,56 ± 1,1 | 6,84 ± 0,6 | 10,67 ± 0,8 | 5,62 ± 0,9 | 7,62 ± 0,4 |
| 185 | 8,70 ± 1,0 | 12,08 ± 1,3 | 9,70 ± 0,7 | 15,98 ± 1,2 | 8,16 ± 1,1 | 10,36 ± 0,8 |
| 280 | 11,04 ± 1,0 | 16,32 ± 2,0 | 11,74 ± 0,8 | 20,72 ± 1,7 | 10,08 ± 1,2 | 12,54 ± 0,9 |
| 335 | 15,36 ± 0,5 | 21,28 ± 2,5 | 14,83 ± 1,3 | 23,51 ± 1,4 | 9,94 ± 2,9 | 15,42 ± 1,3 |
| 395 | 16,16 ± 0,5 | 23,44 ± 2,4 | 18,43 ± 0,8 | 27,78 ± 2,0 | 8,44 ± 3,5 | 14,28 ± 4,0 |
| | <i>На 45-е сутки развития</i> | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 4,30 ± 1,4 | 2,87 ± 0,4 | 2,21 ± 0,4 | 2,85 ± 0,2 | 2,30 ± 0,2 | 2,46 ± 0,1 |
| 55 | 8,82 ± 3,8 | 6,27 ± 1,0 | 2,86 ± 1,2 | 5,66 ± 0,7 | 3,80 ± 0,4 | 3,76 ± 0,2 |
| 110 | 15,37 ± 5,3 | 12,26 ± 1,4 | 4,91 ± 1,9 | 10,57 ± 1,4 | 6,30 ± 0,6 | 5,78 ± 0,3 |
| 185 | 23,35 ± 4,2 | 22,54 ± 1,4 | 10,16 ± 2,1 | 18,40 ± 1,8 | 10,0 ± 1,1 | 10,26 ± 0,4 |
| 280 | 27,22 ± 2,2 | 34,68 ± 2,3 | 15,91 ± 2,8 | 25,20 ± 1,4 | 13,87 ± 1,0 | 13,84 ± 1,2 |
| 335 | 37,17 ± 2,2 | 42,65 ± 3,4 | 24,98 ± 2,5 | 32,38 ± 0,9 | 18,55 ± 1,2 | 19,98 ± 2,3 |
| 395 | 40,45 ± 4,1 | 48,08 ± 2,4 | 29,65 ± 0,7 | 34,96 ± 0,8 | 17,13 ± 1,8 | 22,44 ± 2,5 |
| | <i>На 60-е сутки развития</i> | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | – | 0 |
| 20 | 3,57 ± 0,6 | 2,76 ± 0,8 | 2,45 ± 0,6 | 2,48 ± 0,4 | – | 2,26 ± 0,4 |
| 55 | 7,12 ± 0,6 | 6,10 ± 0,5 | 5,79 ± 0,6 | 5,29 ± 0,4 | – | 3,90 ± 0,7 |
| 110 | 11,35 ± 0,9 | 10,09 ± 1,1 | 7,85 ± 0,6 | 8,52 ± 0,8 | – | 4,85 ± 0,9 |
| 185 | 16,95 ± 1,4 | 17,13 ± 2,0 | 10,44 ± 0,9 | 12,63 ± 1,5 | – | 5,72 ± 1,3 |
| 280 | 24,16 ± 2,0 | 26,26 ± 2,9 | 13,51 ± 1,6 | 18,35 ± 2,3 | – | 7,22 ± 1,9 |
| 335 | 31,54 ± 2,4 | 38,00 ± 3,5 | 18,51 ± 2,3 | 24,83 ± 3,0 | – | 10,02 ± 2,6 |
| 395 | 38,61 ± 2,2 | 45,20 ± 3,9 | 25,47 ± 2,9 | 30,94 ± 3,5 | – | 12,76 ± 3,1 |

Примечание. Здесь и в табл. 2 – опыт с растениями, выращенными на: 1 – водопроводной воде; 2 – водопроводной воде и обработанными микромицетами; 3 – растворе, содержащем цинк ($1 \cdot 10^{-5}$ моль/л) и не обработанными микромицетами; 4 – растворе, содержащем цинк ($1 \cdot 10^{-5}$ моль/л) и обработанными микромицетами; 5 – растворе, содержащем цинк ($5 \cdot 10^{-5}$ моль/л) и не обработанными *T. asperellum*; 6 – растворе, содержащем цинк ($5 \cdot 10^{-5}$ моль/л) и обработанными *T. asperellum*.

Влияние цинка на квантовый выход $Y(II)$ у *Solbnum lycopersicum*

| ФАР, мкмоль фотонов /м ² /с | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Квантовый выход $Y(II)$ | | | | | |
| <i>На 25-е сутки развития</i> | | | | | | |
| 0 | 0,67 ± 0,02 | 0,63 ± 0,02 | 0,57 ± 0,02 | 0,59 ± 0,01 | 0,53 ± 0,04 | 0,55 ± 0,06 |
| 20 | 0,28 ± 0,01 | 0,33 ± 0,07 | 0,28 ± 0,01 | 0,38 ± 0,01 | 0,25 ± 0,03 | 0,54 ± 0,05 |
| 55 | 0,19 ± 0,01 | 0,24 ± 0,02 | 0,20 ± 0,01 | 0,28 ± 0,02 | 0,16 ± 0,01 | 0,28 ± 0,03 |
| 110 | 0,14 ± 0,01 | 0,19 ± 0,04 | 0,15 ± 0,01 | 0,23 ± 0,02 | 0,12 ± 0,02 | 0,23 ± 0,03 |
| 185 | 0,11 ± 0,01 | 0,16 ± 0,04 | 0,12 ± 0,01 | 0,21 ± 0,02 | 0,08 ± 0,02 | 0,19 ± 0,02 |
| 280 | 0,09 ± 0,01 | 0,13 ± 0,02 | 0,09 ± 0,01 | 0,18 ± 0,02 | 0,05 ± 0,03 | 0,16 ± 0,02 |
| 335 | 0,11 ± 0,01 | 0,14 ± 0,03 | 0,10 ± 0,01 | 0,17 ± 0,01 | 0,08 ± 0,02 | 0,13 ± 0,02 |
| 395 | 0,09 ± 0,00 | 0,13 ± 0,03 | 0,11 ± 0,02 | 0,17 ± 0,01 | 0,11 ± 0,01 | 0,13 ± 0,01 |
| <i>На 45-е сутки развития</i> | | | | | | |
| 0 | 0,72 ± 0,02 | 0,74 ± 0,03 | 0,74 ± 0,03 | 0,74 ± 0,02 | 0,70 ± 0,04 | 0,69 ± 0,05 |
| 20 | 0,55 ± 0,07 | 0,70 ± 0,03 | 0,70 ± 0,03 | 0,74 ± 0,04 | 0,67 ± 0,02 | 0,65 ± 0,06 |
| 55 | 0,43 ± 0,07 | 0,34 ± 0,04 | 0,24 ± 0,04 | 0,30 ± 0,04 | 0,25 ± 0,03 | 0,29 ± 0,04 |
| 110 | 0,33 ± 0,05 | 0,30 ± 0,03 | 0,13 ± 0,04 | 0,21 ± 0,06 | 0,15 ± 0,03 | 0,16 ± 0,02 |
| 185 | 0,29 ± 0,02 | 0,29 ± 0,02 | 0,11 ± 0,04 | 0,19 ± 0,06 | 0,13 ± 0,03 | 0,13 ± 0,02 |
| 280 | 0,25 ± 0,02 | 0,30 ± 0,01 | 0,13 ± 0,03 | 0,20 ± 0,05 | 0,12 ± 0,04 | 0,13 ± 0,01 |
| 335 | 0,19 ± 0,02 | 0,29 ± 0,02 | 0,13 ± 0,03 | 0,19 ± 0,03 | 0,11 ± 0,02 | 0,12 ± 0,02 |
| 395 | 0,18 ± 0,02 | 0,28 ± 0,02 | 0,17 ± 0,03 | 0,20 ± 0,03 | 0,12 ± 0,03 | 0,14 ± 0,04 |
| 0 | 0,72 ± 0,02 | 0,74 ± 0,03 | 0,74 ± 0,03 | 0,74 ± 0,02 | 0,70 ± 0,04 | 0,69 ± 0,05 |
| <i>На 60-е сутки развития</i> | | | | | | |
| 0 | 0,59 ± 0,05 | 0,61 ± 0,06 | 0,47 ± 0,09 | 0,61 ± 0,06 | – | 0,50 ± 0,07 |
| 20 | 0,56 ± 0,03 | 0,53 ± 0,04 | 0,42 ± 0,03 | 0,53 ± 0,04 | – | 0,49 ± 0,06 |
| 55 | 0,41 ± 0,03 | 0,36 ± 0,03 | 0,34 ± 0,02 | 0,38 ± 0,03 | – | 0,36 ± 0,05 |
| 110 | 0,30 ± 0,01 | 0,26 ± 0,01 | 0,25 ± 0,01 | 0,25 ± 0,02 | – | 0,22 ± 0,03 |
| 185 | 0,24 ± 0,02 | 0,22 ± 0,02 | 0,16 ± 0,00 | 0,21 ± 0,02 | – | 0,13 ± 0,02 |
| 280 | 0,22 ± 0,01 | 0,22 ± 0,02 | 0,12 ± 0,01 | 0,18 ± 0,02 | – | 0,09 ± 0,02 |
| 335 | 0,20 ± 0,01 | 0,22 ± 0,02 | 0,10 ± 0,01 | 0,17 ± 0,02 | – | 0,07 ± 0,02 |
| 395 | 0,22 ± 0,01 | 0,27 ± 0,02 | 0,12 ± 0,01 | 0,19 ± 0,02 | – | 0,08 ± 0,02 |

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Показателем, который характеризует состояние растений в условиях стресса, является содержание пигментов в листьях растений. Оптимальное соотношение пигментов обеспечивает работу фотосинтетического аппарата и позволяет создавать большой запас ассимилятов для формирования урожая. Пигменты являются фотоакцепторами, от их количества и эффективности работы зависит продуктивность растений.

Исследования, проведенные ранее, показали, что на содержания пигментов большее влияние оказывал цинк в концентрациях $1 \cdot 10^{-5}$ и $5 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Под его влиянием происходило снижение зеленых пигментов и отношения хлорофилла *a* к *b* [10], вероятно, это связано с влиянием цинка на деградацию как хлорофилла *a*, так и хлорофилла *b*, что экспериментально было доказано [11]. Существенное влияние цинка на содержание каротиноидов проявлялось на более поздних стадиях развития растений.

Увеличение его концентрации сопровождалось уменьшением содержания желтых пигментов [10]. Показателем напряженности энергетических процессов в хлоропластах является соотношение пулов зеленых и желтых пигментов [12]. Данные соотношения в листьях контрольных растений находили в пределах от 5,1 до 5,6 и от 4,9 до 5,1 у растений, семена которых обработаны спорами исследуемого микромицета, что типично для здоровых хорошо функционирующих зеленых растений. Однако у растений, произрастающих в условиях стресса, величина данного показателя уменьшалась. Негативное действие цинка частично снималось под действием *Trichoderma*. Наибольший эффект воздействия *Trichoderma* отмечен при больших концентрациях тяжелого металла [13], так как в условиях стресса данный гриб проявляет наибольшую активность в отношении растений.

Количественную оценку физиологического состояния растительного организма можно дать не только на основе определения пигментного состава в растении. В качестве показателя состояния и эффективности функционирования фотосинтетического аппарата можно использовать параметры флуоресценции, которые широко используют в фундаментальных и прикладных исследованиях [14].

Показано, что на 25-е сутки развития растения цинк в концентрации $1 \cdot 10^{-5}$ не оказывал существенного воздействия на скорость электронного потока растений, показатели ETR у подверженных и неподверженных стрессу растений совпадали (см. табл. 1).

При увеличении плотности светового потока более 280 мкмоль фотонов / m^2/c концентрация цинка $5 \cdot 10^{-5}$ моль/л скорость ETR существенно снизилась. Особенно сильный ингибирующий эффект цинка независимо от его концентрации проявился на последующих сроках вегетации растений, так, на 45-е сутки во втором и третьем вариантах по сравнению с контролем, ETR снизилась в 1,4 и 2,4 раза соответственно (см. табл. 1). Причиной этого являются структурные изменения в листьях и прежде всего более

длительное время действия стрессового фактора, приводящее к большим изменениям в синтезе пигментов и, как следствие, уменьшению эффективности работы первичных процессов фотосинтеза.

Trichoderma оказывала существенное влияние на скорость электронного потока. Положительный эффект проявлялся уже на первых этапах развития растений: на 25-е сутки микромицеты увеличивали ETR в 1,4; 1,5 и 1,7 раза во всех исследуемых вариантах (см. табл. 1). Максимальное действие *T. asperellum* обнаружено на фоне тяжелого металла. Из проведенного статистического анализа данных на 45-е сутки установлена значимая разница по влиянию гриба штамма МГ-97 на ETR растений (см. табл. 1). На 60-е сутки стимулирующий эффект антагониста не ослабевал и отрицательное воздействие цинка нивелировалось (см. табл. 1).

Параметры кинетики флуоресценции хлорофилла обладают большой информативностью для характеристики состояния первичных процессов фотосинтеза (ППФ). Это связано с тем, что изменения состояния фотосинтетического аппарата сопровождаются изменением вероятности тушения энергии электронного возбуждения молекул хлорофилла, что проявляется в изменении квантового выхода флуоресценции при освещении. Результаты проведенных исследований не выявили достоверных различий по величине квантового выхода на 25-е сутки между растениями контрольного варианта и выращенными на средах, содержащих цинк (см. табл. 2).

На последующие сутки развития растений проявлялись значительные различия квантового выхода. Отмечено, что если первоначальные значения квантового выхода у растений, подверженных действию цинка в концентрации $1 \cdot 10^{-5}$, несколько выше по сравнению с контрольным вариантом, то со вспышки 20 мкмоль фотонов / m^2/c происходило резкое снижение квантового выхода у растений, выращенных в условиях стресса (см. табл. 2). Грибы *Trichoderma asperellum* снимали отрицательное действие цинка и увеличивали устойчивость растений к данному фактору.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На взаимодействие грибов *Trichoderma asperellum* штамма МГ-97 и *Solanum lycopersicum* большое влияние оказывали ионы цинка в концентрациях $1 \cdot 10^{-5}$ и $5 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Цинк оказывал ингибирующее действие на квантовый выход фотосинтеза и скорость электронного транспорта. Это отрицательно сказалось на росте томатов, так как первичные процессы фотосинтеза составляют энергетическую основу фотосинтеза, непосредственно связанную с запасанием энергии в виде химических связей конечного восстановленного продукта световой стадии никотинамидадениндинуклеотидфосфата, а также АТФ (аденозинтрифосфат), сопряженного с генерацией трансмембранного электрохимического потенциала ионов водорода – движущей силы синтеза АТФ. Степень влияния данного металла зависела от времени действия и концентрации его ионов в среде. Предпосевная обработка семян *Solanum lycopersicum* микроскопическими грибами снизила губительное воздействие цинка на все исследуемые параметры, однако их действие неоднозначно и зависело от возраста растительного организма и времени воздействия тяжелого металла.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. El Komy M.H., Saleh A.A., Eranthodi A., Molan Y.Y. Characterization of Novel *Trichoderma asperellum* Isolates to Select Effective Biocontrol Agents Against Tomato Fusarium Wilt // *Plant Pathology J.* – 2015. – Vol. 31, N 1. – P. 50–60.
2. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений: учеб. пособие. – СПб.: изд-во С.-Петерб. ун-та. – 2002. – 244 с.
3. Панин М.С., Калентьева Н.В. Формы соединений цинка в почвах Семипалатинского Прииртышья при полиэлементном и цинковом видах загрязнения // *Сиб. экол. журнал.* – 2009. – № 1. – С. 9–16.
4. Иванов Ю.В., Савочкин Ю.В., Кузнецов В.В. Хроническое действие высоких концентраций цинка на активность антиоксидантных ферментов в сеянцах сосны обыкновенной // *Лесной вестник.* – 2012. – С. 105–108.

