

ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ

3(57) 2018

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Свидетельство ПИ № ФС 77-38503 от 18 декабря 2009 г.

Зарегистрировано в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания
и средств массовых коммуникаций

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Аграрный научный центр «Донской»

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Алабушев А. В. – председатель, д-р с.-х. н., профессор, академик РАН; ИONOBA E. B. – главный редактор, д-р с.-х. н.; Донцова А. А. – ответственный секретарь, к. с.-х. н.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Баталова Г. А., ФГБНУ «Северо-Восточный региональный аграрный научный центр» – академик РАН, д-р с.-х. н.; Беспалова Л. А., ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко» – академик РАН, д-р с.-х. н., профессор; Вислобокова Л. Н., ФГБНУ «Федеральный научный центр им. И. В. Мичурина» – к. с.-х. н.; Гончаренко А. А., МосНИИСХ «Немчиновка» – академик РАН; Зезин Н. Н., УралНИИСХ – д-р с.-х. н.; Лукомец В. М., ФГБНУ «ВНИИМК» – академик РАН, д-р с.-х. н.; Медведев А. М., РАН – чл.-корр. РАН; Долженко В. И., ФГБНУ «ВНИИЗР» – академик РАН, д-р с.-х. н., профессор; Артохин К. С., НКЦ Ростовский филиал ООО «Агролига» – д-р с.-х. н.; Волкова Г. В., ФГБНУ «ВНИИБЗР» – д-р биол. н.; Подколзин А. И., Ставропольский ГАУ – д-р биол. н.; Назаренко О. Г., ФГБУ ГЦАС «Ростовский» – д-р биол. н.; Романенко А. А., ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко» – академик РАН, д-р с.-х. н.; Сандухадзе Б. И., МосНИИСХ «Немчиновка» – академик РАН; Сотченко В. С., ВНИИ кукурузы – академик РАН; Храмцов И. Ф., ФГБНУ «Омский АНЦ» – академик РАН, д-р с.-х. н., профессор; Шевченко С. Н., Самарский НИИСХ – чл.-корр. РАН, д-р с.-х. н.; Ле Зунь Хай, Агрогенетический институт (г. Ханой, Вьетнам); Халил Сурек, Тракийский аграрный НИИ (г. Эдирне, Турция) – д-р н.; Подольских А. Н., Казахский НИИ рисоводства – д-р с.-х. н.

Журнал включен в Перечень ВАК Минобразования России ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук (группа научных специальностей 06.01.00 – агрономия).
Импакт-фактор РИНЦ – 0,432.

Перевод на английский язык – Скуйбедина О.Н.

Периодичность издания – 6 номеров
Подписано в печать 15.02.2018
Формат 60x84/8. Тираж 300. Заказ № 14/11127.
Отпечатано в ООО «Амирит»,
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 88.

ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ

Содержание

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

- Белоус И.Н., Харкевич Л.П., Шаповалов В.Ф., Малайко Г.П. Влияние систем удобрения озимой ржи на урожайность и технологические качества зерна 3
- Митрофанов Ю.И., Артемьев А.Е., Смирнова Н.А. О способах посева ячменя на осушаемых землях 8
- Метлина Г.В., Васильченко С.А., Кривошеева Е.Д. Урожайность нута в зависимости от водного и пищевого режимов почвы в Ростовской области 13
- Ильинская И.Н., Рычкова М.И. Экологическая устойчивость ярового ячменя сорта Прерия на черноземах обыкновенных Ростовской области 17
- Лактионов Ю.В., Косульников Ю.В., Дудникова Д.В. Влияние водорастворимых полимеров на выживаемость клубеньковых бактерий люпина (*Rhizobium lupini*) 22
- Колесникова В.Г., Печникова Т.И. Урожайность и качество зерна овса Яков в зависимости от десикантов и сроков их применения в условиях Среднего Предуралья 27

АГРОХИМИЯ

- Ситало Г.М., Бельтюков Л.П., Гордеева Ю.И., Мажара В.М., Нехорошев А.Н. Экономическая и биоэнергетическая эффективность применения стимуляторов роста «Агровин» при возделывании подсолнечника 32

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

- Некрасова О.А., Подгорный С.В., Самофалов А.П., Скрипка О.В. Изучение линий озимой мягкой пшеницы в конкурсном сортоиспытании по хозяйственно ценным признакам 36
- Филиппов Е.Г., Донцова А.А., Донцов Д.П., Буланова А.А., Игнатьева Н.Г. Качество зерна коллекционных образцов озимого ячменя 39
- Костылев П.И., Краснова Е.В., Аксенов А.В. Наследование ряда количественных признаков у гибрида риса Карлик 1 x LK 43
- Ковтунов В.В. Посевная площадь и урожайность сорго зернового 47
- Игнатьев С.А., Регидин А.А. Результативность селекции эспарцета на кормовую и семенную продуктивность 49
- Филенко Г.А., Скворцова Ю.Г., Фирсова Т.И., Филиппов Е.Г. Влияние репродукций на урожайность и посевные качества семян ярового ячменя 53
- Некрасов Е.И., Ионова Е.В. Результаты изучения изменения массы 1000 зерен сортов озимой мягкой пшеницы в условиях провокационного фона «засушник» 57
- Малокостова Е.И. Воронежская 18 – новый сорт яровой мягкой пшеницы для Центрально-Черноземной зоны 59
- Борадулина В.А., Мусалитин Г.М. Состояние производства и селекции озимой пшеницы в Алтайском крае 63

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

- Разина А.А., Дятлова О.Г. Применение фунгицидов и регулятора роста растений для предпосевной обработки семян яровой пшеницы в Иркутской области 67

ЮБИЛЕИ

GRAIN ECONOMY OF RUSSIA

Contents

GENERAL AGRICULTURE AND PLANT-BREEDING

- Belous I.N., Kharkevich L.P., Shapovalov V.F., Malyavko G.P. The effect of fertilizing systems on productivity and technological properties of winter rye 3
- Mitrofanov Yu.I., Artemiev A.E., Smirnova N.A. On the barley planting methods on drained soil 8
- Metlina G.V., Vasilchenko S.A., Krivosheeva E.D. Chickpea productivity depending on water and nutrition regimes of the soil in the Rostov region 13
- Ilinskaya I.N., Rychkova M.I. Ecological tolerance of the spring barley variety 'Preriya' on the blackearth (chernozem) of the Rostov region 17
- Laktionov Yu.V., Kosulnikov Yu.V., Dudnikova D.V. The effect of water-soluble polymers on the survival of nodule lupine bacteria (*Rhizobium lupini*) 22
- Kolesnikova V.G., Pechnikova T.I. Productivity and grain quality of the oat variety 'Yakov' in dependence of desiccants and the terms of their use in the Middle Pre-Ural territory 27

AGROCHEMISTRY

- Sitalo G.M., Beltyukov L.P., Gordeeva Yu.V., Mazhara V.M., Nekhoroshev A.N. Economic and bioenergetics efficiency of the growth stimulator 'Agrovin' at sunflower cultivation 32

BREEDING AND SEED-GROWING OF AGRICULTURAL PLANTS

- Nekrasova O.A., Podgorny S.V., Samofalov A.P., Skripka O.V. The study of winter soft wheat lines in the competitive variety-testing on economically valuable traits 36
- Filippov E.G., Dontsova A.A., Dontsov D.P., Bulanova A.A., Ignatieva N.G. Grain quality of collection samples of winter barley 39
- Kostylev P.I., Krasnova E.V., Aksenov A.V. Inheritance of a number of quantitative traits of the rice hybrid 'Karlik 1 x LK' 43
- Kovtunov V.V. Sown area and productivity of grain sorghum 47
- Ignatiev S.A., Regidin A.A. The efficiency of sainfoin breeding for fodder and seed productivity 49
- Filenko G.A., Skvortsova Yu.G., Firsova T.I., Filippov E.G. The effect of reproduction on productivity and sowing traits of spring barley 53
- Nekrasov E.I., Ionova E.V. The study results of 1000-kernel weight of winter soft wheat varieties under provoking conditions "zasushnik" 57
- Malokostova E.I. A new spring soft wheat variety 'Voronezhskaya 18' for the Central-Blackearth region 59
- Boradulina V.A., Musalitin G.M. The state of winter wheat production and breeding in the Altay Area 63

PLANT PROTECTION

- Razina A.A., Dyatlova O.G. The application of fungicides and growth regulators for seedbed treatment of spring wheat seeds in the Irkutsk region 67

ANNIVERSARIES

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 633.14 : 631.8 : 631.559

DOI 10.31367/2079-8725-2018-57-3-3-8

**ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ ОЗИМОЙ РЖИ
НА УРОЖАЙНОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА****И.Н. Белоус**, кандидат сельскохозяйственных наук, директор, ORCID ID: 0000-0002-6209-7069;**Л.П. Харкевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
старший научный сотрудник кафедры общего земледелия,
технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства,
ORCID ID: 0000-0003-2547-0239**В.Ф. Шаповалов**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ORCID ID: 0000-0003-2050-7768**Г.П. Мальявко**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, проректор по учебной работе БГАУ,
ORCID ID: 0000-0003-2844-3324*ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»**243365, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская, 2а.*

Представлены результаты исследований в длительном полевом стационарном опыте. Выявлены роль комплексного применения органических и минеральных удобрений, средств защиты растений и биопрепарата «Гумистим» при возделывании озимой ржи, его влияние на урожайность и технологические качества зерна. Возрастающие дозы минеральных удобрений в комплексе с химическими средствами защиты растений и биопрепаратом «Гумистим» значительно увеличивали продуктивную кустистость и количество зерен в колосе. Масса зерна с одного колоса в опыте также зависела от уровня минерального питания и применяемых средств защиты растений. Минеральные удобрения оказывали положительное влияние на продуктивность озимой ржи, при этом степень влияния определялась уровнем их использования. Применение «Гумистима» в комплексе со средствами защиты активизировало рост и развитие растений, что в конечном итоге способствовало существенному повышению урожайности зерна. Самые высокие прибавки от биопрепарата «Гумистим» получены в вариантах последействия навоза 40 т/га + $N_{70}P_{30}K_{60}$ + пестициды + «Гумистим» (0,48 т/га) и $N_{140}P_{60}K_{120}$ + пестициды + «Гумистим» (0,47 т/га). В среднем за годы исследований наиболее эффективными системами удобрения озимой ржи являлись органоминеральная (последействие навоза 40 т/га + $N_{70}P_{30}K_{60}$) и минеральная ($N_{140}P_{60}K_{120}$) в комплексе с химическими средствами защиты растений и биопрепаратом «Гумистим». Вышеуказанные системы удобрения обеспечивали урожайность зерна озимой ржи на уровне 2,54–2,66 т/га. Под влиянием органической, минеральной и органоминеральной систем удобрения совместно со средствами химической защиты растений и «Гумистимом» улучшались технологические качества зерна озимой ржи. Возрастали натурная масса зерна, масса 1000 зерен, стекловидность. Лучшее по хлебопекарным качествам зерно озимой ржи получено в вариантах с органоминеральной и минеральной системами удобрения в комплексе со средствами защиты растений и биопрепаратом «Гумистим».

Ключевые слова: система удобрения, урожайность, озимая рожь, пестициды, «Гумистим».

**THE EFFECT OF FERTILIZING SYSTEMS
ON PRODUCTIVITY AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF WINTER RYE****I.N. Belous**, Candidate of Agricultural Sciences, head, ORCID ID: 0000-0002-6209-7069;**L.P. Kharkevich**, Doctor of Agricultural Sciences, professor, senior researcher
of the department of general agriculture, technology of production, storage and processing of plant products,
ORCID ID: 0000-0003-2547-0239**V.F. Shapovalov**, Doctor of Agricultural Sciences, professor; ORCID ID: 0000-0003-2050-7768;**G.P. Malyavko**, Doctor of Agricultural Sciences, professor, Pro-rector on study work in the BSAU,
ORCID ID: 0000-0003-2844-3324*FSBEI HO «Bryansk State Agricultural University»**243365, Bryansk region, Vygonichsky district, village of Kokino, Sovetskaya Str., 2a*

The article presents the study results of a long-term field stationary trial. There has been identified a role of the complex application of organic and mineral fertilizers, plant protection products and the biological product 'Gumistim' in the winter rye cultivation, its influence on the productivity and technological qualities of grain. Increasing doses of mineral fertilizers combined with chemical plant protection products and biomaterial 'Gumistim' significantly increased productive tillage capacity and the number of kernels per head. Kernel weight per head in the trial also depended on the level of mineral nutrition and the applied plant protection products. Mineral fertilizers had a positive effect on winter rye productivity, while the influence degree was determined by the level of fertilizers' application. The use of 'Gumistim' in combination with protective techniques activated growth and development of the plants, which ultimately contributed to a significant increase in grain productivity. The highest increase from biomaterial 'Gumistim' was obtained in the aftereffects of application of 40 t/ha manure + $N_{70}P_{30}K_{60}$ + pesticides + 0.48 t/ha 'Gumistim' and $N_{140}P_{60}K_{120}$ + pesticides + 0.47 t/ha 'Gumistim'. On average, during the years of research, the most effective fertilizing systems for winter rye were organic-mineral (the aftereffects of application of 40 t/ha manure + $N_{70}P_{30}K_{60}$) and mineral ($N_{140}P_{60}K_{120}$) combined with chemical plant protection products and biomaterial 'Gumistim'. The above mentioned fertilizing systems improved winter rye yields to 2.54–2.66 t/ha. Under the influence of organic, mineral and organic-mineral fertilizing systems, together with chemical plant protective means and 'Gumistim', the technological quality of winter rye kernels has improved. The indexes of nature weight, 1000-kernel weight and vitreousness of grain have

also improved. Winter rye grain with the best baking qualities was obtained in the variants with organic-mineral and mineral fertilizing systems in combination with plant protection products and biomaterial 'Gumistim'.

Keywords: fertilizing system, productivity, winter rye, pesticides, 'Gumistim'.

Введение. Зерновое хозяйство является основой всего сельскохозяйственного производства. От уровня его развития зависят не только экономическая стабильность и продовольственная безопасность страны, но и рост и развитие других отраслей агропромышленного комплекса.

Обеспечение устойчивого роста производства зерна в условиях ресурсосбережения, снижения уровня технического и антропогенного загрязнения окружающей среды и производимой продукции – достаточно сложная задача. Дефицит агрохимических средств и отсутствие разноуровневых технологий применительно к многоукладному сельскохозяйственному производству отрицательно сказались на развитии зерновой отрасли, что, в свою очередь, привело к дестабилизации производства (Алабушев и Раева, 2013).

Озимая рожь – зерновая культура, обладающая высоким потенциалом урожайности. Она хорошо отзывается на внесение минеральных удобрений и имеет более продолжительный, в отличие от яровых зерновых культур период потребления питательных веществ (до 200 дней). Среди зерновых культур озимая рожь предъявляет самые низкие требования к плодородию почвы, внесению удобрений, гербицидов и пестицидов. Она отличается большей устойчивостью к кислым почвам и не только слабо реагирует на увеличение кислотности среды, но и успешно вегетирует в широком диапазоне pH, то есть позволяет получать относительно дешевую и экологически чистую продукцию для производства хлеба и кормов. Благодаря высокой зимостойкости, засухоустойчивости и более низким требованиям к интенсивности возделывания рожь считается культурой низкого экономического риска. Озимую рожь можно отнести к стратегическим культурам, влияющим на формирование продовольственной безопасности страны (Жученко, 2009; Сысуев, 2012).

Урожайность озимой ржи пока остается невысокой и отстает от потенциальной возможности сортов. Основные пути ее повышения определяются многими факторами. Для обеспечения высоких и стабильных урожаев необходимо использовать все приемы, способствующие увеличению урожайности культуры: подбор предшественников, использование высокопродуктивных сортов, современных средств защиты растений и различных биопрепаратов, а также внесение органических и минеральных удобрений (Малявко и др., 2011; Белоус и Адамко, 2014).

Целью исследований являлась разработка эффективных, экологически безопасных технологических приемов получения высоких урожаев озимой ржи, включая применение органических, минеральных удобрений, средств защиты растений и гуминового удобрения («Гумистим»), оптимизацию их доз и сочетаний, обеспечивающих максимальную урожайность и хорошее качество зерна.

Материалы и методы исследований. Изучение систем удобрения при возделывании озимой ржи проводили в длительном стационарном опыте Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции ВНИИ люпина в период с 2005 по 2012 г. в плодосменном севообороте с чередованием культур картофеля – овес – люпин на зеленую массу – озимая рожь, который был заложен в 1993 г.

Почва опытного участка дерново-подзолистая рыхлопесчаная с содержанием органического вещества (по Тюрину) 2,4–2,5%; pHKCl – 6,7–6,9; Нг –

0,58–0,78 ммоль/100 г почвы; сумма поглощенных оснований – 7,2–8,9 ммоль/100 г почвы, содержание подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову) – 385–413 и 69–96 мг/кг почвы соответственно. Плотность загрязнения опытного участка ^{137}Cs – 568–724 кБк/м².

Повторность опыта четырехкратная, размер учетной делянки – 45 м². Размещение делянок систематическое. Норма высева – 5,5 млн всхожих зерен на 1 га, способ посева рядовой, срок посева – третья декада августа.

Посевы обрабатывали биопрепаратом «Гумистим» весной в фазе кущения – начала выхода в трубку из расчета 6 л препарата на 1 га. В опыте применяли «Гумистим» производства ССХП «Женьшень», который содержит в себе все компоненты вермикомпоста в растворенном состоянии: гумины, фульвокислоты, витамины, природные фитогормоны, макро- и микроэлементы в виде биодоступных органических соединений и споры полезных почвенных микроорганизмов. Фунгицидные и бактерицидные свойства препарата обусловлены присутствием природных фунгицидов и антибиотиков, выделяемых микрофлорой кишечника дождевого червя в процессе вермикультивирования.

В качестве органического удобрения использовали подстильный навоз крупного рогатого скота следующего химического состава, %: влага в среднем – 77,2; азот – 0,53; фосфор – 0,25; калий – 0,57. Всю расчетную дозу органического удобрения вносили под первую культуру севооборота – картофель. Из минеральных удобрений применяли аммиачную селитру (34,4% N), суперфосфат двойной гранулированный (45,4% P₂O₅), калий хлористый (55,8% K₂O). Всю расчетную дозу фосфорных удобрений вносили в предпосевную культивацию почвы. Азотные и калийные удобрения применяли дробно: N₇₀K₆₀ → N₃₀K₃₀ до посева + N₄₀K₃₀ в весеннее возобновление вегетации; N₁₄₀K₁₂₀ → N₃₀K₃₀ до посева + N₇₀K₉₀ в весеннее возобновление вегетации + N₄₀ в фазу выхода в трубку; N₂₁₀K₁₈₀ → N₃₀K₃₀ до посева + N₉₀K₁₅₀ в весеннее возобновление вегетации + N₉₀ в фазу выхода в трубку.

Система защиты растений озимой ржи предусматривала применение следующих пестицидов: «Фундазол» 50% с. п. – 0,6 кг/га осенью в фазу кущения; «Кампозан М» – 4 л/га в фазе выхода в трубку, «Байлетон» 25% с. п. – 0,6 кг/га в фазе начала колошения, «Децис» 25% к. э. – 0,3 л/га в фазе цветения. Обработку посевов озимой ржи проводили без учета экономического порога вредоносности в качестве превентивной меры.

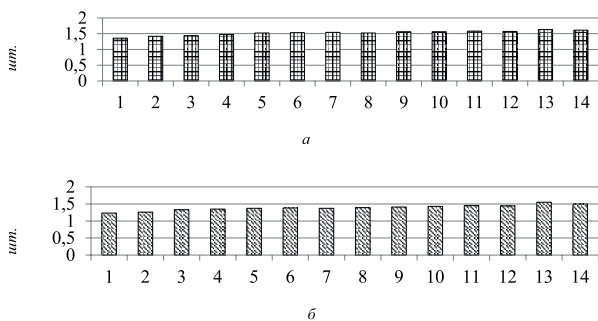
Агротехника возделывания озимой ржи соответствовала общепринятой для Центрального региона России. Урожайность озимой ржи учитывали сплошным методом поделочно и приводили к стандартной влажности, %: зерно – 14, солома – 16. Соотношение основной и побочной продукции устанавливали по пробному снопу. Результаты обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (Доспехов, 1985).

Полевой опыт включал следующие варианты систем удобрения при возделывании озимой ржи:

- 1) контроль (без применения минеральных удобрений);
- 2) последствие 80 т/га навоза;
- 3) последствие 40 т/га навоза + N₇₀P₃₀K₆₀;
- 4) N₇₀P₃₀K₆₀;
- 5) N₁₄₀P₆₀K₁₂₀;

- 6) $N_{210}P_{90}K_{180}$;
- 7) последствие 40 т/га навоза + $N_{70}P_{30}K_{60}$ + пестициды;
- 8) $N_{70}P_{30}K_{60}$ + пестициды;
- 9) $N_{140}P_{60}K_{120}$ + пестициды;
- 10) $N_{210}P_{90}K_{180}$ + пестициды;
- 11) последствие 40 т/га навоза + $N_{70}P_{30}K_{60}$ + пестициды + «Гумистим»;
- 12) $N_{70}P_{30}K_{60}$ + пестициды + «Гумистим»;
- 13) $N_{140}P_{60}K_{120}$ + пестициды + «Гумистим»;
- 14) $N_{210}P_{90}K_{180}$ + пестициды + «Гумистим».

Лабораторно-аналитические исследования проводили по общепринятым методикам в центре коллективного пользования научным оборудованием Брянского ГАУ. Качество зерна определяли следующими стандартными методами: отбор проб, выделение навесок для определения показателей качества зерна – по ГОСТ 13586.3-83, содержание белка – по ГОСТ 10846-91, число падения – по методу Хагберта – Пертена и ГОСТ 27676-88, натура зерна – по ГОСТ 10840-64, масса 1000 зерен – по ГОСТ 10842-89, влажность зерна – по ГОСТ 13586.5-93.



Агроклиматические условия вегетационных периодов в годы проведения исследований существенно различались. Наиболее благоприятными для роста и развития озимой ржи были 2005, 2006 гг., умеренными – 2011 и 2012 гг.; 2007 и 2009 гг. характеризовались как избыточно увлажненные; засушливыми были 2008, 2010 гг.

Результаты и их обсуждение. Основную роль в формировании урожая зерна озимой ржи играют количество растений на единицу площади, кустистость, количество продуктивных стеблей, зерен в колосе, их масса. Степень влияния этих слагаемых на урожайность озимой ржи зависит от генотипических и фенотипических факторов (Jacobi, 1983; Митрофанов и др., 2013).

За годы исследований установлено, что под действием разных вариантов систем удобрения элементы структуры урожая озимой ржи изменились. Продуктивная кустистость озимой ржи менялась в пределах от 1,23 на варианте без применения средств химизации до 1,63 на варианте $N_{140}P_{60}K_{120}$ + пестициды + «Гумистим» (рис. 1).

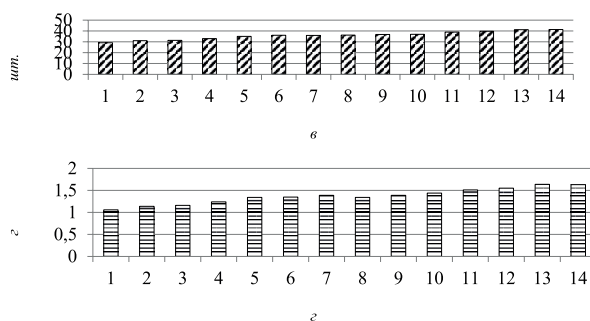


Рис. 1. Действие систем удобрения на изменения элементов структуры урожая озимой ржи (в среднем за 2005–2012 гг.): а – кустистость общая; б – кустистость продуктивная; в – количество зерен в колосе; г – масса зерна в колосе

Fig. 1. The effect of fertilizing systems on changes of the structure of winter rye yields (on average in 2005–2012): а – general tillering capacity; б – productive tillering; в – number of kernels per head; г – kernel weight per head

Повышение доз минеральных удобрений под культуру способствовало повышению как общей, так и продуктивной кустистости в сравнении с контрольным вариантом на 4,4–12,5% в зависимости системы удобрения.

Совместное применение минеральных удобрений и средств защиты растений повышало показатели кустистости в сравнении с контролем на 11,7–14,7%. Совместное применение биопрепарата «Гумистим» со средствами химизации обеспечило дальнейшее повышение общей и продуктивной кустистости. В сравнении с контрольным вариантом оно составило 15,4–19,8%, а в сравнении с совместным применением минеральных удобрений и средств защиты растений кустистость увеличилась на 3,2–4,5%.

Средства химизации изменяли количество зерен в колосе. Так, повышение доз минеральных удобрений, применяемых совместно с химическими средствами защиты растений и «Гумистимом», существенно увеличивало количество зерен в колосе. За годы исследований наименьшая озерненность колоса была отмечена на контрольном варианте (29,1), наибольшая – в вариантах с сочетанием применения удобрения, пестицидов и «Гумистима» (39,0–41,3).

Условия произрастания оказывают значительное влияние на массу зерна с растения. Этот признак обладает высокой изменчивостью под влиянием внешних факторов.

Предельная масса зерна с одного колоса (1,64 г) в исследованиях была получена на варианте

$N_{140}P_{60}K_{120}$ + пестициды + «Гумистим». При малом использовании средств химизации снижалась и масса зерна с одного колоса. Внесение «Гумистима» оказывало положительное действие на величину этого показателя.

Комплексное применение систем удобрения и средств защиты растений в плодосменном севообороте способствовало созданию комфортных условий для роста растений озимой ржи и более полному использованию питательных веществ удобрений. Это, в свою очередь, оказывало положительное действие на формирование урожая зерна озимой ржи (рис. 2).

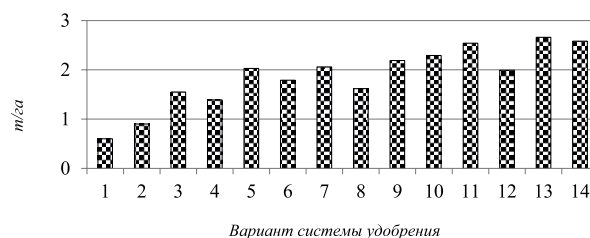


Рис. 2. Действие систем удобрения на изменение урожайности зерна озимой ржи (в среднем за 2005–2012 гг.) ($HCP_{05} = 0,34$)

Fig. 2. The effect of fertilizing systems on changes of the structure of winter rye yields (on average in 2005–2012) ($HCP_{05} = 0,34$)

Урожайность озимой ржи по годам исследований различалась и зависела от агроклиматических условий периода вегетации и применения систем удобрения. В среднем за годы исследований наименьшая урожайность (0,60 т/га) зерна озимой ржи выявлена на контрольном варианте.

В среднем за годы исследований урожайность от последствия 80 т/га органического удобрения составила 0,90 т/га. Прибавка урожайности зерна в сравнении с контролем – 0,30 т/га.

Органоминеральная система удобрения повышала урожайность озимой ржи. Прибавка в сравнении с контролем составила 0,95 т/га зерна, что более чем в 3 раза больше прибавки от последствия органического удобрения в дозе 80 т/га.

Минеральная система удобрения положительно действовала на урожайность зерна озимой ржи, и эффект определялся уровнем применения средств. При этом достоверной разницы между применением минерального удобрения в дозах $N_{140}P_{60}K_{120}$ и $N_{240}P_{90}K_{180}$ не обнаружили. Внесение $N_{140}P_{60}K_{120}$ обеспечивает наибольшую урожайность зерна озимой ржи (2,03 т/га). Установлено, что высокая доза минерального удобрения в засушливый год оказала депрессирующее действие на рост и развитие озимой ржи, а во влажный – способствовала полеганию растений в период налива и созревания зерна.

Совместное применение систем удобрения и средств защиты растений способствовало росту урожайности зерна озимой ржи. Наибольший показатель урожайности получен при внесении $N_{240}P_{90}K_{180}$ с пестицидами (2,29 т/га). При этом разница по сравнению с внесением $N_{140}P_{60}K_{120}$ незначительна.

Применение «Гумистима» в сочетании со средствами химизации активизировало рост и развитие растений, что в конечном итоге способствовало существенному повышению урожайности зерна. Самые высокие прибавки от биопрепарата «Гумистим» получены в вариантах последствия навоза 40 т/га + $N_{70}P_{30}K_{60}$ + пестициды + «Гумистим» (0,48 т/га) и $N_{140}P_{60}K_{120}$ + пестициды + «Гумистим» (0,47 т/га).

Основными технологическими показателями качества зерновых культур служат натура и масса 1000 зерен. Натура – это масса установленного объема зерна. Чем она выше, тем больше в нем содержится полезных веществ. Стандартным выражением служит масса зерна 1 л в граммах. Согласно ГОСТ 16990-88 она составляет в зависимости от зоны заготовки зерна от 680 до 715 г/л. По ГОСТ 27850-88 поставляемое для экспорта зерно ржи должно иметь натуру не менее 715 г/л.

В среднем за годы исследований натура зерна озимой ржи изменялась в вариантах опыта в пределах 654–700 г/л и была близка к уровню базисных кондиций (рис. 3). Минеральные и органические удобрения способствовали повышению натуры зерна. Прибавка к контрольному варианту составила 0,9–4,9% в зависимости от уровня удобренности.

При комплексном применении удобрений и химических средств защиты растений отмечалось дальнейшее повышение натуры зерна озимой ржи. Прибавки от применения средств химической защиты растений составили от 6 до 9 г/л в зависимости от варианта. Наибольшие значения натурной массы зерна в среднем за годы исследований получены в вариантах с применением «Гумистима». Оно положительно влияло на натурную массу зерна. Прибавки натурной массы зерна в этом случае составили от 5 до 14 г/л по сравнению с вариантами с применением средств химической защиты растений, но без «Гумистима». Самое высокое значение этого показателя в годы исследований отмечено в варианте со средней дозой

$N_{140}P_{60}K_{120}$ в сочетании с пестицидами и «Гумистимом» (700 г/л).

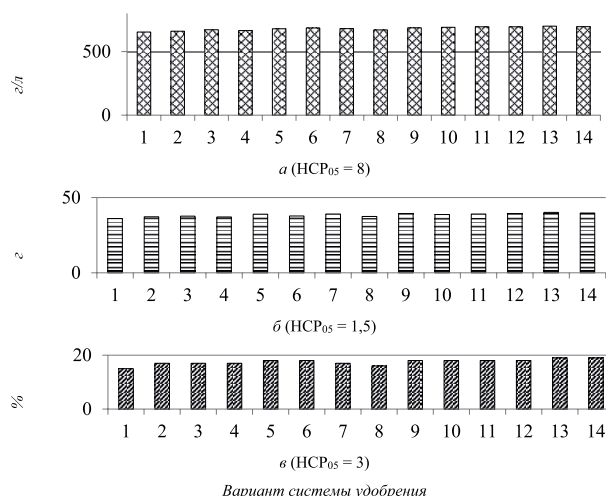


Рис. 3. Действие систем удобрения на изменения технологических качеств зерна озимой ржи (в среднем за 2005–2012 годы): а – натура зерна; б – масса 1000 зерен; в – стекловидность

Fig. 3. The effect of fertilizing systems on changes of the technological properties of winter rye seeds (on average in 2005–2012): а – nature weight; б – 1000-kernel weight; в – kernel hardness

На массу 1000 зерен оказывали влияние погодные условия вегетационных периодов и системы удобрения.

В среднем за годы исследований масса 1000 зерен на контрольном варианте составила 36,0 г (рис. 3). Использование органической и органоминеральной системы удобрения увеличивало этот показатель. На фоне возрастающих доз минеральных удобрений масса 1000 зерен увеличивалась от 37,6 до 38,9 г. Сочетание систем удобрения и пестицидов вело к дальнейшему повышению массы 1000 зерен.

Показатель стекловидности зерна используется при оценке мукомольно-хлебопекарных характеристик озимой ржи. Являясь внешним признаком качества зерна, стекловидность отражает структуру внутренних тканей. Для мучнистого эндосперма характерна слабая связь крахмальных зерен с белком, в стекловидном – связь «крахмал – белок» очень прочная. Стекловидный эндосперм содержит больше белка по сравнению с мучнистым (Козьмина и др., 2006).

Характер изменения стекловидности зерна озимой ржи в наших исследованиях отражен на рисунке 3. В среднем за годы исследований стекловидность зерна озимой ржи колебалась в интервале 15–19%, имея тенденцию к повышению в вариантах с применением средств химической защиты растений и «Гумистима».

Число падения – важнейший показатель хлебопекарных качеств зерна озимой ржи. Чем выше число падения, тем лучше хлебопекарные свойства зерна. Повышение активности альфа-амилазы приводит к резкому ухудшению качества выпекаемого хлеба. Уровень агротехники, фон минерального питания, погодноклиматические условия и биологические особенности оказывают влияние на белковость зерна и число падения. Высококачественный хлеб выпекается из зерна с числом падения более 200 (Неволина, 2013).

В наших исследованиях показатели углеводно-амилазного комплекса соответствуют технологическим требованиям (ГОСТ 16990-88) (рис. 4). Число падения

изменялось от 185 (контроль) до 206 с ($N_{210}P_{90}K_{180}$ + средства защиты растений + «Гумистим»). По этому показателю зерно соответствует второму товарному классу. Мука, полученная из такого зерна, гарантирует выпечку хлеба высокого качества. Сочетание удобрений со средствами химической защиты растений и «Гумистимом» приводило к повышению числа падения и, соответственно, улучшало хлебопекарные свойства зерна озимой ржи.

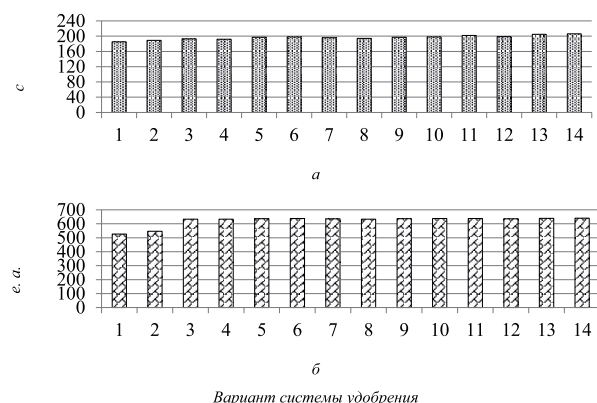


Рис. 4. Действие систем удобрения на изменения хлебопекарных качеств зерна озимой ржи (в среднем за 2005–2012 гг.): а – число падения; б – высота амилограмм

Fig. 4. The effect of fertilizing systems on changes of the baking properties of winter rye (on average in 2005–2012): а – falling number; б – amylogram height

Пригодность ржаной муки для выпечки хлеба характеризует высота амилограммы. При значении 350–650 е. а. ржаная мука пригодна для выпечки хлеба различных сортов.

В нашем опыте значения высоты амилограммы изменялись от 526 (контроль) до 640 е. а. ($N_{210}P_{90}K_{180}$ + средства защиты растений + «Гумистим»). Следовательно, зерно озимой ржи, независимо от системы удобрения, укладывалось по значениям данного показателя в установленные пределы (рис. 4). Зерно озимой ржи, обладающее высокими хлебопекарными качествами, получено в вариантах с минеральной и органоминеральной системами удобрения в комплексе со средствами защиты растений и биопрепаратом «Гумистим».

Расчет экономической эффективности позволяет сделать вывод, что наряду с ростом урожайности по мере изменения доз вносимых минеральных удобрений происходило изменение рентабельности (рис. 5).

Экономически выгодным является применение минеральных удобрений в дозе $N_{70}P_{30}K_{60}$, сочетание

последствия навоза 40 т/га и $N_{70}P_{30}K_{60}$ с пестицидами, а также сочетание последствия навоза 40 т/га и $N_{70}P_{30}K_{60}$ с пестицидами и «Гумистимом», при которых уровень рентабельности составил 118, 68, 92% соответственно.

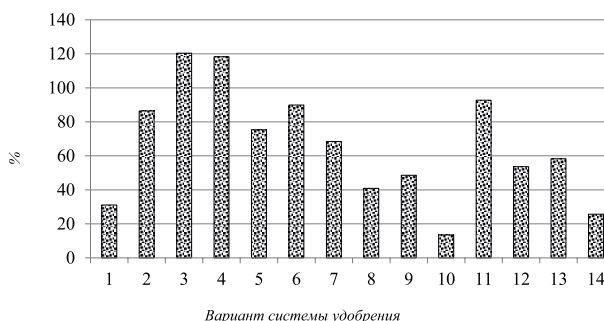


Рис. 5. Действие систем удобрения на изменения рентабельности возделывания зерна озимой ржи (в среднем за 2005–2012 гг.)

Fig. 5. The effect of fertilizing systems on changes of the profitability of winter rye cultivation (on average in 2005–2012)

Вышеуказанные системы удобрения имели преимущество перед остальными вариантами. Применение высоких доз минеральных удобрений не было экономически выгодным, так как увеличение затрат на единицу площади не способствовало росту урожайности зерна и, как следствие, повышению отдачи земли как фактора производства.

Выводы. Таким образом, в среднем за годы исследований наиболее эффективными системами удобрения озимой ржи являлись органоминеральная (последствие навоза 40 т/га + $N_{70}P_{30}K_{60}$) и минеральная ($N_{140}P_{60}K_{120}$) в комплексе с химическими средствами защиты растений и биопрепаратом «Гумистим». Вышеуказанные системы удобрения обеспечивали урожайность зерна озимой ржи на уровне 2,54–2,66 т/га.

Рассматриваемые системы удобрения позволили получить продовольственное зерно озимой ржи с хорошим качеством. Под влиянием изученных средств химизации улучшались физические показатели качества зерна озимой ржи. Возрастали натурная масса зерна (от 654 до 700 г/л), масса 1000 зерен (от 360 до 401 г), стекловидность (от 15 до 19%).

Лучшее по хлебопекарным качествам зерно озимой ржи (высота амилограммы – 638–640 е. а., число падения – 202–206) получено в вариантах с органоминеральной и минеральной системами удобрения в комплексе со средствами защиты растений и биопрепаратом «Гумистим».

Наиболее экономически выгодным является применение минеральных удобрений в дозе $N_{70}P_{30}K_{60}$, при котором уровень рентабельности составил 118%.

Библиографический список

1. Алабушев А.В., Раева С.А. Стабилизация производства зерна в условиях вступления России в ВТО // Зерновое хозяйство России. 2013. № 1. С. 5–9.
2. Белоус И.Н., Адамко В.Н. Урожайность и показатели качества зерна озимой ржи при комплексном применении средств химизации // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 2. С. 46–48.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Агропромиздат, 1985. 531 с.
4. Жученко А.А. Рожь – стратегическая культура в обеспечении продовольственной безопасности России в условиях глобального и локального изменения погодных-климатических условий. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2009. 52 с.
5. Козьмина Н.П., Гунькин В.А., Суслин Г.М. Теоретические основы прогрессивных технологий (Биотехнология). Зерноведение (с основами биохимии растений). М.: Колос, 2006. 464 с.
6. Малявко Г.П., Белоус И.Н., Пиняев А.Б. Влияние агрохимикатов на засоренность посевов и урожайность озимой ржи // Вестник Брянской ГСХА. 2011. № 2. С. 17–22.