5. Скочилова Е.А., Закаменская Е.С. Накопление меди и цинка растениями мари белой (*Chenopodium album* L.) на территории Республики Марий Эл // *Агрехимия.* – 2011. – № 3. – С. 72–75.
6. Голованова Т.И., Аксентьева А.А. Физиолого-морфологические параметры растений при действии спор гриба рода *Trichoderma* // *Вестн. Красноярского гос. ун-та.* – 2003. – С. 134–139.
7. Голованова Т.И., Логинова Е.А. Реакция фотосинтетического аппарата на обработку растений пшеницы спорами гриба рода *Trichoderma* // *Вестн. Красноярского гос. ун-та.* – 2005. – С. 210–215.
8. Бенкен А.А., Хацкевич Л.К. Оценка устойчивости растений к почвенным фитопатогенам // *Микология и фитопатология.* – 1980. – Т. 14, вып. 6. – С. 531–538.
9. IMAGING-PAM M-series Chlorophyll Fluorometer Instrument Description and Information for Users / GmbH: Heinz Walz. – 2006. – 215 p.
10. Голованова Т.И., Валиулина А.Ф. Роль грибов рода *Trichoderma* в адаптации растений томата к воздействию цинка // *Сиб. вестн. с.-х. науки.* – 2015. – № 6. – С. 57–64.
11. Ayeni O.O., Ndakidemi P.A., Snyman R.G., Odendaal J.P. Chemical biological and physiological indicators of metal pollution in wetlands // *Scientific Research and Essays.* – 2010. – Vol. 5(15). – P. 1938–1949.
12. Бессонова В.П. Влияние тяжелых металлов на фотосинтез растений: монография. – Днепропетровск: ДГАУ, 2006. – 208 с.
13. Mastouri F., Bjorkman T., Harman G.E. Seed treatment with *Trichoderma harzianum* alleviates biotic, abiotic, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings // *Phytopathology.* – 2010. – P. 1213–1221.
14. Schreiber U. Pulse-Amplitude-Modulation (PAM) Fluorometry and Saturation Pulse Method: An Overview // *Advances in Photosynthesis and Respirati.* – 2004. – Vol. 19. – P. 279–319.

REFERENCES

1. El Komy M.H., Saleh A.A., Eranthodi A., Molan Y.Y. Characterization of Novel *Trichoderma asperellum* Isolates to Select Effective Biocontrol Agents Against Tomato Fusarium Wilt// *Plant Pathology J.* – 2015. – Vol. 31, N 1. – P. 50–60.

2. **Chirkova T.V.** Fiziologicheskie osnovy ustoi-chivosti rastenii: ucheb. posobie. – SPb: izd-vo S.-Peterb. un-ta. – 2002. – 244 s.
3. **Panin M.S., Kalent'eva N.V.** Formy soed-inenii tsinka v pochvakh Semipalatinskogo Priirtysh'ya pri polielementnom i tsinkovom vidakh zagryazneniya // Sib. ekol. zhurnal. – 2009. – № 1. – S. 9–16.
4. **Ivanov Yu.V., Savochkin Yu.V., Kuznetsov V.V.** Khronicheskoe deistvie vysokikh kontsentratsii tsinka na aktivnost' antioksi-dantnykh fermentov v seyantsakh sosny obyknovennoi // Lesnoi vestnik. – 2012. – S. 105–108.
5. **Skochilova E.A., Zakamenskaya E.S.** Na-koplenie medi i tsinka rasteniyami mari beloi (*Chenopodium album* L.) na territorii respubliki Marii El // Agrokhimiya. – 2011. – № 3. – S. 72–75.
6. **Golovanova T.I., Aksept'eva A.A.** Fiziologo-morfologicheskie parametry rastenii pri deist-vii spor griba roda *Trichoderma* // Vestn. Krasnoyarskogo gos. un-ta. – 2003. – S. 134–139.
7. **Golovanova T.I., Loginova E.A.** Reaktsiya fotosinteticheskogo apparata na obrabotku rastenii pshenitsy sporami griba roda *Tricho-derma* // Vestn. Krasnoyarskogo gos. un-ta. – 2005. – S. 210–215.
8. **Benken A.A., Khatskevich L.K.** Otsenka us-toichivosti rastenii k pochvennym fitopatoge-nam // Mikologiya i fitopatologiya. – 1980. – T. 14, vyp. 6. – S. 531–538.
9. **IMAGING-PAM M-series Chlorophyll Fluorometer Instrument Description and Information for Users / GmbH: Heinz Walz.** – 2006. – 215 r.
10. **Golovanova T.I., Valiulina A.F.** Rol' gribov roda *Trichoderma* v adaptatsii rastenii tomata k vozdeistviyu tsinka // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2015. – № 6. – S. 57–64.
11. **Ayeni O.O., Ndakidemi P.A., Snyman R.G., Odendaal J.P.** Chemical biological and physiological indicators of metal pollution in wetlands // Scientific Research and Essays. – 2010. – Vol. 5(15). – P. 1938–1949.
12. **Bessonova V.P.** Vliyanie tyazhelykh metallov na fotosintez rastenii: monografiya. – Dnepropetrovsk: DGAU, 2006. – 208 s.
13. **Mastouri F., Bjorkman T., Harman G.E.** Seed treatment with *Trichoderma harzianum* alleviates biotic, abiotic, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings // Phytopathology. – 2010. – P. 1213–1221.
14. **Schreiber U.** Pulse-Amplitude-Modulation (PAM) Fluorometry and Saturation Pulse Method: An Overview // Advances in Photosynthesis and Respirati. – 2004. – Vol. 19. – P. 279–319.

INFLUENCE OF *TRICHODERMA* ON BIOPHYSICAL PARAMETERS OF TOMATO PLANTS

**A.F. VALIULINA, Lecturer,
T.I. GOLOVANOVA, Doctor of Science in Biology, Professor,
A.V. IVANOVA, Senior Lecturer**

*Siberian Federal University
79, Svobodny Ave, Krasnoyarsk, 660041, Russia
e-mail: valiulina1988@mail.ru*

There was studied an effect of pre-sowing treatment of tomato (*Solanum lycopersicum*) seeds with the microscopic fungi to neutralize the negative influence of heavy metals on the growth and development of tomato plants. The plants of early-ripening, high-yielding tomato cultivar Lakomka of 55–60 cm high were the object of the study. The effect of *Trichoderma asperellum* strain MG-97 on biophysical parameters of tomato plants grown on media with different zinc concentrations was investigated. The experiment was conducted for 60 days at the air temperature of 25±2°C and in the natural lighting. The luminous intensity at the level of seedlings was 300 μmol photons /m²/s; the relative humidity was 75±3°C. The plants were grown on tap water, and on solutions with Zn concentrations of 1×10⁻⁵ mol/l and 5×10⁻⁵ mol/l. The activity of the photosynthetic apparatus of assimilating tissues was assessed using fluorescence induction rates with PAM (Pulse-Amplitude-Modulation)-fluorometer. The research has shown that zinc inhibited the quantum yield of photosynthesis and electron transport rate; with that, the critical zinc concentration was found to be 5×10⁻⁵ mol/l. Introducing *T. asperellum* removed the inhibiting effect and increased physio-morphological and biophysical parameters of the plants. A positive effect of *T. asperellum* has been observed at the early stages of the plant life cycle: on the 25th day, the micromycetes increased the electron transport rate by 40 percent in the tap water treatment, by 50 in the 1×10⁻⁵ mol/l zinc concentration treatment, and by 70 percent in the 5×10⁻⁵ mol/l zinc concentration treatment. Pre-sowing tomato seed treatment with the microscopic fungi has reduced the inhibiting action of zinc on the growth and development of the plants; this positive effect, however, has depended on the age of a plant, and on the period of impact of heavy metals.

Keywords: tomato, *Trichoderma asperellum* strain MG-97, zinc, heavy metals, electron transport rate.

Поступила в редакцию 01.10.2017



DOI: 10.26898/0370-8799-2017-6-11

УДК 631.171

**ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ
ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

Б.Д. ДОКИН¹, доктор технических наук, главный научный сотрудник,
В.М. ЛИВШИЦ¹, доктор технических наук, главный научный сотрудник,
О.В. ИВАКИН¹, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник,
А.А. АЛЕТДИНОВА², кандидат технических наук, доцент,
М.С. КРАВЧЕНКО², аспирант

¹*Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации
сельского хозяйства СФНЦА РАН
630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск
e-mail: sibime@ngs.ru*

²*Новосибирский государственный технический университет
630073, Россия, Новосибирск, пр. К. Маркса, 20
e-mail: aletdinova@corp.nstu.ru*

Проведен анализ внедрения роботизированных технических средств в сельском хозяйстве России. Специфика сельского хозяйства, низкий уровень технико-технологического, информационно-коммуникационного, кадрового и управленческого потенциала средних и мелких российских сельскохозяйственных производителей обуславливают низкие темпы внедрения роботов в растениеводстве. На создание роботизированных технических средств накладываются свои требования специфика растениеводства: зависимость от погодных условий, агроландшафтного районирования, сезонности работ и др. Существующие модели техники характеризуются низким уровнем развития технологий понимания речи, требуют создания современных источников питания, бионических систем и использования микроботов. Необходимо решить ряд проблем: обеспечить финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в области робототехники; создать нормативную и методическую базу для проведения измерений, испытаний и контроля, оценки качества и безопасности роботов; провести технологическую модернизацию и переоснащение предприятий сельскохозяйственного машиностроения; повысить грамотность персонала и населения по использованию информационно-коммуникационных технологий и роботизированных технических средств; снизить себестоимость техники; создать современную информационно-коммуникационную структуру на селе; создать прогрессивную систему технологий и машин с учетом агроландшафтного зонирования и использованием роботов. Как показывает опыт развитых стран в области развития робототехники, данный процесс не может проходить без государственной поддержки.

Ключевые слова: роботизированные технические средства, сельское хозяйство, растениеводство, сельскохозяйственный робот, инновации.

Европейская ассоциация сельскохозяйственного машиностроения, рассматривая рост численности населения планеты, страдающего от голода, дает прогноз о необходимости увеличения сельскохозяйственного производства к 2050 г. на 70 % [1]. Возможно, через 35 лет эта ситуация несколько нивелируется из-за снижения рождаемости,

старения населения планеты, урбанизации [2], но проблема голода останется актуальной. Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций (ФАО) называет это глобальным продовольственным вызовом [1]. Производство продукции сельского хозяйства не безгранично. В настоящее время общая площадь

пашен Земли составляет около 1,3 млрд га, т.е. 9 % суши, и остается в последние годы величиной стабильной [3]. При этом во всех случаях расширения посевных площадей имеются следующие последствия: изменение газо- и водообмена, климата, стока рек, рельефа, биоценоза, возможность уничтожения ареала популяций и др. Выполняется условие К. Мебиуса о том, что изменение хотя бы одного условия отражается на изменении численности видов, т.е. меняется биоценоз.

Производство сельскохозяйственных культур в России связано с общемировыми ограничениями, а также с низкой интенсификацией, разорением хозяйств, наличием запущенных сельскохозяйственных угодий (табл. 1) [4, 5].

Для решения указанных проблем ФАО в качестве стратегии предлагает рассматривать устойчивую производственную интенсификацию растениеводства, которая позволяет получать больше продукции с участка земли при одновременном снижении на него негативного воздействия на окружающую среду [4].

В течение последних 60 лет роботы играют основополагающую роль в повышении эффективности промышленного производства и снижении себестоимости продукции. В этот же период в сельском хозяйстве внедряется автоматизация операций в производстве, в последнее десятилетие появилась тенденция применения роботизированных технических средств. Переход к точному сельскому хозяйству потребовал применения новых технологий. В зарубежных публикациях уже встречается термин «сельское

смарт хозяйство», которое рассматривается как высокотехнологический кластер, внедряющий инновационные технологии, в частности смарт поколение сельскохозяйственной техники [6]. Анализ рынка европейской сельскохозяйственной техники показал, что 70 % машин, выполняющих операции по внесению удобрений и опрыскиванию, уже используют смарт-технологии [7]. Также дистанционно можно регулировать глубину обработки почвы и посева, создавать интерактивные карты полей, внедрить смарт-системы полива и др. Таким образом, новые технологии приводят к созданию большого числа инноваций, что даст возможность перейти к устойчивому развитию.

Актуальными становятся вопросы:

– готово ли российское сельское хозяйство в целом и растениеводство в частности к использованию агроботов;

– отвечают ли роботы потребностям аграриев;

– в чем заключаются проблемы внедрения роботов в российском растениеводстве.

На разработку сельскохозяйственной робототехники оказывают влияние следующие научные направления: искусственный интеллект; Интернет вещей; Big data; облачные технологии; 3D-печать; мобильный интернет; материалы нового поколения; биотехнологии; бионика; нейронауки; микроэлектроника; механизация и автоматизация; нанотехнологии; когнитивистика.

Накладывают свои требования на создание роботизированных технических средств следующие характеристики растениеводства: зависимость от погодных-климатических условий; применение агроланд-

Таблица 1

Ограничения на ведение сельского хозяйства

| Ограничения на ведение сельского хозяйства мирового [1] | Дополнительные препятствия в сельском хозяйстве РФ |
|---|--|
| Замедление роста производительности | Заброшенность сельскохозяйственных угодий, покрытие их порослью деревьев и кустарников |
| Ограничение доступности пахотных земель | Эрозия, засоленность почвы |
| Изменение климата | Сокращение численности сельскохозяйственных предприятий |
| Цена и доступность энергии | Плохо развитая инфраструктура |
| Влияние урбанизации на сельские трудовые ресурсы | |

шафтного районирования; территориальная разбросанность полей и хозяйств; сезонность работ; использование севооборота; проведение операций с почвой и растениями. Важнейшая задача современной техники – создание машин, не нуждающихся в постоянном внимании человека и его управлении [8].

Наиболее развитым в мире с точки зрения применения роботов в сельском хозяйстве можно считать животноводство: в 2013 г. продано 4790 роботов для доения, в 2014 г. – 5180. Существенно меньше эти показатели для растениеводства. Между тем ожидается увеличение потребности в использовании роботов в нуждах аграриев. Этому свидетельствует постоянно растущий интерес ученых и исследователей к разработке и использованию в растениеводстве сельскохозяйственных роботов (табл. 2).

Если в 2010 г. общее число статей, посвященных роботам и их применению в сельском хозяйстве, по данным поискового инструмента Google Scholar, составляло порядка 8000, то к концу 2016 г. интерес ученых к данной тематике вырос более чем в 1,5 раза. Такой подход к поиску работ и дальнейшей

их оценке может иметь погрешность, причиной которой, например, являются схожие ключевые слова у работ из разных, условно выделенных авторами областей применения роботов. Одна и та же работа может быть учтена несколько раз. Устранить данное несоответствие достаточно проблематично ввиду значительного числа работ. Чтобы подтвердить обнаруженную тенденцию, проведена аналогичная работа по поиску работ в базе данных научных статей Scopus. Общее число работ, посвященных данной тематике, оказалось на порядок ниже. В результате удалось минимизировать ошибку, связанную с учетом одной и той же статьи несколько раз путем просмотра найденных публикаций.

Можно сделать вывод о возможности использования статистики, полученной с помощью Google Scholar. Виден также постоянно растущий интерес со стороны ученых к данной тематике в последние несколько лет (табл. 3).

Рассматривая отдельные группы операций, необходимо отметить, что наибольший интерес российскими и зарубежными учеными проявлен к уборке урожая и

Таблица 2

Число опубликованных научных работ по сельскохозяйственной тематике, обнаруженных с помощью поискового инструмента Google Scholar (по годам)

| Поисковый запрос | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | До июня 2017 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|--------------|
| Сельскохозяйственные роботы и автоматическое управление ими | 4024 | 4207 | 5179 | 5500 | 5962 | 6307 | 6724 | 3040 |
| Автоматический посев и контроль над созреванием, сбор урожая | 2934 | 2951 | 3043 | 3120 | 4153 | 4187 | 4204 | 2316 |
| Автоматический контроль почвы, удаление сорняков, опрыскивание | 890 | 1245 | 1587 | 2120 | 2356 | 2490 | 2700 | 1507 |

Таблица 3

Число опубликованных научных работ по сельскохозяйственной тематике, обнаруженных с помощью поискового инструмента Scopus (по годам)

| Поисковый запрос | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | До июня 2017 |
|--|------|------|------|------|------|------|--------------|
| Сельскохозяйственные роботы и автоматическое управление ими | 54 | 57 | 113 | 134 | 148 | 168 | 38 |
| Автоматический посев и контроль над созреванием, сбор урожая | 61 | 66 | 77 | 86 | 93 | 113 | 38 |
| Автоматический контроль почвы, удаление сорняков, опрыскивание | 70 | 81 | 107 | 125 | 107 | 114 | 38 |

автоматизированному мониторингу роста растений. Опытный образец машины для автоматического обнаружения и контроля роста сахарной свеклы испытан учеными в Голландии [9]. Меньше внимания уделяется контролю почвы и удалению сорняков, так как автоматизация данного направления лишь начинает развиваться [10]. В России первая работа по использованию роботов в сельском хозяйстве появилась еще в 1984 г. [11]. Разработкой робототехнических устройств для растениеводства в России занимается Всероссийский институт механизации (ВИМ). Созданы первые прототипы и опытные образцы [12].

В сельском хозяйстве России началось применение зарубежных и отечественных образцов систем автономной работы, технических средств с многофункциональными шасси, современных комбайнов, беспилотных летательных и специализированных аппаратов. Технологию спутниковой системы позиционирования, имеющую недостатки (например, проблемы с качеством покрытия GPS), заменяют или дополняют технологией создания интерактивной карты, использованием активной RFID системы радиочастотных идентификаторов, инфракрасного, ультразвукового позиционирования, лазерного наведения.

В настоящее время в растениеводстве применяют дистанционные или автономные способы управления роботизированными техническими средствами. В качестве примеров роботизированных технических средств можно привести системы автономной работы (Autonomous Tractor, Kinze Manufacturing и др.); многофункциональные шасси (Spirit, Cleorpath Robotics, Lynex, Hortibat и др.); комбайны (Argobot, Energid, Romobility Yoto и др.); беспилотные летательные аппараты (Agribatix, SenseFly, Precision Hawk и др.); специализированные аппараты (ВИМ-ЭЛЕКОМ 2.0, BoniRob, HortiBot, Vibro Crop Robottii, Prospero, Spider Mini и др.). Накоплен положительный и отрицательный опыт использования этих средств.

Основные тенденции в создании роботов для растениеводства направлены на переход от выполнения технологической операции к реализации всего производственного процесса; минимизацию затрат труда человека; сохранение здоровья человека; снижение расхода природных ресурсов; уменьшение вреда окружающей среде.

Автономия в сельскохозяйственных системах может быть обеспечена лишь при соблюдении условий эффективного применения самих систем, а также безопасности их эксплуатации и сохранности обслуживаемого поля. Необходимо обеспечивать абсолютную или относительную ориентацию в поле, обнаружение препятствий и целевых элементов, взаимодействие с внешними пользователями и другими автономно используемыми машинами, автономную навигацию или дистанционное управление.

Сельскохозяйственные роботизированные системы можно разделить на две основные подсистемы: автономное транспортное средство и автономное орудие. Автономное транспортное средство (например, усовершенствованный покупной трактор) направляет всю систему в поле для выполнения определенной операции, такой как посев, уборка, борьба с сорняками. Сами операции выполняются автономным орудием, установленным на транспортном средстве. Учитывая сложность задачи, необходимо обеспечение большого количества специализированных датчиков и исполнительных механизмов.

В экспертно-аналитическом отчете РБК дана оценка влияния прогресса в различных областях науки на развитие отраслевых технологий [13]. Авторская группировка направлений хозяйственной деятельности позволила выделить три группы: с высоким уровнем развития технологий (армия, уход за инвалидами, работа на дому, досуг и игры); со средним (логистика, строительство, здравоохранение); с низким (промышленность, добыча полезных ископаемых, образование и сельское хозяйство). Рассмотрим третью группу подробнее (табл. 4).

Уровень развития технологий роботостроения

| Технология | Область применения | | | |
|---------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|-------------|
| | Промышленность | Добыча полезных ископаемых | Сельское хозяйство | Образование |
| Компьютерное зрение | Средний | Высокий | Высокий | Высокий |
| Понимание речи | Низкий | Низкий | Низкий | » |
| Сенсорные сети | Средний | Средний | Средний | Средний |
| Бионические системы | Низкий | Низкий | Низкий | Низкий |
| Системы навигации | Средний | Высокий | Высокий | » |
| Источники питания | Низкий | Низкий | Низкий | » |
| Микророботы | » | » | » | » |

В этой группе наблюдается низкий уровень развития технологий бионических систем, источников питания и миниатюризации технических средств. Для сельского хозяйства хорошо развиты технологии компьютерного зрения и систем навигации.

Расхождение в развитии технологий частично объясняется размерами сфер деятельности и их спецификой, широким спектром поставленных задач. На основе прогноза РБК наибольший спрос на внутреннем российском рынке можно ожидать на покупку роботизированных технических средств военных и специальных, для добычи полезных ископаемых, эксплуатации инфраструктуры, логистики и здравоохранения [13].

В марте 2016 г. на заседании Президиума и Коллегии научно-технического совета Минсельхоза России определены основные направления «Прогноза научно-технологического развития агропромышленного комплекса РФ на период до 2030 года». Исчерпание долгосрочных эффектов «зеленой революции» 1960–1980-х годов требует перехода к новой технологической парадигме – технологии «устойчивое развитие

сельского хозяйства при низком расходовании внешних ресурсов» (*low external input sustainable agriculture*), включающей биотехнологии, точное сельское хозяйство, роботизацию, композиционные удобрения, интегрированную биозащиту, ресурсоэффективное локальное сельское хозяйство. Усиливается вклад платформенных технологий межотраслевого назначения [6]. Еще в 2004 г. В.И. Кирюшин отмечал, что высокие технологии требуют современного программного обеспечения, включая автоматизированное проектирование, электронное управление, картографирование [14]. Но готовы ли российские сельскохозяйственные предприятия к ним?

Анализ существующей ситуации в российском сельском хозяйстве показывает, что высоким потенциалом внедрения робототехнических систем обладают крупные агрохолдинги, например растениеводство (табл. 5).

Средним и мелким сельскохозяйственным предприятиям еще необходимо наращивать технико-технологический, информационно-коммуникационный, кадровый

Потенциал внедрения современных технологий, взаимосвязанных с роботизацией технологических процессов в растениеводстве (на основе данных [14])

| Технология | Тип хозяйства | | | |
|---------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|--|--|
| | АПХ (натуральное хозяйство) | К(Ф)/ИП (полутоварное хозяйство) | Средние сельхозпредприятия, сельхозпроизводительные кооперативы (товарное хозяйство) | Крупные агрохолдинги (товарное, экспортно-ориентированное хозяйство) |
| Точное земледелие | Низкий | Низкий | Средний | Высокий |
| Автоматизация и компьютеризация | Низкий | Низкий | Средний | Высокий |

и управленческий потенциал. По оценкам А.Н. Ананьева, использование робота в сельском хозяйстве рентабельно, если он при полной амортизации за 3 года заменит не менее двух работников [15].

Низкий спрос на сельскохозяйственные роботы для растениеводства можно объяснить, с одной стороны, их высокой ценой, с другой – необходимостью их дальнейших разработок, обеспечивающих им конкурентные преимущества. Сельхозпроизводители проявляют большой интерес к роботизированным техническим средствам, но относятся к ним настороженно. Наиболее часто возникающие у них вопросы об эффективности использования, стоимости технических систем, необходимых уровнях кадровой подготовки, информационно-коммуникационного обеспечения и др.

Кроме готовности сельхозпроизводителей использовать роботов требуется и технологическое перевооружение отрасли сельскохозяйственного машиностроения. Россия обладает широкой сетью таких заводов, но, как отмечают Ю.Н. Блынский, С.Г. Щукин, еще в 90-х годах произошел большой отток высококвалифицированных научных, инженерных кадров, а также увеличение косвенных затрат на производство. В связи с этим в настоящее время наблюдается технологическое отставание от иностранных производителей [16]. Оно заметно в элементной базе устройств управления, приводах, системах обучения и программного обеспечения [17]. В это же время на рынке установлены низкие пошлины на ввоз зарубежной сельскохозяйственной техники. По данным Всероссийского института механизации, в Европейскую часть России из-за рубежа поставляют тракторы 13 фирм 78 модификаций. По данным Ростехнадзора, в Новосибирскую область поставляют тракторы 34 фирмы 128 марок, комбайны – 23 фирмы 65 модификаций. В ряде хозяйств уже приобретены зарубежные посевные комплексы, которые оказались неприменимы в условиях реального производства.

Необходимо также говорить о проблеме конкурентоспособности роботизированных

технических средств России в целом. Государством и бизнесом востребованы инновации шестого технологического уклада, ликвидация образовавшегося дисбаланса технологий. Концепция долгосрочного социально-экономического развития РФ до 2020 г. ставит задачи вовлечения бизнеса и населения в ускорение научных прорывов роботизации РФ [18]. Такая же задача отражена в Концепции «Индустрия 4.0».

Анализ заявок хозяйств на машины для очистки зерна по состоянию на начало 2016 г. показал неудовлетворительные результаты: 30 % заявок на морально устаревшие машины (ОВС-25; ЗВС-20 и др.), 40 % – на пневмосепараторы разного типа (САД, Алмаз, ПМС и др.), которые не годятся ни для одной технологической операции.

Основные причины такой ситуации – в отсутствии федеральной и региональной программы по технологической и технической модернизации сельского хозяйства; недостаточная информированность руководителей и специалистов хозяйств; недобросовестная реклама изготовителей и торговых посредников.

Бездумное приобретение зарубежной техники, в том числе роботов, создает проблемы в виде эксплуатации многомарочного парка.

Кроме того, сельское хозяйство по сравнению с другими направлениями хозяйственной деятельности можно назвать аутсайдером по внедрению информационного обеспечения инженерной, зооветеринарной, агрономической и других служб, не говоря о принятии управленческих решений. В основном в организациях активно используются системы бухгалтерского учета и юридические информационные справочные.

По мнению Н.И. Комкова, Н.Н. Бондаревой [19], для преодоления стагнации в сфере развития и внедрения роботизированных технических средств в России необходимо использование опыта иностранных государств. Поддержка робототехники в США осуществляется путем финансирования государством через ассигнования, гранты, контракты. Кроме этого активно использу-

ется кластерный подход, венчурное финансирование, постоянно увеличивается роль вузов, создаются условия для сотрудничества. Рынок роботизированных технических средств в Китае находится на восходящем тренде роста благодаря мощной комплексной отраслевой политике с поддержкой создания национальных робототехнических компаний – будущих мировых лидеров отрасли. Государством созданы комплексные налоговые преференции и льготы роботостроителям, привлечены к сотрудничеству мировые робототехнические фирмы, получающие от Китая инвестиции. Это позволило быстро (за 2–3 года) сформировать рынок роботов в масштабах, превышающих прогнозируемые. Этот опыт может использоваться и Россией [19].

На наш взгляд, разработка и внедрение роботизированных технических средств в России имеет следующие проблемы:

- недостаточность финансирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в области робототехники;

- отсутствие нормативной и методической базы для проведения измерений, испытаний и контроля, оценки качества и безопасности роботизированных технических средств;

- недостаточность технологической модернизации и переоснащения предприятий сельскохозяйственного машиностроения и сельхозпроизводителей;

- дефицит высококвалифицированных кадров для обеспечения разработки, создания и внедрения роботов, а в дальнейшем управления ими; низкая грамотность населения по владению информационно-коммуникационными технологиями;

- недостаточность экономической эффективности при серийном производстве, замещении живого труда, разработке новых материалов и другое, т.е. обеспечении низкой себестоимости;

- низкий уровень автоматизации и информационной поддержки технологических процессов и управления сельскохозяйственных предприятий;

- создание цифровых экосистем в АПК;
- разработки прогрессивной системы технологий и машин для сельского хозяйства с учетом введения в производство роботизированных технических средств;

- отсутствие государственных программ поддержки всего цикла от научно-исследовательских работ до введения прототипов в серийное производство и обеспечение единой интеллектуальной системы управления.

На наш взгляд, наиболее перспективно ожидать появления на полях Сибири роботизированных машин с электронными следящими системами, вносящими комплексы минеральных удобрений на основе карты урожайности зерновых культур или карты потребности в элементах удобрений.