7. Митрофанов Ю.И., Петрова Л.И., Котельников В.А. Роль элементов структуры урожая и технологических приемов в формировании высокопродуктивных посевов озимой ржи на осушаемых землях // Зерновое хозяйство России. 2013. № 2. С. 43–47.

8. Неволлина К.Н. Влияние удобрений на урожайность и качество зерна озимых кормовых культур в Предуралье // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 5. С. 27–29.

9. Сысуев В.А. Комплексные научные исследования по озимой ржи – важнейшей национальной и стратегической зерновой культуре РФ // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 6. С. 8–11.

10. Jacobi H. Entwicklung der Getreidepflanze und Zusammensetzung des Getreidekornes // Getreidebearbeitung und Lagerung, 1983. 125 p.

References

1. Alabushev A.V., Raeva S.A. Stabilizacija proizvodstva zerna v uslovijah vstuplenija Rossii v VTO [Stabilization of grain production in the context of Russia's accession to the WTO] // Zernovoe hozjajstvo Rossii. 2013. № 1. S. 5–9.

2. Belous I.N., Adamko V.N. Urozhajnost' i pokazateli kachestva zerna ozimoi rzhi pri kompleksnom primenenii sredstv himizacii [Productivity and quality traits of winter rye seeds under complex application of chemicals] // Dostizhenija nauki i tehniki APK. 2014. № 2. S. 46–48.

3. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovanij [Methodology of a field trial with the basis of statistic processing of study results]. M., 1985. 135 s.

4. Zhuchenko A.A. Rozh' – strategicheskaja kul'tura v obespechenii prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossii v uslovijah global'nogo i lokalnogo izmenenija pogodno-klimaticheskikh uslovij [Rye is a strategic grain crop for Russia's food security in conditions of global and local changes of weather and climate conditions]. Kirov: NIISH Severo-Vostoka, 2009. 52 s.

5. Koz'mina N.P., Gun'kin V.A., Susljanok G.M. Teoreticheskie osnovy progressivnykh tehnologij (Biotehnologija). Zernovedenie (s osnovnymi biohimii rastenij) [Theoretical basis of progressive technologies (Biotechnology). Seed study (with the basis of plant biochemistry)]. M.: Kolos, 2006. 464 s.

6. Maljavko G.P., Belous I.N., Pinjaev A.B. Vlijanie agrohimiKatov na zasorennost' posevov i urozhajnost' ozimoi rzhi [The effect of agrochemicals on weediness productivity of winter rye] // Vestnik Brjanskoi GSHA. 2011. № 2. S. 17–22.

7. Mitrofanov Ju.I., Petrova L.I., Kotel'nikov V.A. Rol' jelementov struktury urozhaja i tehnologicheskikh priemov v formirovanii vysokoproduktivnykh posevov ozimoi rzhi na osushaemykh zemljah [The effect of yield structural elements and technologies on formation of highly productive sowings of winter rye on drained fields] // Zernovoe hozjajstvo Rossii. 2013. № 2. S. 43–47.

8. Nevolina K.N. Vlijanie udobrenij na urozhajnost' i kachestvo zerna ozimyh kormovykh kul'tur v Predural'e [The effect of fertilizers on productivity and grain quality of winter forage crops in the Pre-Ural territory] // Dostizhenija nauki i tehniki APK. 2013. № 5. S. 27–29.

9. Sysuev V.A. Kompleksnye nauchnye issledovanija po ozimoi rzhi – vazhnejshej nacional'noj i strategicheskoi zernovoi kul'ture RF [Complex researches of winter rye as the most strategically and nationally important grain culture of RF] // Dostizhenija nauki i tehniki APK. 2012. № 6. S. 8–11.

10. Jacobi H. Entwicklung der Getreidepflanze und Zusammensetzung des Getreidekornes. Getreidebearbeitung und Lagerung, 1983. 125 s.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.16; 631

DOI 10.31367/2079-8725-2018-57-3-8-13

О СПОСОБАХ ПОСЕВА ЯЧМЕНИ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Ю.И. Митрофанов, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0003-0994-6743;

А.Е. Артемьев, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0003-1747-4600;

Н.А. Смирнова, ORCID ID: 0000-0001-9653-8478

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель»
170530, Тверская обл., Калининский р-н, п. Эммаусс, 27; e-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

В статье изложены результаты исследований по способам посева ячменя на осушаемых почвах. Исследования проводили на опытных полях ФГБНУ ВНИИМЗ. В опытах сравнивали обычный рядовой (СЗ-3,6), поверхностно-разбросной и гребнистый ленточно-разбросной способы посева. Установлено, что ячмень на осушаемых землях целесообразно выращивать на гребешках высотой 40–80 мм с локальным уплотнением почвы под гребнем и вдавливанием семян в почву. Прибавки урожайности при гребнистом способе посева составляют 0,23–0,55 т/га, или 6,2–16,3%, по отношению к существующей технологии посева (СЗ-3,6), прямые затраты на производство 1 т зерна уменьшаются на 5,3–13,8%. Вдавливание семян в почву при гребнистом способе посева увеличивало урожайность ячменя на фоне культивации на 0,43 т/га.

Определенный интерес для условий северо-запада Нечерноземной зоны представляет и разбросной бессосновиковый способ посева ячменя. Производительность труда на посеве повышается в 1,5–3 раза, затраты труда в расчете на 1 га, связанные с проведением посевных работ, сокращаются на 37,6–58,4%, а расход ГСМ – на 7,4–39,2%. При использовании для посева прицепных разбрасывателей минеральных удобрений отпадает необходимость в отдельных вспомогательных операциях, специальных загрузчиках и транспорте для подвозки семян, сокращаются сроки проведения полевых работ, по-

вышается адаптивность технологии посева к почвенно-мелиоративным условиям, снижается (в 2–4 раза) уплотняющее воздействие ходовых систем тракторов и машин на почву.

Ключевые слова: ячмень, способы посева, гребнистый ленточно-разбросной, поверхностно-разбросной, приемы обработки, урожайность.

ON THE BARLEY PLANTING METHODS ON DRAINED SOIL

Yu.I. Mitrofanov, Candidate of Agricultural Sciences, ORCID ID: 0000-0003-0994-6743;

A.E. Artemiev, Candidate of Agricultural Sciences, ORCID ID: 0000-0003-1747-4600;

N.A. Smirnova, ORCID ID: 0000-0001-9653-8478

FSBSI «All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands»

170530, Tverskaya region, Kalininsky district, village of Emmaus, 27; e-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

The article presents the study results of the barley planting methods on drained soil. The research was carried out in the experimental fields of the FSBSI 'All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands'. In the trials, conventional drill method of planting (SZ-3.6), band method of planting and broadcast method of planting were compared. It is established that barley on drained soil should be grown on the scallops of 40–80 mm height with local soil compaction under a ridge and indentation of the seeds into the soil. The yield increase with the ridge method of planting are 0.23–0.55 t/ha or 6.2–16.3% in relation to the conventional method of planting (SZ-3.6), the direct costs of producing 1 t of grain are reduced by 5.3–13.8%. The indentation of seeds into the soil with the ridge method of planting increased barley yield on 0.43 t/ha under its cultivation. A broadcast method of barley planting is of certain interest for the conditions of the northwest of the Non-Blackearth (chernozem) region. The labor productivity is increased by 1.5–3 times, labor costs per 1 hectare connected with planting operations are reduced by 37.6–58.4%, and fuel consumption is reduced by 7.4–39.2 %. With the use of seed spreaders, there is no need in separate auxiliary operations, special loaders and transport for seed transportation, the time of field work is shortened, the adaptability of seeding technology to soil-meliorative conditions is increased, the compacting effect of running systems of tractors and machines on soil is reduced (by 2–4 times).

Keywords: barley, planting methods, ridge band method of planting, broadcast method of planting, methods of tillage (cultivation), productivity.

Введение. Выбор лучших способов посева зерновых культур для осушаемых земель связан не только с агротехническими достоинствами или недостатками тех или иных технологий, но и с ландшафтными особенностями этих земель: почвенной и гидрологической пестротой, сложностью рельефа поверхности и почвенного покрова, особенностями водного режима (повышенное увлажнение, участие поверхностных и грунтовых вод в формировании водного режима, наличие блюдца, западин, более мощного снегового покрова, неравномерное просыхание полей и др.).

Исследования по изучению способов посева зерновых культур (озимая рожь, ячмень, овес) проводили в 1979–1984, 1991–1994 и 2012–2017 гг. На первом этапе была проведена серия полевых опытов по изучению поверхностно-разбросного бессосникового способа посева и приемов предпосевной обработки почвы. Для посева использовали разбрасыватели минеральных удобрений НРУ-0,5 и МВУ-0,5 (ширина захвата при посеве 10 м), а для закрытия семян – почвообрабатывающие орудия (дисковые лущильники ЛДГ-5 в агрегате с зубowymi боронами, зубовые бороны БЗТС-1,0, культиваторы КШП-8). Из приемов предпосевной обработки почвы сравнивались два варианта: культивация в два следа и культивация + РВК-3,6 (комбинированный агрегат, осуществляющий рыхление, выравнивание и прикатывание почвы).

На втором этапе основные исследования были связаны с ленточно-разбросным способом посева на гребнистой поверхности. В опытах сравнивали два его варианта – с уплотнением почвы под гребнем и вдавливанием семян в почву специальными катками (вариант сеялки СЗГК-3,6) и без этих операций (СЗГ-3,6). За контроль во всех опытах был принят посев рядовыми зерновыми сеялками СЗ-3,6 или СН-16 с шириной междурядий 15 см.

В настоящее время результаты исследований по озимой ржи широко опубликованы в разных журналах и монографии (Митрофанов, 1992; 1993; 2006; 2008; 2013; 2014). Длительными исследованиями установлено, что на осушаемых землях в условиях северо-западной части Нечерноземной зоны Российской

Федерации озимую рожь лучше всего выращивать на специально профилированной поверхности – гребешках высотой 40–80 мм. Это позволяет существенно улучшить водно-воздушный режим в зоне расположения узла кущения растений и условия для развития растений в осенний период, повысить устойчивость посевов к переувлажнению почвы, вымоканию, ледяной корке, сохранность растений при перезимовке, увеличить количество продуктивных стеблей на единице площади, массу зерна в колосе и урожайность. Лучшие результаты обеспечивает посев на гребнистой поверхности с локальным уплотнением почвы под гребнем и вдавливанием семян в почву специальными катками (патент РФ на изобретение № 2083075). Среднегодовое прибавка урожая при этом способе посева по отношению к существующей технологии посева (сеялка СЗ-3,6) в полевых опытах составила 0,66–0,85 т/га, или 12,8–17,5%.

Материалы и методы исследований. По ячменю результаты исследований разных способов посева в обобщенном виде представлены впервые. Исследования проводили в 1991–1994 гг. на опытных полях ФГБНУ ВНИИМЗ (Тверская обл., объект мелиорации «Губино») на дерново-подзолистых легкосуглинистых и супесчаных глееватых почвах, осушаемых закрытым гончарным дренажем. Глубина пахотного слоя – 20–22 см, содержание гумуса – 1,8–2,6 % (по Тюрину), обеспеченность доступным фосфором и обменным калием средняя и повышенная (по Кирсанову), реакция почвенного раствора слабокислая и близкая к нейтральной (ГОСТ 26483-85). Расстояние между дренами – 15–20 м, глубина их заложения – 0,9–1,2 м. Повторность опыта трехкратная, учетная площадь делянок – 80 м². Варианты размещали методом рандомизированных повторений. Возделывали сорт ячменя Абава, норма высева семян – 5,0–6,0 млн шт./га всхожих зерен. Минеральные удобрения вносили в дозах N₆₀P₈₀K₈₀, позволяющих получать 3,0–4,0 т зерна с 1 га. Предшественниками были озимая рожь, картофель. Против сорняков посевы обрабатывали «Диаленом» (1,0 л/га).

Учет урожая зерновых культур проводили комбайном «Сампо» с последующим пересчетом на стандартную 14%-ную влажность зерна. Достоверность прибавок урожая определяли методом дисперсионного анализа (Доспехов, 1979), экономическая оценка способов посева проводилась по компьютерным программам ВНИИМЗ и методике РАСХН (Смирнов А.А. Программы автоматизированных расчетов эффективности технологий, севооборотов и систем земледелия на осушаемых землях (методическое пособие)).

Результаты и их обсуждение. Для оценки качества посева определяли полноту (процент заделанных в почву семян от количества высеванных) и глубину заделки семян, равномерность их распределения по площади питания и глубине, полевую всхожесть. Следует отметить, что все эти показатели зависят не только от способа посева, но и одновременно от качества обработки посевного слоя почвы, погодных условий, влажности, гранулометрического состава почвы и других факторов.

Поверхностно-разбросной бессошниковый способ посева. Исследования показали, что при этом способе посева семена ячменя, по сравнению с контролем, заделываются в почву несколько хуже. Лучшую заделку семян при разбросном способе посева обеспечивали варианты, где закрытие семян проводили луцильником или культиватором. Не заделанными на этих вариантах (в среднем по трем опытам) оставались 3,8–4,6% семян от количества высеванных; на контроле (посев СЗ-3,6) этот показатель составлял 1%. Худшие результаты по заделке семян при разбросном способе посева были получены на варианте с использованием для их закрытия зубовых борон (7,7%). Применение на предпосевной обработке почвы комбинированного агрегата (РВК) увеличивало количество не заделанных в почву семян на 0,5–1,8%; послепосевное прикатывание, наоборот, уменьшало на 1,3%.

Исследования по глубине и равномерности заделки семян ячменя, проведенные в микрополе-вом опыте, показали, что наиболее высокая полевая всхожесть семян этой культуры наблюдалась на варианте, где семена заделывали в слой 2–4 см. Излишне мелкая заделка семян (0–2 см) снижает полевую всхожесть по отношению к оптимальной глубине на 20,1%, а более глубокая (4–6 см) – на 11,3%. Глубокая заделка семян (в слой 4–6 см) приводит к более значительному снижению количества стеблей с колосом и биологической продуктивности растений ячменя. Связано это с тем, что при излишне глубокой заделке семян значительная часть их пластических веществ затрачивается на появление проростков из почвы. Это снижает интенсивность стартового роста растений, задерживает их развитие, формирование листьев и первичной корневой системы. Вместе с тем ранее изданными нормативными документами семена ячменя на легких дренированных почвах рекомендуется заделывать на глубину 4–5 см (Зыков и др., 1984).

Исучаемые способы посева по глубине заделки семян существенно различались. При поверхностно-разбросном они заделывались мельче, особенно при закрытии их зубовой боронкой. Средняя по опытам глубина заделки семян боронкой была в пределах 1,7–1,8 см, дисковыми луцильниками и культиваторами – 1,8–2,2 см. При рядовом посеве ячменя сеялкой с дисковыми сошниками семена в почву по фону РВК заделывались в среднем на глубину 2,4–3,2 см и по фону культивации – на 2,7–4,0 см. Выравнивание и уплотнение почвы перед посевом уменьшают глубину заделки семян.

Полевая всхожесть семян ячменя при рядовом посеве в среднем за три года составила 65,9–70,8%. Разбросной посев чаще всего снижает полевую всхожесть семян. По фону культивации без послепосевного уплотнения почвы полевая всхожесть ячменя снизилась в среднем по трем опытам на 2,2–4,7%. Снижение полевой всхожести при разбросном посеве наблюдается прежде всего в сухие годы. В годы с достаточным увлажнением и при ранних сроках сева существенных различий в полевой всхожести семян не отмечается. Приемы закрытия семян (луцение, культивация или боронование) по полевой всхожести семян были также равнозначными. Положительное влияние на полевую всхожесть семян ячменя оказывает послепосевное прикатывание почвы. Всхожесть ячменя под его влиянием в среднем повышалась на 4,4–6,0%, до уровня контроля – культивация на глубину 4–6 см + РВК – посев дисковой сеялкой. Увеличение полевой всхожести семян под влиянием послепосевного прикатывания связано с созданием лучшего контакта семян с почвой.

По урожайности ячменя лучшим вариантом предпосевной обработки почв при посеве обычными зерновыми сеялками СЗ-3,6 являются культивация в один след на глубину 4–6 см и обработка комбинированным агрегатом РВК-3,6. На хорошо дренированных почвах легкого гранулометрического состава замена второго следа культивации обработкой комбинированным агрегатом увеличивала урожайность ячменя при рядовом посеве на 0,12–0,32 т/га (1981–1984 и 1991–1994 гг.). Послепосевное прикатывание почвы при этом способе посева ячменя по фону предпосевной культивации в два следа увеличивало его урожайность на 0,21 т/га, то есть до- и послепосевное прикатывание на ячмене были практически равноценными. Дополнительное (второе) послепосевное прикатывание почвы по фону РВК при рядовом посеве снизило урожайность ячменя на 0,11 т/га.

При поверхностно-разбросном посеве ячменя лучшим вариантом предпосевной обработки почвы стала культивация. Применение РВК на предпосевной обработке почвы эффекта не дало. Кроме того, в дополнительных опытах на осушаемых почвах легкого гранулометрического состава было установлена возможность, при условии комплексной подготовки полей с осени (внесение фосфорно-калийных удобрений, ранняя зяблевая вспашка, дополнительная культивация), замены предпосевной культивации почвы в один-два следа на боронование без снижения урожайности ячменя (Артемьев и Митрофанов, 2014; Артемьев и Митрофанов, 2015).

Варианты закрытия семян (луцильники в агрегате с боронами, легкие культиваторы и зубовые бороны) по своему влиянию на урожайность в среднем были равнозначными: она составила 3,61–3,71 т/га зерна. Важным элементом технологии разбросного посева яровых зернофуражных культур является уплотнение посевного слоя почвы после закрытия семян. Этот прием особенно важен при засушливой и ветреной погоде в послепосевный период. На ячмене послепосевное прикатывание почвы при разбросном способе посева повысило урожайность в среднем по опытам на 0,11–0,23 т/га, в засушливых условиях она возросла до 0,34 т/га, или на 19,8%. В целом лучшие варианты разбросного бессошникового посева и обычный рядовой способ посева ячменя по урожайности были практически равноценными. Важно, чтобы при использовании поверхностно-разбросного способа посева ячменя проводили сразу после наступления физической спелости почвы в максимально ранние и сжатые сроки с применением послепосевного прикатывания почвы в засушливых условиях.

Во влажные годы при посеве в ранние сроки разбросной посев обеспечивал такую же урожайность, как и рядовой без послепосевного прикатывания почвы. Данные по урожайности подтверждаются структурой урожая. На лучших вариантах рядового и разбросного посева параметры основных показателей структуры – количество продуктивных стеблей, количество зерен в колосе, масса 1000 зерен – были близкими. Послепосевное прикатывание оказало положительное влияние на все элементы структуры урожая при посеве по фону культивации. В засушливые годы более низкая полевая всхожесть компенсировалась более интенсивным кущением растений.

Экономическая эффективность разбросного посева с использованием центробежных разбрасывателей минеральных удобрений обусловлена экономией материально-технических ресурсов и труда по сравнению с общепринятой технологией. Расчеты показывают, что при разбросном способе производительность труда на посеве по сравнению с обычной технологией повышается в 1,5–3 раза. В зависимости от применяемых машин для посева и заделки семян затраты труда в расчете на 1 га, связанные с проведением посевных работ, при разбросном бессошниковом способе посева сокращаются на 37,6–58,4%, а расход ГСМ – на 7,4–39,2%. При использовании для посева прицепных разбрасывателей минераль-

ных удобрений отпадает необходимость в отдельных вспомогательных операциях и дополнительной технике – специальных загрузчиках и транспорте для подвозки семян, сокращаются сроки проведения полевых работ. На осушаемых землях к преимуществам разбросного бессошникового способа посева следует отнести также более высокую адаптированность его к почвенно-мелиоративным условиям этих земель. В частности, этот способ позволяет проводить качественно посев ячменя при повышенной влажности почвы, обеспечивая при этом высокую надежность технологического процесса, сокращает (в 2–4 раза) уплотняющее воздействие ходовых систем тракторов и машин на почву. В наших опытах уплотнение почвы ходовыми системами тракторов до посева или при посеве приводило к снижению урожайности зерновых на уплотненной площади на 12–32%.

Выращивание ячменя на профилированной мелкогребневой поверхности. Семена при посеве гребнекатковой сеялкой, по сравнению с контролем, заделывались в почву мельче: по фону культивации средняя глубина составила 2,2–3,0 см. Применение РВК на предпосевной обработке почвы, так же как и при разбросном посеве, несколько ухудшало заделку семян. Полевая всхожесть семян при посеве гребнекатковой сеялкой от контрольного варианта практически не отличалась (табл. 1).

1. Технологические и биометрические показатели способов посева ячменя

1. Technological and biometrical indexes of barley sowing methods

Показатели	Способ посева, марка сеялки			СЗГК-3,6 к контролю, ±
	рядовой, СЗ-3,6 (контроль)	ленточно-разбросной		
		СЗГ-3,6	СЗГК-3,6	
Глубина заделки семян, см	4,7	2,5	3,0	-1,7
	3,5	2,2	2,8	-0,7
Полевая всхожесть, %	65,8	56,3	67,4	+1,6
	68,8	64,8	68,0	-0,8
Количество всходов, шт./м²	329	282	337	+8
	344	324	340	-4
Сохранность растений, %	60,5	58,9	59,3	-1,2
	67,2	61,1	64,4	-2,8
Коэффициент продуктивного кущения	2,56	3,08	2,90	+0,34
	2,26	2,45	2,41	+0,15
Коэффициент относительного кущения*	1,55	1,81	1,72	+0,17
	1,51	1,49	1,55	+0,04

Примечание: числитель – культивация в два следа на глубину 4–6 см, знаменатель – культивация в один след + РВК;

*отношение числа стеблей с колосом к количеству всходов на 1 м².

Вдавливание семян в почву специальными катками перед закрытием при ленточно-разбросном посеве повышало полноту заделки семян на 1,0–1,4%, увеличивало глубину заделки семян на 0,5–0,6 см, полевую всхожесть семян по фону культивации – в среднем на 3,2–11,1%. В среднем за четыре года урожайность ячменя на этом способе посева по фону культивации составила 3,93 т/га, то есть была на 0,23 т/га больше, чем на контроле с рядовым посевом по фону РВК. По отношению к производственному контролю при обычном посеве по фону культивации прибавка урожая состави-

ла 0,55 т/га (табл. 2). Вдавливание семян в почву при ленточно-разбросном мелкогребневом способе посева увеличивало урожайность ячменя на фоне культивации на 0,43 т/га по сравнению с простым профилированием поверхности. В отдельные годы с дождливой погодой в послепосевной период и хорошим увлажнением посевного слоя вдавливание семян в почву при мелкогребневом посеве к увеличению урожайности не приводило. Применение РВК на предпосевной подготовке почвы при посеве гребнекатковой сеялкой, как и при разбросном способе посева, влияния на урожайность не оказало.

2. Урожайность ячменя в зависимости от приемов предпосевной обработки почвы и способов посева

2. Barley productivity in dependence of seedbed preparation and sowing methods

Способ посева (фактор В)	Марка сеялки	Урожайность, т/га	Прибавки урожая к контролю:	
			±	%
Рядовой – контроль	СЗ-3,6	3,38	–	100,0
		3,70		100,0
Ленточно-разбросной на мелкогребневой поверхности	СЗГ-3,6	3,50	+0,12	103,6
		3,50	-0,20	94,6

Ленточно-разбросной на мелкогребневой поверхности	СЗГК-3,6	<u>3,93</u> 3,85	<u>+0,55</u> +0,15	<u>116,3</u> 104,1
---	----------	---------------------	-----------------------	-----------------------

НСР_{0,5}, т/га по фактору А – 0,17; по фактору В – 0,22; для частных различий – 0,34 т/га.

Примечание: фактор А – приемы предпосевной обработки почвы: числитель – культивация в два следа на глубину 4–6 см, знаменатель – культивация в один след + РВК.

Анализ структуры урожая показал, что при посеве ячменя гребнекатковой сеялкой количество продуктивных стеблей, по сравнению с контролем (СЗ-3,6

по фону РВК), увеличилось на 11,1%, а масса зерна в колосе – на 5,2% за счет лучшей массы 1000 зерен (табл. 3).

3. Структура урожая ячменя при разных способах посева 3. Structure of barley yield under various sowing methods

Показатели	Способ посева, марка сеялки			СЗГК-3,6 к контролю, ±
	рядовой – СЗ-3,6	ленточно-разбросной		
		СЗГ-3,6	СЗГК-3,6	
Количество стеблей с колосом, шт./м²	509	511	579	+70
	521	485	527	+6
Число зерен в колосе главного стебля, шт.	22,8	22,4	21,9	-0,9
	22,0	22,7	21,5	-0,5
Масса 1000 зерен, г	42,5	42,9	46,6	+4,1
	44,3	41,9	46,8	+2,5
Масса зерна в колосе, г	0,97	0,96	1,02	+0,05
	0,98	0,95	1,01	+0,03

Примечание: числитель – культивация в два следа на глубину 4–6 см, знаменатель – культивация в один след + РВК.

Вдавливание семян в почву перед их закрытием при ленточно-разбросном способе посева повышало сохранность растений ячменя, увеличивало количество стеблей с колосом на 13,3, массу зерна в колосе – на 6,3%. Способы посева обеспечивали разные стартовые условия для развития растений и формирования листовой поверхности. Уже в фазу трех листьев площадь листовой поверхности при посеве СЗГК-3,6 была в 1,46–1,74 раза больше, чем на контроле, а максимальная площадь листьев в итоге – на 20,8–23,4 %. Площадь листьев определяли расчетным методом (Никитенко, 1982). Посевы ячменя с профилированной поверхностью были также менее засоренными. В фазу кущения (до обработки гербицидами) в посевах ячменя количество сорняков на контроле составляло 197 шт./м², а при гребнистом посеве – 123, или на 37,9% меньше. Перед уборкой количество сорняков в посевах было незначительным; при гребнистом посеве их было меньше на 18,4%.

Расчет экономических показателей эффективности возделывания ячменя на профилированной поверхности с использованием для этих целей переоборудованных сеялок СЗ-3,6 показал, что при возможном росте урожайности в производственных условиях на 6,2–16,5% прямые затраты на производство 1 т зерна уменьшаются на 5,3–13,8%.

Выводы. На осушаемых землях северо-западной части Нечерноземной зоны Российской Федерации ячмень целесообразно выращивать на специально спроектированной гребнистой поверхности почвы. Лучшие результаты обеспечивает посев с локальным уплотнением почвы под гребнем и вдавливанием семян в почву. При выращивании ячменя на гребешках высотой 40–80 мм с локальным уплотнением почвы улучшается водно-воздушный режим в зоне узла кущения, повышается устойчивость посевов к переувлажнению, усиливается процесс кущения растений, возрастают количество стеблей колосом, масса зерна в колосе и урожайность. В зависимости от приме-

няемых в качестве контроля технологий предпосевной обработки почвы и посева прибавка урожайности при гребнистом ленточно-разбросном способе посева может составлять 0,23–0,55 т/га, или 6,2–16,3% по отношению к существующей технологии посева (СЗ-3,6), прямые затраты на производство 1 т зерна уменьшаются на 5,3–13,8%.

Поверхностно-разбросной бессошниковый способ посева ячменя с использованием центробежных разбрасывателей минеральных удобрений и заделки семян почвообрабатывающими орудиями может представлять определенный интерес благодаря более высокой надежности технологического процесса в условиях повышенного увлажнения, более высокой производительности труда на посеве, уменьшению уплотняющего воздействия ходовых систем тракторов на почву, меньшей засоренности посевов. Важно также, что при практическом использовании поверхностно-разбросного бессошникового способа посева хозяйствам нет необходимости иметь специальные сеялки и комбинированные агрегаты для предпосевной обработки почвы.

На осушаемых почвах легкого гранулометрического состава (супесчаные, легкосуглинистые) предпосевная обработка почвы при посеве ячменя разбросным и гребнистым способами должна ограничиваться культивацией (в один-два следа). Заделку семян ячменя при поверхностно-разбросном способе посева следует проводить культиватором типа КШП-8 или дисковым лушильником ЛДГ-5 (10), а в условиях повышенного увлажнения почвы – сцепкой зубовых борон. В засушливых условиях необходимо дополнительно проводить послепосевное прикатывание почвы. При рядовом посеве ячменя обычной сеялкой с двухдисковыми сошниками лучшим приемом предпосевной обработки почвы является культивация на глубину 4–6 см с последующей обработкой комбинированными агрегатами.

Библиографический список

1. Артемьев А.Е., Митрофанов Ю.И. Влияние приемов обработки и способов посева на урожай ячменя // Мелиорация и водное хозяйство 21 века: проблемы и перспективы развития: материалы Международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 27–28 августа 2014 г. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2014. Кн. 1. С. 183–187.

2. Артемьев А.Е., Митрофанов Ю.И. О разбросном посеве зерновых культур // Использование мелиорированных земель – современное состояние и перспективы развития мелиоративного земледелия: материалы Междунар. науч.-практ. конф. ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 27–28 августа 2015 г. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2015. С. 46–49.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.
4. Зыков Ю.Д. Система земледелия на мелиорированных землях Нечерноземной зоны РСФСР (рекомендации). М., 1984. 180 с.
5. Митрофанов Ю.И. Разбросной посев озимой ржи на осушенных землях // Земледелие. 1992. № 11–12. С. 28.
6. Митрофанов Ю.И. Возделывание озимой ржи на профилированной поверхности // Земледелие. 1993. № 7. С. 31.
7. Митрофанов Ю.И. О способах посева озимой ржи на осушаемых землях // Зерновое хозяйство. 2006. № 3. С. 10–14.
8. Митрофанов Ю.И. Озимая рожь на осушаемых землях Нечерноземной зоны (монография). Тверь, 2008. 166 с.
9. Митрофанов Ю.И. Озимая рожь на осушаемых землях Верхневолжья // Аграрная наука Северо-Востока. 2013. № 5. С. 28–32.
10. Митрофанов Ю.И., Петрова Л.И., Первушина Н.К., Симонов В.Ф., Лукьянов С.А. Гребнистый посев озимой ржи на осушаемых землях // Мелиорация и водное хозяйство 21 века: проблемы и перспективы развития: материалы Международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 27–28 августа 2014 г. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2014. Кн. 1. С. 214–220.
11. Никитенко Г.Ф. Опытное дело в полеводстве. М.: Россельхозиздат, 1982. 190 с.

References

1. Artem'ev A.E., Mitrofanov Ju.I. Vlijanie priemov obrabotki i sposobov poseva na urozhaj jachmenja [The effect of tillage and sowing methods on barley yield] // Melioracija i vodnoe hozjajstvo 21 veka: problemy i perspektivy razvitiya: Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii FGBNU VNIIMZ, g. Tver', 27–28 avgusta 2014. Tver': Tver. gos. un-t, 2014. Kn. 1. S. 183–187.
2. Artem'ev A.E., Mitrofanov Ju.I. O razbrosnom poseve zernovyh kul'tur [On the spreading sowing method of grain crops] // Ispol'zovanie meliorirovannyh zemel' – sovremennoe sostojanie i perspektivy razvitiya meliorativnogo zemledeliya: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. FGBNU VNIIMZ, g. Tver', 27–28 avgusta 2015. Tver': Tver. gos. un-t, 2015. S. 46–49.
3. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kolos, 1979. 416 s.
4. Zykov Yu.D. Sistema zemledeliya na meliorirovannyh zemlyah Nechernozemnoj zony RSFSR (rekommendacii) [Agricultural systems on reclaimed lands of the Non-blackearth region of the RF (recommendations)]. M., 1984. 180 s.
5. Mitrofanov Ju.I. Razbrosnoj posev ozimoi rzhi na osushennyh zemljah [Broadcast planting of winter rye on drained land] // Zemledelie. 1992. № 11–12. S. 28.
6. Mitrofanov Ju.I. Vozdelyvanie ozimoi rzhi na profilirovannoi poverhnosti [Winter rye cultivation on profiled surface] // Zemledelie. 1993. №7. S. 31.
7. Mitrofanov Ju.I. O sposobah poseva ozimoi rzhi na osushaemyh zemljah [On the rye planting methods on drained land] // Zernovoe hozjajstvo. 2006. № 3. S. 10–14.
8. Mitrofanov Ju.I. Ozimaja rozh' na osushaemyh zemljah Nechernozemnoj zony (monografija) [Winter rye on drained land of the Non-blackearth region of the RF (monograph)]. Tver', 2008. 166 p.
9. Mitrofanov Ju.I. Ozimaja rozh' na osushaemyh zemljah Verhnevolzh'ja [Winter rye on drained land of the Verkhnee-Volzhe] // Agrarnaja nauka Evro-Severo-Vostoka. 2013. № 5. S. 28–32.
10. Mitrofanov Ju.I., Petrova L.I., Pervushina N.K., Simonov V.F., Luk'janov S.A. Grebnistyj posev ozimoi rzhi na osushaemyh zemljah [A ridge method of winter rye planting on drained lands] // Melioracija i vodnoe hozjajstvo 21 veka: problemy i perspektivy razvitiya: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii FGBNU VNIIMZ, g. Tver', 27–28 avgusta 2014. Tver': Tver. gos. un-t, 2014. Kn. 1. S. 214–220.
11. Nikitenko G.F. Opytnoe delo v polevodstve [Pilot work in fieldwork]. M.: Rossel'hozizdat, 1982. 190 s.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 635.657 (470/61)

DOI 10.31367/2079-8725-2018-57-3-13-17

УРОЖАЙНОСТЬ НУТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОДНОГО И ПИЩЕВОГО РЕЖИМОВ ПОЧВЫ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Г.В. Метлина, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976;

С.А. Васильченко, старший научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, ORCID ID: 0000-0003-1587-2533;

Е.Д. Кривошеева, агроном лаборатории технологии возделывания пропашных культур, ORCID ID: 0000-0002-1836-1133

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: wasilchenko12@rambler.ru

Ключевые слова: нут, урожайность, продуктивная влага, нитратный азот, подвижный фосфор, обменный калий.

Посев нута осуществляли в оптимальные сроки сеялкой СН-16 с нормой высева 900 тыс. всхожих семян/га. Способ посева обычный рядовой с шириной междурядий 15 см. Площадь учетной де-

лянки – 50 м², повторность четырехкратная. Полевые исследования и анализы почвы проводили с использованием современных методик (Алабушев, 2015; Доспехов, 1985).

Результаты и их обсуждение. Гидротермические условия являются одним из главных факторов накопления продуктивной влаги в почве и поступления основных элементов питания в растения культуры. Поэтому в период проведения опытов они имели большие различия в течение вегетации культуры. Так, 2012 и 2013 гг. были засушливыми и неблагоприятными для роста и развития культуры нута (ГТК периода вегетации – 0,8), а 2015 г. наиболее благоприятным и влажным (ГТК периода вегетации – 1,4).

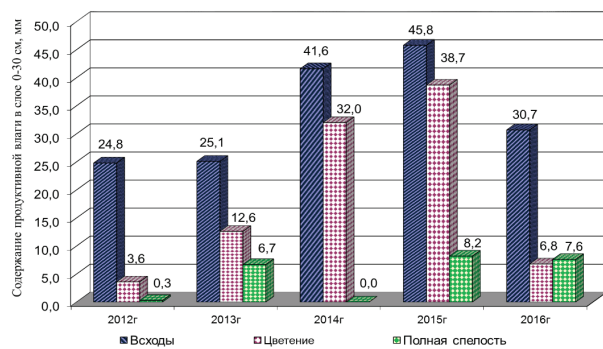


Рис. 1. Динамика продуктивной влаги в слое почвы 0–30 см под нутом, мм (2012–2016 гг.)

Fig. 1. Dynamics of productive moisture in soil layer of 0–30 cm under chickpea, mm (2012–2016)

Максимальные запасы продуктивной влаги в пахотном (45,8 мм) и метровом (123,0 мм) слоях почвы в фазе всходов отмечались в более урожайном для нута 2015 г. Наименьшее количество продуктивной влаги было отмечено в менее урожайные и засушливые 2012 и 2013 гг. Здесь оно составило соответственно в пахотном слое 24,8 и 25,1 мм и в метровом – 80,1 и 76,2 мм.

Аналогичные данные были получены и в фазе цветения нута: в благоприятном 2015-м 38,7 мм против 3,6 и 12,6 мм в засушливые 2012 и 2013 гг. в пахотном слое, а в метровом – 68,7 мм против 6,0 и 34,0 мм.

Представленные данные свидетельствуют о том, что в благоприятные по увлажнению годы создаются лучшие условия для роста и развития растений нута, и особенно для налива и созревания бобов.

К наступлению полной спелости растений во все годы исследований показатель продуктивной влаги снижался практически до нуля по всему профилю почвы, за небольшим исключением в 2015 г., что объясняется выпавшими осадками в этот период.

В процессе исследований была установлена корреляционная зависимость урожайности нута от запасов продуктивной влаги в пахотном и метровом слоях почвы. В слое почвы 0–30 см наибольшая эта связь выражена коэффициентом корреляции в фазе цветения ($r = 0,63$), а в слое почвы 0–100 см – в фазе всходов ($r = 0,59$).

Максимальная урожайность нута была получена в благоприятном по увлажнению 2015-м – 2,06 т/га. Минимальная она была в засушливые 2012 и 2013 гг. – 1,54 и 1,34 т/га соответственно (рис. 3).

С почвенным раствором растения получают питательные вещества, необходимые для формирования урожайности. При недостатке влаги в почве большая часть усваиваемых форм элементов пита-

ния не может поступить в растения и поэтому становится не востребованной растениями нута и остается в почве для последующих культур севооборота, а часть из них переходит в недоступные для растений формы.

В южной зоне Ростовской области – зоне неустойчивого увлажнения – обеспеченность почвы продуктивной влагой в наиболее востребованный период развития для возделываемой культуры имеет первостепенное значение при формировании урожайности. В этих условиях запасы продуктивной влаги в почве определяют величину урожая.

В наших опытах во все годы исследований наибольшие запасы продуктивной влаги в почве как в пахотном, так и в метровом слое были наибольшими в фазе всходов. Затем по мере роста и развития растений и потребления влаги нутот для формирования урожая они снижались, достигая своего минимума в фазе полной спелости (рис. 1–2).

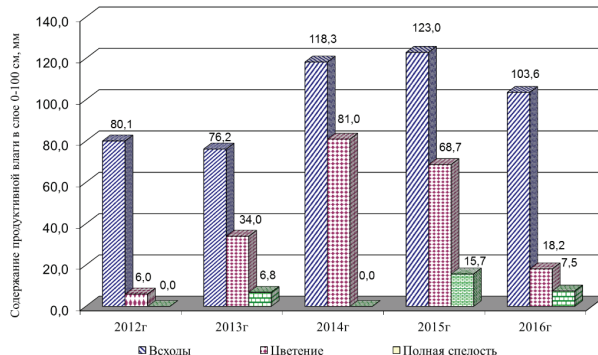


Рис. 2. Динамика продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см под нутот, мм (2012–2016 гг.)

Fig. 2. Dynamics of productive moisture in soil layer of 0–100 cm under chickpea, mm (2012–2016)

ния не может поступить в растения и поэтому становится не востребованной растениями нута и остается в почве для последующих культур севооборота, а часть из них переходит в недоступные для растений формы.