Создание прогрессивных роботов невозможно без дальнейшей разработки и совершенствования мобильного Интернета; искусственного интеллекта; Интернета вещей; облачных технологий; материалов нового поколения; аккумуляирования, накопления и использования возобновляемой энергии. Требуется государственная программа поддержки развития роботизированных систем и систем управления ими. Авторы данной работы высказывают предположение, что востребованы и конкурентоспособны будут в первую очередь роботизированные машины с системой дистанционного управления в агрегате со шлейфом сельскохозяйственных машин: буром, опрыскивателями для низкорастущих культур.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При создании роботизированных технических средств для сельского хозяйства необходимо учитывать его отличительные особенности: зависимость от погодно-климатических условий; применение агроландшафтного районирования; территориальную разбросанность полей и хозяйств; сезонность работ; использование севооборота; проведение операций с почвой и растениями. Прогрессивные роботизированные системы должны минимизировать затраты труда человека, перейти к реализации всего технологического процесса, уменьшить

нанесение вреда окружающей среде, потребление невозобновляемых природных ресурсов. В перспективе новые технологии, в частности робототехника, позволят обеспечить получение наивысшей урожайности сельскохозяйственных культур при минимуме совокупных денежных затрат и сохранение баланса между деятельностью человека и биосферой. Для этого необходимо решить ряд серьезных проблем: обеспечить финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в области робототехники; создать нормативную и методическую базу для проведения измерений, испытаний и контроля, оценки качества и безопасности роботов; провести технологическую модернизацию и переоснащение предприятий сельскохозяйственного машиностроения; повысить грамотность персонала и населения по использованию информационно-коммуникационных технологий и роботизированных технических средств; снизить себестоимость техники; создать современную информационно-коммуникационную структуру на селе; создать прогрессивную систему технологий и машин с учетом агроландшафтного зонирования и использованием роботов. Как показывает опыт развитых стран в области робототехники, данный процесс не может проходить без государственной поддержки, в том числе проведения мощной комплексной отраслевой политики, предоставления налоговых преференций и льгот роботостроителям, привлечения к сотрудничеству мировых робототехнических фирм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **The Global Food Challenge:** [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.cema-agri.org/page/global-food-challenge> (Дата обращения 02.06.2017).
2. **Антонов А.И., Борисов В.А.** Динамика населения России в XXI веке и приоритеты демографической политики. – М.: Издат. дом «Ключ-С». – 2006. – 192 с.
3. **География** основных отраслей сельского хозяйства: [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.geographyofrussia.com> (Дата обращения 02.06.2017)
4. **Алетдинова А.А., Кравченко М.С.** От внедрения прорывных технологий к устойчивому развитию агропромышленного комплекса // Формирование новой экономики и кластерные инициативы: теория и практика. – Новосибирск, 2016. – С. 126–153.
5. **Докин Б.Д., Алетдинова А.А.** Эффективность ресурсосберегающих технологий производства зерна в лесостепной зоне // Вестн. алтайской науки. – 2001. – Т. 1, вып. 1. – 169 с.
6. **Прогноз** научно-технологического развития агропромышленного комплекса России на период до 2030 года: глобальные вызовы // Аграрный пульс великой страны: информ. бюл. – 2016. – № 4. – С. 14–21.
7. **Enabling Smart Farming in Europe:** [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.cema-agri.org/page/enabling-smart-farming-europe> (Дата обращения 02.06.2017).
8. **Armapan Z.E.** Global trends in agriculture and technological solutions // Fifth World Summit on Agriculture Machinery. – 2016. – 28 p.
9. **Nieuwenhuizen A.T., Hofstee J.W., van Henten E.J.** Performance evaluation of an automated detection and control system for volunteer potatoes in sugar beet fields // Biosystems Engineering. – 2010. – Vol. 107, N 1. – P. 46–53.
10. **Slaughter D.C., Giles D.K., Downey D.** Autonomous robotic weed control systems: a review // Computers and Electronics in Agriculture. – 2008. – Vol. 61, N 1. – P. 63–78.
11. **Васянин В.И.** Сельскохозяйственные роботы. – М.: Колос, 1984. – 224 с.
12. **Хорт Д.О., Филиппов Р.А., Кутырев А.И.** Многофункциональное робототехническое средство с системой технического зрения // Инновации в сел. хоз-ве. – 2005. – № 4(14). – С. 115–121.
13. **RBC:** [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.rbc.ru/> (Дата обращения 02.06.2017).
14. **Кирюшин В.И.** Точные агротехнологии как высшая форма интенсификации адаптивно-ландшафтного земледелия // Земледелие. – 2004. – № 6. – С. 16–20.
15. **Ананьев А.Н.** Проблемы применения роботов в сельскохозяйственном производстве // Техника в сел. хоз-ве. – 1992. – № 2-3. – С. 4–5.
16. **Блынский Ю.Н., Щукин С.Г.** Сельскохозяйственное машиностроение Западной

- Сибири // Инновации и продовольственная безопасность. – 2013. – № 1. – С. 67–76.
17. **Максимов П.Л., Иванов А.Г., Мохов А.А., Петров В.А.** Изучение возможностей автоматизации сельскохозяйственных работ // Вестн. Ижевской ГСХА. – 2015. – № 33 (44). – С. 32–38.
 18. **Распоряжение** Правительства РФ от 17.11.2008 № 1662-р (ред. от 10.02.2017) «О концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года». – URL: [Электронный ресурс]. – <http://government.ru/info/6217/> (Дата обращения 12.05.2017).
 19. **Комков Н.И., Бондарева Н.Н.** Перспективы и условия развития робототехники в России // Модернизация. Инновации. Развитие. – 2016. – Т. 7, № 2. – С. 8–21.
 8. **Armapan Z.E.** Global trends in agriculture and technological solutions // Fifth World Summit on Agriculture Machinery. – 2016. – 28 p.
 9. **Nieuwenhuizen A.T., Hofstee J.W., van Henten E.J.** Performance evaluation of an automated detection and control system for volunteer potatoes in sugar beet fields // Biosystems Engineering. – 2010. – Vol. 107, N 1. – P. 46–53.
 10. **Slaughter D.C., Giles D.K., Downey D.** Autonomous robotic weed control systems: a review // Computers and Electronics in Agriculture. – 2008. – Vol. 61, N 1. – P. 63–78.
 11. **Vasyanin V.I.** Sel'skokhozyaistvennyye roboty. – M.: Kolos, 1984. – 224 s.
 12. **Khort D.O., Filippov R.A., Kuttyrev A.I.** Mnogofunktsional'noe robototekhnicheskoe sredstvo s sistemoi tekhnicheskogo zreniya // Innovatsii v sel. khoz-ve. – 205. – N 4 (14). – S. 115–121.
 13. **RBC:** [Elektronnyi resurs]. – URL: <http://www.rbc.ru/> (Data obrashcheniya 02.06.2017).
 14. **Kiryushin V.I.** Tochnye agrotekhnologii kak vysshaya forma intensivifikatsii adaptivno-landshaftnogo zemledeliya // Zemledelie. – 2004. – N 6. – S. 16–20.
 15. **Anan'ev A.N.** Problemy primeneniya robotov v sel'skokhozyaistvennom proizvodstve // Tekhnika v sel. khoz-ve. – 1992. – N 2-3. – S. 4–5.
 16. **Blynskii Yu.N., Shchukin S.G.** Sel'skokhozyaistvennoe mashinostroenie Zapadnoi Sibiri // Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost'. – 2013. – N 1. – S. 67–76.
 17. **Maksimov P.L., Ivanov A.G., Mokhov A.A., Petrov V.A.** Izuchenie vozmozhnostei avtomatizatsii sel'skokhozyaistvennykh rabot // Vestn. Izhevskoi GSKhA. – 2015. – N 33 (44). – S. 32–38.
 18. **Rasporyazhenie** Pravitel'stva RF ot 17.11.2008 N 1662-r (red. ot 10.02.2017) «O kontseptsii dolgosrochnogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossiiskoi Federatsii na period do 2020 goda». – URL: [Elektronnyi resurs]. – <http://government.ru/info/6217/> (Data obrashcheniya 12.05.2017).
 19. **Комков Н.И., Бондарева Н.Н.** Перспективы и условия развития робототехники в России // Modernizatsiya. Innovatsii. Razvitie. – 2016. – Т. 7. – N 2. – С. 8–21.
 1. **The Global Food Challenge:** [Elektronnyi resurs]. – URL: <http://www.cema-agri.org/page/global-food-challenge> (Data obrashcheniya 02.06.2017).
 2. **Antonov A.I., Borisov V.A.** Dinamika naseleeniya Rossii v XXI veke i priority demograficheskoi politiki. – M.: Izdat. dom «Klyuch-S». – 2006. – 192 s.
 3. **Geografiya** osnovnykh otraslei sel'skogo khozyaistva: [Elektronnyi resurs]. – URL: <http://www.geographyofrussia.com> (Data obrashcheniya 02.06.2017).
 4. **Aletdinova A.A., Kravchenko M.S.** Ot vnedreniya proryvnykh tekhnologii k ustoiчивому razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa // Formirovanie novoi ekonomiki i klasternye initsiativy: teoriya i praktika. – Novosibirsk, 2016. – S. 126–153.
 5. **Dokin B.D., Aletdinova A.A.** Effektivnost' resursosberegayushchikh tekhnologii proizvodstva zerna v lesostepnoi zone // Vestn. altaiskoi nauki. – 2001. – Вып. 1, Т. 1. – 169 s.
 6. **Prognoz** nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossii na period do 2030 goda: global'nye vyzovy // Agrarnyi pul's velikoi strany: inform. byul. – 2016. – N 4. – S. 14–21.
 7. **Enabling Smart Farming in Europe:** [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.cema-agri.org/page/enabling-smart-farming-europe> (Дата обращения 02.06.2017).

FEATURES OF APPLYING ROBOTIC SYSTEMS IN CROP PRODUCTION

**B.D. DOKIN¹, Doctor of Science in Engineering, Head Researcher,
V.M. LIVSHITS¹, Doctor of Science in Engineering, Head Researcher,
O.V. IVAKIN¹, Doctor of Science in Engineering, Lead Researcher,
A.A. ALETDINOVA², Candidate of Science in Engineering, Associate Professor,
M.S. KRAVCHENKO², Postgraduate Student**

¹ *Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture, SFSCA RAS
Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia
e-mail: sibime@ngs.ru*

² *Novosibirsk State Technical University
20, Karl Marx Ave, Novosibirsk, 630073, Russia
e-mail: aletdinova@corp.nstu.ru*

The paper offers the analysis of applying robotic systems in agriculture of Russia. A specific character of agriculture, a low level of technical and technological, information and communications, and staff potentials of medium- and small-sized Russian agricultural enterprises explain the slow pace of introduction of agricultural robots. Weather conditions, agrolandscape zoning, seasonal character of work and other specific features of crop production impose restrictions on the development of robotic systems. The existing engineering tools are characterized by a low level of development of speech understanding technologies; they require the creation of modern power sources, bionic systems, as well as the use of microrobots. There are a number of problems to be solved: to provide R&D funding in robotics; to create the normative and methodical base for conducting measurements, tests and monitoring, robot quality and safety assessment; to upgrade and re-equip enterprises producing agricultural machinery; to increase competence of the staff and population in using information and communication technologies and robotic systems; to decrease cost prices for machinery; to create a modern information and communication structure in rural areas; to develop an advanced technology and machinery system with regard to agrolandscape zoning and robot application. Experience of industrially advanced countries in robotics has shown that this process could not pass without government support.

Keywords: robotic systems, agriculture, crop production, agbot, innovation.

Поступила в редакцию 12.10.2017

DOI: 10.26898/0370-8799-2017-6-12

УДК 629.113:621.436.12

**МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИСХОДНОГО ЗНАЧЕНИЯ
ЗАЗОРА КЛАПАНА НАСОС-ФОРСУНОК ДИЗЕЛЕЙ****В.М. ЛИВШИЦ, доктор технических наук,
главный научный сотрудник,****В.Я. БАТИЦЕВ, старший научный сотрудник,****А.А. МОНОСЗОН, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник***Сибирский научно-исследовательский институт механизации
и электрификации сельского хозяйства СФНЦА РАН
630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск
e-mail: baty057@yandex.ru*

Приведены метод и технология восстановления работоспособности насос-форсунок и индивидуальных насосов дизелей с учетом стоимостных показателей отдельных запасных частей. Исследования проводили с комплектами насос-форсунок разных зарубежных фирм. Предложенный метод основан на оценке воздушного зазора электромагнитного клапана по токам срабатывания и отпускания данного клапана без использования топливного стенда. Проведена практическая оценка возможности и эффективности восстановления по токам срабатывания и отпускания электромагнитного клапана исходных значений хода и воздушного зазора электромагнитного клапана насос-форсунок и индивидуальных насосов дизелей. Найдены средние значения и отклонения от среднего показателя токов срабатывания и отпускания, а также воздушного зазора клапана для насос-форсунок комплекта. При проведении работ использовали тестер насос-форсунок ТНФ-1. Предложенный метод за счет предварительного восстановления работы электромагнитного клапана без использования топливного стенда позволяет уменьшить общие затраты времени на ремонт комплекта насос-форсунок индивидуальных насосов в 3 раза. Сравнение произведено с общепринятым методом, когда проверку качества ремонта осуществляют на стенде измерением цикловых подач.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, насос-форсунка, индивидуальный насос, электромагнитный клапан, тестер насос-форсунок ТНФ-1.

Появление в 80-х годах XX в. в системе подачи топлива для дизельных двигателей насос-форсунок (Unit Injektor) и индивидуальных насосов (Unit Pump) с электронным управлением стало новым этапом в совершенствовании двигателей внутреннего сгорания. Электронное управление впрыском позволило более точно управлять моментом и количеством (длительностью) подачи топлива, а повышение давления в распылителе до 200 МПа улучшило смесеобразование. В дизелях с насос-форсунками и индивидуальными насосами были увеличены удельная мощность и крутящий момент, умень-

шены выбросы вредных веществ и снижены шумы [1–4]. На территории РФ активно эксплуатируется большое количество подержанной грузовой и специальной техники, а также импортные тракторы и комбайны. В связи с этим необходимость в диагностике и ремонте топливной аппаратуры, в частности насос-форсунок и индивидуальных насосов, возрастает.

Большую часть рынка насос-форсунок и индивидуальных насосов занимает продукция таких фирм, как Delphi, Bosch, Cummins, Detroit Diesel, Caterpillar. Фирмы Delphi (по договору с фирмой Hartridge) и

Bosch создали сеть авторизованных сервисных центров по тестированию и ремонту насос-форсунок и индивидуальных насосов в РФ. Высокая стоимость данного оборудования (от 2,5 до 7 млн р.) и необходимость при этом заключать договор авторизации препятствуют широкому распространению данного оборудования в нашей стране. Недорогое разрешение данной проблемы (до 1 млн р.) – создание стенда на основе российских и белорусских приборов и программного обеспечения с применением китайских приводов и специальной оснастки [5, 6].

В корпусе насос-форсунки объединены насос высокого давления, электромагнитный клапан высокого давления и распылитель форсунки в сборе. Для индивидуальных насосов сборка аналогичная, но распылитель располагается отдельно и соединяется трубкой высокого давления. При работе системы подачи топлива электромагнитный клапан, получая команду (электрический импульс от блока управления двигателем), отсекает рабочую камеру от магистрали. После этого насос начинает поднимать давление в рабочей камере (максимально до 250 МПа.). Когда давление топлива превысит 25–35 МПа (зависит от модели насос-форсунки), распылитель откроется и начнется впрыск топлива в камеру сгорания. По окончании электрического импульса рабочая камера подключается к магистрали, давление резко снижается и впрыск топлива прекращается.

Продолжительная работа и динамические нагрузки при высоких давлениях приводят к износу и повреждению запорных кромок клапана и отверстий распылителя. Особенно это усугубляется при наличии в топливе примесей и посторонних частиц размером более 10 мкм [7]. По данным Е.А. Жирова [8], распределение неисправностей насос-форсунок по отдельным узлам следующее: корпус, пружина НВД и плунжер около 2 %, клапанный узел – 63, электромагнитная часть управления – 5, распылитель – 30 %. В настоящее время большинство организаций при ремонте всегда производят замену

распылителя (для некоторых типов насос-форсунок заменяется и пружина распылителя), что вызвано небольшой стоимостью распылителей (250–2500 р.), а также их неремонтопригодностью. Для нового распылителя на гидравлическом стенде регулируется давление начала впрыска (изменением жесткости пружины) перед установкой в насос-форсунку. На этом ремонт узла распылителя насос-форсунки считается законченным. Аналогично заменой после измерения электрического сопротивления (диапазон для различных катушек составляет 0,10–7,00 Ом), если обнаружено короткое замыкание или обрыв, происходит ремонт катушки электромагнитного клапана. Исправность корпуса насос-форсунки, пружины насоса высокого давления и плунжера на практике оценивают визуально и измерением линейных размеров. Самый сложный прецизионный узел насос-форсунки и индивидуального насоса – электрический клапан высокого давления стоимостью 3000–11000 р. (цена зависит от модели и производителя) – ремонтируют или заменяют на новый. При этом состояние запорной кромки клапана проверяют визуально с использованием микроскопа. Ход клапана (диапазон 100–300 мкм) измеряют после разборки насос-форсунки. Для полной диагностики электромагнитного клапана необходимо дополнительно измерить воздушный зазор между якорем и магнитом (воздушный зазор) в открытом или закрытом состоянии клапана, а также время от подачи управляющего импульса до момента закрытия. Время закрытия электромагнитного клапана зависит от параметров импульса управления, т.е. от применяемого диагностического оборудования [9, 10].

Сотрудниками Сибирского научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства СФНЦА РАН и фирмы «Ланжерон» проведена отработка технологии диагностики и восстановления работы электромагнитного клапана с помощью тестера насос-форсунок ТНФ-1 [11]. Прибор ТНФ-1 предназначен для работы в составе стенда для

проверки насос-форсунок и индивидуальных насосов. Однако при этом он позволяет проводить раздельное тестирование насос-форсунок без гидравлики (без использования «камбокса») «на столе» и традиционно «на стенде». «На столе» определяют только электромеханические параметры электромагнитного клапана без влияния гидравлики. К электромеханическим параметрам относятся ход плунжера и клапана, зазоры в исходном состоянии (клапан открыт) и сработавшем положении (клапан закрыт) и усилие возвратной пружины. Эти параметры определяют токи срабатывания и отпускания клапана и соответственно его быстродействие, т.е. время срабатывания (закрытия). К гидравлическим параметрам насос-форсунок и индивидуальных насосов относятся давление открытия распылителя, гидроплотность и производительность. Для достижения наилучших результатов эти группы параметров следует определять и регулировать раздельно [1].

В тестере ТНФ-1 принят способ регулировки зазоров клапана и усилия возвратной пружины по токам срабатывания и отпускания [12]. В электромагнитном клапане плунжер клапана удерживается в исходном положении возвратной пружиной, и между сердечником электромагнита и плунжером клапана имеется воздушный зазор (пространство намагничивания) – $d_{нач}$. При подаче тока в обмотку электромагнита возникает магнитная сила, притягивающая плунжер к сердечнику. Эта сила прямо пропорциональна силе тока в обмотке и обратно пропорциональна воздушному зазору между плунжером и сердечником (применима для малых изменений воздушного зазора)

$$F = K \frac{I}{d},$$

где K – коэффициент, зависящий от конструкции электромагнита; I – ток в обмотке; d – воздушный зазор.

При увеличении силы тока в обмотке, когда магнитная сила становится равной силе сопротивления возвратной пружины, начинается движение плунжера клапана к сердечнику. При этом уменьшается воздуш-

ный зазор и увеличивается магнитная сила. Возникает положительная обратная связь, приводящая к ускоренному движению плунжера к сердечнику, пока он не сядет на седло клапана или другой упор, что ограничит его движение. В этом сработавшем положении клапана между плунжером и сердечником остается воздушный зазор до магнита в сработавшем положении – d_M .

При уменьшении силы тока в обмотке, когда магнитная сила станет равной силе возвратной пружины, начнется обратное движение плунжера, приводящее к увеличению зазора и уменьшению магнитной силы. Плунжер возвращается в исходное положение.

Сила тока, при которой плунжер притягивается к сердечнику и клапан закрывается, называется током срабатывания – I_C , сила тока, при которой плунжер возвращается в исходное положение, называется током отпускания – I_O [1].

Если в первом приближении принять, что усилие возвратной пружины при срабатывании клапана не изменяется, то магнитные силы в обоих случаях будут равны. Поэтому

$$\frac{I_C}{I_O} = \frac{d_{нач}}{d_M} = p.$$

Так как $d_{нач} = d_M + h_{кл}$,
где $h_{кл}$ – ход плунжера клапана,

то $p = \frac{d_{нач}}{d_M} = \frac{d_M + h_{кл}}{d_M} = 1 + \frac{h_{кл}}{d_M}$.

Отсюда

$$d_M = \frac{h_{кл}}{p-1}.$$

Такой способ определения зазоров имеет очень высокую чувствительность. Изменения зазоров отмечаются до одного микрона.

В таблице приведены результаты проверки восстановленного комплекта, состоящего из шести насос-форсунок Delphy-A1. Значение зазора d_M вычисляли по измеренным токам I_C , I_O и ходу клапана $h_{кл}$. При этом ход клапана определяли и устанавливали (+1/–1 мкм) в разобранном состоянии насос-форсунки и индивидуального насоса. В приборе имеется возможность сохранять измеренное значение хода.

**Результаты восстановления значений хода
и воздушного зазора электромагнитного клапана насос-форсунок Delphy-A1**

| Номер насос-форсунки | I_c, A | I_o, A | I_c/I_o | $T_k, мкс$ | $h_{кл}, мкм$ | $d_m, мкм$ |
|----------------------|----------|----------|-----------|------------|---------------|------------|
| 1 | 2,45 | 1,23 | 1,98 | 875 | 140 | 143 |
| 2 | 2,49 | 1,24 | 2,01 | 872 | 140 | 139 |
| 3 | 2,65 | 1,24 | 2,21 | 880 | 140 | 116 |
| 4 | 2,51 | 1,2 | 2,16 | 866 | 140 | 120 |
| 5 | 2,6 | 1,16 | 2,11 | 865 | 140 | 126 |
| 6 | 2,5 | 1,23 | 2,03 | 880 | 140 | 136 |
| Среднее | 2,53 | 1,22 | 2,08 | 873 | 140 | 130 |
| –% | 3,29 | 4,66 | 5,18 | 0,80 | 0 | 3,29 |
| +% | 4,61 | 1,92 | 5,98 | 0,23 | 0 | 10,39 |

Примечание. T_k – время закрытия клапана.

Разбросы параметров от средних значений, приведенные в двух последних строках таблицы, меньше в 2–3 раза, чем для общепринятого метода, когда проверку качества ремонта осуществляют на стенде по измерению цикловых подач.

Проведенные исследования позволили установить на практике возможности восстановления по токам срабатывания и отпускания электромагнитного клапана исходных значений хода и воздушного зазора электромагнитного клапана насос-форсунки и индивидуального насоса. Определен реальный разброс параметров по комплекту для различных типов насос-форсунок и индивидуальных насосов.

Насос-форсунки (см. таблицу) проверены на стенде и признаны восстановленными без дополнительных регулировок. По оценке специалистов фирмы «Ланжерон» общие затраты времени на ремонт комплекта насос-форсунок и индивидуальных насосов уменьшились в 3 раза при предварительном восстановлении работы электромагнитного клапана без использования стенда. Сравнение проведено с общепринятым методом, когда проверку качества ремонта осуществляют на стенде по измерению цикловых подач.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А.** Топливная аппаратура и системы управления дизелей: учебник для вузов. – М: Легион-Автодата, 2004.
2. **Тер-Мкртчян Г.Г., Мазинг М.В.** Развитие топливной аппаратуры автомобильных дизелей на современном этапе // Грузовик. – 2014. – № 12. – С. 2–6.
3. **Погуляев Ю.Д., Байметдинов Р.М., Наумов В.Н., Чижев Д.А.** Система топливоподачи с насос-форсункой нового типа // Инженер. журн.: наука и инновация. – 2013. – № 10 (22). – С. 52.
4. **Семенов В.А., Курапин А.В.** Насос-форсунки как топливоподающие системы 21 века // Инновационные технологии в обучении и производстве: материалы 7-й Всерос. науч.-практ. конф. – М., 2011. – С. 81–84.
5. **Неговора А.В., Ахметов А.Ф., Факиев А.Ф.** Диагностический модуль для оценки технического состояния насос-форсунок // Фундаментальные основы научно-технической и технологической модернизации АПК: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Уфа, 2013. – С. 229–233.
6. **Имамов Э.Ф.** Разработка стенда для диагностики насос-форсунок автотракторных и комбайновых двигателей // Студент и аграрная наука: материалы 7-й студ. науч. конф. – Уфа, 2014. – С. 109–111.

7. **Ахметов А.Ф., Факиев А.Ф.** Влияние эксплуатационных износос насос-форсунки BOSH на показатели ее работы // Инновационно-промышленный салон. Ремонт. Восстановление. Реновация: материалы 3-й Всерос. науч.-практ. конф. – Уфа: Изд-во Башкирского ГАУ, 2012. – С. 204–206.
8. **Жиров Е.А.** Об особенностях ремонта насос-форсунок // Автоперевозчик. – 2014. – № 7-8.
9. **Ахметов А.Ф., Факиев А.Ф.** Методика диагностики насос-форсунок с электронным управлением фирмы BOSH // Молодежная наука и АПК: проблемы и перспективы: материалы 5-й Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Уфа: Изд-во Башкирского ГАУ, 2012. – С. 87–89.
10. **Имамов И.Ф., Костарев К.В., Ахметов А.Ф.** Влияние воздушного зазора электромагнитного клапана насос-форсунки на диагностические параметры // Молодежная наука и АПК: проблемы и перспективы: материалы 7-й Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Уфа: Изд-во Башкирского ГАУ, 2014. – С. 34–37.
11. **Тестер-насос** форсунок ТНФ-1. Руководство по эксплуатации // Научно-производственное предприятие «Диагностические приборы»: [Электронный ресурс]. – <http://dipr.ru/> (Дата обращения 21.12.2017).
12. **Регулировка** зазоров насос-форсунок // Научно-производственное предприятие «Диагностические приборы»: [Электронный ресурс]. – <http://dipr.ru/> (Дата обращения 21.12.2017).
4. **Semenov V.A., Kurapin A.V.** Nасos-forsunki kak toplivopodayushchie sistemy 21 veka // Innovatsionnye tekhnologii v obuchenii i proizvodstve: materialy 7-i Vseros. nauch.-prakt. konf. – M., 2011. – S. 81–84.
5. **Negovora A.V., Akhmetov A.F., Fakiev A.F.** Diagnosticheskii modul' dlya otsenki tekhnicheskogo sostoyaniya nasos-forsunok // Fundamental'nye osnovy nauchno-tekhnicheskoi i tekhnologicheskoi modernizatsii APK: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. – Ufa, 2013. – S. 229–233.
6. **Imamov E.F.** Razrabotka stenda dlya diagnostiki nasos-forsunok avtotraktornykh i kombinovykh dvigatelei // Student i agrarnaya nauka: materialy 7-i stud. nauch. konf. – Ufa, 2014. – S. 109–111.
7. **Akhmetov A.F., Fakiev A.F.** Vliyanie ekspluatatsionnykh iznosov nasos-forsunki BOSH na pokazateli ee raboty // Innovatsionno-promyshlennyi salon. Remont. Vosstanovlenie. Renovatsiya: materialy 3-i Vseros. nauch.-prakt. konf., 2012. – S. 204–206.
8. **Zhirov E.A.** Ob osobennostyakh remonta nasos-forsunok // Avtoperevozchik. – 2014. – № 7-8.
9. **Akhmetov A.F., Fakiev A.F.** Metodika diagnostiki nasos-forsunok s elektronnyim upravleniem firmy BOSH // Molodezhnaya nauka i APK: problemy i perspektivy: materialy 5-i Vseros. nauch.-prakt. konf. molodykh uchennykh. – 2012. – S. 87–89.
10. **Imamov I.F., Kostarev K.V., Akhmetov A.F.** Vliyanie vozdushnogo zazora elektromagnitnogo klapana nasos-forsunki na diagnosticheskie parametry // Molodezhnaya nauka i APK: problemy i perspektivy: materialy 7-i Vseros. nauch.-prakt. konf. molodykh uchennykh. – Ufa: Izd-vo BGAU, 2014. – S. 34–37.
11. **Tester-nasos** forsunok TNF-1. Rukovodstvo po ekspluatatsii // Nauchno-proizvodstvennoe predpriyatie «Diagnosticheskie pribory»: [Elektronnyi resurs]. – <http://dipr.ru/> (Data obrashcheniya 21.12.2017).
12. **Regulirovka** zazorov nasos-forsunok // Nauchno-proizvodstvennoe predpriyatie «Diagnosticheskie pribory»: [Elektronnyi resurs]. – <http://dipr.ru/>: (Data obrashcheniya 21.12.2017).

REFERENCES

1. **Grekhov L.V., Ivashchenko N.A., Markov V.A.** Toplivnaya apparatura i sistemy upravleniya dizelei: uchebnyk dlya vuzov. – M: Legion-Avtodata, 2004.
2. **Ter-Mkrtych'yan G.G., Mazing M.V.** Razvitiye toplivnoi apparatury avtomobil'nykh dizelei na sovremennom etape // Gruzovik. – 2014. – № 12. – S. 2–6.
3. **Pogulyaev Yu.D., Baimetdinov R.M., Naumov V.N., Chizhov D.A.** Sistema toplivopodachi s nasos-forsunkoi novogo tipa // Inzhenер. zhurn.: nauka i innovatsiya. – 2013. – № 10 (22). – S. 52.

**METHOD FOR RESTORING A STARTING VALUE
OF VALVE CLEARANCE IN PUMP-INJECTORS FOR DIESEL ENGINES**

V.M. LIVSHITS, Doctor of Science in Engineering, Head Researcher,

V.YA. BATISHCHEV, Senior Researcher,

A.A. MONOSZON, Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher

Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture, SFSCA RAS

Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia

e-mail: baty057@yandex.ru

There is given a method and a technology for restoring operating capacity of pump-injectors and individual pumps for diesel engines taking into consideration cost indices of particular spare parts. Studies were conducted on pump-injector kits produced by different foreign companies. The method supposed is based on the evaluation of electromagnetic valve air gap by operating and drop-out currents of this valve without using a fuel test stand. There was practically evaluated the recoverability of starting values of electromagnetic valve stroke and air gap by operating and drop-out currents, and the efficiency of restoring them in pump-injectors and individual pumps for diesel engines. There were found the average values of operating and drop-out currents, and deviations of them from the average parameter, as well as those for valve air gaps for pump-injectors of a kit. The pump-injector tester TNF-1 was used for carrying out this work. Due to the preliminary recovery of the electromagnetic valve operation without using the fuel test stand, the method suggested makes it possible to cut time for repairing a kit of pump-injectors and individual pumps by as much as 3 times. The comparison was made between this method and the generally accepted one, when repair quality is tested on the test stand by measuring fuel cycle deliveries.

Keywords: combustion engine, pump-injector, individual pump, electromagnetic valve, pump-injector tester TNF-1.