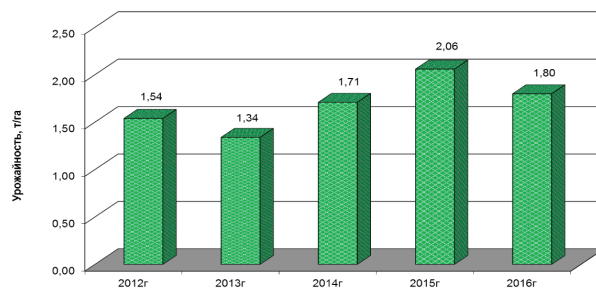


Рис. 3. Урожайность нута за период изучения (2012–2016 гг.)

Fig.3. Chickpea productivity during the period of study (2012–2016)

В наших исследованиях динамика содержания элементов питания в почве была различной и зависела от сложившихся метеоусловий года. Наибольшее содержание всех изучаемых элементов питания в слое почвы 0–30 см в фазе всходов было отмечено в наиболее урожайном 2015 г.: N-NO₃ – 13,5; P₂O₅ – 22,8; K₂O – 350 мг/кг, а наименьшее – в засушливые 2012 и 2013 гг.: N-NO₃ – 10,1 и 10,3; P₂O₅ – 21,7 и 21,5; K₂O – 342 и 337 мг/кг соответственно (рис. 4).

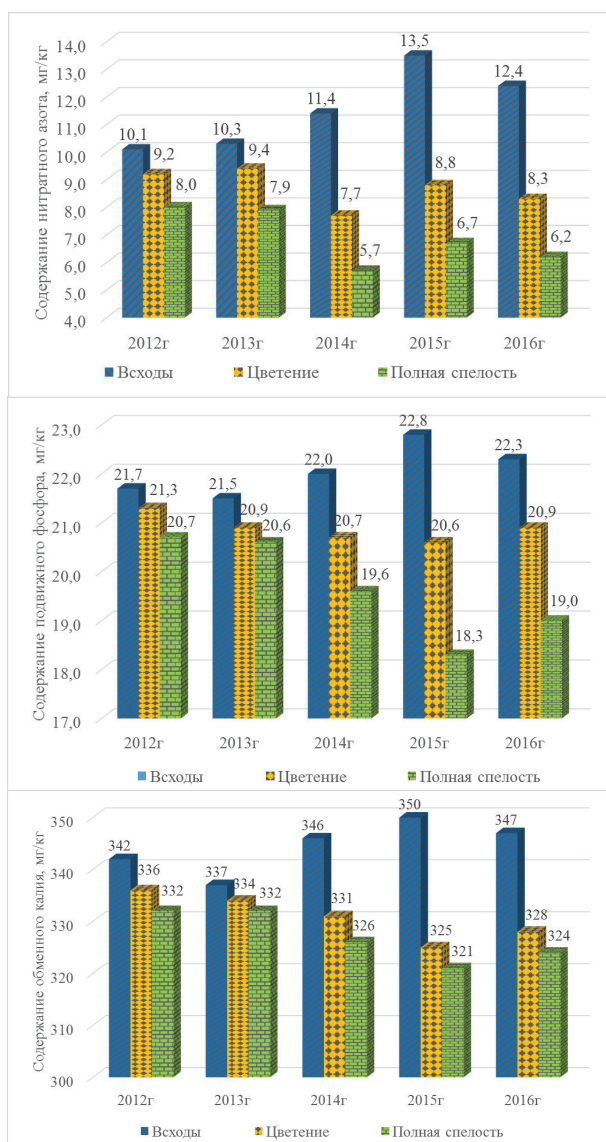


Рис. 4. Динамика содержания элементов питания под нутом в слое почвы 0–30 см, мг/кг

Fig. 4. Dynamics of the content of nutrition elements in soil layer of 0–30 cm under chickpea, mg/kg

Усвоение всех питательных веществ во все годы исследований на формирование урожайности нута продолжалось до полной спелости, где и достигало своего минимума. Однако темпы поглощения элементов питания из почвы, а также их величина зависели от запаса влаги в почве в разрезе изучаемых лет.

Так, если в благоприятном по увлажнению 2015 г. потребление $N-NO_3$ из почвы на формирование урожая от всходов до полной спелости составило 6,8 мг/кг, то в засушливые 2012 и 2013 гг. значительно меньше – 2,1 и 2,4 мг/кг почвы соответственно.

Аналогичная закономерность отмечается и по поглощению P_2O_5 – 4,5 мг/кг против 1,0 и 0,9 мг/кг, а также K_2O – 29,0 против 10,0 и 5,0 мг/кг почвы соответственно. Из представленных данных видно, что в благоприятные по увлажнению годы темпы и количество потребления элементов питания из почвы значительно выше, чем в засушливые, что и объясняет уровень полученной урожайности нута.

Проведение корреляционного анализа показало положительную связь урожайности нута с содержанием элементов питания в пахотном слое почвы. Наиболее высокой по нитратному азоту ($r = 0,63$) и обменному калию ($r = 0,64$) она была в фазе всходов, а по подвижному фосфору – в фазе цветения ($r = 0,76$).

Выводы

1. В условиях южной зоны Ростовской области урожайность нута сорта Волгоградский 10 в значительной степени зависит от обеспеченности почвы продуктивной влагой и доступными формами элементов питания. При этом в благоприятные по увлажнению годы его урожайность составляла 2,06 т/га против 1,34–1,54 т/га – в засушливые.

2. Установлена корреляционная зависимость урожайности нута от запасов продуктивной влаги и элементов питания в почве. Наибольшей эта связь по запасам влаги в пахотном слое была в фазе цветения ($r = 0,63$), в метровом слое – в фазе всходов ($r = 0,59$). Максимальными коэффициенты корреляции между урожайностью нута и содержанием в слое почвы 0–30 см нитратного азота ($r = 0,63$) и обменного калия ($r = 0,64$) были в фазе всходов, а подвижного фосфора ($r = 0,76$) – в фазе цветения.

3. Темпы поглощения элементов питания из почвы на формирование урожайности, а также их величина значительно выше в благоприятные по увлажнению годы, чем в засушливые.

Библиографический список

- Акулов А.С., Беляева Ж.А. Влияние элементов технологии возделывания на продуктивность нута на севере ЦЧР // Зернобобовые и крупяные культуры. 2015. Т.13. №1. С.56-60.
- Булынец С.В., Новикова Л.Ю., Гриднев Г.А., Сергеев Е.А., Некрасов А.Ю., Гуркина М.В. Особенности вегетации коллекционных образцов диких видов нута в условиях Тамбовской области // Зернобобовые и крупяные культуры. 2015. Т.16. №4. С.55-60.
- Васильченко С.А., Метлина Г.В., Нехорошова Н.В. Влияние метеорологических условий на урожайность и содержание белка в зерне нута при возделывании в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2017. Т.52. №4. С.48-53.
- Гриценко А.А. Агрометеорологические условия в Зерноградском районе Ростовской области (1930–2002). Ростов н/Д: ЗАО «Книга». 2005. 80 с.
- Коломейченко В.В. Растениеводство: учебник. М.: Агробизнесцентр, 2007. 600 с.
- Коренев Г.В., Подгорный П.И., Щербак С.Н. Растениеводство с основами селекции и семеноводства. М.: Колос. 1990. 575 с.
- Пимонов К.И., Агафонов Е.В., Пугач Е.И. Рекомендации по возделыванию нута на Дону. пос. Персиановский: Изд-во Донского ГАУ, 2010. 52 с.

Reference

- Akulov A.S., Belyaeva ZH.A. Vliyanie ehlementov tekhnologii vzdelyvaniya na produktivnost' nuta na severe CCHR [The effect of the cultivation technologies on chickpea productivity in the north of CBeR] // Zernobobovy i krupyanye kul'tury. 2015. T.13. №1. S.56-60.
- Bulyncev S.V., Novikova L.YU., Gridnev G.A., Sergeev E.A., Nekrasov A.YU., Gurkina M.V. Osobennosti vegetatsii kollektsionnykh obrazcov dikh vidov nuta v usloviyah Tambovskoj oblasti [The peculiarities of vegetation

of the collection samples of wild species of chickpea] // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2015. T. 16. № 4. S. 55–60.

3. Vasil'chenko S.A., Metlina G.V., Nekhoroshova N.V. Vliyanie meteorologicheskikh uslovij na urozhajnost' i sodержание belka v zerne nuta pri vozdeleyvanii v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti [The effect of the meteorological conditions on productivity and protein content in chickpea in the south area of the Rostov region] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2017. T.52. №4. S.48-53.

4. Gricenko A.A. Agrometeorologicheskie usloviya v Zernogradskom rajone Rostovskoj oblasti (1930–2002) [Agrometeorological conditions in the Zernograd district of the Rostov region (1930 - 2002)]. Rostov n/D: ZAO «Kniga». 2005. 80 s.

5. Kolomejchenko V.V. Rasteniyevodstvo: uchebnik [Plant breeding: book] M.: Agrobiznescentr, 2007. 600 s.

6. Korenev G.V., Podgornij P.I., Shcherbak S.N. Rasteniyevodstvo s osnovami selekcii i semenovodstva [Plant breeding with the basis of breeding and seed-growing] M.: Kolos. 1990. 575 s.

7. Pimonov K.I., Agafonov E.V., Pugach E.I. Rekomendacii po vozdeleyvaniyu nuta na Donu [The recommendations on chickpea cultivation in the Don area] pos. Persianovskij: Izd-vo Donskogo GAU, 2010. 52 s.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.16 : 631.445.4(470.61)

DOI 10.31367/2079-8725-2018-57-3-17-22

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ СОРТА ПРЕРИЯ НА ЧЕРНОЗЕМАХ ОБЫКНОВЕННЫХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

И.Н. Ильинская, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник,
ORCID ID: 0000-0002-7876-1622;

М.И. Рычкова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,
ORCID ID: 0000-0003-3236-6368

ФГБНУ ФРАНЦ

346735, Ростовская обл., Аксайский р-н, п. Рассвет, ул. Институтская, 1

В статье рассмотрены вопросы экологической устойчивости ячменя ярового (сорт Прерия), возделываемого на черноземах обыкновенных среднеэродированных в условиях Ростовской области. Среди ранних яровых зерновых культур ячмень дает наиболее высокие и устойчивые урожаи при точном соблюдении современных технологий возделывания. Однако, несмотря на довольно благоприятные для этой культуры почвенно-климатические условия, его урожайность в области все еще низкая, неустойчива по годам и в среднем составляет 1,5–2,8 т/га. В решении этой проблемы большая роль отводится экологической устойчивости сельскохозяйственных культур, которая предполагает способность агроэкосистемы сохранять свою структуру и функциональные особенности при воздействии внешних и внутренних факторов. Высокая урожайность и стабильность ярового ячменя могут быть обеспечены с помощью комплексного подхода, включающего совершенствование различных агроприемов возделывания этой культуры – эффективных севооборотов, систем обработки почвы, систем удобрения. Исследования проводились в многофакторном стационарном опыте, расположенном на склоне балки Большой Лог Аксайского района Ростовской области, в 2007–2016 гг. В результате исследований установлено, что выращивание ячменя ярового сорта Прерия экологически стабильно в пятипольном севообороте, структура которого включает горох, озимую пшеницу, подсолнечник и многолетние травы, при отвальной основной обработке почвы на фоне минеральных удобрений N90P40K90 кг д. в. на 1 га, что обеспечивает минимальную вариабельность урожайности (10%) и наивысший коэффициент экологической устойчивости изучаемого сорта (0,58).

При наличии чистого пара в севообороте необходимо применять чизельную основную обработку почвы, обеспечивающую экологическую устойчивость ячменя лишь при внесении повышенной нормы минеральных удобрений. В структуре севооборота наличие 40% многолетних трав нивелирует влияние основной обработки почвы, при этом значительное влияние оказывает фон минерального питания (до 50–76%).

Ключевые слова: ячмень яровой, сорт, урожайность, экологическая устойчивость, черноземы обыкновенные, фон минерального питания.

ECOLOGICAL TOLERANCE OF THE SPRING BARLEY VARIETY 'PRERIYA' ON THE BLACK EARTH (CHERNOZEM) OF THE ROSTOV REGION

I.N. Ilinskaya, Doctor of Agricultural Science, senior researcher, ORCID ID: 0000-0002-7876-1622;

M.I. Rychkova, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher, ORCID ID: 0000-0003-3236-6368
FSBSI FRANZ

346735, Rostov region, Aksay district, village of Rassvet, Institutskaya, 1

The article considers ecological stability of spring barley (the variety 'Prerie'), cultivated on blackearth (chernozems), ordinary, medium eroded soils in the Rostov region. Among the early spring grain crops, barley gives the highest and most stable yields with strict adherence to all cultivation technologies. However, despite the favourable soil-climatic conditions for this grain crop, its productivity in the region is still low and unstable over the years, and on average is 1.5–2.8 t/ha. Solving the problem, the ecological stability

of grain crops is of great importance as the agroecosystem is able to maintain its structure and functional characteristics under the influence of external and internal factors. High productivity and stability of spring barley can be ensured through an integrated approach, including the improvement of such agricultural techniques for cultivation as effective crop rotation, use of soil cultivation systems and fertilizing systems. The studies were carried out in a multifactorial trial located on the slope of the Bolshoi Log in the Aksai District of the Rostov Region in 2007–2016. The study has found that the cultivation of the spring barley variety 'Prerie' is ecologically stable in a five-crop rotation sequence, the structure of which includes peas, winter wheat, sunflower and perennial grasses with subsoil plowing with the use of 1 kg/ha mineral fertilizers N90P40K90, which provides a minimum variability in yield (10%) and the highest coefficient of environmental stability of the studied variety (0.58). In the presence of fallow land in the crop rotation, it is necessary to use chisel tillage, which ensures the ecological stability of barley only with an increased amount of mineral fertilizers. In the crop rotation 40% of perennial grasses neutralize the effect of primary tillage with a significant effect of mineral nutrition (up to 50–76%).

Keywords: spring barley, variety, productivity, ecological tolerance, blackearth (chernozem), background of mineral nutrition.

Введение. Ячмень – одна из важнейших широко распространенных и высокоурожайных зернофуражных культур России. В Ростовской области по посевным площадям, которые колеблются за последние пять лет от 401 до 505 тыс. га, яровой ячмень занимает второе место после озимой пшеницы (Филенко, 2017). Среди ранних яровых зерновых культур ячмень дает наиболее высокие и устойчивые урожаи: при точном соблюдении современных технологий возделывания можно получать до 4,45 и 7–8 т зерна ярового ячменя с 1 га в зависимости от засухоустойчивости сорта и зоны возделывания (Чудаков, 2018; Ионов, 2011).

Однако, несмотря на благоприятные для этой культуры почвенно-климатические условия, его урожайность в области все еще низкая, неустойчива по годам и в среднем по области составляет 1,5–2,5 т/га (Филенко, 2017).

В решении этой проблемы большая роль отводится экологической устойчивости сельскохозяйственных культур, то есть способности экосистемы сохранять свою структуру и функциональные особенности при воздействии внешних и внутренних факторов. Основными направлениями экологизации системы земледелия Ростовской области могут служить: научно обоснованные севообороты экологической направленности, учитывающие специализацию сельскохозяйственных предприятий и максимально адаптированные к определенным почвенно-климатическим условиям; системы подбора оптимальных сочетаний и доз внесения минеральных удобрений, учитывающие особенности произрастания культур в конкретных условиях и возможности повышения урожайности культур и качества производимой продукции при снижении материальных затрат на единицу продукции и единицу площади; высокопродуктивные сорта выращиваемых культур, адаптированные к конкретным условиям произрастания; рациональная почвоулучшающая система обработки почвы, сохраняющая плодородие почв (Бабков, 2018).

В настоящее время высокая урожайность и стабильность ярового ячменя могут быть обеспечены с помощью комплексного подхода, включающего совершенствование существующих элементов технологии возделывания этой культуры – эффективных севооборотов, систем обработки почвы, систем удобрения, систем защиты растений и др. Поэтому разработка рациональных агроприемов возделывания ярового ячменя – способа основной обработки почвы и обеспечения уровня минерального питания в севооборотах различных конструкций на черноземах обыкновенных – приобретает особую значимость в сло-

жившихся экономических условиях, определяя тем самым актуальность и необходимость проведения данных исследований.

Цель – определить экологическую устойчивость ярового ячменя сорта Прерия при сочетании различных элементов агротехнологий на черноземах обыкновенных среднетропических Ростовской области.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в многофакторном стационарном опыте, расположенном на склоне балки Большой Лог Аксайского района Ростовской области, в 2007–2016 гг. Опыт был заложен в системе контурно-ландшафтной организации территории склона крутизной до 3,5–4° юго-восточной экспозиции.

Климат зоны проведения исследований засушливый, умеренно жаркий, континентальный. Среднегодовое количество осадков за год составляет 492 мм, распределение их в течение года часто неблагоприятное. За весенне-летний период выпадает 260–300 мм. Накопление влаги в почве начинается в основном в конце октября – ноябре, и максимальный ее запас отмечается ранней весной (с середины марта до начала апреля).

Среднегодовая температура – 8,8 °С, средняя температура января – –6,6 °С, июля – 23 °С, минимальная зимой – –41 °С, максимальная летом – до 40 °С. Безморозный период длится 175–180 дней. Сумма активных температур составляет 3210–3400 °С. Частые явления – суховеи, имеют место пыльные бури различной интенсивности (Агроклиматические ресурсы Ростовской области: справочник, 1972).

По нашим данным, почва опытного участка – чернозем обыкновенный, тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке, среднетропический. Содержание гумуса в Апах – 3,8–3,83%. Пористость пахотного горизонта – 61,5, подпахотного – 54%. Наименьшая влагоемкость активного слоя почвы – 33–35 %, влажность завядания – 15,4%. Содержание общего азота в слое 0–30 см – 0,14–0,16%, подвижных фосфатов – 15,7–18,2 мг/кг, обменного калия – 282–337 мг/кг почвы. Реакция почвенного раствора слабощелочная (рН 7,1–7,3). Мощность Апах – 25–30 см, А+Б – от 40 до 90 см в зависимости от смывости.

В опыт включены три фактора:

- 1) севообороты;
- 2) обработка почвы;
- 3) удобрения.

Схема опытов предусматривала посев ярового ячменя сорта Прерия в трех севооборотах различных конструкций на фоне двух способов основной обработки почвы и при различном уровне минерального питания: 0, 1 и 2 (табл. 1).

1. Схема полевых опытов на черноземах обыкновенных 1. Scheme of field trials on blackearth (chernozem)

Севооборот		
А	Б	В
1. Пар чистый	1. Пар чистый ½ + горох ½	1. Кукуруза на силос
2. Озимая пшеница	2. Озимая пшеница	2. Озимая пшеница
3. Озимая пшеница	3. Подсолнечник	3. Яровой ячмень

4. Подсолнечник	4. Яровой ячмень	4. Многолетние травосмеси (выводное поле)
5. Яровой ячмень	5. Многолетние травосмеси (выводное поле)	5. Многолетние травосмеси (выводное поле)
Фон минерального питания, кг/га д. в.		
0 – нулевой	0 – нулевой	0 – нулевой
1 – N ₆₀	1 – N ₇₀ P ₅₀ K ₆₀	1 – N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀
2 – N ₉₀ P ₂₀ K ₃₀	2 – N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀	2 – N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀

Схема полевого опыта включала следующие способы основной обработки почвы под ячмень яровой:

1. Отвальная. Проводилась плугом ПН-4-35 на глубину 20–22 см (контроль).

2. Чизельная. Осуществлялась чизельным плугом ПЧ-2,5 на глубину 20–22 см.

При проведении исследований использованы общепринятые методики Г.Т. Селянинова (1972), Б.А. Доспехова, И.П. Васильева, А.М. Туликова (1987), Б.А. Доспехова (1979) и В.Ф. Валькова (1986).

В качестве показателя эффективности использования элементов агротехнологий при возделывании ярового ячменя взят коэффициент экологической устойчивости культуры, который рассчитывается по степени отклонения величины относительной урожайности культуры с учетом коэффициента вариации (В.Ф. Вальков, 1986).

$$K_{yi} = K_{yi} (1 - V_{\sigma}), \quad (1)$$

где K_{yi} – коэффициент экологической устойчивости культуры;

K_{yi} – коэффициент относительной урожайности культуры;

V_{σ} – коэффициент вариации величин урожайности в выборке (Б.А. Доспехов, 1979).

Коэффициент относительной урожайности определяется по формуле

$$K_{yi} = \frac{V_{cp}}{V_{max}}, \quad (2)$$

где V_{cp} – средняя урожайность культуры за период времени;

V_{max} – максимальная урожайность в течение периода.

Определение количественной характеристики экологической устойчивости ячменя ярового основано на обработке данных урожайности в течение десяти лет. Достоверность исходной информации достигалась соблюдением следующих требований: выборка производилась в одной почвенно-климатической зоне, рассматриваемый сорт ярового ячменя возделывался по единой технологии; единый предшественник в пределах каждого севооборота; система удобрений минеральная. В ходе системного анализа рассматривалось влияние способа основной обработки почвы, фона минерального питания и вида культуры-предшественника с учетом принципа единственного различия (Б.А. Доспехов, 1979).

Результаты и их обсуждение. Одним из приоритетных показателей, определяющих целесообразность возделывания культуры, является ее урожайность, которая зависит от степени влагообеспеченности периода вегетации, биологических особенностей сорта, почвенно-климатических условий, уровня адаптации растений к комплексу неблагоприятных факторов среды, агротехнических приемов, уровня минерального питания и др.

По результатам исследований степень тепловлагообеспеченности вегетационного периода ярового ячменя имела значительные отличия по годам, обусловленные различным количеством и неравномерностью распределения атмосферных осадков и сумм эффективных температур воздуха, что отразилось на показателях гидротермического коэффициента (ГТК) (табл. 2).

2. Гидротермический коэффициент периода вегетации ярового ячменя, 2007–2016 гг. 2. Hydrothermal coefficient of the period of spring barley vegetation, 2007–2016

Год	Сумма осадков, мм	Сумма активных температур, °С	ГТК за апрель–июнь	Характеристика вегетационного периода
2007	53	1784,50	0,30	сухой
2008	139	1497,6	0,93	засушливый
2009	73	1596,6	0,46	очень засушливый
2010	117	1796,1	0,65	очень засушливый
2011	156	1496,7	1,04	слабозасушливый
2012	107	1751,1	0,61	очень засушливый
2013	98	1728,2	0,57	очень засушливый
2014	178	1549,4	1,15	слабозасушливый
2015	242	1597,0	1,52	влажный
2016	172	1548,3	1,11	слабозасушливый

Из группы лет с наибольшей суммой активных температур (2007, 2010, 2012 и 2013 гг.) наивысший дефицит атмосферных осадков и, соответственно, наиболее низкий ГТК отмечены в 2007 г. – 0,30, что характеризует вегетационный период ячменя ярового как сухой.

В результате научных исследований, проведенных на черноземах обыкновенных приазовской зоны

Ростовской области, было установлено, что урожайность ярового ячменя сорта Прерия существенно изменялась в зависимости от метеорологических условий, способа основной обработки почвы и фона минерального питания, а также после различных предшественников (табл. 3).

3. Урожайность сорта ярового ячменя Прерия в зависимости от способа основной обработки почвы и фона минерального питания
в севооборотах различных конструкций на черноземах обыкновенных (2007–2016 гг.)
3. Productivity of the spring barley variety 'Preriya' in dependence on general tillage method and a background of mineral nutrition
in various crop rotations on blackearth (chernozem) (2007–2016)

Севооборот	Способ основной обработки почвы	Фон минерального питания	Урожайность, т/га									
			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
А	чизельная	0	1,22	4,48	2,20	1,92	2,21	1,93	0,83	198	x	x
		1	1,70	5,64	3,03	3,35	3,30	2,54	0,97	278	x	x
		2	1,86	5,90	3,54	3,86	3,74	2,76	1,39	300	x	x
	отвальная	0	0,93	4,77	1,92	2,27	2,32	1,99	0,95	205	x	x
		1	1,68	5,71	2,72	3,77	3,48	2,64	1,17	288	x	x
Б	чизельная	2	2,24	5,88	3,12	4,04	3,84	2,63	1,41	323	x	x
		0	1,35	4,89	2,25	2,05	2,56	1,87	0,93	224	x	x
		1	2,19	5,10	2,89	3,08	3,54	2,57	1,28	294	x	x
	отвальная	2	2,69	5,49	3,17	3,73	4,06	3,32	1,60	325	x	x
		0	1,50	4,07	2,21	2,22	2,63	1,97	0,93	227	x	x
В	чизельная	1	2,47	5,23	2,63	3,76	3,62	2,64	1,33	307	x	x
		2	2,89	5,50	3,32	3,85	4,25	3,29	1,86	337	x	x
		0	1,88	4,75	2,12	2,05	2,11	2,18	0,93	x	1,98	1,92
	отвальная	1	2,53	5,59	2,88	3,69	3,14	2,70	1,16	x	2,72	2,58
		2	3,04	5,77	3,07	3,91	3,43	3,16	1,51	x	3,14	3,08
НСР ₀₅	отвальная	0	1,90	5,69	1,86	2,72	2,34	1,99	0,93	x	1,93	2,17
		1	2,87	5,83	2,49	3,67	3,35	2,62	1,24	x	2,73	2,62
		2	3,22	6,09	3,02	3,81	3,73	3,14	1,64	x	3,12	3,03
	А предшественник		0,18	0,24	0,104	0,11	0,089	0,10	0,036	0,115	0,19	0,20
	В обработка		0,24	0,24	0,104	0,15	0,085	0,115	0,041	0,162	0,16	0,17
	С удобрения		0,43	0,28	0,12	0,39	0,089	0,10	0,036	0,140	0,34	0,36

Так, например, в севообороте А с наличием чистого пара и без многолетних трав урожайность сорта Прерия на варианте без удобрений при отвальной обработке почвы изменялась в пределах 9,3–47,7 ц/га, а при чизельной обработке – 8,3–44,8 ц/га. В севообороте с наличием 20% многолетних трав и 10% чистого пара те же приемы способствовали формированию урожайности зерна ячменя в пределах 9,3–40,7 и 9,3–48,9 ц/га.

В севообороте без чистого пара и при 40% многолетних трав в структуре севооборота урожайность сорта Прерия варьировала при вышеуказанных условиях в интервале 9,3–56,9 ц/га при отвальной обработке почвы и 9,3–47,5 ц/га – при чизельной.

Применение удобрений существенно повышает урожайность сорта ячменя, при этом также сохраняется значительный разброс величины урожайности по годам, обусловленный складывающимся режимом влагообеспеченности посевов. В этих условиях возникает необходимость расчета экологической устойчивости культуры для обоснования целесообразности

приемов ее возделывания в конкретной природно-климатической зоне.

Коэффициент экологической устойчивости культуры позволяет определить меру колебаний фактических значений урожайности относительно средней величины для выбранного ряда лет. Если среда благоприятная и обеспечивает устойчивую, стабильную урожайность культуры, коэффициент экологической устойчивости наибольший, а коэффициент вариации наименьший. При большой вариации и малом значении $K_{эу}$ эффективность использования земель под данную культуру следует считать низкой.

При сравнении значений урожайности ячменя ярового сорта Прерия в пределах каждого севооборота под влиянием фона минеральных удобрений при любом способе основной обработки почвы выявлена следующая общая тенденция: с увеличением нормы вносимых удобрений коэффициент вариации снижался на 28–68%, а коэффициент экологической устойчивости культуры при этом повышался на 28–77% (табл. 4).

4. Показатели экологической устойчивости ярового ячменя сорта Прерия в зависимости от способа основной обработки почвы и фона минерального питания на черноземах обыкновенных, 2007–2016 гг.
4. Indexes of ecological tolerance of the spring barley variety 'Preriya' in dependence on general tillage and a background of mineral nutrition in various crop rotations on blackearth (chernozem), 2007–2016

Севооборот	Способ основной обработки почвы	Фон минерального питания	Коэффициент вариации	K_{yi}	$K_{эу}$
А	чизельная	0	0,30	0,47	0,33
		1	0,19	0,52	0,42
		2	0,15	0,55	0,47
	отвальная	0	0,32	0,93	0,30
		1	0,19	0,53	0,42
		2	0,23	0,56	0,43
Б	чизельная	0	0,32	0,46	0,32
		1	0,15	0,58	0,49
		2	0,10	0,62	0,56
	отвальная	0	0,18	0,55	0,45
		1	0,14	0,59	0,51
		2	0,10	0,64	0,58
В	чизельная	0	0,32	0,47	0,32
		1	0,20	0,54	0,43
		2	0,16	0,58	0,49
	отвальная	0	0,39	0,42	0,26
		1	0,22	0,52	0,41
		2	0,19	0,56	0,46

В результате анализа в севооборотах А и В отмечено преимущество чизельной основной обработки почвы как в снижении до 6,0–17,9% вариабельности урожайности, так и в повышении до 4,8–23,1% экологической устойчивости ячменя ярового в сравнении с аналогичными вариантами при отвальной обработке. Причем более значимые изменения происходили на неудобренном варианте, что подтверждается анализом данных в севообороте Б. Здесь наилучшие показатели достигнуты при отвальной основной обработке почвы, где получены более высокие показатели экологической устойчивости культуры (0,45 против 0,32 на варианте с чизельной обработкой), что, вероятно, обусловлено влиянием конструкции севооборота, имеющего в структуре площадей горох и многолетние травы.

На удобренных вариантах отмечено незначительное улучшение показателей от способа основной обработки почвы, однако с более высокими значениями по сравнению с другими севооборотами при прочих

равных условиях. Сравнение вышеуказанных показателей на вариантах между севооборотами А и Б показало, что как при отвальной, так и при чизельной обработке почвы преимущество имеет севооборот Б. Здесь при чизельной обработке почвы коэффициент вариации ниже на 21–33%, а коэффициент экологической устойчивости выше на 16–19%, чем в севообороте Б. При отвальной обработке влияние конструкции севооборота более всего проявилось на варианте без удобрений, где повышение коэффициента экологической устойчивости достигло 50%, а снижение коэффициента вариации – 77,7%.

Выводы. Таким образом, данные проведенного анализа позволяют заключить, что выращивание ячменя ярового сорта Прерия экологически стабильно в пятипольном севообороте, структура которого включает горох, озимую пшеницу, подсолнечник и многолетние травы, при отвальной основной обработке почвы на фоне минеральных удобрений $N_{90}P_{40}K_{90}$ кг д. в. на 1 га, что обеспечивает минимальную вариабель-

ность урожайности (10%) и наивысший коэффициент экологической устойчивости культуры (0,58).

При наличии чистого пара в севообороте необходимо применять чистельную основную обработку почвы, обеспечивающую экологическую устойчивость ячменя сорта Прерия лишь при внесении повышен-

ной нормы минеральных удобрений. В севообороте наличие 40% многолетних трав в его структуре нивелирует влияние основной обработки почвы, при этом значительное влияние оказывает фон минерального питания (до 50–76%).

Библиографический список

1. Бабков Г.А. Плодородие почв, интенсификация производства, урожайность сельскохозяйственных культур. Управление экономическими системами [Электронный ресурс]. URL: <http://uecs.ru/otraslevaya-ekonomika/item/1041-2012-02-16-08-14-56> (дата обращения 14.04.2018).
2. Динамика посевных площадей и урожайности ярового ячменя в РФ / Г.А. Филенко, Т.И. Фирсова, Ю.Г. Скворцова, Е.Г. Филиппов // Зерновое хозяйство России. 2017. № 5(53). С. 20–25.
3. Ионова Е.В. Леон – новый сорт ярового ячменя, высокоустойчивый к региональному типу засухи // Зерновое хозяйство России. 2011. № 1(13). С. 5–7.
4. Чудаков Н. Яровой ячмень: максимальный результат при минимуме затрат // Растениеводство. Аграрное обозрение [Электронный ресурс]. URL: <http://agroobzor.ru/downloads/rast-2-16.pdf> (дата обращения: 14.04.2018).

Reference

1. Babkov G.A. Plodorodie pochv, intensivizatsiya proizvodstva, urozhajnost' sel'skohozyajstvennykh kul'tur: Upravlenie ehkonomicheskimi sistemami [Soil fertility, intensification of production, agricultural crop productivity: Management of economic systems] [Elektronnyj resurs]. 2012. № 2. S. 38. URL: <http://uecs.ru/otraslevaya-ekonomika/item/1041-2012-02-16-08-14-56> (data obrashcheniya 14.04.2018).
2. Dinamika posevnykh ploshchadej i urozhajnosti yarovogo yachmenya v RF [Dynamics of sown areas and productivity of spring barley in RF] / G.A. Filenko, T.I. Firsova, Yu.G. Skvortsova, E.G. Filippov // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 5(53). S. 20–25.
3. Ionova E.V. Leon – novyj sort yarovogo yachmenya, vysokoustojchi-vyj k regional'nomu tipu zasuhi [The new spring barley variety 'Leon' with high tolerance to local drought] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2011. № 1(13). S. 5–7.
4. Chudakov N. Yarovoj yachmen': maksimal'nyj rezul'tat pri minimume zatrat [Spring barley: maximal results with minimal expenditures] // Rastenievodstvo. Agrarnoe obozrenie [Elektronnyj resurs]. URL: <http://agroobzor.ru/downloads/rast-2-16.pdf> (data obrashcheniya 14.04.2018).

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.367 : 576.851.155

DOI 10.31367/2079-8725-2018-57-3-22-26

ВЛИЯНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИМЕРОВ НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ КЛУБЕНЬКОВЫХ БАКТЕРИЙ ЛЮПИНА (*RHIZOBIUM LUPINI*)¹

Ю.В. Лактионов, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии симбиотических и ассоциативных ризобактерий, laktionov@list.ru, ORCID ID: 0000-0001-6241-0273;

Ю.В. Косильников, инженер-исследователь лаборатории экологии симбиотических и ассоциативных ризобактерий, kullavayn@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-1134-3503;

Д.В. Дудникова, инженер-исследователь лаборатории экологии симбиотических и ассоциативных ризобактерий, daryanikolaenko94@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4319-1957

ФГБНУ Всероссийский НИИ сельскохозяйственной микробиологии
196608, Санкт-Петербург, Пушкин-8, шоссе Подбельского, 3

Работа посвящена оценке выживаемости клубеньковых бактерий люпина (*Rhizobium lupini*) на семенах, а также изучению возможности увеличения допустимых сроков между инокуляцией семян и их высевом. Оценено влияние водорастворимых полимеров – альгината натрия, карбоксиметилцеллюлозы, поливинилового спирта (4-88, 4-98) и поливинилпирролидона на выживаемость клубеньковых бактерий. Определено число выживших клубеньковых бактерий люпина *R. lupini* (шт. 363а и шт. 367а) на инокулированных семенах люпина сорта Олигарх спустя сутки после инокуляции контрольным рабочим раствором (20% бактериальной суспензии в воде), а также растворами, модифицированными 5% следующих водорастворимых полимеров: альгинат натрия, карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), поливиниловый спирт двух марок (PVA 4-88 и PVA 4-98) и поливинилпирролидон (PVP). По результатам опыта PVP определен как наиболее эффективный полимерный протектор ризобий среди вышеназванных, так как число выживших бактерий в варианте с PVP было на порядок больше контрольного варианта и в 2–3 раза больше вариантов с другими полимерами. Изучена динамика гибели бактерий с момента инокуляции и на протяжении последующих 2, 4, 8, 24, 48 и 168 часов в различных вариантах опыта. Определена эффективность PVP

¹Работа поддержана из средств ГЗ ФАНО по теме № 0664-2018-0025 (сохранение симбиотически активных бактерий на поверхности семян).

в качестве протектора ризобий на инокулированных семенах, выявлена его оптимальная концентрация.

Ключевые слова: люпин, клубеньковые бактерии, инокуляция, водорастворимые полимеры.

THE EFFECT OF WATER-SOLUBLE POLYMERS ON THE SURVIVAL OF NODULE LUPINE BACTERIA (*RHIZOBIUM LUPINI*)

Yu.V. Laktionov, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for ecology of symbiotic and associative rhizobacteria, laktionov@list.ru, ORCID ID: 0000-0001-6241-0273;

Yu.V. Kosulnikov, engineer-researcher of the laboratory for ecology of symbiotic and associative rhizobacteria, kullavayn@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-1134-3503;

D.V. Dudnikova, engineer-researcher of the laboratory for ecology of symbiotic and associative rhizobacteria, daryanikolaenko94@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4319-1957

FSBSI All-Russian RI of Agricultural microbiology
196608, Saint-Petersburg, Pushkin-8, Podbelsky Highway, 3

The work is devoted to the assessment of survival of nodule lupine bacteria (*Rhizobium lupini*) on seeds and to the study of the opportunities to increase the terms between seed inoculation and their sowing. It has been evaluated the effect of such water-soluble polymers as sodium alginate, carboxymethyl cellulose, polyvinyl alcohol (4-88, 4-98) and polyvinylpyrrolidone on survival of nodule lupine bacteria. The number of surviving nodule bacteria of lupine *R. lupini* (str. 363a and 367a) was determined on inoculated lupine seeds of the variety 'Oligarkh' after 24 hours after inoculation with a control working solution (20% bacterial suspension in water), as well as with the solutions modified with five percent of such water-soluble polymers as sodium alginate, carboxymethylcellulose (CMC), polyvinyl alcohol of 2 grades (PVA 4-88 and PVA 4-98) and polyvinylpyrrolidone (PVP). The experiment has identified PVP as the most effective polymeric rhizobium protector among all above-mentioned ones because the number of surviving bacteria in the PVP variant was significantly larger than the control variant and in 2–3 times larger than in the variants with other polymers. There has been studied dynamics of bacteria death from the moment of inoculation and after 2, 4, 8, 24, 48 and 168 hours in various variants of the experiment. The effectiveness of PVP as a rhizobium protector on inoculated seeds was determined, its optimum concentration was identified.

Keywords: lupine, nodule bacteria, inoculation, water-soluble polymers.

Введение. Люпин благодаря своему исключительно мощному азотфиксирующему аппарату получил широкое распространение в качестве эффективной сидеральной и продуктивной кормовой культуры. Обязательный прием возделывания люпина – предпосевная инокуляция семян препаратами специфичных клубеньковых бактерий, однако необходимость обеспечения всех необходимых условий качественной инокуляции ограничивает применение таких препаратов.