Поступила в редакцию 30.10.2017



DOI: 10.26898/0370-8799-2017-6-13

УДК 633.85(574.2)

НЕТРАДИЦИОННЫЕ МАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ НА СЕВЕРЕ КАЗАХСТАНА

К.М. МУСЫНОВ, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой,
Б.К. АРИНОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель,
А.А. КИПШАКБАЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель,
Е.А. УТЕЛЬБАЕВ, доктор философии, старший преподаватель,
Б.Б. БАЗАРБАЕВ, докторант, ассистент,
С.Д. САГАТБЕК, магистр, ассистент

*Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина
Казахстан, Астана, пр. Победы, 62
e-mail: utelbaev_erlan@mail.ru*

Представлены результаты изучения (2015–2017 гг.) продуктивности сортов казахстанской селекции сафлора (*Carthamus tinctorius* L.) Центр 70, Акмай, Иркас и льна масличного (*Linum usitatissimum* L.) Северный, Кустанайский янтарь, Карабалыкская 7. Исследования проводили при применении различных технологий подготовки почвы: зональной (одна плоскорезная обработка почвы на 8–10 см + две плоскорезные обработки почвы на 10–12 см и рыхление на 25–27 см), минимальной (опрыскивание гербицидом + одна плоскорезная обработка почвы на 10–12 см и прямой посев) и нулевой (опрыскивание гербицидами + прямой посев). Полевой опыт проведен на темно-каштановых почвах в сухостепной зоне Северного Казахстана (Акмолинская область) с резко континентальным климатом. Выявлено, что наиболее эффективной технологией подготовки почвы для возделывания нетрадиционных масличных культур является минимальная технология. Отмечено, что наиболее продуктивны сорт сафлора Центр 70, урожайность которого выше, чем у других сортов, на 1,3–2,7 ц/га и сорт льна масличного Северный, его урожайность превысила другие сорта на 0,5–2,8 ц/га. Экономически выгодным признаны сорта сафлора Центр 70 и льна масличного Северный в варианте с минимальной технологией подготовки почвы, рентабельность которых составила у сорта Центр 70 – 134,4 %, у сорта Северный 122,7 %, что выше рентабельности других вариантов на 5,3–45,2 и 22,4–71,9 % соответственно.

Ключевые слова: масличные культуры, сафлор, лен, сорт, урожайность.

«Государственная программа развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2017–2021 гг.» и стратегия отрасли растениеводства «Агробизнес-2020» подразумевают в первую очередь диверсификацию производства, увеличение объемов производства сельскохозяйственной продукции путем перехода на научно обоснованные влагоресурсосберегающие технологии возделывания культур, обеспечение рационального использования земель сельскохозяйственного назначения [1, 2].

Диверсификация растениеводства в условиях рыночной экономики предпола-

ет гибкость в определении не только контингента возделываемых культур, но и их площадей в отдельных регионах и зонах. При этом в обязательном порядке должны учитываться биологические особенности культур, их адаптация к местным условиям [3, 4].

В настоящее время в Казахстане намечена устойчивая тенденция расширения посевов и производства семян масличных культур, в том числе сафлора и льна масличного. За последние 5 лет (2012–2016) посевные площади сафлора в среднем составили 267,2 тыс. га, что достигнуто за счет расши-

рения его посевов в северных областях Казахстана. Средняя урожайность составила в 2016 г. 7,5 ц/га, валовый сбор – 167,2 тыс.т. Площади посевов льна масличного за последние 5 лет увеличились и в 2016 г. достигли 633,0 тыс. га. Средняя урожайность составила в среднем 8,9 ц/га, валовый сбор – 561,8 тыс.т [1, 2, 5].

Перспективное направление увеличения посевов сафлора и льна масличного в северном регионе Казахстана – комплексное использование биологического потенциала культур. Данные культуры приспособлены к условиям резко континентального климата и по своим требованиям к влаге относятся к числу наиболее засухоустойчивых растений [6–8]. Поэтому весьма актуально возделывание этих культур на маслосемена в сухостепной зоне Северного Казахстана. Однако исследования по разработке берегающей технологии возделывания данных культур в указанной зоне в полном объеме не проводились.

Цель исследований – изучить продуктивность новых и перспективных сортов сафлора и льна масличного при разных технологиях подготовки почвы на темно-каштановых почвах Северного Казахстана.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые опыты проведены на экспериментальном участке в ТОО «Фермер 2002» на темно-каштановых почвах Астраханского района Акмолинской области в 2015–2017 гг. по общепринятой методике [9].

Исследованы сорта казахстанской селекции: по сафлору – Акмай, Иркас, Центр 70, и по льну масличному – Карабалыкская 7, Кустанайский янтарь, Северный, которые включены в Государственный реестр и допущены к использованию в Республике Казахстан. Сравнение сортов проведено на трех фонах с разной технологией подготовки почвы: зональная – контрольный вариант (одна плоскорезная обработка почвы на 8–10 см + две плоскорезные на 10–12 см и рыхление на 25–27 см), минимальная (опрыскивание гербицидом + одна плоскорез-

ная обработка почвы на 10–12 см и прямой посев) и нулевая (опрыскивание гербицидами + прямой посев).

Сроки посева сафлора – 10 мая, льна масличного – 15 мая. Нормы высева семян сафлора – 0,25 млн всхожих семян/га, льна масличного – 5 млн всхожих семян/га. Посевной агрегат – сеялка СЗС-2,1 (с анкерными сошниками), способ посева для сафлора широкорядный, для льна масличного рядовой. Размер делянки $6 \times 30 = 180 \text{ м}^2$. Общая площадь опытного поля 1,3 га. Размещение вариантов в опытах последовательное в четырехкратной повторности. Элементы структуры урожая, полевая всхожесть, сохранность растений, урожайность культур определены по «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [10]; экономическая эффективность рассчитана на основе технологических карт с корректировкой фактически выполненных агромероприятий [11–13]; полученные результаты по урожайности семян сафлора и льна обработаны математической программой Snedecor [14]; коррелятивная связь между показателями определена по рекомендованной методике [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно данным агрохимического обследования почв по хозяйству ТОО «Фермер 2002» Астраханского района Акмолинской области, проведенного в 2014 г., содержание в почве гумуса 4 %, N – 36,8 мг/кг, P₂O – 19,4, K₂O – 509 мг/кг, pH 8,52. Хозяйство расположено в переходной зоне от темно-каштановых почв до черноземов южных.

Отмечено неравномерное распределение осадков в течение вегетационного периода культур. В 2015 г. основное количество осадков выпало в мае и июле, что способствовало появлению дружных и своевременных всходов, формированию хорошей вегетативной массы растений, однако в июле среднесуточная температура воздуха была несколько ниже среднеголетних показателей, что негативно повлияло на формирование и созревание семян. В 2016 г. основ-

ное количество осадков пришлось на июнь и июль, в остальные месяцы количество осадков зафиксировано на уровне средне-многолетних показателей, температурный режим отмечен на уровне нормы. В период посева масличных культур (II–III декады мая 2017 г.) погодные условия были благоприятными, осадков выпало на 5 мм больше средне-многолетних показателей, среднесуточная температура воздуха отмечена выше средне-многолетней нормы на 3,5 °С. Однако в июне осадков выпало всего 11 мм, что ниже средне-многолетних показателей на 33 мм, особенно жаркими оказались II и III декады, а среднесуточная температура воздуха в этот период зафиксирована выше многолетней нормы на 2,5 °С. Июль был дождливым, особенно много осадков выпало в I и II декадах. За все годы исследования август и сентябрь выдались сухими и теплыми, что способствовало своевременному созреванию семян масличных культур, особенно в 2017 г.

Полевая всхожесть сортов сафлора при вполне удовлетворительной влажности

почвы и достатке тепла составила в среднем 71–86 %, льна масличного – 60–65 %. Максимальные значения полевой всхожести отмечены у сортов сафлора Центр 70 и льна масличного Северный. За годы исследований этот показатель изменялся в зависимости от технологии подготовки почвы. Наибольшая полевая всхожесть зафиксирована в варианте с минимальной технологией подготовки почвы.

Особенности резко континентального климата и различная подготовка почвы оказали существенное влияние на сохранность растений к уборке. В значительной степени отмечена зависимость от температуры воздуха, влажности почвы и от биологических особенностей изучаемых культур и сортов. На фоне с минимальной технологией подготовки почвы сохранность растений у сортов сафлора составила 92,5–96,9 %, у льна масличного – 40,6–46,1 %, что выше других вариантов на 3,8–5,8 и 1,9–11,8 % соответственно (табл. 1).

Изучена зависимость формирования элементов структуры урожая от разных тех-

Таблица 1

Полевая всхожесть и сохранность растений сортов сафлора и льна масличного (в среднем за 2015–2017 гг.)

| Технология подготовки почвы | Культура | Сорт | Полевая всхожесть | | Сохранность растений | |
|-----------------------------|----------|---------------------|--------------------|----|----------------------|------|
| | | | шт./м ² | % | шт./м ² | % |
| Зональная (контроль) | Сафлор | Центр 70 | 18,5 | 74 | 17,2 | 93,1 |
| | | Акмай | 17,8 | 71 | 16,2 | 91,2 |
| | | Иркас | 18,8 | 75 | 17,1 | 90,8 |
| | Лен | Северный | 377,7 | 63 | 166,9 | 44,2 |
| | | Кустанайский янтарь | 376,0 | 62 | 151,9 | 40,4 |
| | | Карабалыкская 7 | 367,7 | 61 | 148,1 | 40,3 |
| Минимальная | Сафлор | Центр 70 | 21,6 | 86 | 20,9 | 96,9 |
| | | Акмай | 19,6 | 78 | 18,4 | 94,1 |
| | | Иркас | 20,2 | 81 | 18,6 | 92,5 |
| | Лен | Северный | 391,3 | 65 | 180,4 | 46,1 |
| | | Кустанайский янтарь | 383,0 | 64 | 157,4 | 41,1 |
| | | Карабалыкская 7 | 378,7 | 63 | 153,8 | 40,6 |
| Нулевая | Сафлор | Центр 70 | 17,8 | 71 | 16,2 | 90,8 |
| | | Акмай | 17,7 | 71 | 16,1 | 91,1 |
| | | Иркас | 17,8 | 71 | 16,2 | 91,1 |
| | Лен | Северный | 368,0 | 61 | 149,8 | 40,7 |
| | | Кустанайский янтарь | 369,3 | 61 | 134,4 | 36,4 |
| | | Карабалыкская 7 | 361,7 | 60 | 124,0 | 34,3 |

нологий подготовки почвы. Выявлено, что определенную роль в получении высокого урожая семян сафлора и льна масличного сыграл такой показатель, как «количество растений на единицу площади к уборке». По остальным элементам структуры урожая существенных изменений не наблюдали. Выявлена прямая коррелятивная связь между количеством растений на единицу площади к уборке и биологическим урожаем. Коэффициент корреляции составил $r = 96$ по сафлору и $r = 95$ по льну. Степень корреляции сильная.

Среди сортов сафлора наибольший урожай семян в годы исследований отмечен у сорта Центр 70, его урожайность составила при зональной технологии подготовки почвы 11,8 ц/га, минимальной – 14,0, нулевой – 12,2 ц/га, что выше урожайности

сортов Иркас и Акмай на 0,9; 0,7–0,8; 0,8–0,9 ц/га соответственно. У льна масличного наибольшая урожайность среди сортов отмечена при минимальной технологии подготовки почвы, у сорта Северный она составила 7,6 ц/га, у сортов Кустанайский янтарь и Карабалыкская 7 – 6,8 ц/га.

Среди фонов с разной технологией подготовки почвы наибольшая урожайность отмечена у варианта «минимальная технология подготовки почвы» (по сафлору 13,2–14,0 ц/га, льну масличному 6,8–7,6 ц/га), что превысило показатель контрольного варианта на 1,3–1,4; 0,5–0,6 ц/га соответственно (табл. 2).

Расчет экономической эффективности исследуемых вариантов показал, что общие затраты на производство при зональной технологии подготовки почвы составили

Таблица 2

Урожайность сортов сафлора и льна масличного в зависимости от технологий подготовки почвы (в среднем за 2015–2017 гг.), ц/га

| Технология подготовки почвы | Культура | Сорт | Урожайность средняя | Отклонение от контроля | | |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------------|------|------|
| Зональная (контроль) | Сафлор | Центр 70 | 12,7 | – | | |
| | | Акмай | 11,8 | – | | |
| | | Иркас | 12,0 | – | | |
| | | Среднее | 12,2 | – | | |
| | Лен | Северный | 7,1 | – | | |
| | | Кустанайский янтарь | 6,2 | – | | |
| | | Карабалыкская 7 | 6,2 | – | | |
| | | Среднее | 6,5 | – | | |
| Минимальная | Сафлор | Центр 70 | 14,0 | +1,3 | | |
| | | Акмай | 13,2 | +1,4 | | |
| | | Иркас | 13,3 | +1,3 | | |
| | | Среднее | 13,5 | +1,3 | | |
| | Лен | Северный | 7,6 | +0,5 | | |
| | | Кустанайский янтарь | 6,8 | +0,6 | | |
| | | Карабалыкская 7 | 6,8 | +0,6 | | |
| | | Среднее | 7,1 | +0,6 | | |
| | | Нулевая | Сафлор | Центр 70 | 12,2 | -0,5 |
| | | | | Акмай | 11,3 | -0,5 |
| Иркас | 11,4 | | | -0,6 | | |
| Среднее | 11,6 | | | -0,6 | | |
| Лен | Северный | | 5,3 | -1,7 | | |
| | Кустанайский янтарь | | 5,0 | -1,2 | | |
| НСР ₀₅ | Сафлор | Карабалыкская 7 | 4,8 | -1,4 | | |
| | | Среднее | 5,0 | -1,5 | | |
| | Лен | Среднее | 5,0 | -1,5 | | |
| | | Среднее | 0,29 | | | |
| | Лен | Среднее | 0,31 | | | |

3611,7–4090,6 р. На других вариантах зафиксировано снижение этого показателя (при минимальной – 3459,9–3978,9 р. и нулевой – 3427,7–3907,9 р.). Наибольший чистый доход отмечен у сорта сафлора Центр 70 (4664,4 р.) и у сорта льна масличного Северный (4857,1 р.) в варианте с минимальной технологией подготовки почвы. Отмечено снижение этого показателя в варианте с нулевой технологией подготовки почвы. Рентабельность производства зерна при минимальной технологии подготовки почвы была выше контрольного варианта на 21,1–34,6 % и составила у сортов сафлора 129,1–134,4 %, льна масличного 100,3–122,7 %.

ВЫВОДЫ

1. В результате проведенных исследований в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана выявлено, что наиболее эффективной технологией подготовки почвы для возделывания нетрадиционных масличных культур является минимальная технология.

2. Из изученных сортов сафлора и льна масличного рекомендованы к возделыванию в данной зоне сорта Центр 70 и Северный, которые показали высокую урожайность семян (14,0 и 7,6 ц/га) и уровень рентабельности (134,4 и 122,7 %).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Программа** развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2017–2021 годы. Постановление Правительства Республики Казахстан от 13 марта 2017 года. – Астана, 2017. – № 113. – 160 с.
2. **Программа** по развитию агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2013–2020 гг. (Агробизнес-2020). Постановление Правительства Республики Казахстан от 18 февраля 2013 года. – Астана, 2013. – № 15. – 142 с.
3. **Арыстангулов С.С.** Водопотребление сафлора в зависимости от сроков посева в условиях пустынно-степной зоны юго-востока Казахстана // Вестник науки КазАТУ им. С. Сейфуллина. – 2009. – № 3. – С. 3–8.
4. **Каскарбаев Ж.А.** Масличные культуры и нулевая технология возделывания в Северном Казахстане // Диверсификация культур и

нулевые технологии в засушливых регионах. Материалы междунар. конф. – Астана-Шортанды, 2013. – С. 109–113.