Сегодня невозможно представить такую систему земледелия, которая игнорировала бы приемы обогащения почв биологическим азотом и при этом оставалась безопасной с экологической и эффективной с экономической точки зрения (Чекмарев, 2014). Помимо внесения азота на поля извне, то есть вместе с органическими удобрениями, существует способ получения биологического азота на местах – путем возделывания бобовых культур, которые благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями способны фиксировать молекулярный азот непосредственно из воздуха (Кокорина и Кожемяков, 2010; Лактионов и др., 2013; Marra L.M. et al., 2012). В свою очередь, среди бобовых культур особенно интенсивной симбиотической азотфиксацией выделяется люпин. Семена люпина отличаются исключительно высоким содержанием белка (36–42%), которые служат сырьем для лакокрасочной и мыловаренной промышленности, а семена безалкалоидных сортов имеют к тому же высокую кормовую ценность, однако наибольшее распространение люпин получил в качестве эффективной и неприхотливой сидеральной культуры, то есть зеленого удобрения (Дебелый, 2011; Trukmann, 2005). При условии симбиоза с эффективными штаммами специфических клубеньковых бактерий культура люпина фиксирует до 300 кг/га атмосферного азота (Keyser, 1992.). Богатую белком зеленую массу люпина либо

запахивают в почву для улучшения ее структуры и обогащения биологическим азотом, либо убирают на корм. В этом случае люпин оставляет в почве до половины своей массы в виде богатой азотом мощной корневой системы, проникающей в почву на глубину до 2 м (Агеева и Пачутина, 2013; Трухачев и др. 2010; Кучин и Мансуров, 2013).

Стоит помнить, что продуктивный люпин-ризобиальный симбиоз образуется лишь при условии наличия в почве специфичных к конкретному виду люпина эффективных клубеньковых бактерий, что практически исключено в том случае, когда люпин выращивается на данном поле впервые. Но даже при регулярном возделывании люпина в составе севооборота предпосевная инокуляция семян является обязательным приемом в связи с тем, что за ротацию занесенные в почву бактерии биопрепаратов успевают потерять свои симбиотические свойства, то есть одичать. Такие одичавшие бактерии образуют симбиоз эффективный не более, чем симбиоз, образованный местными аборигенными клубеньковыми бактериями. Можно смело утверждать, что в подавляющем большинстве случаев предпосевная инокуляция семян люпина качественными препаратами есть экономически обоснованный прием.

Однако зачастую применение биопрепаратов под люпин с соблюдением всех правил эффективной обработки является просто объективно невозможным. Например, для ряда хозяйств, в особенности хозяйств крупных, достаточно трудновыполнимым становится следующее условие эффективной инокуляции: инокулированные семена должны быть заделаны в почву в течение суток в связи с падением числа живых бактерий ниже уровня, обеспечивающего образование эффективного симбиоза. Очевидно, что совершенствование биопрепаратов клубеньковых бактерий под люпин в направлении увеличения

допустимых сроков между инокуляцией семян и их посевом значительно повысит эффективность биопрепаратов и их привлекательность как инструмента получения биологического азота.

Целью данной работы было определение динамики числа жизнеспособных бактерий вида *Rhizobium lupini* (шт. 363а) и *Rhizobium lupini* (шт. 367а) на инокулированных семенах люпина сорта Олигарх, а также определение влияния растворов водорастворимых полимеров на выживаемость ризобий на инокулированных семенах.

1. Состав полусинтетической питательной среды 1. Composition of semisynthetic nutrient medium

Компонент среды	Концентрация компонента среды, г/л
K ₂ HPO ₄	0,5
MgSO ₄ *7H ₂ O	0,2
NaCl	0,1
Дрожжевой экстракт	1,0
Маннит	10,0

В качестве полимерных протекторов были исследованы 5%-ные растворы альгината натрия, карбоксиметилцеллюлозы, поливинилового спирта (модификации 4-88, 4-98) и поливинилпирролидона. Поливинилпирролидон, как наиболее эффективный протектор (определено по результатам первой части работы), был дополнительно исследован в концентрациях 2,5; 5,0 и 7,5% от массы инокулянта.

В опытах были использованы семена люпина сорта Олигарх. Инокуляция семян биопрепаратом была осуществлена следующим образом:

1. Приготовление навески семян в чашке Петри в количестве 25 г.

2. Приготовление контрольного раствора – инокулянта (20%-ный раствор бактериальной суспензии) и вариантов, модифицированных поливинилпирролидоном (2,5; 5,0 и 7,5%).

3. Инокуляция семян в чашках Петри приготовленными растворами (на 25 г семян – 0,25 мл раствора).

Определение числа живых клеток – колониеобразующих единиц (КОЕ) на одном семени люпина осуществлялось следующим образом:

1. Помещение 10 инокулированных семян из чашки Петри в пробирку с 10 мл стерильной воды с последующим ее встряхиванием на вортексе в течение 1 мин.

2. Приготовление серии последовательных разведений получившегося смыва с семян с их последующим посевом на чашки Петри с агаризованной питательной средой (табл. 1).

3. Подсчет КОЕ на чашках Петри, определение числа бактерий на одном инокулированном семени люпина.

Повторность опыта четырехкратная.

Дисперсионный анализ полученных результатов проведен по методике Б.А. Доспехова (Доспехов, 2012). Разница по сравнению с контролем в вариантах с применением полимерных протекторов существенная, так как превышает значение НСР.

Результаты и их обсуждение. Первая часть работы заключалась в определении числа выживших клубеньковых бактерий (КОЕ) на семенах люпина спустя сутки после инокуляции, причем, помимо типичного рабочего раствора (20%-й раствор бактериальной суспензии в воде) исследовались и растворы, модифицированные 5%-ными растворами водорастворимых полимеров (рис. 1).

Показано, что все исследованные полимеры в той или иной степени способствуют сохранности бактерий на семенах люпина. Среди изучаемых полиме-

Материалы и методы исследования. Для разработки образца биопрепарата из ведомственной коллекции полезных микроорганизмов сельскохозяйственного назначения ФГБНУ ВНИИСХМ были взяты штаммы клубеньковой бактерии люпина *Rhizobium lupini* (шт. 363а) и *Rhizobium lupini* (шт. 367а). Препараты готовились путем инокуляции изучаемым штаммом полусинтетической среды (табл. 1) с последующим ее недельным термостатированием на шейкере.

ров наибольшей эффективностью в качестве протектора выделяется PVP в концентрации 5%. Если остальные четыре полимера спустя сутки после инокуляции сохраняют лишь в 2–3 раза больше ризобий, чем контрольный рабочий раствор, то PVP сохраняет на порядок большее число бактерий. Стоит отметить, что такие полимеры, как альгинат натрия и карбоксиметилцеллюлоза, существенно загущают рабочий раствор, что приводит к неравномерному нанесению на семена. Видимо, именно с этим связано значительное стандартное отклонение в результатах по альгинату натрия и карбоксиметилцеллюлозе. В свою очередь, PVP (как и PVA обеих изученных марок) достаточно легко растворяется в воде, при этом лишь незначительно повышая вязкость раствора, то есть поливинилпирролидон характеризуется значительно большей технологичностью в качестве протектора ризобий на семенах, чем альгинат натрия и карбоксиметилцеллюлоза.

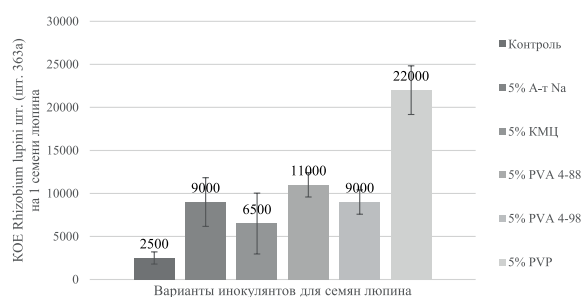


Рис. 1. Влияние различных концентраций водорастворимых полимеров на выживаемость бактерий *R. lupini* (шт. 363а) на инокулированных семенах (24 ч после инокуляции)

Fig. 1. Effect of various concentrations of water-soluble polymers on the survival of bacteria *R. lupini* (strain 363a) on inoculated seeds (24 hours after inoculation)

Вторая часть работы заключалась в определении динамики гибели клубеньковых бактерий люпина на инокулированных семенах в течение 168 ч в различных временных интервалах и концентрациях. Исследовалось влияние 2,5; 5,0 и 7,5%-ного растворов PVP на выживаемость бактерий, то есть определялась наиболее эффективная концентрация полимера.

Как можно увидеть, в контрольном варианте число колониеобразующих бактерий *R. lupini* (шт. 363а)

на инокулированных семенах падает от 95 000 (расчитанное через титр инокулянта максимально возможное количество бактерий на одном семени) практически до 0 за первые сутки после инокуляции. Для контрольного варианта характерны стремительное сокращение числа живых бактерий в первые 2 ч после инокуляции, относительно стабильный их уровень в промежутке от 2 до 8 ч после инокуляции и последующее сокращение практически до 0 в течение следующих суток (рис. 2).

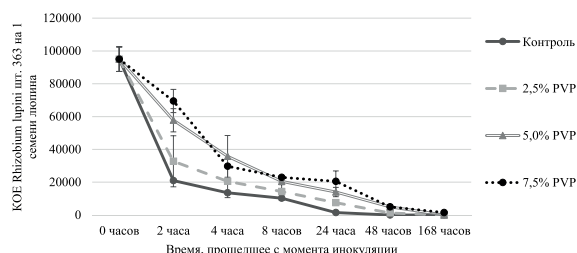


Рис. 2. Влияние различных концентраций поливинилпирролидона на выживаемость бактерий *R. lupini* (шт. 363a) на инокулированных семенах

Fig. 2. Effect of various concentrations of polyvinylpyrrolidone on the survival of bacteria *R. lupini* (strain 363a) on inoculated seeds (24 hours after inoculation)

Добавление PVP явно положительно сказывается на сохранности ризобий на инокулированных семенах, причем начиная уже с 2,5%-ной концентрации. Повышение концентрации PVP до 5% практически линейно увеличивает защитный эффект полимера; концентрация же в 7,5% по эффективности не отличается от 5%-ной (в пределах ошибки). То есть 5%-ную концентрацию PVP следует принять близкой к оптимальной в качестве протектора. Характерно не столь резкое падение числа ризобий в вариантах с PVP от нулевой точки в отличие от контроля, что может быть связано как с защитным действием полимера на бактерии, так и с тем, что он может выступать в ка-

честве «прилипателя», физически фиксируя большее количество бактерий на семенах.

В случае со штаммом *R. lupini* (шт. 367a) наблюдается схожая со штаммом *R. lupini* (шт. 363a) динамика гибели бактерий в контрольном варианте (рис. 3).

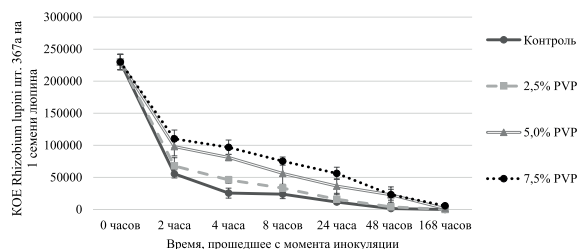


Рис. 3. Влияние различных концентраций поливинилпирролидона на выживаемость бактерий *R. lupini* (шт. 367a) на инокулированных семенах

Fig. 3. Effect of various concentrations of polyvinylpyrrolidone on the survival of bacteria *R. lupini* (strain 367a) on inoculated seeds (24 hours after inoculation)

Наблюдаются похожее резкое падение числа бактерий в течение 4 ч после инокуляции, относительно постоянный их уровень в интервале от 4 до 8 ч и падение практически до 0 в течение 24 ч после инокуляции. Добавление PVP, так же как и в случае со штаммом *R. lupini* (шт. 363a), оказывает положительное влияние на выживаемость бактерий на семенах. Кроме того, наблюдается схожая со штаммом *R. lupini* (шт. 363a) зависимость эффективности поливинилпирролидона от концентрации в рабочем растворе.

Бактерии *R. lupini* (шт. 363a) и *R. lupini* (шт. 367a) на инокулированных семенах люпина сорта Олигарх находятся в явно неблагоприятных условиях, что выражается в резком сокращении численности клубеньковых бактерий на семенах с момента инокуляции. В контрольных вариантах число бактерий за первые 8 ч после инокуляции сокращается почти на порядок, а за первые 24 ч их число падает практически до 0 (табл. 2).

2. Влияние различных концентраций поливинилпирролидона на выживаемость бактерий *R. lupini* на инокулированных семенах

2. Effect of various concentrations of polyvinylpyrrolidone on the survival of bacteria *R. lupini* on inoculated seeds

Вариант	0 ч	2 ч	4 ч	8 ч	24 ч	48 ч	168 ч
<i>R. lupini</i> (шт. 363a)							
Контроль	95 000	21 000	13 500	10 250	1250	0	0
2,5% PVP	95 000	32 750	20 500	14 250	7500	1250	0
5% PVP	95 000	57 750	35 750	20 500	14 000	5000	0
7,5% PVP	95 000	69 500	29 750	23 000	20 500	5000	1500
HCP _{0,5}	0	9662	6701	2291	3948	1198	565
<i>R. lupini</i> (шт. 367a)							
Контроль	230 000	55 500	25 500	24 000	11 500	1500	0
2,5% PVP	230 000	68 000	46 250	33 375	16 000	4000	0
5% PVP	230 000	98 125	81 125	56 250	36 500	23 000	1500
7,5% PVP	230 000	110 125	97 000	75 500	56 375	23 250	5750
HCP _{0,5}	0	4814	6584	10434	8544	8430	795

Среди исследованных водорастворимых полимеров PVP способствует выживанию наибольшего числа ризобий обоих изученных штаммов, то есть данный полимер выступает в качестве наиболее эффективного протектора ризобий. Концентрация PVP в 5% по массе от рабочего раствора определена как близкая к оптимальной.

Выводы

В концентрации полимера PVP в растворе, равной 5%, он оказывает следующее влияние на бактерии обоих изученных штаммов.

1. В течение первых 2 ч после инокуляции выживает в 3–4 раза больше бактерий, чем в контрольном варианте, что может быть связано как с защитными свойствами поливинилпирролидона, так и с его свойствами в качестве «прилипателя» для бактерий.

2. Через 24 ч после инокуляции в варианте с PVP клубеньковых бактерий на порядок больше, чем в контрольном варианте.

3. Через 48 ч после инокуляции в контрольном варианте бактерии полностью погибают. В варианте

с полимером даже спустя 168 ч остается достаточное количество бактерий для образования эффективно-го симбиоза, то есть применение PVP потенциально способно увеличить допустимый срок между инокуляцией семян и их посевом до шести суток.

Библиографический список

1. Агеева П.А., Почутина Н.А. Результаты селекции сидерального узколистного люпина во Всероссийском научно-исследовательском институте люпина // Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. № 2(6). С. 132–135.
2. Дебелый Г.А., Конорев П.М., Меднов А.В. Результаты и перспективы использования детерминантных сортов люпина узколистного // Агрохимический вестник. 2011. № 5. С. 25–26.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Книга по Требованию, 2012. 351 с.
4. Кокорина А.Л., Кожемяков А.П. Бобово-ризобийный симбиоз и применение микробиологических препаратов комплексного действия – важный резерв повышения продуктивности пашни. СПб.: Изд-во СПбГАУ, 2010. 50 с.
5. Кучин Н.Н., Мансуров А.П. Оценка консервирующих свойств исходного сырья для силосования // Вестник НГИИЗ. 2013. № 12(31). С. 50–55.
6. Лактионов Ю.В., Белоброва С.Н., Кожемяков А.П., Воробьев Н.И. и др. Эффективность бобово-ризобийного симбиоза "Нут *Cicer arietinum* L. – бактерии *Mezorizobium cicer*" при использовании минеральных удобрений // Плодородие. № 5. 2013. С. 24–25.
7. Трухачев В.И., Кудашев Р.И., Половец Е.А. Продуктивность молодняка крупного рогатого скота при скормливании силоса из сорго сахарного в смеси с высокобелковыми кормовыми культурами // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 11. С. 68–69.
8. Чекарчев П.А. Итоги реализации программы биологизации земледелия в Белгородской области // Земледелие. 2014. № 8. С. 3–6.
9. Keyser H.H., Fudi L. Potential for increasing biological nitrogen fixation in soybean // Plant and Soil. 1992. V. 141. P. 15–17.
10. Marra L.M., Fonseca Sousa Soares C.R., Oliveira S.M., Avelar Ferreira P.A., Soares B.L. Biological nitrogen fixation and phosphate solubilization by bacteria isolated from tropical soils // Plant Soil. 2012. V. 357. P. 289–307 (doi: 10.1007/s11104-012-1157-z).
11. Trukmann K. Uheaastase lupiini kasvatamises mojust tihedaks tallatud mullale / K. Trukmann, E. Reintam, J. Kuht // Conference on the Faculty of Agronomy of EAU. 2005. V. 220. P. 27–29.

References

1. Ageeva P.A., Pochutina N.A. Rezultaty selektsii sideralnogo uzkolistnogo liupina vo vserossiiskom nauchno-issledovatel'skom institute liupina [The breeding results of green-manured narrow-leaf lupine in the All-Russian Research Institute of Lupine] // Zernobobovye i krupnyye kultury. 2013. № 2(6). S. 132–135.
2. Debelyj G.A., Konorev P.M., Mednov A.V. Rezultaty i perspektivy ispolzovaniia determinantnykh sortov liupina uzkolistnogo [The results and prospects of the use of determinant varieties of narrow-leaf lupine] // Agrohimičeskii vestnyk. 2011. №5. S. 25–26.
3. Dospehov B.A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kniga po Trebovaniu, 2012. 351 s.
4. Kokorina A.L., Kozhemiakov A.P. Bobovo-rizobialnyi simbioz i primeneniye mikrobiologicheskikh preparatov kompleksnogo deistviia – vazhnyi rezerv povysheniia produktivnosti pashni [The legume-rhizobia symbiosis and application of microbiological preparations of complex action is an important reserve for increasing arable land productivity]. SPb.: SPGAU, 2010. 50 s.
5. Kuchin N.N., Mansurov A.P. Ocenka konserviruiushchikh svoistv ishodnogo Syria dlia silosovaniia [Evaluation of preservative properties of raw materials for silage] // Vestnik NGIE'I. 2013. № 12(31). S. 50–55.
6. Laktionov Yu.V., Belobrova S.N., Kozhemyakov A.P., Vorob'yov N.I. i dr. Effektivnost bobovo-rizobialnogo simbioza "Nut *Cicer arietinum* L. – bakterii *Mezorizobium cicer*" pri ispolzovanii mineralnykh udobrenii [Efficiency of legume-rhizobia symbiosis "Chickpea *Cicer arietinum* L. – bacteria *Mezorizobium cicer*" at mineral fertilizing] // Plodorodie. № 5. № 2013. S. 24–25.
7. Truhachev V.I., Kudashev R.I., Polovets E.A. Produktivnost molodniaka krupnogo rogatogo skota pri skarmlivanii silosa iz sorgo sahnogo v smesi s vysokobelkovy'mi kormovymi kulturami [Productivity of young cattle when feeding with mixture of sweet sorghum with high protein fodder crops] // Dostizheniia nauki i tekhniki APK. 2010. № 11. S. 68–69.
8. Chekmarev P.A. Itogi realizatsii programmy biologizatsii zemledeliia v Belgorodskoi oblasti [Results of the Biological Agriculture Program in the Belgorod Region] // Zemledeliye. 2014. № 8. S. 3–6.
9. Keyser H.H. Potential for increasing biological nitrogen fixation in soybean / H.H. Keyser, L. Fudi // Plant and Soil. 1992. P. 141.
10. Marra L.M., Fonseca Sousa Soares C.R., Oliveira S.M., Avelar Ferreira P.A., Soares B.L. Biological nitrogen fixation and phosphate solubilization by bacteria isolated from tropical soils. Plant Soil. 2012. V. 357. P. 289–307 (doi: 10.1007/s11104-012-1157-z).
11. Trukmann K. Uheaastase lupiini kasvatamises mojust tihedaks tallatud mullale / K. Trukmann, E. Reintam, J. Kuht // Conference on the Faculty of Agronomy of EAU. 2005. V. 220. P. 27–29.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОВСА ЯКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЕСИКАНТОВ И СРОКОВ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРЕДУРАЛЬЯ

В.Г. Колесникова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; ORCID ID: 0000-0001-9924-3405;

Т.И. Печникова, аспирант; ORCID ID: 0000-0002-4466-4429

ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия»

426069, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11

Проведение десикации в конкретных почвенно-климатических условиях позволяет обеспечить равномерное созревание зерновок в метелке овса и сохранить сформировавшийся урожай. В связи с этим целью наших исследований являлось выявить влияние разных десикантов и сроков их применения на урожайность и качество зерна овса Яков. Исследования проводили на опытном поле АО «Учхоз Июльское ИжГСХА» в течение 2015–2017 гг. Почва была дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая, пахотный слой почвы опытных участков – средней степени окультуренности. ГТК в критической фазе развития овса «выход в трубку – выметывание» в 2015 г. составил 0,8; в 2016 г. – 1,5; в 2017 г. – 2,2. Поэтому урожайность зерна в зависимости от десикантов была различная. В фазе «молочное состояние зерна – полная спелость» в 2016 г. наблюдалась более высокая среднесуточная температура воздуха – 21,4 °С, в 2015 г. – 16,3 °С, в 2017 г. – 18,4 °С. В результате установлено, что обработка посевов овса препаратами «Раундап», «Баста», «Реглон Супер» через 9 дней после наступления молочно-тестообразного состояния зерна в 2015 и 2017 гг. обеспечила формирование наибольшей урожайности (4,23 и 6,64 т/га) с пленчатостью 24,1 и 27,3%, натурой 571 и 578 г/л соответственно. В 2016 г. наибольшая урожайность 4,45 т/га была получена в варианте с применением десикантов через 6 дней после наступления молочно-тестообразного состояния зерна, пленчатость составила 27,4%, натура – 533 г/л.

Ключевые слова: овес посевной, десикант, срок обработки, урожайность, зерно, пленчатость, натура.

PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY OF THE OAT VARIETY 'YAKOV' IN DEPENDENCE OF DESICCANTS AND THE TERMS OF THEIR USE IN THE MIDDLE PRE-URAL TERRITORY

V.G. Kolesnikova, Candidate of Agricultural Sciences, docent, ORCID ID: 0000-0001-9924-3405;

T.I. Pechnikova, post-graduate student, ORCID ID: 0000-0002-4466-4429

FSBEI HE «Izhevskaya State Agricultural Academy»

426069, Republic of Udmurtia, Izhevsk, Studencheskaya Str., 11

A desiccation under specific soil-climatic conditions makes it possible to ensure a uniform maturation of the grains in oats panicle and to preserve the formed yield. Thus, the purpose of our research was to determine the effect of different desiccants and the terms of their application on the yield and quality of the grain of the oat variety 'Yakov'. The research was carried out on the experimental field of AO "Uchkhos Iyulskoe IzhSAA" during 2015–2017. The soil was sod medium-podzolic medium-loamy, the arable soil layer on the experimental plots was of an average cultivation degree. SCC in the critical phase of oats development, panicleation phase was 0.8 in 2015, 1.5 in 2016 and 2.2 in 2017. Therefore, grain productivity in dependence on the desiccants was different. In the phase 'milky kernel-full ripeness' an average daily air temperature was 21.4 °C in 2016, 16.3 °C in 2015, 18.4 °C in 2017. As a result, it was found that after 9 days of 'milky kernel' formation oat seeds pre-treated with 'Raundap', 'Basta' and 'Reglon Super' produced the largest yield 4.23 t/ha in 2015 and 6.64 t/ha 2017 with 24.1% and 27.3% husk content, 571 g/l and 578 g/l nature weight respectively. In 2016, the highest yield of 4.45 t/ha was obtained after the application of desiccants 6 days after of 'milky kernel' formation, husk content was 27.4% and nature weight was 533 g/l.

Keywords: oats, desiccants, term of treatment, productivity, grain, husk content, nature weight.

Введение. Одним из приемов в технологии возделывания зерновых культур является проведение десикации посевов. В условиях Среднего Предуралья прием десикации на полевых культурах изучали многие исследователи (Корепанова и др., 2017), (Андрианова и Коконов, 2014), (Елисеев и Якова, 2014) (Батуева и др., 2014), (Шарафутдинов и др., 2014). Однако их работы были проведены на других культурах или на других сортах овса, которые в настоящее время замещаются новыми. Поэтому изучение влияния применения десикантов на урожайность и качество зерна овса нового сорта Яков весьма актуально. В связи с этим целью наших исследований являлось выявить влияние разных десикантов и сроков их применения на урожайность и качество зерна овса Яков.

Материалы и методы исследований. Полевые исследования проводили на опытном поле АО «Учхоз

Июльское ИжГСХА». Объект исследований – сорт овса посевного (*Avena sativa*) Яков. Двухфакторный полевой опыт был заложен по следующей схеме: фактор А – препараты: А1 – без обработки (к); А2 – обработка водой (к); А3 – «Раундап», ВР (360 г/л) – 3 л/га; А4 – «Баста», ВР (200 г/л) – 3 л/га; А5 – «Реглон Супер», ВР (150 г/л) – 2 л/га; фактор В – сроки обработки: В1 – молочно-тестообразное состояние (МТС) – контроль; В2 – через 3 дня после МТС; В3 – через 6 дней после МТС; В4 – через 9 дней после МТС; В5 – через 12 дней после МТС. Всего вариантов – 25. Повторность вариантов четырехкратная. Размещение вариантов систематическое, в два яруса, методом расщепленных делянок. Общая площадь делянки – 33, учетная – 25 м².

Метеорологические условия в годы проведения исследований были различными. В 2015 г. по вариантам опыта была получена средняя урожайность

3,81 т/га, что обусловлено метеоусловиями в критической фазе развития овса «выход в трубку – выметывание», когда ГТК составил 0,8. В 2016 г. по вариантам сформировалась средняя урожайность 4,32 т/га, ГТК в фазе «выход в трубку – выметывание» был равен 1,5. В 2017 г. при ГТК 2,2 в фазе «выход в трубку – выметывание» средняя урожайность в опыте составила 6,36 т/га.

Почва опытных участков дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая. Обеспеченность почвы пахотного слоя гумусом средняя (2,2–3,2%); подвижным фосфором – средняя и высокая (120–337,0 мг/кг), обменным калием – высокая (162–270,3 мг/кг), кислотность – от слабой до близкой к нейтральной (рН 5,4–5,8).

Посев проводили обычным рядовым способом сеялкой СН-16 на глубину 3–4 см с нормой высева 6 млн шт. всхожих семян на 1 га. Технология возделывания овса общепринятая в Удмуртской Республике. Уборка урожая по вариантам опыта однофазная (Сампо 200). Определение качества зерна проводили в соответствии с общепринятыми методиками: натура зерна – ГОСТ 10840-64, пленчатость зерна – ГОСТ 10843-76. Статистическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа.

Результаты и их обсуждение. Метеорологические условия вегетационного периода овса Яков в 2015 г. способствовали формированию по вариантам опыта урожайности зерна 3,08–4,48 т/га (табл. 1).

1. Урожайность зерна в зависимости от десикантов и сроков их применения, т/га **1. Grain productivity in dependence of desiccants and the terms of their use, t/ha**

Срок обработки (фактор В)	Препарат (фактор А)					Среднее по фактору В
	без обработки (к)	вода (к)	«Раундап»	«Баста»	«Реглон Супер»	
2015 г.						
В1 (к)	3,92	3,91	3,16	3,10	3,17	3,45
В2	3,89	3,98	3,29	3,12	3,08	3,47
В3	3,83	3,94	4,04	3,18	3,98	3,79
В4	3,97	3,98	4,48	4,37	4,34	4,23
В5	3,94	3,92	4,28	4,04	4,24	4,08
Среднее по фактору А	3,91	3,95	3,85	3,56	3,76	–
2016 г.						
В1 (к)	4,18	4,10	4,34	4,41	4,19	4,24
В2	4,19	4,18	4,40	4,41	4,24	4,28
В3	4,20	4,27	4,71	4,62	4,45	4,45
В4	4,28	4,36	4,44	4,50	4,27	4,37
В5	4,11	4,27	4,29	4,46	4,04	4,23
Среднее по фактору А	4,19	4,24	4,44	4,48	4,24	–
2017 г.						
В1 (к)	6,00	6,03	5,93	5,91	5,89	5,95
В2	6,06	6,12	6,28	6,31	6,14	6,18
В3	6,10	6,16	6,63	6,68	6,62	6,44
В4	6,13	6,18	7,07	7,02	6,81	6,64
В5	6,15	6,18	6,89	6,80	6,76	6,56
Среднее по фактору А	6,09	6,13	6,56	6,55	6,45	–
НСР ₀₅	главных эффектов			частных различий		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Фактор А	0,14	0,18	0,07	0,31	0,41	0,15
Фактор В	0,10	0,16	0,04	0,22	0,32	0,10

При обработке посевов десикантом «Баста» через 3 и 6 дней от фазы молочно-тестообразного состояния зерна была получена урожайность на одинаковом уровне (3,10–3,18 т/га). Относительно высокая урожайность – 4,37 т/га – сформировалась в варианте при обработке препаратом «Баста» через 9 дней. При использовании десикантов «Раундап» и «Реглон Супер» через 6, 9, 12 дней после наступления молочно-тестообразного состояния наблюдали возрастание урожайности зерна на 0,88–1,32 и 0,81–1,17 т/га соответственно при НСР₀₅ частных различий по фактору В 0,22 т/га. В среднем по вариантам опыта при обработке посевов десикантами через 6, 9, 12 дней от молочно-тестообразного состояния зерна происходит увеличение урожайности до 3,79–4,23 т/га, что на 0,34–0,78 т/га выше аналогичного показателя в контрольном варианте при НСР₀₅ главных эффектов по фактору В 0,10 т/га.

Реакция овса Яков на десиканты и сроки их применения в 2016 г. выразилась формированием

по вариантам опыта урожайности зерна 4,04–4,71 т/га. Опрыскивание посевов десикантами «Раундап» и «Баста» через 6 дней после наступления молочно-тестообразного состояния способствовало формированию наибольшей урожайности зерна 4,71 и 4,62 т/га соответственно. При обработке посевов через 6 дней от молочно-тестообразного состояния зернадостигаласьнаибольшаяурожайность–4,45 т/га, что на 0,21 т/га выше аналогичного показателя в контрольном варианте при НСР₀₅ главных эффектов по фактору В 0,16 т/га. Обработка посевов через 3, 9 и 12 дней после наступления молочно-тестообразного состояния зерна обеспечила урожайность зерна на уровне урожайности контрольного варианта.

В метеорологических условиях 2017 г. по вариантам опыта была получена урожайность зерна 5,89–7,07 т/га. При обработке десикантом «Баста» через 6, 9 и 12 дней после наступления молочно-тестообразного состояния зерна достигалась существенная прибавка урожайности – 0,77–1,11 т/га

при НСР₀₅ частных различий по фактору А 0,41 т/га. Опрыскивание посевов десикантами «Раундап» и «Реглон Супер» через 9 суток после наступления молочно-тестообразного состояния способствовало возрастанию урожайности зерна на 1,14 и 0,92 т/га соответственно при НСР₀₅ частных различий по фактору В 0,10 т/га.

Таким образом, обработка посевов овса Яков десикантом «Раундап» через 9 дней после наступления молочно-тестообразного состояния зерна в 2015, 2017 гг. и через 6 дней в 2016 г. обеспечила формирование наибольшей урожайности.

В среднем по вариантам опыта в 2015 г. пленчатость зерна в урожае составила 22,9–26,4% (табл. 2).

2. Пленчатость зерна в зависимости от десикантов и сроков их применения, % 2. Husk content in kernels in dependence of desiccants and the terms of their use, %

Срок обработки (фактор В)	Препарат (фактор А)					Среднее по фактору В
	без обработки (к)	вода (к)	«Раундап»	«Баста»	«Реглон Супер»	
2015 г.						
B1 (к)	24,6	25,3	25,6	25,1	26,4	25,4
B2	25,0	25,1	25,6	24,9	24,9	25,1
B3	25,1	24,9	23,9	24,9	24,8	24,7
B4	24,9	24,8	22,9	23,5	24,4	24,1
B5	24,8	24,8	23,8	24,8	24,9	24,6
Среднее по фактору А	24,9	25,0	24,4	24,6	25,1	–
2016 г.						
B1 (к)	28,8	28,2	28,3	29,1	27,9	28,5
B2	27,9	27,7	27,4	27,6	27,7	27,7
B3	27,8	27,8	26,8	27,6	27,1	27,4
B4	27,2	27,6	26,6	27,9	27,1	27,3
B5	27,3	27,5	27,0	29,2	27,3	27,7
Среднее по фактору А	27,8	27,8	27,2	28,3	27,4	–
2017 г.						
B1 (к)	28,9	28,8	27,8	28,1	28,6	28,4
B2	28,8	28,6	27,1	27,7	28,3	28,1
B3	28,6	28,5	26,6	27,5	28,1	27,9
B4	28,4	28,3	26,1	26,8	27,2	27,3
B5	28,7	28,6	26,4	27,3	27,8	27,7
Среднее по фактору А	28,7	28,5	26,8	27,5	28,0	–
НСР ₀₅	главных эффектов			частных различий		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Фактор А	0,3	0,7	0,6	0,7	1,5	1,4
Фактор В	0,3	0,8	0,6	0,8	1,8	1,2

Применение десикантов оказало существенное влияние на пленчатость зерна. Десиканты «Раундап» и «Баста» обусловили снижение пленчатости зерна на 0,5 и 0,3% соответственно по сравнению с пленчатостью в контрольном варианте без обработки и на 0,6 и 0,4% соответственно относительно варианта обработка водой (НСР₀₅ главных эффектов по фактору А 0,3%). Наибольшую пленчатость зерна – 25,4 % в среднем по вариантам опыта – наблюдали в варианте с опрыскиванием десикантами в молочно-тестообразном состоянии при НСР₀₅ главных эффектов по фактору В 0,3%. Во всех вариантах с десикацией препаратами «Баста» и «Раундап» пленчатость зерна снизилась на 0,3 и 0,5% соответственно при НСР₀₅ главных эффектов по фактору А 0,3%.

В 2016 г. пленчатость зерна варьировала по вариантам опыта от 26,6 до 29,2%. Применение десикантов «Реглон Супер», «Баста» и «Раундап» не оказало существенного влияния на пленчатость зерна. В среднем по вариантам опыта наибольшую пленчатость – 28,5% – имели в варианте с опрыскиванием десикантами в молочно-тестообразном состоянии зерна. При обработке посевов через 3, 6, 9 и 12 дней после молочно-тестообразного состояния зерна наблюдается существенное снижение пленчатости на 0,8–1,2% по сравнению с аналогичным показателем в контрольном варианте при НСР₀₅ главных эффектов по фактору В 0,8%.

В абиотических условиях 2017 г. пленчатость зерна по вариантам опыта составила 26,1–28,9%. Применение десикантов «Раундап» и «Баста» привело к уменьшению пленчатости на 1,9 и 1,2% относительно пленчатости в контрольном варианте без обработки и на 1,7 и 1% в варианте с обработкой водой (НСР₀₅ главных эффектов по фактору А 0,6%). Наибольшую пленчатость зерна 28,4% в среднем по вариантам опыта наблюдали в варианте с опрыскиванием десикантами в молочно-тестообразном состоянии при НСР₀₅ главных эффектов по фактору В 0,6%. При обработке посевов через 9 и 12 дней после молочно-тестообразного состояния зерна происходило снижение пленчатости на 1,1 и 0,7% по сравнению с аналогичным показателем в контрольном варианте без обработки при НСР₀₅ главных эффектов по фактору В 0,6%.

В 2015 г. метеорологические условия способствовали формированию зерна с относительно высокой натурой. По вариантам опыта в полученном урожае зерно имело натуру 538–580 г/л (табл. 3). В среднем наибольшая натура зерна 571 г/л сформировалась в варианте с применением десикантов через 9 дней после наступления молочно-тестообразного состояния и превышала на 17–23 г/л аналогичный показатель в контрольном варианте. В варианте с более ранними сроками десикации натура зерна была ниже на 17–23 г/л при НСР₀₅ главных эффектов по фактору В 7 г/л.

3. Натура зерна в зависимости от десикантов и сроков их применения, г/л 3. Nature weight in dependence of desiccants and the terms of their use, g/l

Срок обработки (фактор В)	Препараты (фактор А)					Среднее по фактору В
	без обработки (к)	вода (к)	«Раундап»	«Баста»	«Реглон Супер»	
2015 г.						
В1 (к)	559	557	547	538	540	548
В2	557	556	548	544	553	552
В3	564	554	550	550	550	554
В4	566	565	578	568	580	571
В5	560	567	565	558	576	565
Среднее по фактору А	561	560	558	552	560	–
2016 г.						
В1 (к)	529	519	510	535	528	524
В2	524	527	523	525	530	526
В3	527	522	546	529	540	533
В4	531	528	543	541	528	534
В5	517	516	509	530	526	520
Среднее по фактору А	526	522	526	532	530	–
2017 г.						
В1 (к)	563	563	552	557	549	557
В2	564	565	560	565	557	562
В3	565	566	568	574	569	568
В4	566	571	585	587	580	578
В5	565	568	575	580	571	572
Среднее по фактору А	565	566	568	572	565	–
НСР ₀₅	главных эффектов			частных различий		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Фактор А	8	F _ф < F ₀₅	3	18	F _ф < F ₀₅	7
Фактор В	7	6	4	15	14	9

Абиотические условия 2016 г. способствовали формированию натуры зерна выше базисной нормы (460 г/л). Разные десиканты не оказали существенного влияния на натуру зерна. Десикация через 6, 9 дней от молочно-тестообразного состояния зерна приводила к увеличению натуры зерна в среднем по вариантам опыта до 533–534 г/л, что на 9–10 г/л выше данного показателя в контрольном варианте без обработки при НСР₀₅ главных эффектов по фактору В 6 г/л. Опрыскивание посевов «Раундапом» через 6 и 9 дней после наступления молочно-тестообразного состояния зерна способствовало формированию зерна с наибольшей натурой 546 и 543 г/л соответственно.

По вариантам опыта в 2017 г. натура зерна составила 549–587 г/л. Применение десиканта «Баста» привело к увеличению натуры зерна овса на 7 г/л относительно натуры зерна в контрольном варианте без обработки (НСР₀₅ главных эффектов по фактору А 3 г/л). Десикация через 6, 9 и 12 дней от молочно-тестообразного состояния зерна обусловила возрастание натуры зерна с 568 до 578 г/л, что на 11–21 г/л выше данного показателя в контрольном варианте без обработки при НСР₀₅ главных эф-

фектов по фактору В 4 г/л. Опрыскивание посевов десикантами «Реглон Супер», «Раундап» и «Баста» через 9 дней после наступления молочно-тестообразного состояния зерна приводило к увеличению натуры на 14–21 г/л при НСР₀₅ частных различий по фактору В 9 г/л.

Таким образом, изучаемые десиканты в годы исследований снизили пленчатость и обеспечили формирование зерна с высокой натурой.

Выводы. Абиотические условия в годы исследований обусловили разную урожайность и качество зерна овса Яков по вариантам опыта. В метеорологических условиях 2015 и 2017 гг. обработка посевов овса препаратами «Раундап», «Баста», «Реглон Супер» через 9 дней после наступления молочно-тестообразного состояния зерна обеспечила формирование наибольшей урожайности 4,23 и 6,64 т/га с пленчатостью 24,1 и 27,3% и натурой 571 и 578 г/л соответственно. В относительно засушливом 2016 г. наибольшая урожайность 4,45 т/га была получена в варианте с применением десикантов через 6 дней после наступления молочно-тестообразного состояния зерна; пленчатость составила 27,4%, натура – 533 г/л.

Библиографический список

1. Андрианова Л. О., Коконов С.И. Приемы ухода за посевами и уборки проса в Среднем Предуралье. Ижевск: Изд-во ИжГСХА, 2014. 130 с.
2. Батуева И. В., Елисеев С.Л., Яркова Н.Н. Срок уборки и десикация озимых зерновых культур в Среднем Предуралье // Аграрный вестник Урала. 2014. № 10(128). С. 10–13.
3. Елисеев С. Л., Яркова Н. Н. Десикация яровых зерновых культур // Доклады РАСХН. 2014. № 6. С. 6–8.
4. Корепанова Е.В., Фатыхов И.И., Фатыхов И.Ш. Нормы высевы и приемы уборки льна-долгунца в Среднем Предуралье. Ижевск: ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА», 2017. 138 с.
5. Шарафутдинов М.Х., Габдрахманов И.Х., Сафин Р.И. Оценка эффективности предуборочной десикации на семенных посевах яровой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2014. № 2. С. 22–26.

References

1. Andrianova L. O., Kokonov S.I. Priemy ukhoda za posevami i uborki prosa v Srednem Predural'e [Methods of millet caring and harvesting in the Middle Pre-Ural territory]. Izhevsk: Izd-vo IzhGSKHA, 2014. 130 s.

-
2. Batueva I. V., Eliseev S.L., Yarkova N.N. Srok uborki i desikatsiya ozimyykh zernovykh kul'tur v Srednem Predural'e [Harvesting and desiccation terms of winter grain crops in the Middle Pre-Ural territory] // Agrarnyj vestnik Urala. 2014. № 10(128). S. 10–13.
 3. Eliseev S. L., Yarkova N. N. Desikatsiya yarovyykh zernovykh kul'tur [Desiccation of spring grain crops] // Doklady RASKHN. 2014. № 6. S. 6–8.
 4. Korepanova E.V., Fatykhov I.I., Fatykhov I.SH. Normy vyseva i priemy uborki l'na-dolguntsa v Srednem Predural'e [Sowing standards and harvesting methods of long-fibered flax in the Middle Pre-Ural territory]. Izhevsk: FGBOU VO 'Izhevskaya GSKHA', 2017. 138 s.
 5. Sharafutdinov M. H., Gabdrakhmanov I. H., Safin R. I. Ocenka ehffektivnosti preduborochnoj desikacii na semennyh posevakh yarovoj pshenicy [Evaluation of the efficiency of pre-harvest desiccation on spring wheat sowings] // Grain economy of Russia. 2014. № 2. S. 22–26.

АГРОХИМИЯ

УДК 633.854.78

DOI 10.31367/2079-8725-2018-57-3-32-35

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА «АГРОВИН» ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПОДСОЛНЕЧНИКА**Г.М. Ситало**, аспирант, ORCID ID: 0000-0002-2573-3767;**Л.П. Бельтюков**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ORCID ID: 0000-0003-3821-1025;**Ю.В. Гордеева**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ORCID ID: 0000-0003-2416-183X;*Азово-Черноморский инженерный институт**ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»**347740 Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Ленина, 21;***В.М. Мажара**, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0001-6538-1025;*Институт повышения кадров АПК ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»**347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Социалистическая, 35/42;***А.Н. Нехорошев**, генеральный директор, agrostil@agrostil.com, ORCID ID: 0000-0002-7436-8153*ООО «Агrostиль»**141070, Московская обл., г. Королев, Канальный пр-д, 7*

В условиях Южного федерального округа подсолнечник является одной из самых высокодоходных культур. При этом уровень урожайности и качество семян напрямую зависит от технологии возделывания и применяемых агрохимикатов. В настоящей работе были проведены полевые опыты с крупноплодным подсолнечником сорта СПК по выявлению его отзывчивости на применение аминокислотных удобрений серии «Агровин», их экономической и биоэнергетической эффективности. Исследования показали, что наиболее эффективным является совместное применение аминокислотных удобрений «Агровин Микро» 0,8 л/га + «Агровин Универсал» 1 кг/га в фазе 6–8 листьев. В этом случае была получена максимальная урожайность семян – 2,53 т/га с наибольшим условно чистым доходом 22 922 руб./га, наименьшей себестоимостью семян 5940 руб./т и уровнем рентабельности 153%. Здесь же были достигнуты самые высокие чистый энергетический доход (33 774 МДж/га) и коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ – 4,0).

Ключевые слова: подсолнечник, урожайность семян, прибавка урожая, экономическая и биоэнергетическая эффективность.

ECONOMIC AND BIOENERGETICS EFFICIENCY OF THE GROWTH STIMULATOR 'AGROVIN' AT SUNFLOWER CULTIVATION**G.M. Sitalo**, post-graduate, ORCID ID -0000-0002-2573-3767;**L.P. Belyukov**, Doctor of Agricultural Sciences, professor, ORCID ID: 0000-0003-3821-1025;**Yu.V. Gordeeva**, Candidate of Agricultural Sciences, docent, ORCID ID: 0000-0003-2416-183X;*Azov-Blacksea Engineering Institute FSBEI HE «Donskoy State Agricultural University»**347740, Rostov region, Zernograd, Lenin Str., 21***V.M. Mazhara**, Candidate of Agricultural Sciences, ORCID ID: 0000-0001-6538-1025;*Institute of Staff Development for AIC FSBEI HE «Donskoy State Agricultural University»**347740, Rostov region, Zernograd, Sotsialisticheskaya Str., 35/42***A.N. Nekhoroshev**, general director, agrostil@agrostil.com, ORCID ID: 0000-0002-7436-8153*LLC «Agrostil»**141070, Moscow region, Korolev, Channel pr., 7*

In the Southern Federal District, sunflower is one of the most highly productive and profitable crops. At the same time, the level of yield and quality of kernels directly depends on the cultivation technology and applied agrochemicals. The present work considers the field trials conducted with the large-kernelled sunflower variety 'SPK' to identify its responsiveness to the use of amino-chelate fertilizers 'Agrovin', its economic and bioenergetic efficiency. The study shows that the most effective combination is a simultaneous use of amino chelate fertilizers 0.8 l/ha of 'Agrovin Micro' + 1 kg/ha of 'Agrovin Universal' in the phase of 6–8 leaves. In that case the maximum yield of seeds was obtained (2.53 t/ha with the largest share of the estimated net income of 22 922 rubles/ha and the lowest seed cost of 5940 rubles/t with 153% of profitability). Thus, the highest net energy income of 33 774 MJ/ha and 4.0 of the energy efficiency ratio (EER) were achieved.

Keywords: sunflower, seed productivity, yield increase, economic and bioenergetics efficiency.

Введение. Подсолнечник является основной масличной культурой в нашей стране, на долю которой приходится не менее 70% производства растительного масла. В народном хозяйстве его используют как в натуральном виде, так и для получения маргарина, кулинарных, кондитерских, косметических и лакокрасочных изделий (Васильев, 1990).

В то же время высокие и стабильные урожаи этой культуры, как правило, связаны с применением повышенных доз дорогостоящих минеральных удобрений, которые в засушливые годы не дают желаемого результата (Тишков, 2003). Поэтому одним из экономически выгодных путей решения данной проблемы является применение удобрений и стимуляторов роста, которые увеличивают коэффициент использо-

вания полезных веществ на 20–30%, повышают засухоустойчивость растений и усиливают активность почвенных микроорганизмов (Вяткин, 1984; Кирюшин, 2000; Метлина, 2012).

В связи с этим целью наших исследований являлось определение экономической и биоэнергетической эффективности применяемых аминокислотных удобрений «Агровин» при возделывании подсолнечника.

Материалы и методы исследований. Полевые опыты проводили в 2015–2017 гг. в учебно-демонстрационном центре по внедрению ресурсосберегающих технологий Института повышения кадров АПК при Донском ГАУ. Объектом исследований был крупноплодный подсолнечник сорта СПК в посевах по предшественнику озимая пшеница. Учетная площадь делянки – 1,2 га, повторность трехкратная.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый, со средним содержанием подвижного фосфора (18–22 мг/кг) и высоким – обменного калия (280–320 мг/кг) в пахотном слое почвы.

Агротехника возделывания подсолнечника – общепринятая и рекомендованная для нашей зоны (Василенко, 2013).

По схеме опыта растения подсолнечника обрабатывали исследуемыми агрохимикатами в фазе 6–8 листьев.

Все полевые исследования и расчеты экономической и биоэнергетической эффективности проводили с использованием современных методик (Доспехов, 2011; Лукомец, Тишков, Баранов и др., 2010; Базаров, 1998; Методика определения экономической эффективности, 1998).

Результаты и их обсуждение. В земледелии для эффективного использования природных и материальных ресурсов, роста производительности труда требуются более рациональные технологии и технические средства, новые принципы определения системы их применения. В каждом конкретном случае та или иная функция технологии может приобретать большее или меньшее значение, но в целом они направлены на главное – получение высоких урожаев подсолнечника при экономически оправданных затратах труда, средств и энергии.

По результатам исследований можно отметить, что изучаемые препараты оказывали положительное влияние на рост урожайности подсолнечника во все годы исследований. В среднем за весь период урожайность на контроле составила 2,07 т/га (табл. 1).

1. Экономическая эффективность возделывания подсолнечника в зависимости от применения аминокислотных удобрений (среднее за 2015–2017 гг.)

1. Economic efficiency of sunflower cultivation depending on the use of amino chelate fertilizers (average for 2015–2017)

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Стоимость валовой продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Условно чистый доход, руб./га	Себестоимость продукции, руб./т	Уровень рентабельности, %
Контроль (обработка водой)	2,07	31 050	13 808	17 242	6671	125
«Агровин Амино» 0,25 л/га + «Агровин Универсал» 1 кг/га ОБ	2,36	35 400	14 398	21 002	6101	146
«Агровин Амино» 0,5 л/га + «Агровин Универсал» 1 кг/га ОБ	2,48	37 200	14 853	22 347	5989	150
«Агровин Амино» 0,75 л/га + «Агровин Универсал» 1 кг/га ОБ	2,51	37 650	14 923	22 727	5945	152
«Агровин Микро» 0,6 л/га + «Агровин Универсал» 1 кг/га ОБ	2,49	37 350	14 928	22 422	5995	150
«Агровин Микро» 0,8 л/га + «Агровин Универсал» 1 кг/га ОБ	2,53	37 950	15 028	22 922	5940	153

Примечание: ОБ – обработка по вегетации в фазе 6–8 листьев.

Варианты обработки растений подсолнечника по урожайности превышали контроль на 0,29–0,46 т/га. Наибольший показатель был получен в варианте совместного применения препаратов «Агровин Микро» 0,8 л/га + «Агровин Универсал» 1 кг/га ОБ (0,46 т/га), что и обусловило максимальный условно чистый доход в 22 922 руб./га и наименьшую себестоимость продукции 5940 руб./т с уровнем рентабельности 153%.

В целом уровень рентабельности варьировал по изучаемым вариантам от 125% на контроле до 146–153% в изучаемых вариантах. Себестоимость продукции варьировала в опыте от 6671 руб./т на контроле до 6101–5940 руб./т в изучаемых вариантах.

Применение различных вариантов обработки семян и растений позволило значительно сократить затраты на 1 т продукции.

В последние годы в мировой практике все большее значение приобретает метод энергетической оценки, учитывающий как количество энергии, затраченной на производство сельскохозяйственной продукции, так и аккумулированной в ней. Применение этого метода дает возможность наиболее точно учесть и в сопоставимых энергетических эквивалентах выразить не только затраты энергии живого и овеществленного труда на технологические процессы и операции, но также энергию, воплощенную в полученной продукции (табл. 2).

2. Энергетическая эффективность возделывания подсолнечника в зависимости от применения аминокислотных удобрений (среднее за 2015–2017 гг.)

2. Energetic efficiency of sunflower cultivation depending on the use of amino chelate fertilizers (average for 2015–2017)

Вариант опыта	Энергии в урожае, МДж/га	Затраты совокупной энергии, МДж/га	Чистый энергетический доход, МДж/га	Энергоемкость продукции, МДж/т	Коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ)
Контроль (обработка водой)	36 907	10 975	25 932	5302	3,4
«Агровин Амино» 0,25 л/га + «Агровин Универсал» 1 кг/га ОВ	42 078	11 220	30 858	4754	3,8
«Агровин Амино» 0,5 л/га + «Агровин Универсал» 1 кг/га ОВ	44 217	11 305	32 912	4558	3,9
«Агровин Амино» 0,75 л/га + «Агровин Универсал» 1 кг/га ОВ	44 752	11 345	33 407	4520	3,9
«Агровин Микро» 0,6 л/га + «Агровин Универсал» 1 кг/га ОВ	44 396	11 280	33 116	4530	3,9
«Агровин Микро» 0,8 л/га + «Агровин Универсал» 1 кг/га ОВ	45 109	11 335	33 774	4480	4,0

Примечание: ОВ – обработка по вегетации в фазе 6–8 листьев.

Энергетическая эффективность технологии возделывания подсолнечника с обработкой растений изучаемыми препаратами в среднем за 2015–2017 гг. показала, что все изучаемые варианты по показателю чистого энергетического дохода превышали контроль от 4926 до 7842 МДж/га при снижении энергоемкости продукции с 12 до 17%, что повлияло на коэффициент энергетической эффективности, который изменялся от 3,4 на контроле до 3,8–4,0 на изучаемых вариантах.

При этом максимальные показатели энергетической эффективности отмечены в варианте совместного применения составов «Агровин Микро» 0,8 л/га + «Агровин Универсал» 1 кг/га ОВ, где приращение энергии к контролю составило 8202 МДж/га (22,7%), снижение энергоемкости продукции – 822 МДж/т, что позволило получить энергию с урожаем в 4,0 раза больше, чем было затрачено на производство этой

продукции в сравнении с контролем. То есть на единицу энергетических затрат технологии возделывания получено наибольшее количество энергии урожая, что позволяет считать этот вариант с точки зрения энергетической эффективности наиболее рациональным.

Выводы. Таким образом, в условиях продолжающегося диспаритета цен на сельскохозяйственную продукцию и дороговизны минеральных удобрений необходимо в технологии возделывания подсолнечника совместно применять аминокислотные удобрения «Агровин Микро» 0,8 л/га + «Агровин Универсал» 1 кг/га в фазе 6–8 листьев. В этом варианте была получена максимальная урожайность семян – 2,53 т/га с наибольшим условно чистым доходом 22 922 руб./га, наименьшей себестоимостью семян 5940 руб./т и уровнем рентабельности 153%.

Библиографический список

1. Васильев Д.С. Подсолнечник. М.: Агропромиздат, 1990. 174 с.
2. Вяткин Ю.А. Состояние и перспективы создания и применения регуляторов роста растений в сельском хозяйстве // Применение регуляторов роста в сельском хозяйстве. М.: ЦИНЛО, 1984. С. 3–7.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2011. 352 с.
4. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы. Ч. 1 / под общ. ред. В.Н. Василенко. Ростов н/Д.: Донской издательский дом, 2013. 240 с.
5. Тишков Н.М. Исследования по агрохимии масличных культур // Сб. науч. тр. ВНИИ масличных культур: материалы международной конференции, посвященной 90-летию ВНИИМК. Краснодар, 2003. 174 с.
6. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. М.: МСХА, 2000. 473 с.
7. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Баранов В.Ф. и др. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / под ред. В.М. Лукомца. Краснодар, 2010. 328 с.
8. Метлина Г.В. Биологические препараты и их место в экологически ориентированных системах сельского хозяйства // Сб. науч. тр. Донской аграрной научно-практической конференции «Инновационные пути развития агропромышленного комплекса: задачи и перспективы. Стабилизация производства продукции растениеводства в условиях изменяющегося климата». Зерноград, 2012. С. 60–77.

Reference

1. Vasil'ev D.S. Podsolnechnik [Sunflower]. M.: Agropromizdat, 1990. 174 s.
2. Vyatkin Yu.A. Sostoyaniye i perspektivy sozdaniya i primeneniya regulyatorov rosta rastenij v sel'skom hozyajstve [State and prospects for the development and application of plant growth regulators in agriculture] // Primeneniye regulyatorov rosta v sel'skom hozyajstve. M.: CINLO, 1984. S. 3–7.
3. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). [Methodology of a field trial (with statistic processing of study results)]. M.: Al'yans, 2011. 352 s.

-
4. Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoj oblasti na 2013–2020 gody. CH.1. [The zonal systems of agriculture in the Rostov region in 2013–2020. Part I] / pod obshch. red. V.N. Vasilenko. Rostov n/D.: Donskoj izdatel'skij dom, 2013. 240 s.
 5. Tishkov N.M. Issledovaniya po agrohimii maslichnyh kul'tur [Studies Agrochemistry of oilseed crops] // Sb. nauch. tr. VNII maslichnyh kul'tur: materialy mezhdunarodnoj konferencii, posvyashchennoj 90-letiyu VNIIMK. Krasnodar, 2003. 174 s.
 6. Kiryushin V.I. Ekologizaciya zemledeliya i tekhnologicheskaya politika. [Ecologization of agriculture and technology policy] M. : MSKHA, 2000. 473 s.
 7. Lukomec V.M., Tishkov N.M., Baranov V.F. i dr. Metodika provedeniya polevyh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami [Methodology of field agricultural experiments with oil crops] / pod red. V. M. Lukomca. Krasnodar, 2010. 328 s.
 8. Metlina G.V. Biologicheskie preparaty i ih mesto v ekologicheski orientirovannyh sistemah sel'skogo hozyajstva [Biological preparations and their place in ecologically oriented systems of agriculture] // Sb. nauch. tr. Donskoj agrarnoj nauchno-prakticheskoy konferencii "Innovacionnye puti razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: zadachi i perspektivy. Stabilizaciya proizvodstva produkcii rastenievodstva v usloviyah izmenyayushchegosya klimata". Zernograd, 2012. S. 60–77.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

УДК 633.11 : 631.52

DOI 10.31367/2079-8725-2018-57-3-36-39

ИЗУЧЕНИЕ ЛИНИЙ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В КОНКУРСНОМ СОРТОИСПЫТАНИИ ПО ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ

О.А. Некрасова, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, nekrasova_olesya@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-4409-4542;

С.В. Подгорный, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, podgorny128@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-8438-1327;

А.П. Самофалов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1709-2808;

О.В. Скрипка, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6183-8312

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3

Озимая пшеница – важнейшая продовольственная культура, которая имеет значительный удельный вес в структуре зернового клина нашей страны. Южный регион РФ, в том числе и Ростовская область, является наиболее благоприятной зоной для получения высоких урожаев озимой пшеницы. В связи с этим создание стабильно высокопродуктивных сортов озимой мягкой пшеницы, устойчивых к стресс-факторам окружающей среды, остается актуальным. Научную работу проводили на опытном участке лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» в 2016–2017 гг. В качестве стандарта использовали сорт озимой мягкой пшеницы Ермак. В статье представлены результаты изучения линий озимой мягкой пшеницы в конкурсном сортоиспытании по основным хозяйственно-ценным признакам. Отобраны ценные по ряду признаков линии – источники для использования в селекционных программах по увеличению значений отдельных параметров. По высоте растений выделены линии 1504/16 и 1942/16 (90,0 см), 2049/16 (88,0 см), 2057/16 (83,0 см) с наименьшими значениями этого признака. Практически все селекционные линии в опыте имели высокую устойчивость к полеганию (от 4,0 до 5,0 балла). Большинство изучаемых линий по дате колошения соответствовало группе среднеранних сортов. Линии 1202/16, 1341/16, 1466/16, 1766/16, 1800/16, 1862/16 выделены по массе 1000 зерен (более 50 г). Как наиболее урожайные отмечены линии 1533/16, 2141/16, 1850/16, 1852/16, 2148/16, показавшие достоверную прибавку к стандартному сорту Ермак (от 1,7 до 2,1 т/га). Эти селекционные линии оставлены для дальнейшего изучения и использования в гибридизации в качестве исходного материала.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, линия, высота растений, дата колошения, масса 1000 зерен, урожайность.

THE STUDY OF WINTER SOFT WHEAT LINES IN THE COMPETITIVE VARIETY-TESTING ON ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS

O.A. Nekrasova, Candidate of Agricultural Sciences, junior researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of soft wheat of intensive type, nekrasova_olesya@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-4409-4542;

S.V. Podgorny, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of soft wheat of intensive type, podgorny128@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-8438-1327;

A.P. Samofalov, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of soft wheat of intensive type, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1709-2808;

O.V. Skripka, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of soft wheat of intensive type, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6183-8312

FSBSI «Agricultural Research Center «Donskoy»
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

Winter wheat is the most important food crop, which occupies a significant share in the structure of the grain wedge of this country. The southern region of the Russian Federation, including the Rostov region, is the most favorable area for obtaining great harvests of winter wheat. Thus, the creation of stable highly productive varieties of winter soft wheat with resistance to stress factors of the environment is of primary concern. The research work was carried out at the experimental plots of the laboratory of breeding and seed-growing of winter soft wheat of intensive type of FSBSI Agricultural Research Center 'Donskoy' in 2016–2017. The winter

soft wheat variety 'Ermaк' was used as a standard variety. The article presents the study results of winter soft wheat lines in competitive variety testing based on the main economic-valuable traits. There have been chosen a number of lines-sources to use them in breeding programs to increase the values of individual parameters. The lines 1504/16 and 1942/16 (90.0 cm), 2049/16 (88.0 cm), 2057/16 (83.0 cm) were identified with the least values of the trait 'plant height'. Practically all selection lines in the experiment had high resistance to lodging (from 4.0 to 5.0 points). According to the date of an earing (heading) phase the majority of the studied lines corresponded to the group of average-early varieties. The lines 1202/16, 1341/16, 1466/16, 1766/16, 1800/16, 1862/16 have been identified according to 1000-kernel weight (more than 50 g). The lines 1533/16, 2141/16, 1850/16, 1852/16, 2148/16 have been found the most productive with a significant increase to the standard variety 'Ermaк' (from 1.7 t/ha to 2.1 t/ha). These breeding lines are taken for further study and use in hybridization as an initial material.

Keywords: winter soft wheat, line, plant height, date of an earing (heading) phase, 1000-kernel weight, production.

Введение. Озимой пшенице среди других культур принадлежит лидирующее место в производстве зерна как в России в целом, так и в Ростовской области в частности. Она является основой сельскохозяйственного производства (Некрасов и др., 2016). Стабильность валового сбора зерна этой культуры определяется наличием высокоурожайных сортов (Ионова и др., 2014).

Целью исследований являлось выделение нового селекционного материала с комплексом хозяйственно ценных признаков.

Материалы и методы исследований. Было изучено 149 селекционных линий озимой мягкой пшеницы. Посев проводили на опытном участке лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» сеялкой Wintersteiger Plotseed. Норма высева – 450 всхожих зерен на 1 м². Учетная площадь делянок – 10 м². В качестве стандарта использован сорт озимой мягкой пшеницы Ермак. Закладку опытов, фенологические наблюдения проводили согласно методике Государственного сортоиспытания (1989) и Методике полевого опыта (2014).

Уборку делянок осуществляли комбайном Wintersteiger Classik в фазе полной спелости зерна.

Статистическую обработку информации выполняли с использованием программ Microsoft Office 2010 и Statistica 10.

Результаты и их обсуждение. Одну из самых трудных и сложных задач представляет селекция на продуктивность, поскольку в одном сорте необходимо сочетание большого числа ценных признаков (Ковтунов и др., 2010; Марченко и др., 2016).

Признак «высота растений» имеет большое значение, так как напрямую связан с устойчивостью к полеганию, которая, в свою очередь, оказывает влияние на урожайность.

Высота растений у линий озимой мягкой пшеницы варьировала в широких пределах – от 83,0 (2057/16) до 112,0 см (1473/16) (рис. 1); у стандартного сорта Ермак она составила 101,0 см.

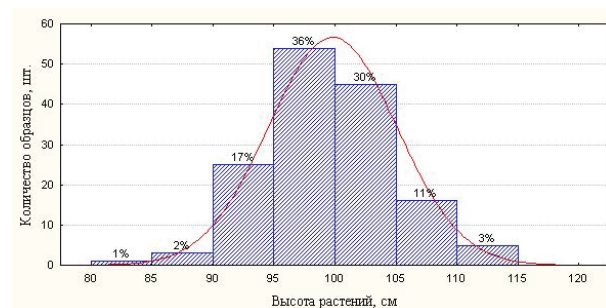


Рис. 1. Распределение линий озимой пшеницы по высоте растений в конкурсном сортоиспытании (2016–2017 гг.)

Fig. 1. Distribution of winter wheat lines according to height in the competitive variety-testing (2016–2017)

У большинства изученных линий (66%) высота растений находилась в пределах от 83,0 до 105,0 см. Наименьший показатель отмечен у линий 1504/16

(90,0 см), 1942/16 (90,0 см), 2049/16 (88,0 см), 2057/16 (83,0 см).

Полегание растений значительно снижает урожайность и затрудняет механизированную уборку. Практически все селекционные линии в опыте имели высокий уровень устойчивости к полеганию – от 4,0 до 5,0 балла. Только у двух линий – 1005/16 и 2141/16 – было отмечено среднее полегание (3,0 и 3,9 балла соответственно).

Колошение у линий озимой пшеницы в среднем за годы исследований продолжалось 16 дней – с 10 (2046/16) по 25 мая (1396/16). У стандартного среднераннего сорта Ермак колошение отмечено 18 мая. Большинство линий (55%) по этому признаку соответствовало группе среднеранних сортов (рис. 2).

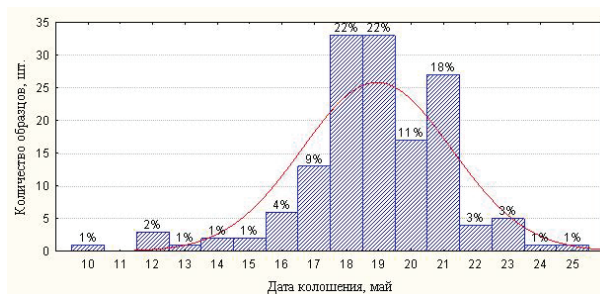


Рис. 2. Распределение линий озимой пшеницы по дате колошения в конкурсном сортоиспытании (2016–2017 гг.)

Fig. 2. Distribution of winter wheat lines according to the date of an earing (heading) phase in the competitive variety-testing (2016–2017)

Масса 1000 зерен характеризует урожайность сорта, а также его семенные и технологические качества (Кравченко и др., 2016). Ранжирование линий озимой пшеницы по массе 1000 зерен в нашем опыте показано на рисунке 3. Значение этого признака варьировало от 36,3 (1128/16) до 56,9 г (1466/16); у стандартного сорта Ермак она составила 45,6 г. Большинство образцов (52%) сформировало крупное зерно – масса 1000 зерен была 45 г и более. По этому признаку выделились линии 1202/16, 1341/16, 1466/16, 1766/16, 1800/16, 1862/16, показавшие массу 1000 зерен более 50 г.

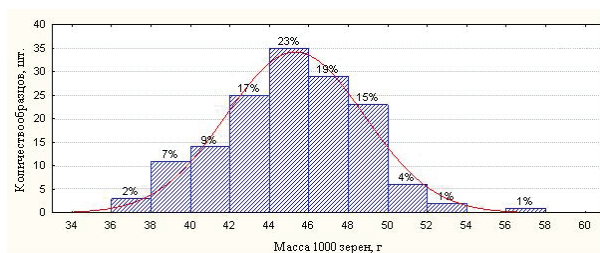


Рис. 3. Распределение линий озимой пшеницы по массе 1000 зерен в конкурсном сортоиспытании (2016–2017 гг.)

Fig. 3. Distribution of winter wheat lines according to 1000-kernel weight in the competitive variety-testing (2016–2017)

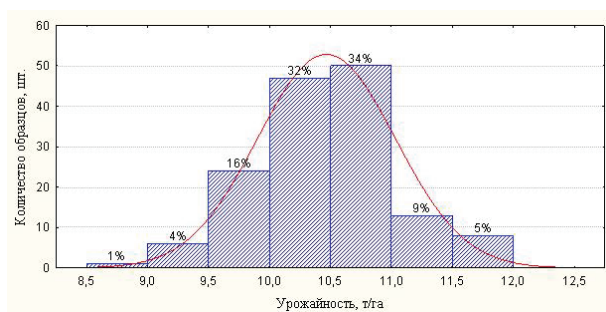


Рис. 4. Распределение линий озимой пшеницы по урожайности в конкурсном сортоиспытании (2016–2017 гг.)

Fig. 4. Distribution of winter wheat lines according to productivity in the competitive variety-testing (2016–2017)

Для увеличения производства сельскохозяйственной продукции требуются новые высокопродуктивные сорта и гибриды, характеризующиеся высокими и стабильными урожаями зерна.

Средняя урожайность линий в конкурсном сортоиспытании варьировала от 8,9 (2049/16) до 11,6 т/га (2148/16) (рис. 4).

У стандартного сорта Ермак она составила 9,9 т/га. В этом питомнике основное количество линий (66%) сформировало урожайность от 10,0 до 11,0 т/га, что оказалось выше урожайности стандартного сорта. Высокую продуктивность показали 48% линий, превышение по сравнению со стандартом составило от 0,5 до 1,7 т/га ($HCP_{05} = 0,5$ т/га).

В результате изучения линий в конкурсном сортоиспытании были выделены перспективные образцы, которые будут проходить дальнейшее испытание. Характеристика наиболее урожайных линий представлена в таблице 1.

1. Характеристика лучших линий в конкурсном сортоиспытании по хозяйственно ценным признакам

1. Characteristics of the best lines in the competitive variety-testing according to their economic-valuable traits

Сорт, линия	Признак			
	урожайность, т/га	высота растений, см	дата колошения, май	масса 1000 зерен, г
Ермак, стандарт	9,9	101,0	18	45,6
1533/16(1587/09 х Кохана)	11,6	100,5	20	41,9
2141/16 (Ростовчанка 5 х 1925/07)	11,7	102,0	19	49,2
1850/16 (Ростовчанка 7 х Каменя х Каменя)	11,9	106,5	23	43,9
1852/16 (Ростовчанка 7 х Каменя х Каменя)	12,0	104,0	21	48,3
2148/16 (1319/09 х Юка)	12,0	110,0	21	43,8
HCP_{05}	0,5	2,5	1,0	0,3

Выводы

1. По высоте растений были выделены линии, обладавшие наименьшими значениями данного признака, такие как 1504/16 (90,0 см), 1942/16 (90,0 см), 2049/16 (88,0 см), 2057/16 (83,0 см).

2. Установлено, что практически все селекционные линии в опыте имели высокий уровень устойчивости к полеганию – от 4,0 до 5,0 балла.

3. Выявлено, что большинство изучаемых селекционных линий по дате колошения соответствовало группе среднеранних сортов.

4. Выделены линии 1202/16, 1341/16, 1466/16, 1766/16, 1800/16, 1862/16, сформировавшие массу 1000 зерен более 50 г.

5. Самую высокую урожайность в конкурсном сортоиспытании показали линии 1533/16 (11,6 т/га), 2141/16 (11,7 т/га), 1850/16 (11,9 т/га), 1852/16 (12,0 т/га), 2148/16 (12,0 т/га), превысившие стандартный сорт Ермак на 1,7–2,1 т/га.

Библиографический список

- Ионова Е.В., Газе В.Л., Марченко Д.М., Некрасов Е.И. Показатели водного режима растений озимой мягкой пшеницы при различных условиях выращивания // Аграрный вестник Урала. 2014. № 10. С. 18–21.
- Ковтунов В.В., Горпиниченко С.И., Беседа Н.А. Исходный материал для селекции сорго // Вестник аграрной науки Дона. 2010. № 2. С. 76–80.
- Кравченко Н.С., Самофалов А.П., Игнатьева Н.Г., Васюшкина Н.Е. Физические и мукомольные свойства сортов озимой мягкой пшеницы // Аграрный вестник Урала. 2016. № 5(147). С. 11–17.
- Марченко Д.М., Филенко Г.А., Некрасов Е.И. Семеноводство озимой пшеницы в Ростовской области // Достижение науки и техники в АПК. 2016. № 11. С. 57–59.
- Некрасов Е.И., Скворцова Ю.Г., Черткова Н.Г. Сортовой состав озимой пшеницы в Ростовской области // Международный саммит молодых ученых «Современные решения в развитии сельскохозяйственной науки и производства: материалы конференции, г. Краснодар, 26–30 июля 2016 г. Казань: ИП Синяев Д.Н., 2016. С. 129–132.

Reference

- Ionova E.V., Gaze V.L., Marchenko D.M., Nekrasov E.I. Pokazateli vodnogo rezhima rastenij ozimoy myagkoj pshenicy pri razlichnyh usloviyah vyrashchivaniya [The indexes of water regime of winter soft wheat under various growing conditions] // Agrarnyj vestnik Urals. 2014. № 10. S. 18–21.
- Kovtunov V.V., Gorpinichenko S.I., Beseda N.A. Iskhodnyj material dlya selekcii sorogo [The initial material for sorghum breeding] // Vestnik agrarnoj nauki Dona. 2010. № 2. S. 76–80.
- Kravchenko N.S., Samofalov A.P., Ignat'eva N.G., Vasyushkina N.E. Fizicheskie i mukomol'nye svojstva sortov ozimoy myagkoj pshenicy [Physical and milling properties of winter soft wheat varieties] // Agrarnyj vestnik Urals. 2016. № 5(147). S. 11–17.

4. Marchenko D.M., Filenko G.A., Nekrasov E.I. Semenovodstvo ozimoy pshenicy v Rostovskoy oblasti [Winter wheat seed-growing in the Rostov region] // Dostizhenie nauki i tekhniki v APK. 2016. № 11. S. 57–59.

5. Nekrasov E.I., Skvorcova Yu.G., Chertkova N.G. Sortovoy sostav ozimoy pshenitsy v Rostovskoy oblasti [Varietal composition of winter wheat in the Rostov region] // Mezhdunarodnyy sammit molodykh uchyoniyh 'Sovremennyye resheniya v razvitiy sel'skohozyajstvennoy nauki i proizvodstva'. Kazan, 2016. S. 129–132.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.161 : 631.52

DOI 10.31367/2079-8725-2018-57-3-39-43

КАЧЕСТВО ЗЕРНА КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ

Е.Г. Филиппов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент зав. отделом

селекции и семеноводства ячменя, doncova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

А.А. Донцова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимого ячменя, doncova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303;

Д.П. Донцов, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства ярового ячменя, doncova601@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9253-3864;

А.А. Буланова, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимого ячменя, doncova601@mail.ru;

Н.Г. Игнатьева, техник-исследователь лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8506-8711

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3

В создании сортов, отвечающих современным требованиям пивоваренной промышленности, важная роль принадлежит генетическим источникам. В результате изучения коллекции ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» в отделе селекции и семеноводства ячменя выделены и рекомендованы источники основных пивоваренных и хозяйственно ценных признаков и свойств. Исследования проводили в 2014–2016 гг. Объектом исследований послужили 77 сортов озимого ячменя различного эколого-географического происхождения. Целью исследований являлось определение биохимических и технологических свойств зерна, соответствующих требованиям, предъявляемым к сортам пивоваренного ячменя. По признаку «содержание белка в зерне» ГОСТ 5060-86 «Пивоваренный ячмень» соответствовало 31,2% изучаемых сортов. Содержание крахмала в зерне более 60,0% имели 7,8% образцов. Высокая экстрактивность (более 78,0%) выявлена у 57,0% коллекционных сортов. Пленчатость зерна, соответствующую пивоваренным требованиям, имели 13,0% изучаемых образцов. Требованиям ГОСТ 5060-86 по признаку «масса 1000 зерен» отвечали 88,0% от общего количества сортов. По урожайности стандартный сорт достоверно превысили 64,0% образцов. В результате проведенного корреляционного анализа выявлены достоверные связи между следующими признаками: масса 1000 зерен – содержание белка в зерне; масса 1000 зерен – пленчатость; содержание крахмала в зерне – пленчатость, содержание крахмала в зерне – содержание белка в зерне. Выделены лучшие образцы, сочетающие комплекс признаков и свойств: Параллелум 1916, Параллелум 1923, Параллелум 1813, Параллелум 1820, 315/Обзор, 217-2 (РФ), Callao (США), Росса (Германия).

Ключевые слова: озимый ячмень, сорт, качество зерна, урожайность, масса 1000 зерен.

GRAIN QUALITY OF COLLECTION SAMPLES OF WINTER BARLEY

E.G. Filippov, Candidate of Agricultural Sciences, docent, head of the department

for barley breeding and seed-growing, doncova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

A.A. Dontsova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of winter barley breeding and seed-growing, doncova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303;

D.P. Dontsov, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher the laboratory of spring barley breeding and seed-growing, doncova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-9253-3864;

A.A. Bulanova, junior researcher of the laboratory of winter barley breeding and seed-growing, doncova601@mail.ru;

N.G. Ignatieva, technician researcher of the laboratory of biochemical assessment of grain breeding material and quality, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8506-8711

FSBSI «Agricultural Research Center «Donskoy»

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

In the creation of varieties that meet modern requirements of the brewing industry, an important role belongs to genetic sources. The study of the collection of the FSBSI Agricultural Research Center 'Donskoy' in the department for barley breeding and seed-growing allowed identifying and recommending the sources of the main brewing and economic-valuable features and prop-

erties. The study was carried out in the years of 2014–2016. 77 varieties of winter barley with different ecological and geographical origin have become the objects of the study. The purpose of the study was to determine biochemical and technological properties of grain that meet certain requirements to brewing barley varieties. 31.2% of the studied varieties have been found correspondent to the trait 'protein content in kernels' (GOST 5060-86 'Brewing barley'). 7.8% of the samples have more than 60% starch in kernels. 57% of the collection varieties possess high extractivity (more than 78%). 13% of the studied varieties have husk content of kernels that meet the brewing requirements. 88% of all varieties correspond the GOST 5060-86 requirements in the trait '1000-kernel weight'. 64% of the samples significantly exceed productivity of the standard variety. As a result of the conducted correlation analysis there have been identified the correlations among the following traits: 1000-kernel weight – protein content in kernels; 1000-kernel weight – husk content in kernels; starch content in kernels – husk content; starch content in kernels – protein content in kernels. The best samples 'Parallelum 1916', 'Parallelum 1923', 'Parallelum 1813', 'Parallelum 1820', '315/Obzor', '217-2(RF)', Callao (USA), Rocca (Germany)

Keywords: winter barley, variety, productivity, 1000-kernel weight.

Введение. Основные тенденции развития современного растениеводства таковы, что важно не только получить высокий урожай, но и обеспечить его повышенные потребительские качества, так как требования потребителей к производимой продукции постоянно возрастают (Алабушев и др., 2017; Филиппов, Алабушев, 2014). Поэтому селекция сортов ячменя на современном этапе должна быть направлена на повышение питательной ценности зерна за счет улучшения кормовых достоинств и технологических свойств. Для того чтобы объединить нужное сочетание признаков в сорте, необходимы постоянный поиск и изучение новых образцов из коллекции ВИР и других учреждений, а также выявление среди них источников и доноров интересующих селекционеров признаков и свойств.