5. **Программа** по развитию агропромышленного комплекса в Республике Казахстан на 2010–2014 гг. Постановление Правительства Республики Казахстан от 12 октября 2010 года. – Астана, 2010. – № 1052. – 130 с.
6. **Сарнецкий Г.А.** Масличные и эфиромасличные культуры. – Киев: Урожай, 1993. – 110 с.
7. **Алабушева В.А.** Растениеводство. – Ростов н/Д: МарТ, 2001. – С. 212–215.
8. **Бейлин Л.** Сафлор в Казахстане. Зерновые и масличные культуры. – Алма-Ата: Кайнар, 1968. – С. 9–12.
9. **Доспехов Б.А.** Методика полевого опыта. – М.: Агрпромиздат, 1985. – 351 с.
10. **Методика** государственного сортоиспытания с.-х. культур. – Алматы: Бастау, 2002. – 212 с.
11. **Типовые** технологические перспективные карты возделывания и уборки основных культур и заготовки кормов в Казахской ССР на 1986–1990 годы. – Алма-Ата, 1987. – 84 с.
12. **Нормативы** затрат на единицу площади по видам продукции растениеводства. Постановление Правительства Республики Казахстан от 11 августа 2004 года. – Астана, 2004. – № 839. – 42 с.
13. **Сигарев М.И.** Нормативы затрат на единицу основных видов сельскохозяйственной продукции растениеводства. – Астана, 2010. – 215 с.
14. **Программа** пакета прикладной статистики Snedecor: Однофакторный дисперсионный анализ. Версия 4.7, 05.07.2004 г.
15. **Иванников А.В.** Биометрия: уч. пособие. – Астана: типография КАТУ им. С. Сейфуллина, 2006. – С. 61–63.

REFERENCES

1. **Programma** razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Respubliki Kazakhstan na 2017-2021 g. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazakhstan ot 13 marta 2017 goda. – Astana, 2017. – № 113. – 160 s.
2. **Programma** po razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa Respubliki Kazakhstan na 2013–2020 gg. (Agrobiznes-2020). Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazakhstan ot 18 fevralya 2013 goda. – № 15. – Astana, 2013. – 142 s.

3. **Arystangulov S.S.** Vodopotreblenie saflora v zavisimosti ot srokov poseva v usloviyakh pustynno-stepnoi zony yugo-vostoka Kazakhstan // Vestnik nauki KazATU im. S.Seifullina. – 2009. – № 3. – S. 3–8.
4. **Kaskarbaev Zh. A.** Maslichnye kul'tury i nulevaya tekhnologiya vozdeleyvaniya v severnom Kazakhstane // Diversifikatsiya kul'tur i nulevye tekhnologii v zasushlivykh regionakh. Materialy mezhdunarodnoi konfidentsii. – Astana-Shortandy, 2013 g. – S. 109–113.
5. **Programma** po razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa v Respublike Kazakhstan na 2010–2014 gg. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazakhstan ot 12 oktyabrya 2010 goda – № 1052. – Astana, 2010. – 130 s.
6. **Sarnetskii G.A.** Maslichnye i efiromaslichnye kul'tury. – Kiev: izd. Urozhai, 1993. – 110 s.
7. **Alabusheva V.A.** Rasteniyevodstvo. – Rostov n/D: MarT, 2001. – S. 212–215.
8. **Beilin L.** Saflor v Kazakhstane. Zernovye i maslichnye kul'tury. – Alma-Ata: Kainar, 1968. – S. 9–12.
9. **Dospekhov B.A.** Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
10. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya s.-kh. kul'tur. – Almaty: Bastau, 2002. – 212 s.
11. **Tipovye tekhnologicheskie** perspektivnye karty vozdeleyvaniya i uborki osnovnykh kul'tur i zagotovki kormov v Kazakhskoi SSR na 1986-1990 gody. – Alma-Ata, 1987. – 84 s.
12. **Normativy** zatrat na edinitsu ploshchadi po vidam produktsii rasteniyevodstva. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazakhstan ot 11 avgusta 2004 goda – № 839. – Astana, 2004. – 42 s.
13. **Sigarev M.I.** Normativy zatrat na edinitsu osnovnykh vidov sel'skokhozyaistvennoi produktsii rasteniyevodstva. – Astana, 2010. – 215 s.
14. **Programma** paketa prikladnoi statistiki Snedecor: Odnofaktornyi dispersionnyi analiz. Versiya 4.7, 05.07.2004 g.
15. **Ivannikov A.V.** Biometriya. Uchebnoe posobie. – Astana: tipografiya KATU im. S. Seifullina, 2006. – S. 61–63.

NON-TRADITIONAL OILSEED CROPS IN THE NORTH OF KAZAKHSTAN

K.M. MUSSYNOV, Doctor of Science in Agriculture, Chair Holder,
B.K. ARINOV, Candidate of Science in Agriculture, Senior Lecturer,
A.A. KIPSHAKBAYEVA, Candidate of Science in Agriculture, Senior Lecturer,
YE.A. UTELBAYEV, PhD, Senior Lecturer,
B.B. BAZARBAYEV, Doctoral Candidate, Assistant Lecturer,
S.D. SAGATBEK, MPhil, Assistant Lecturer

Saken Seifullin Kazakh AgroTechnical University
62, Pobeda Avenue, Astana, Kazakhstan
e-mail: utelbaev_erlan@mail.ru

Results are given from a three-year (2015–2017) study on productivity of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties Center 70, Akmai, Irkas and flax (*Linum usitatissimum* L.) varieties Severnyi, Kustanaiskiy Yantar and Karabalykskaya 7 bred in Kazakhstan. Studies were conducted according to the following tillage techniques: zonal (1 subsoil tillage to the depth of 8–10 cm + 2 subsoil tillage to 10–12 cm and loosening to 25–27 cm), minimum (spraying with herbicide + 1 subsoil tillage to the depth of 8–10 cm and direct seeding) and no-till (spraying with herbicide + direct seeding). The field experiment was conducted on dark-chestnut soils in the North Kazakhstan dry steppe (Akmolinsk Region) with a sharply continental climate. The minimal technique was found to be most effective in growing non-traditional oilseed crops. Among the safflower cultivars, Center 70 exhibited the yield by 1.3–2.7 centners per hectare higher than other cultivars; among the flax cultivars, Severnyi was remarkable for its yields of 0.5–2.8 centners per hectare higher than those of other varieties. The safflower cultivar Center 70 and flax cultivar Severnyi proved to be economically sound, when cultivated according to the minimum tillage technique, with profitability levels of 70.0–134.4 % and 122.7%, respectively, that was 5.3–45.2% and 22.4–71.9 % higher than in other cultivars.

Keywords: oilseed crops, safflower, flax, cultivar, yield.

Поступила в редакцию 22.10.2017

**АЛЕКСЕЙ ПЕТРОВИЧ КАЛАШНИКОВ**

Выдающему ученому, организатору зоотехнической науки, академику Российской академии сельскохозяйственных наук А.П. Калашникову 9 февраля исполнилось бы 100 лет.

Формирование молодого специалиста начиналось в Истобенском сельскохозяйственном техникуме (1932–1935 гг.), затем учеба продолжалась в Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева (1936–1941 гг.). По окончании академии был призван в ряды Красной армии. Участник Великой Отечественной войны, прошел путь от рядового до старшего лейтенанта, получив и ранения, и награды. После демобилизации в 1945 г. Алексей Петрович работал главным зоотехником совхоза «Рабочий» Владимирской области, продолжая учебу в аспирантуре ТСХА (1946–1949 гг.), завершившуюся защитой кандидатской диссертации. Его последующая деятельность связана с наукой. А.П. Калашников работал во Всесоюзном НИИ кормления сельскохозяйственных животных, Калининской областной опытной станции животноводства, Всесоюзном НИИ животноводства. В Уральском НИИ животноводства он прошел путь от научного сотрудника до директора института.

Основные научные труды А.П. Калашникова посвящены разработке теории и применению на практике полноценного кормления сельскохозяйственных животных, прогрессивных индустриальных технологий производства молока и мяса на фермах колхозов и совхозов, созданию рациональных методов выращивания молодняка крупного рогатого скота.

Наиболее ярко его научно-организационная деятельность проявилась в Сибирском научно-исследовательском и проектно-технологическом институте животноводства (1970–1979 гг.) и Всесоюзном институте животноводства (1981–1983 гг.). Этот период характеризовался переводом животноводства на промышленную основу. Впервые в стране в Ново-

сибирской области был построен крупнейший молочный комплекс на 1200 коров с продуктивностью около 5 тыс. кг, что соответствовало мировому уровню. Проведен длительный крупномасштабный эксперимент по привязному и беспривязному содержанию дойного стада по 600 коров. Коллектив авторов новой технологии, возглавляемых А.П. Калашниковым, в 1985 г. награжден премией Совета Министров СССР.

В 1979 г. А.П. Калашников был избран академиком-секретарем отделения животноводства ВАСХНИЛ и одновременно руководил Всесоюзным НИИ животноводства. Этот период – один из лучших в координации научных исследований в области животноводства. Результатом данной координации стали детализированные нормы кормления сельскохозяйственных животных, имеющие три издания и являющиеся до сих пор настольной книгой животноводов.

Широк диапазон научных направлений, в которых работали А.П. Калашников и руководимые им исследовательские коллективы: разработка прогрессивных методов производства кормов для промышленного животноводства; интенсивное выращивание и откорм молодняка крупного рогатого скота; полноценное сбалансированное кормление молочного скота; совершенствование промышленных технологий производства продуктов животноводства и др.

Как видный теоретик научного процесса А.П. Калашников осуществил разработку и совершенствование метода комплексного научного эксперимента, реализовываемого специалистами разного профиля на базе единого модельного объекта.

Алексея Петровича отличала высочайшая целеустремленность и умение убеждать в правоте своих взглядов, основанных на результатах научных экспериментов.

А.П. Калашниковым опубликовано около 400 научных работ, в числе которых 53 книги и монографии по вопросам животноводства и кормопроизводства.

Будучи преклонного возраста Алексей Петрович не терял связи с наукой, принимал участие в работе бюро отделения зоотехнии Россельхозакадемии, специализированных советов по защите диссертаций, редколлегии журнала «Зоотехния», был научным консультантом некоторых НИИ.

Созданная им научная школа – 30 кандидатов и 12 докторов наук – с достоинством продолжает начатое им дело на благо сельскохозяйственной науки и продовольственной независимости страны.

От коллектива СФНЦА РАН:
академики Н.И. Кашеваров, А.С. Донченко, В.Г. Гугля, В.А. Солошенко;
доктора сельскохозяйственных наук И.И. Клименок, В.И. Филатов;
кандидаты сельскохозяйственных наук Л.Д. Герасимчук, В.М. Соколов



ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И ХИМИЗАЦИЯ

- Еремин Д.И., Груздева Н.А.** Агрогенные изменения плотности серых лесных почв в Северном Зауралье, № 5.
- Игловиков А.В.** Приемы оптимизации водно-теплового режима нарушенных грунтов в условиях Крайнего Севера, № 5.
- Ирмулатов Б.Р., Власенко А.Н.** Повышение влагообеспеченности агроценозов и урожайность культур в условиях Павлодарского Прииртышья, № 2.
- Каличкин В.К., Павлова А.И.** Автоматизированный способ классификации земель на основе анализа морфометрии рельефа, № 1.
- Моторин А.С.** Водный режим длительно сезонно-мерзлотных торфяных почв Северного Зауралья, № 3.
- Моторин А.С., Букин А.В.** Водно-физические свойства осушаемых торфяных почв подтаежной зоны Северного Зауралья, № 4.
- Моторин А.С., Букин А.В.** Водно-физические свойства осушаемых торфяных почв лесостепной зоны Северного Зауралья, № 5.
- Перфильев Н.В., Вьюшина О.А.** Влияние применения туковых смесей на биометрические показатели яровой пшеницы и эффективность ее возделывания, № 1.
- Синещев В.Е., Слесарев В.Н., Ткаченко Г.И., Дудкина Е.А.** Гранулометрический и микроагрегатный состав черноземов выщелоченных при минимизации основной обработки, № 1.
- Смоленцев Б.А., Сапрыкин О.И., Соколова Н.А., Елизаров Н.В.** Влияние почв микрозападин на структуру агроландшафтов лесостепной зоны Западной Сибири, № 6.
- Тюрюков А.Г., Филиппов К.В.** Приемы улучшения старовозрастных залежей лесостепной зоны Западной Сибири, № 6.

РАСТЕНИЕВОДСТВО И СЕЛЕКЦИЯ

- Агеева Е.В., Лихенко И.Е.** Качество зерна раннеспелых и среднеранних сортов яровой мягкой пшеницы, № 6.
- Бехтольд Н.П., Бахарев А.В., Орлова Е.А., Григорьев Ю.Н.** Новый сорт ярового ячменя Та-най, № 1.
- Галлеев Р.Р., Андреева З.В., Самарин И.С.** Урожайность яровой мягкой пшеницы и ярового ячменя в зависимости от уровня технологического обеспечения, № 4.
- Иванова Ю.С., Фомина М.Н.** Урожайность коллекционных образцов голозерного овса в условиях Северного Зауралья, № 3.
- Красников С.Н., Дергачева Н.В.** Сорт картофеля Саровский в условиях Западной Сибири, № 1.
- Ламанова Т.Г., Сафронова О.С.** Особенности естественного зарастания вскрышных отвалов в аридных районах Республики Хакасия, № 1.
- Лапшинов Н.А., Ходаева В.П., Куликова В.И., Рябцева Т.В., Гантимурова А.Н.** Оценка биоресурсной коллекции картофеля, № 6.
- Полюдина Р.И., Гришин В.М.** Гетерозисная селекция суданской травы в условиях Западной Сибири, № 3.
- Рожанская О.А., Полюдина Р.И.** Новый сорт сои СибНИИК 9 для условий Сибири, Среднего Поволжья и Урала, № 3.
- Сотник А.Я.** Продуктивность и адаптивность сортов овса в условиях Приобской лесостепи, № 1.

САДОВОДСТВО

- Асбаганов С.В., Кобозева Е.В., Агафонов А.В.** Воздействие температурного и водного стресса на покой и прорастание семян рябины сибирской, № 5.
- Горбунов А.Б., Курлович Т.В., Асбаганов С.В., Снакина Т.И.** Происхождение бруснично-голубичного гибрида селекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси, № 2.
- Кошева О.Н.** Применение регуляторов роста при зеленом черенковании селекционных сортов-разцов смородины черной, № 2.
- Лёзин М.С., Симагин В.С.** Интродукция *Prunus pumila* L. в условиях лесостепи Зауралья, № 1.
- Лихенко Н.Н., Паркина О.В., Капко Т.Н., Салмина И.С.** Биометрические показатели и химический состав плодов груши уссурийской, № 6.
- Раченко М.А., Баханова М.В.** Устойчивость к ранним морозам и максимальная морозостойкость разных генотипов яблонь, № 4.