В связи с вышеизложенным целью исследований являлось определение биохимических и технологических свойств зерна, соответствующих требованиям, предъявляемым к сортам пивоваренного ячменя.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на полях научного севооборота отдела селекции и семеноводства ячменя в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Аграрный научный центр «Донской» (ФГБНУ «АНЦ «Донской») в 2014–2016 гг. В изучении находилось 77 сортов и образцов. Учетная площадь делянки – 10 м², повторность однократная, норма высева – 450 всхожих зерен на 1 м², стандартный сорт Мастер («АНЦ «Донской», РФ) высевался через 20 номеров.

Исходным материалом при селекции озимого ячменя послужили коллекционные образцы, полученные из Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (ФГБНУ «ФИЦ «ВИГРР им. Н.И. Вавилова»), новые сорта отечественной и зарубежной селекции, изучаемые в государственном сортоиспытании и допущенные к использованию в РФ, а также перспективные линии и сорта собственной селекции.

Биохимический анализ качественных показателей зерна ячменя проводили в лаборатории биохимической оценки качества зерна ФГБНУ «АНЦ «Донской». Содержание белка определяли согласно ГОСТ 10846-91 (Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. 2009), содержание крахмала – по ГОСТ 10845-98 (Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала. 2009). Определение пленчатости проводили согласно ГОСТ 10843-76 (Зерно и продукты его переработки. Метод определения пленчатости. 2009), экстрактивности и солода – по ГОСТ 29294-92 (Солод пивоваренный ячменный. Технические условия. 2002).

Учеты, наблюдения и оценку изучаемых сортов проводили согласно существующим методикам Государственного сортоиспытания РФ (1989). Математическую обработку результатов исследова-

ний осуществляли с помощью компьютерных программ по методике Б.А. Доспехова (1985).

Для оценки достоверности данных использовали утроенную ошибку средней (3Sx), а в корреляционном анализе – вероятность погрешности (p) при 95%-ном уровне значимости.

Результаты и их обсуждение. Ячмень – это основной источник получения солодового сырья для производства пива. В РФ собственного высококачественного солода недостаточно, и его приходится импортировать в больших количествах, что экономически нецелесообразно. Поэтому, так как импорт солода дорого обходится государству, а спрос на фуражный ячмень значительно снизился вследствие сокращения животноводческой отрасли, большие перспективы есть у переориентации использования зерна ячменя (Филиппов, Алабушев, 2014).

Несмотря на то что современные стандарты в настоящее время не предъявляют никаких особых требований к биохимическому составу фуражного зерна, наиболее ценным является сырье с повышенным содержанием белка и незаменимых аминокислот.

В наших исследованиях содержание белка в зерне варьировало от 11,2 до 13,2% (рис. 1).

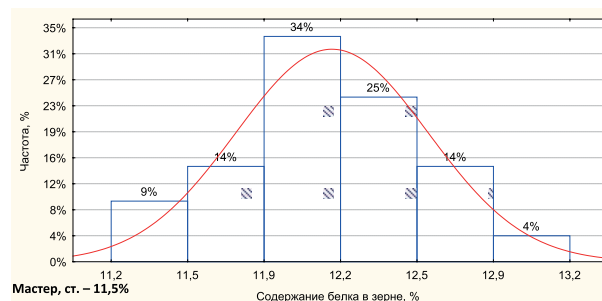


Рис. 1. Распределение образцов озимого ячменя по признаку «содержание белка в зерне» (2014–2016 гг.)

Fig. 1. Distribution of winter barley samples on the basis of "protein content in grain" (2014–2016)

Большинство сортов (84%) по содержанию белка в зерне превысили стандартный сорт Мастер ($3Sx = \pm 0,14\%$). Максимальное содержание белка в зерне (13,0–13,2 %) отмечено у образцов 18513 ЕН 11 (Франция) и 354-1-1 (РФ). По данному признаку 24 образца (31,2%) соответствовали ГОСТ 5060-86 (содержание белка не более 12%).

Повышенное содержание крахмала увеличивает ценность ячменя, так как он является основным экстрактивным веществом в пивоварении. Чем больше в зерне содержится крахмала, тем выше экстрактивность. Однако отбор ценных форм по крахмалистости затрудняется тем, что этот показатель подвержен изменчивости под влиянием условий выращивания.

Содержание крахмала в годы исследований варьировало от 54,3% у образца 354-1-1 (РФ) до 61,3% у сорта Параллелум 1820 (РФ) (рис. 2).

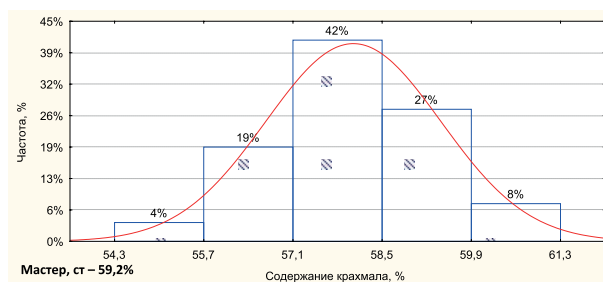


Рис. 2. Распределение образцов озимого ячменя по признаку «содержание крахмала в зерне» (2014–2016 гг.)

Fig. 2. Distribution of winter barley samples on the basis of "starch content in grain" (2014–2016)

По пивоваренным качествам шесть сортов (7,8%) соответствовали ГОСТ 0845-98 (содержание крахмала свыше 60%).

Согласно требованиям к пивоваренному ячменю необходимы сорта, сочетающие высокое содержание крахмала и низкое содержание белка. Анализ средних данных показал, что между содержанием белка и крахмала в зерне существует достоверная сильная отрицательная связь ($r = -0,81$, $p = 0,00$), то есть при увеличении содержания белка в зерне будет уменьшаться содержание крахмала, и наоборот (рис. 3).

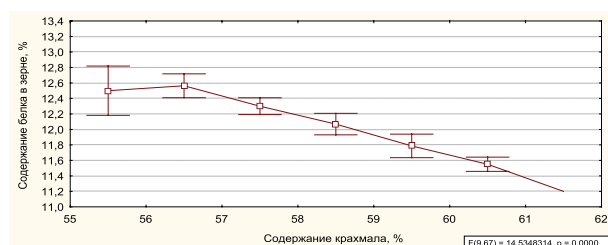


Рис. 3. Связь между содержанием белка и крахмала в зерне

Fig. 3. Relationship between protein and starch in grain

Масса 1000 зерен является одним из показателей структуры урожая. Распределение изучаемых образцов озимого ячменя по данному признаку отображено на рис. 4.

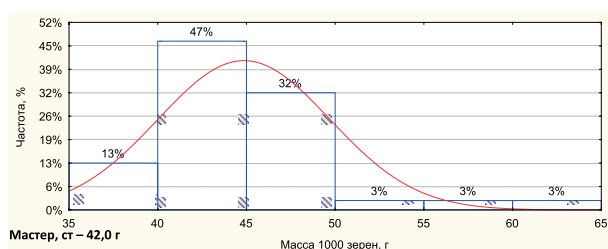


Рис. 4. Распределение образцов озимого ячменя по признаку «масса 1000 зерен» (2014–2016 гг.)

Fig. 4. Distribution of winter barley samples on the basis of "mass of 1000 grains" (2014–2016)

Для пивоварения основным требованием также является крупнозерность (масса 1000 зерен – более 40,0 г). По данному признаку 88% от общего количества сортов отвечали требованию пивоваренного ячменя, из них 9% (шесть сортов) согласно Международному классификатору СЭВ рода *Hordeum* L. (1983) относились к группе крупнозерных (масса 1000 зерен – более 50,0 г): Параллелум 1919 (РФ) – 51,9 г; 6577 СН –

58,9 г; 18513 ЕН 11 – 60,9 г (Франция); Токуо – 61,7 г; Tiffani – 55,7 г; Cornelia – 51,2 г (Германия).

Пленчатость является важным показателем, определяющим достоинство зерна ячменя как для крупяной, так и пивоваренной промышленности. Согласно требованиям пивоваренных компаний в технологии производства пива содержание пленок должно быть в пределах 9–10%. Десять изучаемых образцов (13%) имели пленчатость зерна, соответствующую требованиям пивоваренного ячменя (рис. 5).

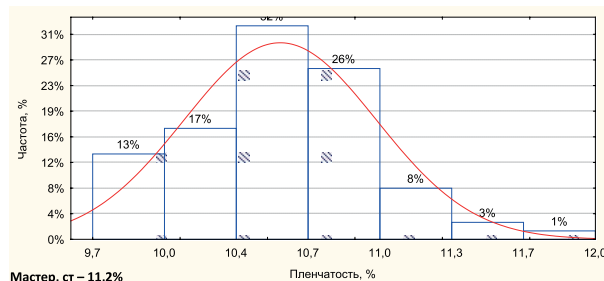


Рис. 5. Распределение образцов озимого ячменя по признаку «пленчатость зерна» (2014–2016 гг.)

Fig. 5. Distribution of winter barley samples on the basis of "filthiness grains" (2014–2016)

Это Параллелум 1615, Параллелум 1820, Параллелум 1916, Ерема, Вавилон (РФ), 6577 СН, 18513 ЕН (Франция), Токуо, Tiffani (Германия), Callao (США).

Важнейшим показателем качества зерна ячменя является его экстрактивность, то есть количество веществ, которые могут перейти в раствор при затирании. В основном экстрактивность обусловлена содержанием крахмала. В пивоваренных сортах этот показатель находится в пределах от 78 до 82%.

Экстрактивность ячменя у изучаемых образцов варьировала от 77,6% у сорта Cotanici (Германия) до 78,6% у линии Параллелум 1820 (РФ). Согласно ГОСТ 5060-86 высокая экстрактивность (более 78%) выявлена у 44 образцов (57%) – Гранд, Параллелум 1820, Радикал, 315/Обзор (РФ), Callao (США), Уши (Германия) и др.

Сбор зерна с единицы площади – основной критерий значимости сорта в конкретных условиях. Одним из важных факторов повышения производства зерна является возделывание высокоурожайных сортов с хорошими биохимическими и технологическими качествами зерна (Филиппов, Донцова, 2014).

Распределение изучаемых образцов озимого ячменя по урожайности представлено на рисунке 6. Урожайность варьировала от 5,2 у образца Tiffani (Германия) до 8,6 т/га у Cornelia (Германия).

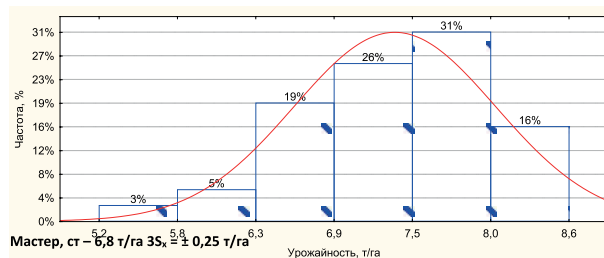


Рис. 6. Распределение образцов озимого ячменя по признаку «урожайность» (2014–2016 гг.)

Fig. 6. Distribution of winter barley samples on the basis of "crop-yield" (2014–2016)

Достоверно превысили стандартный сорт 64% образцов (49 образцов) от общего количества исследуемого материала. Высокая урожайность (свы-

ше 8,0 т/га) отмечена у 15 сортов: Паллидум 1890 – 8,0 т/га, Параллелум 1615 – 8,2 т/га, Гранд – 8,3 т/га, Параллелум 1890 – 8,4 т/га, Параллелум 1820 – 8,5 т/га, Вавилон – 8,0 т/га, Скороход – 8,2 т/га, Радикал – 8,0 т/га, Кондрат – 8,2 т/га (РФ), Окал – 8,2 т/га (Чехия), Ни́хе – 8,3 т/га, Cornelia – 8,6 т/га (Германия) и др.

Корреляционный анализ позволил выявить достоверные связи ($p < 0,05$) между следующими признаками: масса 1000 зерен – содержание белка в зерне, масса 1000 зерен – пленчатость, содержание крахмала – содержание белка в зерне, содержание крахмала – пленчатость (табл. 1).

1. Корреляционные связи между урожайностью, технологическими и биохимическими признаками озимого ячменя (2014–2016 гг.)

1. Correlation between yield, technological and biochemical signs of winter barley (2014–2016)

Признак	Урожайность	Масса 1000 зерен	Содержание белка	Экстрактивность	Содержание крахмала	Пленчатость
Урожайность	1,0 $p = 0,00$	0,18 $p = 0,124$	–0,058 $p = 0,613$	0,041 $p = 0,725$	0,07 $p = 0,543$	–0,03 $p = 0,79$
Масса 1000 зерен		1,0 $p = 0,00$	0,31 $p = 0,006$	–0,114 $p = 0,922$	–0,106 $p = 0,356$	–0,25 $p = 0,031$
Содержание белка			1,0 $p = 0,00$	–0,012 $p = 0,916$	–0,81 $p = 0,00$	0,16 $p = 0,174$
Экстрактивность				1,0 $p = 0,00$	–0,034 $p = 0,77$	0,097 $p = 0,401$
Содержание крахмала					1,0 $p = 0,00$	–0,31 $p = 0,006$
Пленчатость						1,0 $p = 0,00$

Содержание крахмала в зерне отрицательно коррелирует с его пленчатостью ($r = -0,31$; $p = 0,006$), то есть чем выше содержание крахмала, тем ниже пленчатость зерна, и наоборот. Максимальное содержание крахмала отмечено у сортов с пленчатостью 9,6–9,8% (рис. 7).

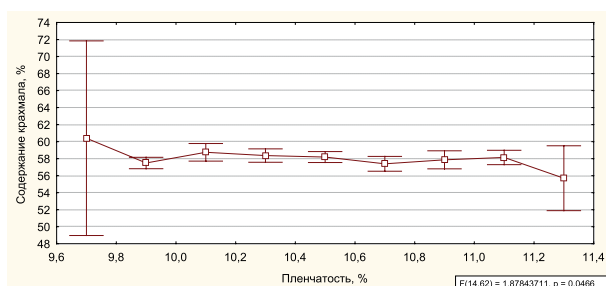


Рис. 7. Связь между содержанием крахмала в зерне и пленчатостью

Fig. 7. Relationship between starch content in grain and filthiness

Установлена достоверная средняя связь между содержанием белка в зерне и массой 1000 зерен

($r = 0,31$; $p = 0,006$). Максимальное содержание белка отмечено у крупнозерных сортов (рис. 8).

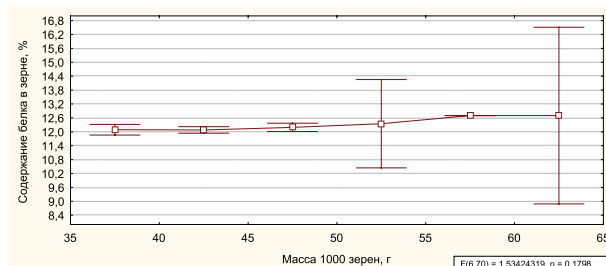


Рис. 8. Связь между содержанием белка в зерне и массой 1000 зерен (2014–2016 гг.)

Fig. 8. Relationship between the protein content in the grain and the mass of 1000 grains (2014–2016)

В результате исследований выделены образцы озимого ячменя, сочетающие комплекс основных биохимических и технологических признаков и свойств и рекомендованные использовать для создания высокоурожайных сортов пивоваренного направления с широкой экологической пластичностью и отличным качеством зерна (табл. 2).

2. Образцы озимого ячменя, выделенные по комплексу признаков и свойств (2014–2016 гг.)

2. Samples of winter barley of the separated complex features and properties (2014–2016)

Сорт, образец	Пленчатость зерна, %	Содержание, %		Экстрактивность, %	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га
		белка	крахмала			
Ст. Мастер, «АНЦ «Донской»	11,2	11,5	59,2	78,2	42,0	6,8
Параллелум 1916 (ВНИЗК)	9,9	12,2	58,5	78,1	51,9	7,5
Параллелум 1923 («АНЦ «Донской»)	10,1	11,9	60	78,2	43,2	7,9
Параллелум 1813 («АНЦ «Донской»)	10,5	11,6	60,4	78,2	49,2	7,1
Параллелум 1820 («АНЦ «Донской»)	9,7	11,2	61,3	78,6	43,6	8,5
315/Обзор (КНИИСХ)	10,2	11,5	60,1	78,4	44,5	7,4
317-2 (КНИИСХ)	10,1	11,5	60,1	78,4	41,9	7,7
Callao (Германия)	9,7	11,3	59,5	78,4	47,6	7,3

Росса (Германия)	10,4	11,6	59,1	78,2	45,8	7,4
3Sx	0,15	0,14	0,47	0,08	1,66	0,25

Выводы

1. Выделены источники ценных пивоваренных свойств:

- по биохимическим показателям (белок – менее 12,0%, крахмал – более 60,0%, экстрактивность – более 78,0%, пленчатость зерна – 9–10%): Параллелум 1820, Параллелум 1916, Параллелум 1921, Параллелум 1923, Ерема, 317-2 (РФ), Tokyo (Германия), Callao (США);
- по технологическим показателям (масса 1000 зерен – более 45,1 г): Параллелум 1910, Паллидум 1890, Факир, Хуторок (РФ), 6577 СН, 18513 ЕН11, Cita, Tokyo, Tiffany, Blanka (Германия), Callao (США), Taty (Сингента) и др. (всего 30 образцов).

2. Установлена корреляционная связь между основными биохимическими и технологическими показателями качества зерна: содержанием белка и крахмала в зерне ($r = -0,81$; $p = 0,00$); содержанием крахмала в зерне и пленчатостью ($r = -0,31$; $p = 0,006$), массой 1000 зерен и содержанием белка в зерне ($r = 0,31$; $p = 0,006$), массой 1000 зерен и пленчатостью зерна ($r = -0,25$; $p = 0,031$).

3. Выделены лучшие образцы, сочетающие комплекс признаков и свойств: Параллелум 1916, Параллелум 1923, Параллелум 1813, Параллелум 1820, 315/Обзор, 317-2 (РФ), Callao (США), Росса (Германия).

Библиографический список

1. Алабушев А.В., Филиппов Е.Г., Донцова А.А. и др. Резервы увеличения урожайности ячменя. Воронеж: ООО «Виннер», 2017. 17 с.
2. Филиппов Е.Г., Донцова А.А. Селекция озимого ячменя. Ростов н/Д.: Книга, 2014. 208 с.
3. Филиппов Е.Г., Алабушев А.В. Селекция ярового ячменя. Ростов н/Д.: Книга, 2014. 208 с.

Reference

1. Alabushev A.V., Filippov E.G., Doncova A.A. et al. Rezervy uvelicheniya urozhajnosti yachmenya [Reserves for increasing the yield of barley]. Voronezh: ООО «Vinner», 2017. 17 s.
2. Filippov E.G., Doncova A.A. Selekcija ozimogo yachmenya [Selection of winter barley]. Rostov n/D.: Kniga, 2014. 208 s.
3. Filippov E.G., Alabushev A.V. Selekcija yarovogo yachmenya [Selection of spring barley]. Rostov n/D.: Kniga, 2014. 208 s.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 575.12 : 633.854.78 : 633.18

DOI 10.31367/2079-8725-2018-57-3-43-47

НАСЛЕДОВАНИЕ РЯДА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ У ГИБРИДА РИСА КАРЛИК 1 × LK

П.И. Костылев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

зав. лабораторией селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;

Е.В. Краснова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-4716-5676;

А.В. Аксенов, агроном лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-5026-3832

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3

Изучение наследования таких признаков, как высота растений, длина метелки, количество колосков и выполненных зерен на ней, масса 1000 зерен и др., имеет большое значение в селекционной работе. Зерновая продуктивность риса также зависит от количества колосков в метелке, числа выполненных зерновок и их массы. Поэтому необходимо знать генетический механизм каждого из этих признаков и их взаимодействие. Статья посвящена определению типа наследования, количества аллельных вариантов генов, участвующих в детерминации высоты, и других количественных признаков у гибрида риса от скрещивания контрастно различающихся коллекционных образцов. Для генетического анализа расщепления признаков использовали компьютерную программу «Полиген А». Высота растений исходных родительских форм представляла минимальные и максимальные величины в разнообразии нашей коллекции. У образца Карлик 1 средняя высота растений составила лишь 54 см, тогда как у высокорослого образца LK – 156 см. Значительные различия были также по длине метелки – 12,3 и 27 см и массе 1000 зерен – 20,5 и 25,5 г. В результате изучения популяции F_2 было установлено, что признаки «высота растения» и «длина метелки» наследуются по типу неполного доминирования больших значений признака; различия между исходными формами были по трем генам. По числу колосков и зерен на метелке выявлены отрицательное доминирование и неаллельное эпистатическое взаимодействие двух пар генов с расщеплением в соотношении 12 : 3 : 1. Признак «масса 1000 зерен» наследуется по типу сверхдоминирования больших значений признака и обусловлен дигенными различиями исходных форм с маскирующим плейотропным эффектом гена карликовости $d1$.

Ключевые слова: рис, гибрид, Карлик, высота растений, наследование.

INHERITANCE OF A NUMBER OF QUANTITATIVE TRAITS OF THE RICE HYBRID 'KARLIK 1 × LK'

P.I. Kostylev, Doctor of Agricultural Sciences, professor,
head of the laboratory of rice breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;

E.V. Krasnova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory
of rice breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-4716-5676;

A.V. Aksenov, agronomist of the laboratory of rice breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-5026-3832
FSBSI «Agricultural Research Center «Donskoy»,
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

The study of such traits as 'plant height', 'panicle length', 'number of spikelets per panicle', '1000-kernel weight' are of great importance in the breeding work. Kernel productivity of rice is significantly dependent on 'number of spikelets per panicle', 'number of grains per panicle' and '1000-grain weight'. Therefore, it's necessary to know a genetic mechanism of every trait and their correlation. The article deals with the identification of inheritance type, number of allelic variants of genes, participating in the determining of height and other quantitative traits of rice hybrids obtained as a result of hybridization of absolutely different collection samples. The software 'Polygen A' has been used in the genetic analysis of splitting of the traits. Plant height of the initial parental forms presented minimum and maximum values in the diversity of our collection. The average plant height of the sample 'Karlik 1' was 54 cm, the plant height of the sample 'LK' was 156 cm. Significant differences were in the panicle length (12.3 and 27 cm) and in 1000-kernel weight (20.5 and 25.5 g). The study of the population F_2 has established that the traits 'plant height' and 'panicle length' are inherited according to the type of incomplete dominance of large values of the trait; the differences among the initial forms were in three genes. According to number of spikelets and kernels per panicle there was a negative dominance and non-allelic epistatic interaction of two pairs of genes with splitting in the ratio 12 : 3 : 1. The trait '1000-kernel weight' is inherited on the type of super-dominance of large values of the trait and is substantiated by digenic differences of initial forms with a masking pleiotropic effect of the dwarfism gene *d1*.

Keywords: rice, hybrid, dwarf, plant height, inheritance.

Введение. Увеличение урожайности риса возможно с помощью морфологических изменений растений, способствующих повышению продуктивности. К таким признакам относятся высота растений, длина метелки, количество колосков и выполненных зерен на ней, масса 1000 зерен и др. Поэтому необходимо наследование этих признаков с целью использования полученных данных в селекционном процессе.

В мире достигнуты большие успехи в изучении высоты растений. Культивируемые сорта риса можно подразделить на три основные группы: с коротким стеблем (около 100 см), высоким (около 150 см) и очень высоким (около 200 см и выше) (Wahiduzzaman, 1980). Высокоурожайные сорта с высотой растений, как у IR8, находятся в короткостебельной группе. Эта группа часто упоминается как полукарлики. Они несут самый важный ген в мировой селекции риса – *sd1*, использование которого привело к зеленой революции. В мире подавляющее большинство полукарликовых сортов риса имеет генный локус полукарликовости *sd1* (Kikuchi et al., 1985).

Рядом исследователей было установлено, что наследование высоты растений у гибридов между родительскими формами, имеющими отчетливые различия по этому признаку, является моногенным (Chang and Tagumpray, 1970), дигенным (Mohamad and Hanna, 1964), полигенным или управляется основным геном и несколькими минорными (Chang and Tagumpray, 1970). Низкорослые сорта обычно формируют высокий урожай, высокие и очень высокие – низкий. Но есть свидетельства того, что высокие сорта с большим потенциалом урожая тоже можно создать (Yantaeast et al., 1970). Для правильного планирования селекции важно понимать взаимоотношения между генами, контролирующими разные типы высоты растений.

Кроме того, более 60 генов карликовости (*d*) были картированы на всех хромосомах риса. У карликового мутанта риса Daikoku с геном *d1* имеются темно-зеленые листья, компактные прямостоячие метелки и короткие круглые зерна (рис. 1). Эти признаки проявляются вместе в результате плейотропного эффекта гена *d1*, играющего ключевую роль в контроле роста и развития растений. Аномальный фенотип прояв-

ляется в результате отсутствия гетеротримерного белка G, служащего в качестве сигнала, связанного с клеточным ростом, дифференцировкой и развитием растений (Ashikari et al., 1999).

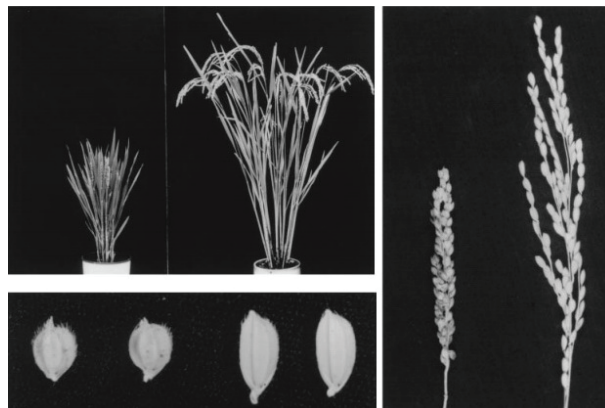


Рис. 1. Фенотипы мутанта *d1*, Daikoku. На каждой фотографии слева – Daikoku, справа – Nipponbare (дикий тип) (Ashikari et al., 1999)

Fig. 1. Phenotypes of the mutant *d1*, Daikoku. On the left of each figure it's Daikoku, on the right it's Nipponbare (wild type) (Ashikari et al., 1999)

Зерновая продуктивность риса также зависит от количества колосков в метелке, числа выполненных зерновок и их массы. Поэтому необходимо знать генетический механизм каждого из этих признаков и их взаимодействие. В регулировании формирования метелки участвует несколько генов, таких как *lax 1*, влияющий на развитие веточек и колосков в метелке риса. Другой ген – *sra* (маленькая метелка) регулирует формирование пазушной меристемы (Komatsu et al., 2003). Кроме того, есть гены, влияющие на быстрое увеличение клеток и размер меристемы, регулируя скорость дифференциации колосков, важную для размера метелки и числа колосков. Другие гены *SP1* (короткая метелка) и *DEP1* (плотная прямостоячая метелка) также влияют на форму

и величину метелки риса, увеличивая число колосков (Li, Qian et al., 2009).

Найден также локус количественного признака (QTL), оказывающий плейотропное влияние на количество зерен в метелке, продолжительность вегетации и высоту растений. Поэтому он называется *Ghd7* (число зерен, высота растения и дата выметывания) (Xue, Xing et al., 2008).

Цель исследований – определение типа наследования, количества аллельных вариантов генов, участвующих в детерминации количественных признаков, у гибрида риса от скрещивания контрастно различающихся по высоте и другим характеристикам коллекционных образцов Карлик 1 и LK.

Такая комбинация выбрана для изучения из-за того, что в нашей коллекции один образец имел минимальные значения высоты, а другой – максимальные. В спектре расщепляющихся гибридных растений можно отобрать стабильные промежуточные по высоте формы, которые укажут на количество генов, определяющих различия, и изучить их сравнительную продуктивность зерна.

Материалы и методы исследований. Сорт-образец LK выведен в АНЦ «Донской» из гибрида Ламро х Командор. Несмотря на то что у его родительских форм высота растений имела очень близкие значения – 70–90 см, он оказался трансгрессивным, с высотой 156 см (в среднем). Метелка компактная, наклонная, длинная (27 см). В ней формируется 140–160 зерен. Колоски безостые, овальные, соломенно-желтого цвета. Масса 1000 зерен – 25–26 г.

Безлигильный образец японского происхождения Карлик 1 (Daikoku) получен из ВИРа. Высота в среднем – 54 см. Разновидность – италика. Метелка длинной 12–13 см. В метелке 80–100 зерен, колоски безостые. Масса 1000 зерен – 20–21 г. Особенность этого типа карлика состоит в плейотропном влиянии гена *d1* на массу 1000 зерен, которая значительно уменьшается по сравнению с нормальными формами. Гибридизацию провели в 2015 г., F₁ получили в 2016 г., F₂ – в 2017-м на базе ОС «Пролетарская».

Для генетического анализа расщепления признаков использовали компьютерную программу «Полиген А» (Мережко, 2005).

Результаты и их обсуждение. Высота растений исходных родительских форм представляла минимальные и максимальные величины в разнообразии нашей коллекции. У образца Карлик 1 средняя высота растений составила лишь 54 см, тогда как у высокорослого LK – 156 см. Разница – 102 см. Высота гибридов F₂ демонстрировала неполное доминирование большей величины признака. Средняя высота растений F₂ гибрида LK х Карлик 1 составила 137 см. Высота потомков F₂ не проявляла трансгрессивного расщепления за пределы диапазона варьирования обеих родительских форм (рис. 2).

Следовательно, все рецессивные аллели генов высоты были у одной родительской формы, а все доминантные – у другой. Вершина кривой распределения частот гибрида смещена вправо, ближе к вершине высокорослой родительской формы (LK), что свидетельствует о неполном доминировании больших значений признака ($h_p = 0,63$). Частотная кривая F₂ показала депрессию в классе 121–130 см, придавая кривой бимодальную форму. На долю гибрида приходится 1/64 частот рецессивной родительской формы (Карлик 1), следовательно, родительские формы различаются аллельным состоянием трех пар генов. При этом согласно программе «Полиген А» в одном локусе было полное доминирование, во втором – неполное ($h_p = 0,7$), а в третьем оно отсутствовало. Сила генов имела кратные отличия: 1-й – 51 см, 2-й –

34, 3-й – 17. Минорные гены могли повлиять на фенотипическую изменчивость признака.

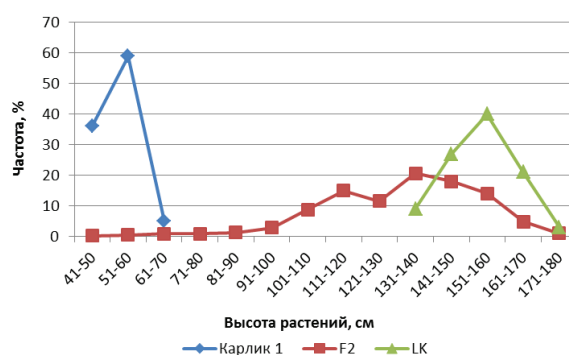


Рис. 2. Распределение частот признака «высота растений» у гибрида риса F₂ Карлик 1 × LK и его родительских форм, 2017 г.

Fig. 2. Distribution of the frequency of the trait 'plant height' in the rice hybrid F₂ 'Karlik 1 × LK' and its parental forms, 2017

По признаку «длина метелки» исходные родительские формы различались очень значительно, на 14,7 см. Средняя длина метелки составила у Карлика 1 12,3 см, у LK – 27, у гибрида – 23,3. Кривая распределения частот гибрида была смещена вправо, что свидетельствует о доминировании больших значений признака (рис. 3). При этом наблюдалось частичное доминирование ($h_p = 0,5$). На долю гибрида приходилась 1/64 частот рецессивного родителя, что указывает на аллельные различия по трем парам генов.

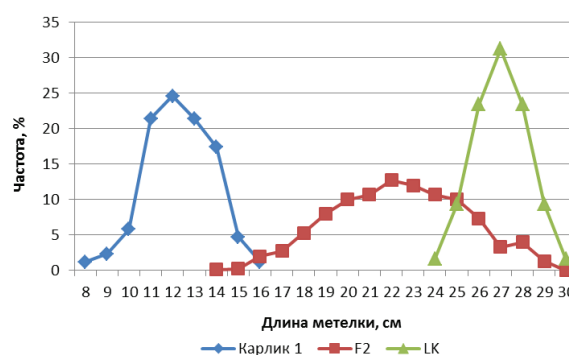


Рис. 3. Распределение частот признака «длина метелки» у гибрида риса F₂ Карлик 1 × LK и его родительских форм (2017 г.)

Fig. 3. Distribution of the frequency of the trait 'panicle length' in the rice hybrid F₂ 'Karlik 1 × LK' and its parental forms, 2017

По признаку «число колосков в метелке» родительские формы имели большие различия – 60 колосков: у Карлика 1 – 99 шт., у LK – 159 шт. в среднем. У гибрида F₂ эта величина была близка к Карлику 1 (97 шт.). Генетический анализ показал полное отрицательное доминирование меньшего значения признака ($h_p = -1,07$).

График распределения частот признака у гибрида был трехвершинным, причем большая вершина сместилась влево (рис. 4). Родительские формы различались неаллельным эпистатическим взаимодействием двух пар генов, расщепление происходило в соотношении 12 : 3 : 1.



Рис. 4. Распределение частот признака «число колосков на метелке» у гибрида риса F_2 Карлик 1 $\times$ LK и его родительских форм (2017 г.)

Fig. 4. Distribution of the frequency of the trait 'number of spikelets per panicle' in the rice hybrid F_2 'Karlik 1 $\times$ LK' and its parental forms, 2017

Различия по признаку «число зерен на метелке» между исходными родительскими формами LK (145 шт.) и Карлик 1 (83 шт.) составили 62 шт. Кривая распределения частот гибрида, как и по числу колосков, имела многовершинный характер, а ее большая вершина была значительно смещена влево от вершины меньшей родительской формы (рис. 5). Наблюдалась гибридная депрессия ($hp = -1,52$), связанная с повышенной стерильностью колосков, обусловленной значительными генетическими различиями исходных форм (сорт Lampro относится к подвиду indica, остальные – к japonica). Расщепление проходило по дигенной схеме: 12 : 3 : 1.

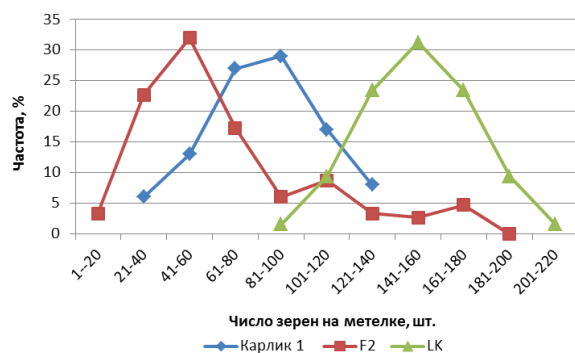


Рис. 5. Распределение частот признака «число зерен на метелке» у гибрида риса F_2 Карлик 1 $\times$ LK и его родительских форм (2017 г.)

Fig. 5. Distribution of the frequency of the trait 'number of kernels per panicle' in the rice hybrid F_2 'Karlik 1 $\times$ LK' and its parental forms, 2017

Образец LK имел на 5 г более высокую массу 1000 зерен, чем Карлик 1 (25,5 и 20,4 г соответствен-

но). У гибрида F_2 наблюдался широкий спектр изменчивости этого признака – от 20 до 35 г (в среднем 28,6 г). Выявлены значительные гетерозис и сверхдоминирование большой массы зерновки ($hp = 2,24$). Кривая распределения частот гибрида была многовершинной, имела левостороннюю асимметрию и положительную трансгрессию (рис. 6).

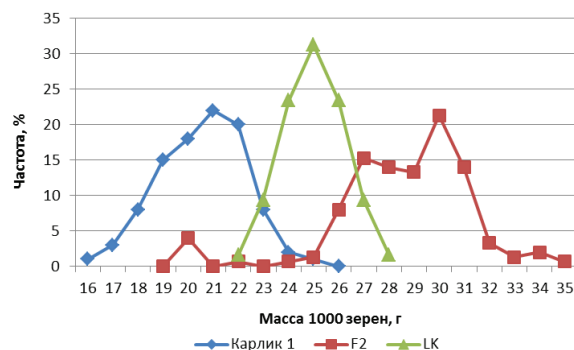


Рис. 6. Распределение частот признака «масса 1000 зерен» у гибрида риса F_2 Карлик 1 $\times$ LK и его родительских форм, 2017 г.

Fig. 6. Distribution of the frequency of the trait '1000-kernel weight' in the rice hybrid F_2 'Karlik 1 $\times$ LK' and its parental forms, 2017

Это свидетельствует о том, что появились генотипы с доминантными генами, увеличивающими массу зерновки. У образца Карлик 1 гены большей массы 1000 зерен находились под плеiotропным влиянием гена *d1* (*dwarf 1*) и в процессе рекомбинации на генном фоне высокорослых форм проявили себя, что выразилось в выщелении большого количества растений (69,9%) с нормальным по величине зерном (28–35 г). Родительские формы различались между собой по аллелям двух пар генов, расщепление происходило в соотношении 1 : 6 : 9. Гипотетическая родительская форма – изогенная линия Карлика 1 без гена *d* – должна иметь массу 1000 зерен около 30 г, на что указывает большая вершина кривой распределения признака у гибрида.

Выводы

1. Признаки «высота растения» и «длина метелки» наследуются по типу неполного доминирования больших значений признака, установлены тригенные различия между исходными формами.

2. По числу колосков и зерен на метелке выявлены отрицательное доминирование и неаллельное эпистатическое взаимодействие двух пар генов с расщеплением в соотношении 12 : 3 : 1.

3. Признак «масса 1000 зерен» наследуется по типу сверхдоминирования больших значений признака и обусловлен дигенными различиями исходных форм с маскирующим плеiotропным эффектом гена карликовости *d1*.

Библиографический список

- Мережко А.Ф. Использование менделеевских принципов в компьютерном анализе наследования варьирующих признаков // Экологическая генетика культурных растений: Материалы школы молодых ученых РАСХН, ВНИИ риса. Краснодар, 2005. С. 107–117.
- Ashikari M., Wu J., Yano M., Sasaki T., Yoshimura A. Rice gibberellin-insensitive dwarf mutant gene Dwarf 1 encodes the α -subunit of GTP-binding protein. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1999. № 96. P. 10284–10289.
- Chang T.T., Tagumpay O. Genotypic association between grain yield and six agronomic traits in a cross between rice varieties of contrasting plant type. Euphytica, 1970. № 19. P. 356–363.
- Kikuchi F., Itakura N., Ikehashi H., Yokoo M., Nakane A., Maruyama K. Genetic analysis of semidwarfism in high-yielding rice varieties in Japan. Bull. Natl. Inst. Agric. Sci. 1985. № 36. P. 125–145.

5. Komatsu K., Maekawa M., Ujiie S., Satake Y., Furutani I. et al. LAX and SPA: major regulators of shoot branching in rice. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2003. № 100. P. 11765–11770.
6. Li S., Qian Q., Fu Z., Zeng D., Meng X. et al. Short panicle 1 encodes a putative PTR family transporter and determines rice panicle size. *Plant J.* 2009. № 58. P. 592–605.
7. Mohamad A.H., Hanna A.S. Inheritance of quantitative characters in rice. Estimation of the number of effective factor pairs controlling plant height. *Genetics*, 1964. № 49. P. 81–93.
8. Wahiduzzaman M., Ahmad M.S. Inheritance of plant height in seven crosses of rice. *Cereal Research Communications*. 1980. № 8(3). P. 527–532.
9. Xue W., Xing Y., Weng X., Zhao Y., Tang W. et al. Natural variation in Ghd7 is an important regulator of heading date and yield potential in rice. *Nat. Genet.* 2008. № 40. P. 761–767.
10. Yantaeast A., Chai P., Jackson B.R. Breeding dwarf varieties of rice for tolerance to deep-water. *Thail. £. Agric. Sci.* 1970. № 3. P. 119–133.

References

1. Merezhko A.F. Ispol'zovanie mendeleevskikh principov v komp'yuternom analize nasledovaniya var'iruyushchih priznakov [The use of Mendel's principles in the computer analysis of the inherited varying traits] // *Ekologicheskaya genetika kul'turnykh rastenij: Materialy shkoly molodykh uchenykh RASKHN, VNII risa. Krasnodar, 2005. S. 107–117.*
2. Ashikari M., Wu J., Yano M., Sasaki T., Yoshimura A. Rice gibberellin-insensitive dwarf mutant gene Dwarf 1 encodes the α -subunit of GTP-binding protein. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 1999. № 96. P. 10284–10289.
3. Chang T.T., Tagumpay O. Genotypic association between grain yield and six agronomic traits in a cross between rice varieties of contrasting plant type. *Euphytica*, 1970. № 19. P. 356–363.
4. Kikuchi F., Itakura N., Ikehashi H., Yokoo M., Nakane A., Maruyama K. Genetic analysis of semidwarfism in high-yielding rice varieties in Japan. *Bull. Natl. Inst. Agric. Sci.* 1985. № 36. P. 125–145.
5. Komatsu K., Maekawa M., Ujiie S., Satake Y., Furutani I. et al. LAX and SPA: major regulators of shoot branching in rice. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2003. № 100. P. 11765–11770.
6. Li S., Qian Q., Fu Z., Zeng D., Meng X. et al. Short panicle 1 encodes a putative PTR family transporter and determines rice panicle size. *Plant J.* 2009. № 58. P. 592–605.
7. Mohamad A.H., Hanna A.S. Inheritance of quantitative characters in rice. Estimation of the number of effective factor pairs controlling plant height. *Genetics*, 1964. № 49. P. 81–93.
8. Wahiduzzaman M., Ahmad M.S. Inheritance of plant height in seven crosses of rice. *Cereal Research Communications*. 1980. № 8(3). P. 527–532.
9. Xue W., Xing Y., Weng X., Zhao Y., Tang W. et al. Natural variation in Ghd7 is an important regulator of heading date and yield potential in rice. *Nat. Genet.* 2008. № 40. P. 761–767.
10. Yantaeast A., Chai P., Jackson B.R. Breeding dwarf varieties of rice for tolerance to deep-water. *Thail. £. Agric. Sci.* 1970. № 3. P. 119–133.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.174 : 631.5

DOI 10.31367/2079-8725-2018-57-3-47-49

ПОСЕВНАЯ ПЛОЩАДЬ И УРОЖАЙНОСТЬ СОРГО ЗЕРНОВОГО

В.В. Ковтунов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго зернового, kowtunow85@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3

В статье отмечены основные биологические и хозяйственные достоинства сорго зернового. Представлены динамика посевной площади сорго в мире за последние годы и средняя урожайность зерна. Приведены площадь посева сорго в России и ее распределение по федеральным округам. Установлено, что основными производителями сорго в России являются Приволжский (28,5–141,6 тыс. га) и Южный федеральный (23,8–94,0 тыс. га) округа. Причем 46–69% площади посева сорго Южного федерального округа приходится на Ростовскую область. Основная часть посевной площади сорго в Ростовской области сосредоточена в крайне засушливой (часть восточных районов) и в засушливой (северо-западная и северо-восточная часть) зонах. В статье представлены новые сорта сорго зернового, созданные в Аграрном научном центре «Донской». В период с 2012 по 2017 г. в ФГБНУ «АНЦ «Донской» созданы и внесены в Государственный реестр селекционных достижений РФ раннеспелые белозерные, обладающие высокой потенциальной урожайностью и качеством зерна сорта сорго зернового Великан, Зерноградское 88 и Атаман. Они обладают высокой адаптивностью к местным условиям.

Ключевые слова: сорго, посевная площадь, урожайность, сорт.

SOWN AREA AND PRODUCTIVITY OF GRAIN SORGHUM

V.V. Kowtunov, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of grain sorghum breeding and seed-growing, kowtunow85@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705
FSBSI «Agricultural Research Center «Donskoy»,
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

The article presents the main biological and economic merits of grain sorghum. The worldwide dynamics of the sown area of sorghum in recent years and the average yield of sorghum are considered in the work. The sown area of sorghum in Russia and its distribution throughout federal districts are given in the paper. It has been established that the main producers of sorghum in Russia are the Privolzhsky (28.5–141.6 thousand hectares) and the Southern Federal (23.8–94.0 thousand ha) Districts. Moreover, 46–69% of the sown area of the sorghum in the Southern Federal District is located in the Rostov region. The main part of the sown area of sorghum in the Rostov region is concentrated in the extremely arid zones (some eastern regions of the Rostov region) or in arid (north-western and north-eastern part of the Rostov region) zones. The article presents new varieties of grain sorghum developed in the Agricultural Research Center "Donskoy". In the period from 2012 to 2017 there were developed and registered in the State List of Breeding Achievements of RF early-ripening and white-grained sorghum varieties 'Velikan', 'Zernogradskoe 88' and 'Ataman'. They are characterized with high productivity, high qualitative kernels and high adaptability to local conditions.

Keywords: sorghum, sown area, productivity, variety.

Сорго является древней и широко распространенной сельскохозяйственной культурой. По посевным площадям сорго в мировом земледелии занимает пятое место после пшеницы, риса, кукурузы и ячменя, а по валовым сборам зерна среди зернофуражных культур – третье место после кукурузы и ячменя (Алабушев, 2013).

По данным FAOSTAT, посевные площади сорго зернового в мире составляют 39,3–44,8 млн га, а средняя урожайность зерна – 1,4–1,6 т/га (рис. 1).

В условиях часто повторяющихся в России засухливых лет и наличия значительных площадей засоленных почв сорго зерновое является перспективной культурой для сельскохозяйственного производства.

Ценность ее заключается в способности переносить без большого ущерба для урожая продолжительные периоды засухи и высоких температур, эффективно использовать осадки второй половины лета, что позволяет возделывать сорго в засушливых зонах России.

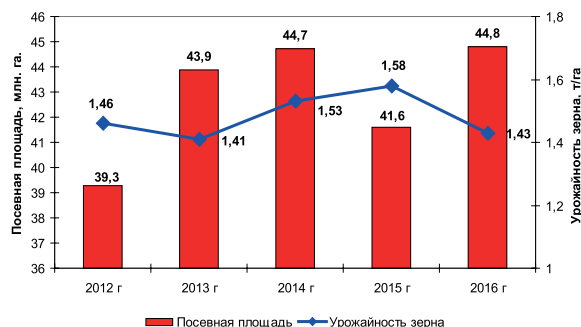


Рис. 1. Посевная площадь и урожайность сорго в мире (2012–2016 гг.)

Fig. 1. Sown area of grain sorghum and grain sorghum productivity worldwide (2012–2016)

Целесообразность возделывания культуры в засушливых и полувасушливых районах страны обуславливается ее высокой продуктивностью и универсальностью использования. Зерно сорго богато углеводами, белками, аминокислотами, минеральными веществами, витаминами, которые играют важную роль в повышении продуктивности животных. Зерно сорго содержит 70–75% крахмала, более 12% белка, 3,5% жира и является прекрасным концентрированным кормом (Алабушев, 2013). По химическому составу и питательной ценности зерно сорго мало чем отличается от зернофуражных культур кукурузы и ячменя. Оно является хорошим кормом для скота, домашней птицы, а также рыбы при искусственном разведении. В странах Африки, а также Индии и США сорго используется для производства крупы, муки, крахмала, спирта и пива (Алабушев и др., 2003).

В целом в последние годы (2012–2016 гг.) в России наблюдалось увеличение площади посевов сорго. Так, если в 2012 г. посевная площадь культуры

составляла 54,7 тыс. га, то уже к 2016 г. произошло увеличение до 228,6 тыс. га. Однако в 2017 г. отмечено снижение площади посевов сорго до 140,3 тыс. га. Урожайность зерна в период с 2012 по 2017 г. варьировала от 1,05 до 1,49 т/га (Единая межведомственная информационно-статистическая система) (рис. 2).

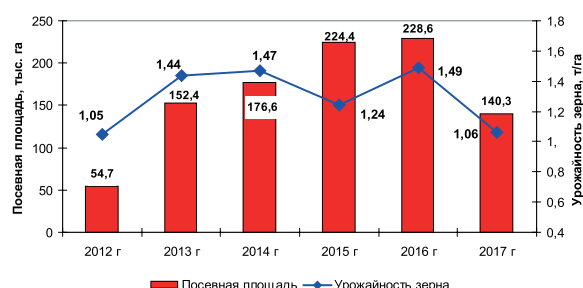


Рис. 2. Посевная площадь и урожайность сорго зернового в России (2012–2017 гг.)

Fig. 2. Sown area of grain sorghum and grain sorghum productivity in Russia (2012–2017)

Основной причиной недостаточного распространения сорго в России и стабильного увеличения ее площади посева является слабое развитие животноводства – главного его потребителя.

В то же время отсутствие научно обоснованного размещения культуры сорго по регионам России ведет к существенному недобору товарной продукции, особенно в засушливые годы, когда в отличие от большинства сельскохозяйственных культур в силу своих биологических особенностей сорго способно формировать сравнительно высокую урожайность зерна (Алабушев, 2002).

Возделывание сорго возможно от крайне засушливых зон (Поволжье) до зон неустойчивого и достаточного увлажнения (Северный Кавказ), где оно формирует различный уровень урожайности. Так, в крайне засушливой зоне возделывания (200–250 мм осадков) сорго зерновое способно сформировать урожайность зерна на уровне 1,0–2,0 т/га, в засушливой зоне с количеством осадков 250–350 мм – 2,0–2,5 т/га, в зоне неустойчивого увлажнения (350 мм и более) – 3,0–6,0 т/га, а в зоне достаточного увлажнения и на орошении – на уровне 7,0–10,0 т/га (Алабушев, 2002).

Основными производителями сорго в России являются Приволжский (28,5–141,6 тыс. га) и Южный федеральный округа (23,8–94,0 тыс. га). На остальные регионы приходится значительно меньшая часть посевов (2,4–13,8 тыс. га) (Единая межведомственная информационно-статистическая система) (рис. 3).

При этом 46–69% площади посева сорго Южного федерального округа приходится на Ростовскую область. В целом посевная площадь с 2012 по 2017 г. варьировала от 16,3 до 58,5 тыс. га, а урожайность – от 1,16 до 2,11 т/га (Единая межведомственная информационно-статистическая система) (рис. 4).



Рис. 3. Распределение посевной площади сорго по федеральным округам (2012–2017 гг.)

Fig. 3. Distribution of sown area of grain sorghum throughout the Federal districts (2012–2017)

Основная часть посевных площадей сорго в Ростовской области сосредоточена в крайне засушливой (часть восточных районов) и в засушливой (северо-западная и северо-восточная часть) зонах. Так, например, в 2016 г. от всей посевной площади (37,8 тыс. га) сорго зернового в Ростовской области 60,3% (22,8 тыс. га) высеяно в северо-западной зоне, 38,2% (13,0 тыс. га) – в северо-восточной и 4,0% (1,5 тыс. га) – в восточной, а средняя урожайность зерна составила 2,11 т/га.

В числе основных путей повышения урожайности, посевной площади и валового сбора зерна сорго зер-

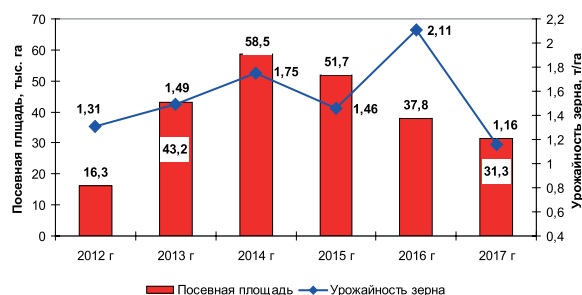


Рис. 4. Посевные площади и урожайность сорго в Ростовской области (2012–2017 гг.)

Fig. 4. Sown area of grain sorghum and grain sorghum productivity in the Rostov region (2012–2017)

нового – создание и внедрение в производство новых сортов, адаптированных к почвенно-климатическим условиям выращивания. В последние (2012–2017 гг.) годы в Аграрном научном центре «Донской» созданы и внесены в Государственный реестр селекционных достижений РФ новые раннеспелые белозерные, обладающие высокой потенциальной урожайностью и качеством зерна сорта сорго зернового Великан, Зерноградское 88 и Атаман. Эти сорта, созданные в условиях юга России, обладают высокой адаптивностью к местным условиям.

Библиографический список

1. Алабушев А.В., Ковтунов В.В., Ковтунова Н.А. Качество зерна коллекционных образцов сорго зернового. Ростов н/Д.: Книга, 2013. 144 с.
2. Алабушев А.В. Эффективность производства сорго зернового. Ростов н/Д.: Книга, 2002. 192 с.
3. Алабушев А.В., Анипенко Л.Н., Гурский Н.Г. и др. Сорго (селекция, семеноводство, технология, экономика). Ростов н/Д.: Книга, 2003. 368 с.
4. Единая межведомственная информационно-статистическая система [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru> (дата обращения 16.03.2018).
5. FAOSTAT [Электронный ресурс]. URL: <http://faostat.fao.org> (дата обращения 16.03.2018).

Reference

1. Alabushev A.V., Kovtunov V.V., Kovtunova N.A. Kachestvo zerna kollekcionnykh obrazcov sorgo zernovogo [Quality of kernels of the collection samples of grain sorghum]. Rostov n/D.: Kniga, 2013. 144 s.
2. Alabushev A.V. Ehffektivnost' proizvodstva sorgo zernovogo [Efficiency of grain sorghum production]. Rostov n/D.: Kniga, 2002. 192 s.
3. Alabushev A.V., Anipenko L.N., Gurskij N.G. i dr. Sorgo (selekciya, semenovodstvo, tekhnologiya, ehkonomika) [Sorghum (breeding, seed-growing, technology, economics)]. Rostov n/D.: Kniga, 2003. 368 s.
4. Edinaya mezvedomstvennaya informacionno-statisticheskaya sistema [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.fedstat.ru> (data obrashcheniya 16.03.2018).
5. FAOSTAT [Elektronnyj resurs]. URL: <http://faostat.fao.org> (data obrashcheniya 16.03.2018).

Критерии авторства. Автор статьи подтверждает, что несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.31 : 631.52

DOI 10.31367/2079-8725-2018-57-3-49-52

РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ СЕЛЕКЦИИ ЭСПАРЦЕТА НА КОРМОВУЮ И СЕМЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ

С.А. Игнатьев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории многолетних трав, mноголетnie.travy@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0715-2982;
А.А. Регидин, младший научный сотрудник лаборатории многолетних трав, mноголетnie.travy@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3246-1501
 ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»
 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3

Селекционная работа по созданию новых сортов эспарцета ведется непрерывно, что позволяет выделить генотипы с высокой кормовой и семенной продуктивностью. В статье представлены результаты конкурсного сортоиспытания сортов

эспарцета, включенных в разные годы в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию в разных регионах РФ, и сорта Шурави, переданного на государственное сортоиспытание в 2015 г. В среднем за три цикла урожайность зеленой массы сортов эспарцета Атаманский, Велес и Сударь была на 6,0–9,0% выше стандарта Зерноградский 2. Коэффициенты вариации урожайности зеленой массы сортов Атаманский и Сударь были значительными и составляли соответственно 24,0 и 24,3%; средним данный показатель (15,2%) был у сорта Велес. По урожайности сена сорта эспарцета Атаманский, Велес и Сударь превысили стандарт на 5,7; 7,1 и 11,4%. Коэффициенты вариации признака были значительными, %: 21,4 – у стандарта; 35,5 – у сорта Атаманский; 23,5 – у сорта Велес; 24,0 – у сорта Сударь. Урожайность семян засухоустойчивого сорта Зерноградский 2, допущенного к использованию в наиболее жестких условиях увлажнения Северо-Кавказского, Нижневолжского и Уральского регионов, изменялась от 0,56 до 0,72 т/га. Коэффициент вариации признака при этом был значительным – 23,2%. Сорта Атаманский, Велес и Сударь по урожайности семян достоверно превосходили стандарт Зерноградский 2. Превышение составляло 14,3–19,0%. Урожайность зеленой массы у сорта Шурави в среднем составляла 33,6; сена – 7,9, семян – 0,8 т/га или, соответственно на 17,9; 12,8; 28,6% была выше, чем у стандарта. В результате селекционной работы в разные годы созданы и включены в Реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, урожайные сорта эспарцета Атаманский, Велес и Сударь. Выделенный новый перспективный сорт эспарцета Шурави по урожайности кормовой массы и семян достоверно превышал стандарт. Использование новых продуктивных сортов эспарцета позволит повысить экономическую эффективность возделывания как эспарцета, так и последующих культур.

Ключевые слова: сорт, эспарцет, признак, сортоиспытание, стандарт, зеленая масса, семена.

THE EFFICIENCY OF SAINFOIN BREEDING FOR FODDER AND SEED PRODUCTIVITY

S.A. Ignatiev, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for perennial grasses, mnogoletnie.travy@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0715-2982;

A.A. Regidin, junior researcher of the laboratory for perennial grasses, mnogoletnie.travy@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3246-1501

FSBSI «Agricultural Research Center «Donskoy»

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

The breeding work on the development of new sainfoin varieties is being constantly carried out, that makes it possible to identify genotypes with high fodder and seed productivity. The article presents the results of the Competitive Variety Testing of sainfoin varieties introduced in the State List of Breeding Achievements, approved for use in different regions of the Russian Federation and the variety 'Shuravi' given to the State Variety Testing in 2015. On average through three cycles the productivity of green mass of the sainfoin varieties 'Atamansky', 'Veles' and 'Sudar' were on 6.0–9.0% higher than that of the standard variety 'Zernogradsky 2'. The coefficients of the variation of green mass productivity of the varieties 'Atamansky' and 'Sudar' were 24.0% and 24.3% and green mass productivity of the variety 'Veles' was only 15.2%. Hay productivity of the varieties 'Atamansky', 'Veles' and 'Sudar' exceeded the indexes of the standard variety on 5.7%, 7.1% and 11.4% respectively. The coefficients of variation were 21.45 of the standard variety, 35.5% of the variety 'Atamansky', 23.5% of the variety 'Veles' and 24.0% of the variety 'Sudar'. The seed productivity of the drought-resistant variety 'Zernogradsky 2', approved for use under the most severe conditions of humidity of the North Caucasus, Nizhne-Volzhsky and Uralsky regions, ranged from 0.56 t/ha to 0.72 t/ha. The coefficient of the trait variation was 23.2%. The varieties 'Atamansky', 'Veles' and 'Sudar' exceeded the standard variety in seed productivity. The excess was 14.3–19.0%. The green mass productivity of the variety 'Shuravi' was 33.6 t/ha on average, the hay productivity was 7.9 t/ha, the seed productivity was 0.8 t/ha which were on 17.9, 12.8% and 28.6% higher than that of the standard variety. As a result of the breeding work during the many years the highly-productive sainfoin varieties 'Atamansky', 'Veles' and 'Sudar' were developed, introduced into the State List of Breeding Achievements and approved for use. The identified new promising sainfoin variety 'Shuravi' exceeds the standard variety in fodder and seed productivity. The use of new productive sainfoin varieties allow improving economic efficiency of sainfoin and other crops cultivation.

Keywords: variety, sainfoin, trait, variety testing, standard, green mass, seeds.

Введение. Важным направлением в сельскохозяйственном производстве России является ускоренное развитие животноводства, так как это позволяет значительно сократить импорт соответствующей продукции и, что значительно важнее, способствовать развитию ее отечественного производства (Косолапов, 2009).

Чтобы решить эту задачу для растениеводства, необходимы высокопродуктивные, адаптированные к возделыванию в условиях широкой изменчивости почвенно-климатических условий юга России, где часто проявляются экстремальные сезонные погодные явления (неравномерность и недостаточность осадков, бесснежные или малоснежные зимы с низкими температурами воздуха, частыми зимними оттепелями, летне-осенними засухами и т. д.) сорта (Попов и др., 2012; Кривошеев и др., 2014).

Среди многолетних кормовых культур важное место занимают бобовые травы, которые дают полноценный дешевый корм, повышают обеспеченность почв азотом за счет фиксации с живущими в симбиозе бактериями, а также с корневыми остатка-

ми – большое количество других элементов питания (Благовещенский, 2009).

Одной из важных многолетних бобовых культур на юге России является эспарцет. Эта культура в разных почвенно-климатических условиях способна накапливать 100–180 кг/га биологического азота, она является хорошим предшественником для озимой пшеницы, а использование эспарцета в качестве сидерата позволяет обходиться при выращивании озимой пшеницы меньшим количеством минеральных удобрений и без снижения ее урожайности и качества (Елифанов, 2004; Панков, 2014; Кравцова, 2016; Игнатьев и др., 2017).

Благодаря своим хозяйственно-биологическим свойствам: высокой урожайности зеленой массы и семян, качеству кормовой массы, способности накапливать большое количество биологического азота, корневых и пожнивных остатков – эспарцет всегда привлекал производителей.

В последний период в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, включены три сорта эспарцета селекции «АНЦ

«Донской». Новый сорт эспарцета Шурави передан на государственное сортоиспытание в 2015 г.

На современном этапе селекции эспарцета исследования направлены на адаптацию новых его сортов к многообразию почвенно-климатических условий юга России, повышение кормовой и семенной продуктивности, улучшение кормовых качеств продукции, облистненности растений, устойчивости к осыпанию семян.

Основной задачей было создание для условий юга России высокопродуктивных по семенной и кормовой продуктивности сортов эспарцета с высоким качеством корма и толерантностью к основным патогенам и стресс-факторам среды.

Материалы и методы исследований. Селекционная работа проводилась с привлечением в разные годы 150–250 образцов коллекции эспарцета, гибридных и селекционных линий. Эти формы разных видов эспарцета (обыкновенного, закавказского и песчаного) имеют широкий полиморфизм по качественным и количественным признакам, что позволило скрестить их с местными сортами, отобрать в потомстве формы, сочетающие в своем генотипе высокую кормовую и семенную продуктивность, качество корма, толерантность к основным болезням и устойчивость к стресс-факторам среды.

Основным методом селекционной работы был выбран поликросс. Его особенностью являлось многократное повторение отборов лучших растений из популяции и свободного переопыления в питомниках поликросса. К участию в переопылении привлекали отборы с высокой общей комбинационной способностью, проверенной в питомниках поликросса. Проведенная работа способствовала систематическому улучшению состава синтетических популяций по кормовой и семенной продуктивности и ряду других хозяйственно ценных признаков.

Почва опытного поля представлена черноземом обыкновенным карбонатным тяжелосуглинистым.

Реакция почвенного раствора близка к нейтральной (рН 7,0–7,1). Сумма поглощенных оснований – 33–39 мг-экв/100 г почвы с преобладанием кальция.

Содержание общего азота в слое почвы 0–25 см – 0,23–0,26%, подвижного фосфора – 15–20 мг/кг почвы, обменного калия – 324–336 мг/кг почвы.

Погодные условия в период изучения сортов эспарцета (2012–2016 гг.) в конкурсном сортоиспытании значительно различались по количеству выпавших осадков и температурному режиму, что позволило объективно оценить изучаемые сорта. За годы испытаний в вегетационный период количество выпавших осадков составило 83–89% от нормы. На этом фоне среднемесячные температуры воздуха в летний период были на 0,3–3,5 °С выше среднемноголетних. Растения эспарцета формировали урожай в основном за счет зимне-весенних осадков. Из-за ливневого характера летние осадки не оказывали существенного влияния на накопление влаги в почве, а следовательно, на рост и развитие растений эспарцета.

Посев конкурсному сортоиспытанию эспарцета проводили весной беспокровно. Норма высева – 4 млн всхожих семян на 1 га. Площадь делянок – 25 м², повторность четырехкратная. Стандарт – сорт эспарцета Зерноградский 2.

Фенологические наблюдения и биометрические учеты проводили по общепринятым методикам, статистическую обработку урожайных данных – с использованием компьютерных программ Microsoft Excel, Statistica 10.0.

Результаты и их обсуждение. Проведенные исследования показали, что потенциал продуктивности внесенных в реестр сортов эспарцета селекции АНЦ «Донской» достаточно высок и дает возможность, независимо от погодных условий, получать стабильно высокую урожайность кормовой массы и семян (табл. 1).

Продуктивность сортов эспарцета (т/га, среднее за 2013–2016 гг.)
Productivity of sainfoin varieties (t/ha, average in 2013–2016)

Сорт (год включения в Госреестр)	Посев 2012 г.			Посев 2013 г.			Посев 2014 г.			Средняя за 3 цикла	V, %
	2013	2014	средняя за цикл	2014	2015	средняя за цикл	2015	2016	средняя за цикл		
Зеленая масса											
Зерноградский 2 (1997) St	26,3	24,4	25,4	31,1	29,7	30,4	29,3	30,2	29,8	28,5	20,3
Атаманский (2004)	25,3	28,0	26,6	33,5	30,9	32,2	33,7	29,9	31,8	30,2	24,0
Велес (2010)	25,0	30,0	27,5	34,1	32,2	33,2	34,4	30,7	32,6	31,1	15,2
Сударь (2013)	28,4	26,4	27,4	34,9	33,3	34,1	32,8	30,9	31,8	31,1	24,3
Шурави*	30,3	29,6	30,0	36,2	34,8	35,5	36,5	33,9	35,2	33,6	19,5
НСР ₀₅	1,33	1,41		2,21	2,18		1,43	1,52			
Сено											
Зерноградский 2 (1997) St	6,4	5,8	6,1	7,5	7,2	7,4	7,1	7,3	7,2	7,0	21,1
Атаманский (2004)	6,2	6,9	6,6	8,1	7,8	8,0	7,9	7,2	7,6	7,4	35,5
Велес (2010)	6,2	7,1	6,7	8,1	8,0	8,0	8,2	7,9	8,0	7,5	23,5
Сударь (2013)	7,1	6,6	6,8	8,7	8,3	8,5	8,0	7,8	7,9	7,8	24,0
Шурави*	7,8	7,5	7,3	9,02	8,42	8,5	8,0	8,0	8,0	7,9	15,0
НСР ₀₅	0,52	0,43		0,62	0,58		0,55	0,48			
Семена											
Зерноградский 2 (1997) St	0,59	0,56	0,58	0,61	0,59	0,60	0,72	0,70	0,71	0,63	23,2
Атаманский (2004)	0,69	0,62	0,66	0,70	0,80	0,75	0,75	0,76	0,76	0,72	19,7
Велес (2010)	0,70	0,65	0,68	0,68	0,79	0,74	0,72	0,74	0,73	0,72	15,3
Сударь (2013)	0,72	0,75	0,74	0,72	0,81	0,76	0,75	0,77	0,76	0,75	10,9
Шурави*	0,77	0,76	0,76	0,76	0,92	0,84	0,82	0,83	0,82	0,81	17,1
НСР ₀₅	0,03	0,04		0,02	0,03		0,03	0,04			

*Передан на ГСИ в 2015 г.

За период проведения опыта наименьшая урожайность зеленой массы (24,4 т/га) отмечена у стандарта Зерноградский 2 на второй год использования при посеве 2012 г., наибольшая (31,1 т/га) – в первый год использования при посеве 2013 г. В среднем за три цикла учета урожайность зеленой массы составляла 28,5 т/га. Коэффициент вариации урожайности зеленой массы за эти годы у стандарта был значительным – 20,3%.

В среднем за три цикла урожайность зеленой массы сортов Атаманский, Велес и Сударь оказалась на 6,0–9,0% выше стандарта. Коэффициенты вариации урожайности зеленой массы сортов Атаманский и Сударь были значительными – соответственно 24,0 и 24,3%. У сорта Велес варьирование оценивается как среднее (15,2%).

По урожайности сена сорта эспарцета превышали стандарт в среднем на 5,7; 7,1 и 11,4%. Коэффициенты вариации признака были значительными, %: 21,1 – у стандарта; 35,5 – у сорта Атаманский; 23,5 – у сорта Велес; 24,0 – у сорта Сударь.

У многолетних трав многие исследователи отмечают слабую корреляцию между урожайностью зеленой массы и семян и поэтому – слабую возможность совмещения этих признаков в одном генотипе. Это явление, связанное с физиологией развития растения, особенностями прохождения световых и температурных фаз вегетативных и генеративных побегов, присуще и эспарцету. Поэтому выделение форм с оп-

тимальным сочетанием урожайности зеленой массы и семян особенно важно.

Урожайность семян засухоустойчивого сорта Зерноградский 2, допущенного к использованию в наиболее жестких по условиям увлажнения Северо-Кавказском, Нижневолжском и Уральском регионах, за время опытов колебалась от 0,56 до 0,72 т/га. Коэффициент вариации признака при этом был значительным (23,2%). Сорта эспарцета Атаманский, Велес и Сударь по урожайности семян достоверно превосходили стандарт в среднем на 14,3–19,0%.

По результатам многолетних испытаний в предварительных и конкурсных сортоиспытаниях по урожайности зеленой массы, сена и семян выделился сорт Шурави, в 2015 г. переданный на государственное сортоиспытание.

Урожайность зеленой массы у сорта Шурави в среднем составила 33,6; сена – 7,9; семян – 0,8 т/га, или соответственно была на 17,9; 12,8 и 28,6% выше, чем у стандарта. Средними оказались у сорта и коэффициенты вариации этих признаков.

Выводы. В результате селекционной работы в разные годы созданы и включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, продуктивные сорта эспарцета Атаманский, Велес и Сударь. Выделен новый перспективный сорт эспарцета Шурави, достоверно превысивший стандарт по продуктивности.

Библиографический список

1. Благовещенский Г.В. Производство объемистых кормов в изменяющемся мире // Кормопроизводство. 2011. № 5. С. 3–5.
2. Епифанов В.С. Резервы травяного поля. Пенза: РИО ПГСХА, 2004. 160 с.
3. Игнатьев С.А., Грязева Т.В., Игнатьева Н.Г. Сорта эспарцета, адаптивные к условиям юга России // Зерновое хозяйство России. 2017. № 1(49). С. 39–43.
4. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С. Кормопроизводство – стратегическое направление в обеспечении продовольственной безопасности России. Теория и практика. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. 200 с.
5. Кравцова Е.В. Влияние сидератов на продуктивность зерновых культур в условиях южной зоны Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2016. № 4(46). С. 57–60.
6. Кривошеев Г.Я., Игнатьев А.С., Буин Н.П. Изменение климатических условий в южной зоне Ростовской области в период вегетации кукурузы // Зерновое хозяйство России. 2014. № 1(31). С. 44–50.
7. Панков Д.М. Интенсивность азотфиксации и урожайность семян эспарцета песчаного в зависимости от агротехники на фоне пчелоопыления // Кормопроизводство. 2014. № 7. С. 33–38.
8. Попов А.С., Янковский Н.Г., Овсянникова Г.В., Сухарев А.А. и др. Особенности погодных условий в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2012. № 3 (21). С. 56–59.

Reference

1. Blagoveshchenskij G.V. Proizvodstvo ob'emistykh kormov v izmenyayushchemsya mire [The production of bulky fodder in the changing world] // Kormoproizvodstvo. 2011. № 5. S. 3–5.
2. Epifanov V.S. Rezervy travyanogo polya [The reserves of a grass field]. Penza: RIO PGSKHA, 2004. 160 s.
3. Ignat'ev S.A., Gryazeva T.V., Ignat'eva N.G. Sorta ehsparceta, adaptivnye k usloviyam yuga Rossii [Varieties of sainfoin, adaptive to the conditions of the South of Russia] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 1(49). S. 39–43.
4. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S. Kormoproizvodstvo – strategicheskoe napravlenie v obespechenii prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossii. Teoriya i praktika [Feed production is a strategic trend in Russia's food security. Theory and practice]. M.: FGNU «Rosinformagrotekh», 2009. 200 s.
5. Kravcova E.V. Vliyanie sideratov na produktivnost' zernovykh kul'tur v usloviyah yuzhnoj zony Rostovskoj oblasti [Green manure effect on the productivity of grain crops in the southern part of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 4(46). S. 57–60.
6. Krivosheev G.Ya., Ignat'ev A.S., Buin N.P. Izmenenie klimaticheskikh uslovij v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti v period vegetacii kukuruzy [Change of climatic conditions in the southern zone of the Rostov region during maize vegetation] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 1(31). S. 44–50.
7. Pankov D.M. Intensivnost' azotfiksacii i urozhajnost' semyan ehsparceta peschanogo v zavisimosti ot agrotekhniki na fone pcheloopyleniya [Intensity of nitrogen fixation and productivity of sainfoin seeds, depending on agrotechnologies based on bee-pollination] // Kormoproizvodstvo. 2014. № 7. S. 33–38.
8. Popov A.S., Yankovskij N.G., Ovsyannikova G.V., Suharev A.A. i dr. Osobennosti pogodnykh uslovij v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti [The climatic features in the southern zone of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2012. № 3(21). S. 56–59.

ВЛИЯНИЕ РЕПРОДУКЦИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Г.А. Филенко, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства, ORCID ID: 0000-0003-4271-0003;
Ю.Г. Скворцова, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства, ORCID ID: 0000-0002-1490-2422;
Т.И. Фирсова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства, ORCID ID: 0000-0002-4661-7861;
Е.Г. Филиппов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, зав. отделом селекции и семеноводства ярового ячменя, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926
*ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3*

Яровой ячмень в условиях Северного Кавказа является важной зерновой продовольственной, кормовой и технической культурой. Выяснено, что в процессе репродукции сортов ярового ячменя происходит его постепенное ухудшение в результате механического, биологического засорения, расщепления и увеличения уровня поражения болезнями. В связи с этим периодически возникает необходимость обновления семян используемых сортов ярового ячменя. Цель исследований – описать динамику изменения посевных и урожайных качеств семян ярового ячменя при их воспроизводстве. В задачу исследований входило изучение основных посевных и урожайных свойств семян при их воспроизводстве. В лабораторных условиях по стандартным методикам определяли энергию прорастания, лабораторную всхожесть, силу роста, массу 1000 семян и интенсивность начального роста. Для изучения использовали оригинальные семена питомника размножения первого (ОС (ПР-1)) и второго года (ОС (ПР-2)), питомник размножения (ОС (С/Э)), элиты (ЭС), первой репродукции (РС-1), выращенные в южной зоне Ростовской области в период 2016–2017 гг. Наиболее важными показателями их посевных качеств являются чистота семян, крупность зерна, энергия прорастания, всхожесть и сила роста. Установлено, что в среднем за два года показатель энергии прорастания в зависимости от категории семян варьировал в пределах от 88,0 у репродукционных семян (РС-1) до 94,0% в питомнике размножения первого года (ОС (ПР-1)). Разница между энергией прорастания и лабораторной всхожестью – от 4,3 до 7,0%. Рассмотрено, что урожайность и масса 1000 семян имеют тенденцию к снижению от высших репродукций (питомника размножения) к низким (репродукционные семена). Наибольший выход кондиционных семян получен в питомнике размножения первого года (ОС (ПР-1)) – 85,5%, он превысил значения репродукционных семян на 4,6%.

Ключевые слова: яровой ячмень, репродукция, посевные свойства, семена, урожайность, качество.

THE EFFECT OF REPRODUCTION ON PRODUCTIVITY AND SOWING TRAITS OF SPRING BARLEY

G.A. Filenko, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for primary seed-growing, ORCID ID: 0000-0003-4271-0003;
Yu.G. Skvortsova, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory for primary seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-1490-2422;
T.I. Firsova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for primary seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-4661-7861;
E.G. Filippov, Candidate of Agricultural Sciences, docent, head of the department for spring barley breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926
*FSBSI «Agricultural Research Center «Donsko»
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3*

Spring barley in the North Caucasus is an important grain, fodder and technical grain crop. It is found out that during the reproduction of spring barley varieties, its gradual deterioration occurs as a result of mechanical and biological clogging, splitting and increase in the level of infection. Thus, there is a periodic need to update the seeds of the used spring barley varieties. The purpose of the research is to describe the dynamics of changes in the sowing and yielding qualities of spring barley seeds during their reproduction. The purpose of the research was to study main sowing and yielding properties of seeds during their reproduction. According to standard methods, germination energy, laboratory germination, growth force, 1000-kernel weight and the intensity of initial growth were determined in laboratory conditions. For the study, there were taken original first year breeding seeds (OS (PR-1)) and second year breeding seeds (OS (PR-2)), breeding nursery (OC, E), basic seeds (ЭС), the first reproduction seeds (RS-1) grown in the southern part of the Rostov region in 2016–2017. The most important indicators of their sowing qualities are seed purity, grain size, germination energy, germination capacity and growth force. It was found that on average the germination energy index, depending on the seed category, ranged from 88.0 in reproductive seeds (PC-1) to 94.0% in the first year breeding nursery (OS (PR-1)). The difference between germination energy and laboratory germination ranged from 4.3 to 7.0%. It has been identified that productivity and 1000-kernel weight tend to decrease from the highest reproductions (breeding nursery) to the lowest ones (reproduction seeds). The highest yield of proper seeds was obtained in the breeding nursery of the first year (OS (PR-1)) – 85.5%, which exceeded the values of reproduction seeds by 4.6%.

Keywords: spring barley, reproduction, sowing traits, seeds, productivity, quality.

Введение. В настоящее время в нашей стране все больше создается и внедряется в производство высокопродуктивных сортов ярового ячменя с большим потенциалом урожайности, поэтому к качеству посевного материала предъявляются жесткие требования, поскольку только высококачественные семена позволяют более полно раскрыть и использовать потенциал современных сортов (Филиппов и Романюкин, 2012).

Практика показывает, что при длительном возделывании сорт постепенно теряет свои наиболее ценные качества, то есть вырождается. Причин, вызывающих ухудшение сортовых семян, несколько: механическое засорение семенами других сортов и культур, а также семенами трудноотделимых сорняков; биологическое засорение из-за нежелательного перекрестного опыления, снижение жизнеспособности вследствие длительного самоопыления и низкой технологии возделывания, снижения уровня устойчивости к болезням и др. Вследствие этих процессов возрастает значение первичного семеноводства, которое включает в себя систему мероприятий – выращивание семян от питомников испытания потомств первого года до массового размножения семян и внедрения их в производство (Кошеляев и др., 2012).

В системе семеноводства Ростовской области ФГБНУ «АНЦ «Донской» занимается первичным семеноводством сортов ярового ячменя, «оригинатором» которых он является, и обеспечивает семеноводческие хозяйства элитными семенами. Цикл работ при этом осуществляется по схеме, принятой для культур-самоопылителей. Как правило, это индивидуально-семейный отбор. Он позволяет сохранить генотип сорта, его урожайные и другие хозяйственно полезные свойства путем отбора лучших продуктивных и здоровых растений, каждое из которых затем изучают по потомству в течение двух лет в питомниках испытания потомств первого и второго года. По результатам двухлетней индивидуальной оценки потомства отдельных растений (семьи) объединяют и формируют питомник размножения первого (ОС (ПР-1)), затем второго года (ОС (ПР-2)) (Сокурова, 2017; Алабушев и др., 2016).