КОРМОВАЯ БАЗА

- Аветисян А.Т., Данилов В.П., Мудрова В.Е.** Продуктивность кукурузы и основные приемы ее возделывания в условиях лесостепи Красноярского края, № 6.
- Андреева И.Г., Пилипенко О.А.** Возделывание силосных культур на лугово-черноземной почве Восточного Забайкалья, № 2.
- Ерошенко Л.А., Данилов В.П., Мустафаева Н.Б., Кузнецова Н.А., Шалабаев Б. А., Валиев Д. А.** Продуктивность и качество зерна моно- и поликомпонентных смесей зернофуражных культур, № 3.
- Кашеваров Н.И., Полищук А.А., Пономарева В.И., Лебедев А.Н.** Влияние приемов ухода на продуктивность кукурузы при возделывании на кормовые цели, № 5.
- Кашеваров Н.И., Полищук А.А., Пономарева В.И., Хазов М.В., Лебедев А.Н.** Продуктивность совместных посевов кукурузы и сорго в условиях лесостепи Западной Сибири, № 6.
- Куркова С.В., Беребердин Н.А.** Изменчивость хозяйственно ценных признаков овса в условиях степной зоны Западной Сибири, № 2.
- Матолинец Д.А., Волошин В.А.** Формирование урожая левзеи сафлоровидной и его качество при разных сочетаниях минеральных удобрений, № 6.
- Садохина Т.А., Бакшаев Д.Ю., Ломова Т.Г.** Продуктивность зернофуражных культур в смешанных посевах и качество сенажа из них в условиях степной зоны Северной Кулунды, № 2.
- Уразова Л.Д., Литвинчук О.В.** Селекция многолетних злаковых трав в таежной зоне Западной Сибири, № 2.
- Филиппов К.В., Мустафин А.М., Тюрюков А.Г.** Приемы улучшения деградированных сенокосов в лесостепи Западной Сибири, № 6.

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

- Андреева И.В., Шаталова Е.И.** Сезонное развитие капустной моли и ее энтомофагов в Западной Сибири, № 3.
- Валиулина А.Ф., Голованова Т.И., Иванова А.Л.** Влияние *Trichoderma* на биофизические параметры томатов, № 6.
- Власенко Н.Г., Егорычева М.Т., Иванова И.А.** Влияние технологии возделывания на пораженность болезнями новых сортов яровой пшеницы, № 1.
- Костюк А.В., Лукачёва Н.Г.** Оценка эффективности гербицида МайсТер в посевах кукурузы в Приморье, № 2.
- Костюк А.В., Лукачёва Н.Г.** Остатки гербицида МайсТер в лугово-бурой почве и его последствие, № 4.
- Шалдяева Е.М., Пилипова Ю.В.** Вредные организмы агроэкосистем картофеля лесостепи Западной Сибири и их эволюционно-экологические адаптации, № 1.

ЖИВОТНОВОДСТВО

- Ахмадиев Г.М., Смирнова Н.Н., Шарафутдинов Р.Н. Изучение влияния 0,1%-го раствора адреналина гидрохлорида на резистентность лейкоцитов крови ягнят, № 3.
- Базарон Б.З. Прирост живой массы молодняка забайкальских лошадей и их помесей с русским тяжеловозом, № 2.
- Бекенёв В.А., Бакланова Н.Н., Яковенко Н.А., Чайко Н.В., Боцан И.В., Рукавишников А.М., Подвинцев С.И. Экспериментально-учебная свиноводческая ферма (технологический проект), № 1.
- Гончаренко Г.М., Магер С.Н., Гришина Н.Б., Хорошилова Т.С., Плахина О.В. Сравнительная оценка полиморфизма *CSN3*, *PRL*, *BLG*, *TNF-α* генов и групп крови у коров симментальской породы, № 5.
- Клименко А.Н., Колосов А.Ю., Леонова М.А., Гетманцева Л.В., Бакоев С.Ю., Радюк А.В., Романец Е.А. Породная дифференциация желательных генотипов гена *PRLR* у свиней, № 4.
- Крыцына Т.И., Кочнев Н.Н., Юдин Н.С. Генетическое разнообразие крупного рогатого скота по комплексу генотипов локусов *TNF-α* и *TNFR1*, № 2.
- Мерзлякова О.Г., Рогачёв В.А. Использование шишки сосны корейской в кормлении цыплят-перепелов, № 2.
- Хамируев Т.Н., Базарон Б.З., Дашинимаев С.М. Некоторые результаты скрещивания меринских овец в условиях Забайкалья, № 1.
- Яранцева С.Б. Увеличение периода хозяйственного использования коров породы Сибирячка, № 5.

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АКВАКУЛЬТУРА

- Гарт В.В., Моружи И.В., Пищенко Е.В., Ядренкина Е.Н. Сравнительная морфология серебряного карася нормального экстерьера и с фенотипической «мопсовидностью», № 4.
- Фахрутдинова Р.Ш. Влияние состава комбикорма на рост и развитие молоди радужной форели, № 4.

ВЕТЕРИНАРИЯ

- Бобикова А.С., Болдырева Д.С., Афонюшкин В.Н., Сигарева Н.А. Особенности структуры кишечных ворсин у мышей с метаболическим синдромом, № 3.
- Глотова Т.И., Терентьева Т.Е., Глотов А.Г. Возбудители и возрастная восприимчивость крупного рогатого скота к клостридиозам, № 1.
- Донченко Н.А., Афонюшкин В.Н., Николаева И.В., Храпов Е.А., Мишукова О. В., Троменшлегер И.Н., Филиппенко М.Л., Давыдова Н.В. Изучение представителей микробиоты зерна, устойчивых к солям меди, цинка, марганца и йода, № 5.
- Лукиянова Г.А., Хлевная Г.С., Куценко Ю.П., Белявцева Е.А., Полищук С.В. Зависимость морфометрических показателей жирового тела пчел от обработки акарицидными препаратами, № 2.
- Павлова А.В., Смертина Е.Ю. Изучение активации фотосенсибилизатора излучением с неспецифической длиной волны, № 4.
- Сусский Е.В., Глушенкова Ю.А., Фёдоров Ю.Е. Эффективность гипериммунной сыворотки против рожи свиней, полученной на волах-производителях, № 3.
- Шкиль Н.Н., Шкиль Н.А., Бурмистров В.А., Юхин Ю.М. Фармакотоксикологические характеристики наночастиц препаратов серебра и висмута, № 2.

МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

- Иванов Н.М., Федоренко И.Я., Захаров С.Е., Сухопаров А.А. Определение подачи зерна при сепарации планетарным цилиндрическим решетом с круглыми отверстиями, № 5.
- Назаров Н.Н., Лившиц В.М., Ивакин О.В. Ресурсное обеспечение развития технологической системы возделывания зерновых, № 4.

Назаров Н.Н., Яковлев Н.С. Принудительное осаждение распыленной рабочей жидкости при защите сельскохозяйственных растений, № 1.

Назаров Н.Н., Яковлев Н.С. Методические подходы к обоснованию технологической схемы опрыскивателя для защиты зерновых культур, № 4.

Сабашкин В.А., Сухопаров А.А., Сеницын В.А., Захаров С.Е. Выделение солоmistых примесей зернового вороха цилиндрическим решетом, № 5.

Торопов В.Р. Оценка эффективности универсальных зерноочистительно-сушильных комплексов, № 2.

Яковлев Н.С., Назаров Н.Н. Техническое оснащение технологии возделывания зерновых культур, № 3.

АВТОМАТИЗАЦИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Алейников А.Ф., Минеев В.В., Елкин О.В. Новый принцип геометрических измерений для плодов, черенков и саженцев, № 4.

Лапченко Е.А., Исакова С.П., Боброва Т.Н., Колпакова Л.А. Интернет-технологии в сельском хозяйстве, № 3.

Чешкова А.Ф., Алейников А.Ф., Гребенникова И.Г., Стёпочкин П.И. Применение программной среды R для дисперсионного анализа данных в селекционных исследованиях, № 5.

ЭКОНОМИКА

Быков А.А. Методика оценки транзакционных издержек в зерновом подкомплексе, № 1.

ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Кротова М.Г., Луницын В.Г. Эффективность использования ферментов микробного происхождения при переработке сырья маралов, № 5.

Луницын В.Г., Неприятель А.А. Новые продукты функционального питания на основе продукции мараловодства, № 4.

ПРОБЛЕМЫ. СУЖДЕНИЯ

Горобей И.М., Осипова Г.М. Проблема бактериозов растений и подходы к ее решению, № 4.

Докин Б.Д., Лившиц В.М., Ивакин О.В., Алетдинова А.А., Кравченко М.С. Особенности внедрения роботизированных технических средств в растениеводстве, № 6.

Лившиц В.М., Батищев В.Я., Монозон А.А. Метод восстановления исходного значения зазора клапана насос-форсунок, № 6.

Чепурин Г.Е. Формулирование новизны результатов исследования, их значение для науки и практики, № 4.

ИЗ ИСТОРИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Папков С.А., Донченко А.С., Самоловова Т.Н. Показательные судебные процессы по делам работников сельского хозяйства и ветслужбы СССР в период репрессий 1937–1938 гг., № 3.

НАУЧНЫЕ СВЯЗИ

Гасанов В.Г., Исмаилов Б.Н. Влияние орошения на морфогенетические показатели аллювиально-лугово-лесных почв Куба-Хачмазского массива Азербайджана, № 2.

Гурбанов Э.А. Эрозионная трансформация орошаемых серо-коричневых почв сухих субтропических степей Азербайджанской Республики, № 3.

Мусынов К.М., Аринов Б.К., Кипшакбаева А.А., Утельбаев Е.А., Базарбаев Б.Б., Сагатбек С. Д. Нетрадиционные масличные культуры на севере Казахстана, № 6.

Оруджева Н.И. Биологическая оценка почв субтропической зоны Азербайджана в севооборотах, № 1.

Рамазанова Ф.М. Влияние промежуточных посевов кормовых культур на плодородие орошаемых почв Азербайджана, № 4.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Елкин О.В., Лапченко Е.А., Исакова С.П. Применение информационных технологий с использованием web-комплекса «ПИКАТ» в сельском хозяйстве, № 4.

Инербаева А.Т., Чекрыга Г.П. Микробиологическая оценка мясных рубленых полуфабрикатов с добавлением растительных гомогенатов и концентратов, № 5.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Рецензия на монографию Г.Д. Чимитдоржиевой «Органическое вещество холодных почв» (Улан-Удэ: изд-во БНЦ СО РАН, 2016. – 384 с.), № 4.

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Василий Андреевич Мороз (к 80-летию со дня рождения), № 5.

К 70-летию Александра Федоровича Алейникова, № 3.

К юбилею Виктора Викторовича Храмцова, № 3.

К юбилею Нины Вячеславовны Семендяевой, № 3.

Члену-корреспонденту РАН, доктору сельскохозяйственных наук, профессору Л.И. Инишевой – 70 лет, № 3.

ПАМЯТИ УЧЕНОГО

Алексей Петрович Калашников, № 6.

Евгений Михайлович Степанов, № 3.

Ольга Ивановна Гамзикова, № 3.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Представляемая статья должна содержать новые, еще не опубликованные, результаты научных исследований и соответствовать одной из следующих рубрик журнала: «Биотехнология», «Земледелие и химизация», «Растениеводство и селекция», «Садоводство», «Кормовая база», «Защита растений», «Животноводство», «Ветеринария», «Рыбоводство», «Переработка сельскохозяйственной продукции», «Механизация и электрификация», «Автоматизация, моделирование и информационное обеспечение», «Экономика». Статьи аспирантов публикуются в рубриках «Из диссертационных работ» и «Краткие сообщения». Необходимо представить документ, подтверждающий обучение в аспирантуре. Обязательна рекомендация научного руководителя.

На публикацию представляемых в редакцию материалов требуются письменное разрешение и рекомендация руководства организации, на средства которой проводились работы. Рукопись подписывается автором (соавторами), подтверждая своё участие в выполнении представляемой работы и удостоверяя согласие с содержанием рукописи. 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), факс, e-mail
- Отдельно следует выделить автора, ответственного за связь с редакцией и указать контактный e-mail и мобильный телефон

По представленной форме заполняется **Авторская справка** <http://sibvest.elpub.ru/>, выражающая согласие на открытое опубликование статьи в печатном варианте журнала и его электронной копии в сети интернет;

Полный пакет документов (сопроводительное письмо, анкеты авторов, авторская справка, статья в двух экземплярах на одной стороне стандартного листа формата А4) направить по адресу: 630501, Новосибирская область, Новосибирский район, р.п. Краснообск, а/я 463, сектор редакционно-издательской деятельности 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 TimesNewRoman, с интервалом 1,5, все поля 2,0 см, нумерация страниц внизу и посередине.

Объем статьи, включая таблицы, иллюстрации и библиографию, не должен превышать 10 страниц компьютерного набора; статей, размещаемых в рубриках «Из диссертационных работ» и «Краткие сообщения», - не более 4 страниц.

Порядок оформления статьи: УДК, инициалы и фамилия автора, ученое звание и степень, должность, полное название научного учреждения, в котором проведены исследования, адрес электронной почты автора, заголовок статьи (не более 70 знаков), реферат на русском и английском языках (не менее 1500 - 2000 знаков каждый), ключевые слова (5-10), основной текст статьи, библиографический список (не менее 15 источников).

РЕФЕРАТ

Реферат является кратким и последовательным изложением материала статьи по основным разделам и должно отражать основное содержание, следовать логике изложения материала и описания результатов в статье с приведением конкретных данных.

ПРИМЕРНЫЙ ПЛАН СТАТЬИ, ПРЕДСТАВЛЯЕМОЙ ДЛЯ ОПУБЛИКОВАНИЯ:

- постановка проблемы, цель, задачи исследования;
- условия, методы (методика) исследования, описание объекта, место и время проведения исследования;
- результаты исследования и их обсуждение;
- заключение или выводы.

План статьи <http://sibvest.elpub.ru/>

Библиографический список должен быть оформлен в соответствии с требованиями и правилами составления библиографической ссылки (ГОСТ Р 7.05– 2008) в виде общего списка в порядке цитирования: в тексте ссылка на источник отмечается порядковой цифрой в квадратных скобках, например [1]. Литература в списке дается на тех языках, на которых она издана; библиографические данные приводятся по титульному листу издания, все элементы библиографического перечня отделяются друг от друга тире; цифры, обозначающие том, выпуск, издание, страницы, ставятся после сокращенного слова, например: Т. 3, вып. 8. – С. 15–20.

Схема перечня библиографических данных:

- для монографий - фамилия и инициалы автора или первых четырех (если это коллективная монография, ссылка дается на название книги), название книги, повторность издания, место издания, название издательства, год издания, номер тома, общий объем.
- для статей - фамилия, инициалы автора или первых трех и др., название статьи, если это журнал - его название, год выпуска, том, номер, страницы, если сборник - его название, место издания, издательство, год издания, номер тома, выпуска, страницы.

Примеры оформления библиографических ссылок <http://sibvest.elpub.ru/>

Формулы должны быть напечатаны четко. Необходимо соблюдать различия между одинаковыми по начертанию прописными и строчными буквами, подчеркивая прописные буквы двумя черточками снизу. Латинские буквы размечаются волнистой чертой снизу.

Таблицы и рисунки должны иметь порядковый номер и название. Диаграммы следует представлять в программе Excel (с базой данных, на основе которой они построены). На осях абсцисс и ординат графиков указываются величины и единицы измерения. Не рекомендуется рисунки загромождать надписями, лучше детали занумеровать и расшифровать в подрисуночной подписи или тексте статьи. Фотографии представляются в формате *jpg, *tiff. Всем иллюстрациям нужно дать сквозную нумерацию. Ссылки на иллюстративный материал приводятся в тексте статьи в круглых скобках. Необходимо избегать повторений данных в таблицах, графиках и тексте статьи.

Корректурa дается авторам лишь для контроля. Стилистическая правка, дополнения и сокращения не допускаются.

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 (квитанцию) для оплаты.

Автор, подписывая статью и направляя ее в редакцию, тем самым передает авторские права на издание этой статьи СФНЦА РАН.

Редакция оставляет за собой право не регистрировать рукописи, не отвечающие настоящим требованиям.

Все рукописи, представляемые для публикации в журнале, проходят рецензирование, по результатам которого редколлегия принимает решение о целесообразности опубликования материалов.