Основная задача первичного семеноводства ярового ячменя – размножение оригинальных семян, допущенных к использованию в Ростовской области, сортов при сохранении их чистосортности, биологических и урожайных качеств, в размерах, удовлетворяющих потребность семеноводческих хозяйств (Хаджаева, 2017).

В настоящее время в большинстве хозяйств Ростовской области акцент делается только на сортообновление, а не на сортообновление, что может при-

вести к тому, что коммерческие сорта, проверенные временем, с наиболее стабильными показателями будут быстрее утрачивать свои ценные свойства и сходиться с производством. В результате возможен недобор урожая в хозяйствах, использующих семена низкого качества. Это закономерно, поскольку все достижения селекции могут успешно реализоваться только через хорошо налаженную систему семеноводства (Горпиниченко и др., 2018).

Цель исследований – описать динамику изменения посевных и урожайных качеств семян ярового ячменя при их воспроизводстве.

Материалы и методы исследований. В условиях южной зоны Ростовской области в 2016–2017 гг. на опытном поле ФГБНУ «АНЦ «Донской» были проведены исследования с различными репродукциями ярового ячменя сорта Щедрый. В качестве исходного материала использовали: оригинальные семена питомника размножения первого (ОС (ПР-1)) и второго года (ОС (ПР-2)), семена питомника размножения (ОС (С/Э)), элиты (ЭС), первой репродукции (РС-1). Технология выращивания – общепринятая для южной зоны Ростовской области. Посев проводили сеялкой ССФК-7 в оптимальные агротехнические сроки. Площадь учетной делянки – 5 м², повторность трехкратная, предшественник – горох. Исследования проводили на черноземе обыкновенном карбонатном тяжелосуглинистом со следующими агрохимическими показателями пахотного слоя почвы: pH – 7,1; гумус – 3,5 %; P₂O₅ – 20–25; K₂O – 300–350 мг/кг. Закладку полевых опытов делали согласно методике полевого опыта. Уборку делянок осуществляли в период полного созревания зерна с помощью малогабаритного комбайна Wintersteiger Classic. В лабораторных условиях по стандартным методикам определяли: энергию прорастания, лабораторную всхожесть, силу роста, массу 1000 семян и интенсивность начального роста проростков.

Статистическая обработка урожайных данных проведена с использованием компьютерной программы Excel 2003.

Результаты и их обсуждение. Известно, что на посевные и урожайные качества семян ярового ячменя влияет целый ряд факторов. Такие показатели посевных качеств семян, как масса 1000 семян, энергия прорастания, всхожесть и сила роста, в значительной мере зависят от погодных условий и технологии возделывания. Погодные условия в период активной вегетации (апрель–июль) в годы проведения исследований имели существенные различия как по годам, так и по сравнению со средними многолетними показателями (табл. 1).

1. Погодные условия периода вегетации в годы проведения исследований (2016–2017 гг.) 1. Weather conditions of a vegetation period in the years of study (2016–2017)

Месяц	Годы		Средняя многолетняя
	2016	2017	
	Осадки, мм		
апрель	12,0	57,3	42,7
май	156,8	59,3	51,3
июнь	23,8	88,6	71,3
июль	32,8	42,2	57,7
	Среднесуточная температура, °С		
апрель	13,3	10,2	10,7
май	15,8	15,9	16,5
июнь	22,3	20,8	20,5
июль	24,7	24,4	23,1

Условия 2016 г. характеризовались большим дефицитом осадков в апреле, июне и июле (28; 33,4 и 56,8% к норме) и избыточным увлажнением в мае (156,8 мм). Среднесуточная температура воздуха при этом значительно превышала среднесуточную – на 1,6–2,6 °C – в течение всего вегетационного периода.

В 2017 г. отмечался недобор осадков в июле (26,9% к норме), а в остальные месяцы количество осадков превышало среднесуточные значения – от 8,0 до 17,3 мм. Превышение среднесуточных температур воздуха наблюдалось в летний период; в весенние месяцы (апрель и май), напротив, температура воздуха была ниже среднесуточных значений на 0,5 и 1,3 °C соответственно.

Посевные качества семян – это совокупность признаков, характеризующих пригодность семян к посеву.

К ним относятся лабораторная всхожесть, жизнеспособность, чистота, крупность, энергия прорастания, сила роста, масса 1000 семян. Семена, не отвечающие ГОСТ, то есть с низкими указанными характеристиками, к посеву не допускаются. Основные качества, которыми должны обладать семена, пригодные к посеву, – это энергия прорастания и всхожесть.

Важнейшим признаком качества посевного материала является энергия прорастания. Этот признак не нормируется ГОСТ. Он характеризует дружность появления всходов, их полноту. Проведенные нами исследования показали (табл. 2), что в среднем за два года показатель энергии прорастания в зависимости от категории семян варьировал в пределах от 88,0 у репродукционных семян (РС-1) до 94,0% у питомника размножения первого года (ОС (ПР-1)).

2. Посевные качества семян ярового ячменя перед посевом (2016–2017 гг.)

2. Sowing qualities of spring barley before sowing (2016–2017)

Репродукции	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Сила роста, %	Масса 100 сухих ростков, г
Питомник размножения оригинальных семян первого года (ОС (ПР-1))	94,0	99,0	90,0	0,48
Питомник размножения оригинальных семян второго года (ОС (ПР-2))	93,7	99,0	90,0	0,47
Питомник размножения оригинальных семян (ОС (С/Э))	93	98,0	89,0	0,47
Элита (ЭС)	91	96,0	87,0	0,43
Репродукционные семена (РС-1)	88	94,0	84,0	0,41
НСР ₀₅	1,2	2,1	1,4	0,01

Лабораторная всхожесть в полной мере не отражает биологической ценности семян. В среднем за годы исследований семена ярового ячменя отличались более стабильными значениями лабораторной всхожести (94–99%). Наиболее высокие значения лабораторной всхожести отмечались в питомнике размножения первого года (ОС (ПР-1)). Разница между энергией прорастания и лабораторной всхожестью варьировала от 4,3 до 7,0%.

Среди признаков качества семян особое место занимает сила роста. Этот показатель комплексно характеризует биологические свойства семян и позволяет определить не только содержание всхожих семян, но и способность ростков пробиться на поверхность почвы. Полноценными считаются семе-

на с силой роста от 80% и выше. В среднем за годы исследований были получены кондиционные семена по всем репродукциям (84–90%). Значения массы 100 сухих ростков варьировали от 0,41 до 0,48 г; наименьшее значение отмечено у репродукционных семян (РС-1) – 0,41 г.

Значительную роль при оценке качества посевного материала играет интенсивность начального роста проростков. Семена, которые обладают высокой интенсивностью начального роста проростков, дают наибольшую урожайность. Максимальная длина ростка и масса 100 сухих ростков отмечены у семян питомников размножения первого и второго года (ОС (ПР-1 и ОС (ПР-2)) (табл. 3).

3. Посевные качества семян ярового ячменя в зависимости от их репродуцирования (2016–2017 гг.)

3. Sowing qualities of spring barley depending on their reproduction (2016–2017)

Репродукции	Интенсивность начального роста				полевая всхожесть, %
	длина ростка, см	масса сухих ростков, г	длина корешка, см	масса сухих корешков, г	
Питомник размножения оригинальных семян первого года (ОС (ПР-1))	13,5	0,50	24,2	0,63	87,0
Питомник размножения оригинальных семян второго года (ОС (ПР-2))	13,2	0,50	24,2	0,61	87,0
Питомник размножения оригинальных семян (ОС (С/Э))	13,0	0,47	24,1	0,61	85,0
Элита (ЭС)	12,5	0,42	22,1	0,60	83,0
Репродукционные семена (РС-1)	11,8	0,41	21,7	0,57	81,0
НСР ₀₅	0,1	0,01	0,22	0,02	2,6

Максимальное снижение длины ростка получено у репродукционных семян (РС-1) и составило 1,7 см, снижение сухой массы ростков – 0,09 г. Значение длины корешка варьировало от 21,7 до 24,2 см, при этом максимальная длина корешка отмечена у семян высших репродукций. Аналогичные результаты получены по массе сухих корешков.

Проращивание семян в лабораторных условиях существенно отличается от неконтролируемых полевых условий получения всходов, где семена и проростки подвергаются действию стрессовых факторов. Исследованиями установлено: полевая всхожесть семян в зависимости от репродукций изменялась от 81 до 87%. Семена высших репродукций имели наибольшую

шие значения полевой всхожести. Наименьшими характеризовались репродукционные семена (РС-1). Невысокие значения энергии прорастания (88%) и лабораторной всхожести (94%) соответствовали низкой полевой всхожести семян – 81%. Разница между лабораторной и полевой всхожестью составила 11–13%. Семена высших репродукций имели максимальные значения лабораторной всхожести в сочетании с высокой силой начального роста, обеспечивали полноценную полевую всхожесть и формирование наибольшей урожайности.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что урожайность и масса 1000 зерен имеют тенденцию к снижению от высших репродукций (питомника размножения) к низким (репродукционные семена). Наибольший выход кондиционных семян получен в питомнике размножения первого года (ОС (ПР-1)) – 85,5%, который превысил значения репродукционных семян (РС-1) на 4,6% за счет крупности зерна (табл. 4).

4. Урожайность и сортовые качества семян ярового ячменя в зависимости от репродуцирования (2016–2017 гг.)

4. Productivity and varietal traits of spring barley depending on their reproduction (2016–2017)

Репродукция	Урожайность, т/га	Масса 1000 зерен, г	Выход семян, %	Сортовая чистота, %
Питомник размножения оригинальных семян первого года (ОС (ПР-1))	9,6	50,3	85,5	100
Питомник размножения оригинальных семян второго года (ОС (ПР-2))	9,3	49,6	83,6	100
Питомник размножения оригинальных семян (ОС (С/Э))	9,1	49,4	83,3	99,9
Элита (ЭС)	9,0	49,2	82,9	99,8
Репродукционные семена (РС-1)	8,7	48,5	80,9	98,7
НСР ₀₅	0,2	0,1	0,3	0,2

Сортовая чистота семян – это не только конечный продукт семеноводства. Сортовую чистоту начинают соблюдать в период выращивания семенных растений в поле. Для этого проводят полевую апробацию семенных посевов, а семена подвергают лабораторному контролю. В наших исследованиях сортовая чистота соответствовала ГОСТ Р 52325-2005. По мере репродуцирования (питомник размножения (ОС (ПР-1)) – питомник размножения (ОС (ПР-2)) – питомник размножения (ОС (С/Э)) – элита (ЭС) – репродукционные семена (РС-1)) также отмечается тенденция к ухудшению показателей сортовой чистоты у ярового ячменя от 100 до 99,7%.

Вывод. В настоящее время в процессе длительного репродуцирования любой сорт ярового ячменя

постепенно снижает показатели по хозяйственно-биологическим признакам и свойствам, изначально данным сорту. Причинами этого являются механические и биологические засорения, различного рода заболеваний, вследствие чего снижаются урожайность и посевные качества семян. По результатам исследований было выявлено, что урожайные и посевные качества имеют тенденцию к ухудшению показателей от высших репродукций (питомника размножения) к низким (репродукционные семена). Таким образом, для повышения урожайных и посевных качеств семян ярового ячменя необходимо проводить сортообновление, то есть замену низких репродукций семян более высокими, обеспечивающими их хорошие урожайные и посевные качества.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А.В., Ковтунов В.В., Ковтунова Н.А., Горпиниченко С.И. Семеноводство сорго зернового в Ростовской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 1. С. 12–15.
2. Горпиниченко С.И., Ковтунова Н.А., Шишова Е.А., Романюкин А.Е. Особенности семеноводства сорго в Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1. С. 6–9.
3. Кошеляев В.В., Карпова Л.В., Кошеляева И.П. Отбор элитных растений ячменя в первичном звене семеноводства // Нива Поволжья. 2017. № 3. С. 45–50.
4. Сокурова Л.Х. Влияние репродукций на формирование посевных качеств проса посевного // Международные научные исследования. 2016. № 3. С. 372–374.
5. Филиппов Е.Г., Романюкин А.Е. Влияние репродуцирования семян на урожайность, сортовые и посевные качества семян ярового ячменя // Инновационные пути развития агропромышленного комплекса: задачи и перспективы: сб. тр. Черноград, 2012. С. 116–120.
6. Хаджаева К.Т. Основные методы сортообновления зерновых колосовых культур в первичном звене // Финансовые инструменты регулирования социально-экономического развития регионов. М., 2017. С. 403–405.

Reference

1. Alabushev A.V., Kovtunov V.V., Kovtunova N.A., Gorpichenko S.I. Semenovodstvo sorgo zernovogo v Rostovskoj oblasti [Seed-growing of grain sorghum in the Rostov region] // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2016. № 1. S. 12–15.
2. Gorpichenko S.I., Kovtunova N.A., Shishova E.A., Romanyukin A.E. Osobennosti semenovodstva sorgo v Rostovskoj oblasti [The features of sorghum seed-growing in the Rostov region] // Zernovoe hozjajstvo Rossii. 2018. № 1. S. 6–9.
3. Koshelyaev V.V., Karpova L.V., Koshelyaeva I.P. Otbor ehlitnyh rastenij yachmenya v pervichnom zvene semenovodstva [Selection of basic barley plants in a primary link of seed-growing] // Niva Povolzh'ya. 2017. № 3. S. 45–50.

4. Sokurova L.H. Vliyanie reprodukcij na formirovanie posevnyh kachestv prosa posevnogo [The effect of reproduction on formation of sowing traits of broomcorn millet] // *Mezhdunarodnye nauchnye issledovaniya*. 2016. № 3. S. 372–374.

5. Filippov E.G., Romanyukin A.E. Vliyanie reproducirovaniya semyan na urozhajnost', sortovye i posevnye kachestva semyan yarovogo yachmenya [The effect of seed reproduction on productivity, varietal and sowing traits of spring barley] // *Innovacionnye puti razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: zadachi i perspektivy*. Zernograd, 2012. S. 116–120.

6. Hadzhaeva K.T. Osnovnye metody sortoobnovleniya zernovyh kolosovyh kul'tur v pervichnom zvene [The basic methods of varietal updating of grain crops in a primary link] // *Finansovye instrumenty regulirovaniya social'no-ehkonomicheskogo razvitiya regionov*. M., 2017. S. 403–405.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.11 : 58.032.3

DOI 10.31367/2079-8725-2018-57-3-57-59

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ МАССЫ 1000 ЗЕРЕН СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ПРОВОКАЦИОННОГО ФОНА «ЗАСУШНИК»

Е.И. Некрасов, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полунтенсивного типа, 89585748977@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9505-7899;
Е.В. Ионова, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора по науке, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3

В южной зоне Ростовской области повышенная температура воздуха и недобор влаги в почве являются основными неблагоприятными факторами, нарушающими нормальное протекание физиолого-биохимических процессов в растениях озимой пшеницы, что, в свою очередь, приводит к снижению их продуктивности. Поскольку масса 1000 зерен – один из ведущих структурных элементов, определяющих продуктивность, изучение этого показателя в условиях модельной засухи остается актуальным. В данной статье представлено изучение массы 1000 зерен 18 образцов озимой мягкой пшеницы в условиях провокационного фона «засушник». В результате проведенных исследований выделены сорта Аскет, Вольный Дон, Вольница, Дон 107, которые обладают высокой массой 1000 зерен в условиях жесткой засухи провокационного фона «засушник» по отношению к оптимальным условиям развития. Эти сорта предлагается использовать как исходный материал для селекции озимой мягкой засухоустойчивой пшеницы.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, сорт, масса 1000 зерен, засухоустойчивость.

THE STUDY RESULTS OF 1000-KERNEL WEIGHT OF WINTER SOFT WHEAT VARIETIES UNDER PROVOKING CONDITIONS “ZASUSHNIK”

E.I. Nekrasov, junior researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of soft wheat of semi-intensive type, 89585748977@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9505-7899;
E.V. Ionova, Doctor of Agricultural Sciences, deputy director on Science, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219
FSBSI «Agricultural Research Center «Donskoy»
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

In the southern part of the Rostov region high temperature and insufficient humidity in soil are the main unfavorable factors that destroy the conventional physiological and biological processes of winter wheat plants and it results in their productivity decrease. As 1000-kernel weight is one of the principal structural elements that have an effect on productivity, the study of this trait under conditions of artificial drought is of great importance. The article presents the study of 1000-kernel weight in 18 samples of winter soft wheat under provoking conditions (“zasushnik”). As a result we have identified the varieties ‘Asket’, ‘Volny Don’, ‘Volnitsa’ and ‘Don 107’ which possess high index of 1000-kernel weight in the provoking conditions of severe drought (“zasushnik”) in relation to the optimal conditions of development. These varieties have been suggested to use as the initial material for winter soft wheat breeding on drought tolerance.

Keywords: winter soft wheat, variety, 1000-kernel weight, drought resistance.

Введение. Озимая пшеница является важнейшей продовольственной культурой, которой принадлежит значительный удельный вес в структуре зернового клина нашей страны (Некрасова и др., 2017).

Для интенсификации сельскохозяйственного производства требуются сорта, способные давать высо-

кие и стабильные урожаи в разных регионах возделывания (Ковтунов и др., 2010; Некрасова, 2014).

В южной зоне Ростовской области повышенная температура воздуха и недобор влаги в почве служат ведущими неблагоприятными факторами, нарушающими нормальное протекание физиолого-био-

химических процессов в растениях озимой пшеницы, что, в свою очередь, снижает их продуктивность.

Растения, способные за счет признаков или свойств противостоять неблагоприятным условиям вегетации и не снижающие урожайность, принято называть засухоустойчивыми (Zang and Komatsu, 2007).

Масса 1000 зерен является одним из ведущих структурных элементов, определяющих продуктивность (Кравченко и др., 2016). В связи с этим изучение данного показателя в стрессовых условиях является актуальным.

Материалы и методы исследований. Изучали 18 сортов озимой мягкой пшеницы. Изучение селекционного материала с моделированием засухи проводили на опытной площадке «засушник» лаборатории физиологии растений ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» по методу В.В. Маймистова (1984). В деревянных стеллажах (2,1 x 4 x 0,7), расположенных на 0,6 м от поверхности земли, высевали образцы в трехрядковые деланки площадью 0,45 м².

Растения выращивали в условиях недостаточного увлажнения (опыт 30% ПВ и ниже) и при оптимальном увлажнении (контроль 70% ПВ, полив).

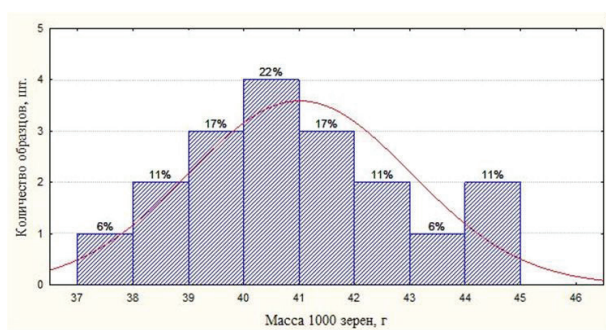


Рис. 1. Распределение сортов озимой пшеницы по массе 1000 зерен в условиях недостаточного увлажнения (2014–2015 гг.)

Fig. 1. Distribution of winter wheat varieties according to 1000-kernel weight under insufficient moisture (2014–2015)

Уборку осуществляли вручную. В лабораторных условиях определяли массу 1000 зерен сортов озимой мягкой пшеницы.

Статистическую обработку данных выполняли с применением программ Microsoft Office 2010 и Statistica 10.

Результаты и их обсуждение. Одним из важнейших этапов селекционного процесса является оценка засухоустойчивости образцов с целью отбора исходного материала для использования в селекции. Масса 1000 зерен образцов озимой мягкой пшеницы в среднем за два года изучения (2014–2015 гг.) в условиях недостаточного увлажнения (опыт) варьировала в пределах от 29,7 (Адмирал) до 40,7 г (Вольница). Основное количество изучаемых сортов (22%) сформировало массу 1000 зерен 32–33 г (рис. 1).

Наибольшие значения изучаемого признака отмечались у сортов Ермак (36,0 г), Капитан (36,4 г), Краса Дона (36,6 г), Аскет (37,6 г), Вольница (40,7 г).

Ранжирование сортов озимой мягкой пшеницы по массе 1000 зерен в условиях оптимального увлажнения (контроль) показано на рисунке 2.

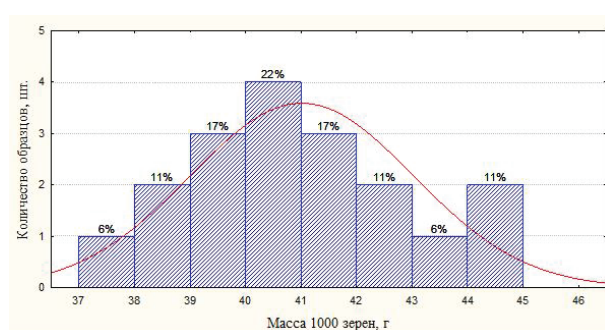


Рис. 2. Распределение сортов озимой пшеницы по массе 1000 зерен в условиях оптимального увлажнения (2014–2015 гг.)

Fig. 2. Distribution of winter wheat varieties according to 1000-kernel weight under optimal moisture (2014–2015)

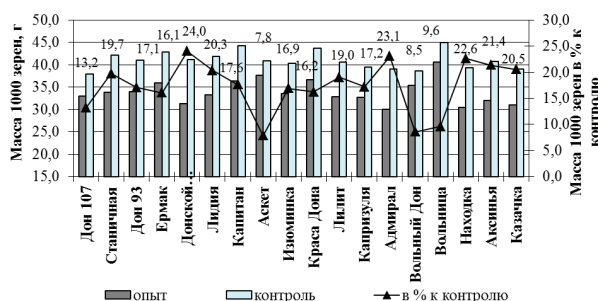


Рис. 3. Изменение массы 1000 зерен сортов озимой мягкой пшеницы в условиях провокационного фона («засушник») (2014–2015 гг.)

Fig. 3. The change of 1000-kernel weight of winter soft wheat varieties under provocative conditions («zasushnik») (2014–2015)

Значение этого признака изменялось от 37,9 (Дон 107) до 45,0 г (Вольница). Большинство образцов (22%) сформировало массу 1000 зерен 40–41 г. Сорта

Станичная, Ермак, Краса Дона, Капитан и Вольница продемонстрировали самое крупное зерно в условиях оптимального увлажнения (42,1; 42,9; 43,7; 44,2; 45,0 г соответственно).

При сравнении изменения массы 1000 зерен сортов озимой мягкой пшеницы в опыте и в контроле было установлено, что минимальная потеря значений изучаемого признака была у образцов Аскет (на 7,8%), Вольный Дон (на 8,5%), Вольница (на 9,6%), Дон 107 (на 13,2%). Максимальное снижение массы 1000 зерен в засушливых условиях по сравнению с оптимальными зафиксировано у сортов Находка (на 22,6%), Адмирал (на 23,1%), Донской простор (на 24,0%) (рис. 3).

Выводы. В результате проведенных исследований установлено, что сорта Аскет, Вольный Дон, Вольница и Дон 107 обладают высокой массой 1000 зерен в условиях жесткой засухи провокационного фона «засушник» по отношению к оптимальным условиям развития. Данные сорта необходимо использовать как исходный материал для повышения уровня засухоустойчивости озимой мягкой пшеницы.

Библиографический список

1. Ковтунов В.В., Горпиниченко С.И., Беседа Н.А. Исходный материал для селекции сорго // Вестник аграрной науки Дона. 2010. № 2. С. 76–80.
2. Кравченко Н.С., Самофалов А.П., Игнатъева Н.Г., Васюшкина Н.Е. Физические и мукомольные свойства сортов озимой мягкой пшеницы // Аграрный вестник Урала. 2016. № 5(147). С. 11–17.

3. Некрасова О.А. Костылев П.И., Некрасов Е.И. Модель сорта в селекции озимой пшеницы (обзор) // Зерновое хозяйство России. 2017. № 5(53). С. 29–32.
4. Некрасова О.А. Типы наследования высоты растений у гибридов F1 мягкой озимой пшеницы // Аграрный вестник Урала. 2014. № 11(129). С. 12–15.
5. Zang X., Komatsu S. A proteomic approach for identifying osmotic-stress-related proteins in rice // Phytochemistry. 2007. № 68. P. 426–437.

References

1. Kovtunov V.V., Gorpichenko S.I., Beseda N.A. Iskhodnyy material dlya selekcii sorgo [Initial material for sorghum breeding]. Vestnik agrarnoy nauki Dona. 2010. № 2. S. 76–80.
2. Kravchenko N.S., Samofalov A.P., Ignat'eva N.G., Vasyushkina N.E. Fizicheskie i mukomol'nye svoystva sortov ozimoy myagkoj pshenicy [Physical and milling properties of winter wheat varieties] // Agrarnyj vestnik Urala. 2016. № 5(147). S. 11–17.
3. Nekrasova O.A. Kostylev P.I., Nekrasov E.I. Model' sorta v selekcii ozimoy pshenicy (obzor) [Model of variety in selection of winter wheat (review)] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 5(53). S. 29–32.
4. Nekrasova O.A. Tipy nasledovaniya vysoty rastenij u gibridov F1 myagkoj ozimoy pshenicy [Types of inheritance of plant height in F1 hybrids of winter soft wheat] // Agrarnyj vestnik Urala. 2014. № 11(129). S. 12–15.
5. Zang X., Komatsu S. A proteomic approach for identifying osmotic-stress-related proteins in rice. Phytochemistry. 2007. № 68. P. 426–437.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 631. 521 : 633.11(470.32)

DOI 10.31367/2079-8725-2018-57-3-59-63

ВОРОНЕЖСКАЯ 18 – НОВЫЙ СОРТ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ДЛЯ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

Малокостова Е.И., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,
niish1c@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-2387-0263

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства

Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева

397463, Воронежская обл., Таловский р-н, п. 2 уч-ка института им. В.В. Докучаева, квартал 5, 81

Целью наших исследований являются создание и внедрение в производство адаптированных к условиям Центрально-Черноземного региона новых засухоустойчивых и жаростойких сортов яровой пшеницы, обладающих высокой и стабильной урожайностью, устойчивостью к полеганию, неблагоприятным факторам внешней среды и поражению наиболее вредоносными болезнями и вредителями и при этом имеющими высокие показатели качества зерна. В статье представлена морфологическая и хозяйственно-биологическая характеристика нового среднеспелого засухоустойчивого сорта яровой мягкой пшеницы Воронежская 18, внесенного в 2017 г. в Государственный реестр селекционных достижений РФ по Центрально-Черноземному региону. Сорт яровой мягкой пшеницы Воронежская 18 создан в НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева методом внутривидовой гибридизации с последующим индивидуальным отбором из гибридной популяции F₂ (Воронежская 10 / Крестьянка) / Крестьянка. Новый сорт обладает высокой продуктивностью (до 6,96 т/га). Выяснено, что высокая урожайность Воронежской 18 связана с более плотным продуктивным стеблестоем (до 544 колосьев на 1 м² против 472 у стандарта Прохоровки), при этом Воронежская 18 формирует зерно по крупности на уровне Прохоровки – 33,5 г. Выявлено, что Воронежская 18 превосходит районированный сорт Прохоровка по устойчивости к атмосферной и почвенной засухам. Новый сорт обладает быстрым стартовым ростом в первоначальный период. Установлено, что растения Воронежской 18 выделяются повышенной сохранностью зеленых листьев до начала восковой спелости и по содержанию хлорофилла А новый сорт превышает стандарт. Содержание белка в зерне – до 17,7%, клейковины – до 36,3%, сила муки – до 457 е. а. Доказано, что на инфекционном фоне новый сорт более устойчив, чем стандарт, к пыльной и твердой головне. По поражению бурой ржавчиной на естественном и искусственном фонах новый сорт был на уровне устойчивого сорта Прохоровка. Всходы нового сорта выдерживают заморозки до –8 °С.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, сорт, урожайность, засухоустойчивость, устойчивость к болезням, качество зерна.

A NEW SPRING SOFT WHEAT VARIETY 'VORONEZHSKAYA 18' FOR THE CENTRAL-BLACK EARTH REGION

E.I. Malokostova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher,
niish1c@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-2387-0263

Research Institute of Agriculture in the Central-Blackearth part named after V.V. Dokuchaev

397463, Voronezh region, Talovsky district, 2 fields of the Dokuchaev Institute, q. 5, 81

The purpose of our study is to create and introduce new drought-resistant and heat-resistant spring wheat varieties adapted to the conditions of the Central Blackearth region with high and stable yields, resistance to lodging, tolerance to unfavourable environmental factors and to the most harmful diseases and pests, and with high indicators of grain quality as well. The article presents the morphological and economic-biological characteristics of the new middle-ripened, drought-resistant variety of spring soft wheat 'Voronezhskaya 18', introduced in 2017 into the State List of Breeding Achievements of the Russian Federation for the Central Blackearth Region. Spring soft wheat variety 'Voronezhskaya 18' was created in the RIA CBP named after V.V. Dokuchaev by intraspecific hybridization with a further individual selection from a hybrid population: F_2 ('Voronezhskaya 10'/'Krestyanka')/'Krestyanka'. The new variety possesses a high productivity (up to 6.96 t/ha). It has been determined that the high productivity of the variety 'Voronezhskaya 18' is connected with a denser productive stand (up to 544 heads per 1 m² versus 472 heads per 1 m² of the standard variety 'Prokhorovka'), while the variety 'Voronezhskaya 18' forms the same size of grain as that of the variety 'Prokhorovka' (33.5 g). It has been discovered that the variety 'Voronezhskaya 18' surpasses the regional variety 'Prokhorovka' in its resistance to atmospheric and soil drought. The new variety has got a rapid initial growth in the initial period. It has been established that the plants of the variety 'Voronezhskaya 18' are characterized by high preservation of green leaves before the period of waxy ripeness and the new variety exceeds the standard by the content of chlorophyll 'a'. The protein content in kernels is up to 17.7%, the gluten content is up to 36.3%, the flour power is up to 457 e. a. It has been proved that on an infectious background the new variety is more tolerant to loose smut than the standard variety. As for brown rust infection on natural and artificial backgrounds, the new variety was at the level of the stable variety 'Prokhorovka'. Sprouts of the new variety can resist the temperature up to -8 °C.

Keywords: spring soft wheat, variety, productivity, drought tolerance, tolerance to diseases, grain quality.

Введение. Воронежская область расположена на юго-востоке Центрально-Черноземного региона, характеризующегося резко континентальным климатом и крайне неустойчивым и недостаточным увлажнением по годам и в течение вегетационного периода яровой пшеницы. Последние годы отличаются увеличением нарастания рост ингибирующих температур. Для условий области характерны две волны засухи: в начале вегетационного периода яровых зерновых культур и в период налива и созревания зерна. Под действием засухи уменьшаются интенсивность фотосинтеза, поверхность листьев, ускоряется старение листьев, сокращается период формирования зерна. Поэтому в условиях недостаточного увлажнения одним из определяющих факторов адаптивности яровой пшеницы является засухоустойчивость. В Воронежской области значительный вред яровой пшенице наносят возбудители азрогенных заболеваний – мучнистой росы, септориоза и бурой ржавчины, а также наиболее вредоносной для пшеницы стеблевой ржавчины (Кривченко и др., 1990). Потери от этих заболеваний, особенно от ржавчинных, в эпифитотийные годы достигают значительных размеров, более того, зерно пораженных растений может обладать низкими хлебопекарными качествами (Пересыпкин, 1979).

Целью наших исследований являются создание и внедрение в производство адаптированных к условиям Центрально-Черноземного региона новых засухоустойчивых и жаростойких сортов яровой пшеницы, обладающих высокой и стабильной урожайностью, устойчивостью к полеганию, неблагоприятным факторам внешней среды и поражению наиболее вредоносными болезнями и вредителями и при этом имеющими высокие показатели качества зерна.

Материалы и методы исследований. Сорт яровой мягкой пшеницы Воронежская 18 создан в НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева методом внутривидовой гибридизации с последующим индивидуальным отбором из гибридной популяции F_2 (Воронежская 10 / Крестьянка) / Крестьянка. Оба родителя селекции Каменной Степи. Родительские формы были подобраны исходя из их высокой продуктивности и пластичности. При этом обе характеризуются высокими хлебопекарными свойствами, относятся к группе сильных пшениц. Сорт Крестьянка обладает быстрым стартовым ростом в начальный период вегетации и устойчив к почвенной засухе в этот период, в родословной присутствуют сорта американской селекции с генами устойчивости к листовостебельным патогенам. Воронежская 10 устойчива к засухе во второй половине вегетации (во время формирования и налива зерна). Оба сорта были районированы и находились в производстве более 20 лет. Кастрацию

материнских форм и индуцированное опыление проводили твел-методом, разработанным в СИММУТ (Мережко, Эзрохин, Юдин, 1973). Движение селекционного материала по питомникам последовательное, 5–6-ступенчатое (селекционные питомники первого и второго годов, контрольный питомник, предварительное и конкурсное сортоиспытания). Конкурсное сортоиспытание (КСИ) проводили в шести повторностях на делянках с учетной площадью 20 м². Предшественник – озимое тритикале. Агротехника общепринятая для Воронежской области. Учеты, наблюдения и оценки проводили по методике Госкомиссии по испытанию и охране селекционных достижений (Методика государственного испытания сельскохозяйственных культур, 1985). Математическую обработку данных по урожайности проводили дисперсионным методом в изложении Б.А. Доспехова на персональном компьютере с использованием программы Microsoft Excel (Доспехов, 1985).

Результаты и их обсуждение. *Морфологические и апробационные признаки.* Разновидность сорта Воронежская 18 – *lutescens*. Тип куста в период кущения полупрямостоячий. Растение среднерослое. Выполненность соломины в поперечном сечении слабая, имеется восковой налет на верхнем междоузлии. Восковой налет на листьях в период кущения слабый. Колос по форме в профиль пирамидальный, по цвету белый, длиной от 6,0 до 8,5 см, средней плотности. Колосковая чешуя овальная, нервация ясно выражена, зубец короткий, слегка изогнут, плечо средней ширины, закругленное, киль сильно выражен. Колос имеет остевидные отростки, которые расположены на $\frac{1}{4}$ длине колоса. Длина остевидных отростков – 1,0–3,0 см. Зерно красное, овальное, бороздка от неглубокой до средней. По данным Госкомиссии, масса 1000 зерен варьировала в зависимости от места испытания в пределах 24,3–48,2 г. Погодные условия при изучении нового сорта в конкурсном сортоиспытании характеризовались следующим образом: 2009 г. был засушливым в начале вегетации яровой пшеницы и острозасушливым в период налива; 2010 г. – жесточайшая засуха на всем протяжении вегетации, растения на делянках засыхали уже в период колошения от сильных суховеев при температуре воздуха на уровне колоса 50–55 °C; 2011 г. оказался засушливым в первой половине вегетации (зима была бесснежная, а весна с малым количеством осадков и быстрым нарастанием высоких температур) плюс последствие засухи 2010 г., что отрицательно сказалось на росте и развитии растений. Посевы были угнетены. Выпавшие со второй половины июня дожди позволили растениям сформировать хорошо выполненное зерно. В 2012 г., несмотря на то что сумма

осадков за вегетацию составила 101,5%, распределение их было крайне неравномерным: первая половина вегетации яровой пшеницы была острозасушливой. Практически полное отсутствие осадков на фоне высоких температур воздуха вызвало сильное угнетение растений, отсутствие образования вторичных корней, замедление ростовых процессов, а резкое повышение температуры воздуха в период налива и созревания зерна сказалось на крупности и выполненности.

Продуктивность. За четыре года изучения (2009–2012 гг.) в КСИ средняя урожайность у сорта Воронежская 18 равнялась 2,25 т/га, что достоверно выше, чем у стандартного сорта Прохоровка на 0,25 т/га. В условиях недостаточного увлажнения один из определяющих факторов адаптивности яровой пшеницы – засухоустойчивость. В этих условиях Воронежская 18 имела превосходство по урожайности над засухоустойчивым сортом – стандартом Прохоровка (табл. 1).

1. Урожайность нового сорта яровой мягкой пшеницы Воронежской 18 [линия 284(00)] в КСИ 1. Productivity of the new spring soft wheat variety 'Voronezhskaya 18' [line 284(00)] in KSI

Годы изучения	Урожайность, т/га		± к стандарту, ц/га	НСР _{0,05} , т/га
	Воронежская 18	стандарт		
2009	2,57	2,24	+0,33	0,18
2010	0,78	0,63	+0,15	0,11
2011	3,55	3,22	+0,33	0,28
2012	2,09	1,91	+0,18	0,12
Среднее	2,25	2,00	+0,25	

Новый сорт более жаростоек, чем стандарт. Воронежская 18 обладает быстрым стартовым ростом в первоначальный период. Структурный анализ элементов продуктивности растений в среднем за четыре года (табл. 2) показывает, что высокая уро-

жайность Воронежской 18 связана с более плотным продуктивным стеблестоем (до 544 колосьев на 1 м² против 472 у стандарта), при этом Воронежская 18 формирует зерно по крупности на уровне Прохоровки (33,5 г).

2. Основные элементы структуры урожайности у сортов яровой мягкой пшеницы в КСИ (2009–2012 гг.) 2. The basic elements of productivity of spring soft varieties in KSI (2009–2012)

Признак	Воронежская 18		Прохоровка, стандарт		± к ср. стандарту
	среднее	максим.	среднее	максим.	
Число продуктивных стеблей на 1 м ²	469	544	392	472	+76,7
Продуктивная кустистость, шт.	1,0	1,2	0,9	1,0	+0,1
Высота растения, см	78,7	81,4	77,1	80,6	+1,6
Длина колоса, см	7,5	8,0	7,9	8,5	-0,4
Число колосков в колосе, шт.	13,6	15,5	14,0	15,2	-0,4
Число зерен в колосе, шт.	28,5	32,7	31,1	34,8	-2,6
Масса 1000 зерен, г	33,5	39,9	33,5	35,4	±0,0

По всем остальным показателям новый сорт находится на уровне стандарта или незначительно уступает ему. Максимальная урожайность (6,96 т/га) была получена при испытании сорта в Пермском крае на Ординском сортоучастке в 2016 г. по черному пару. Высота растений у Воронежской 18 в среднем за годы изучения составила 78,7 см, что на 1,6 см больше стандарта. Воронежская 18 и Прохоровка были устойчивыми к полеганию во всех питомниках селекционного процесса, в том числе и в КСИ.

Сроки посева ранние, норма высева – 6,0 млн всхожих зерен на 1 га. В 2017 г. новый сорт высевали в Таловском районе Воронежской области в ЗАО «Павловская Нива», СП «Таловское». Перед посевом проведено протравливание семян против пыльной и твердой головни. Средняя урожайность составила 4,68 т/га, это на 0,12 т/га выше районированного в области сорта яровой мягкой пшеницы Черноземноруральская 2. В этом же году в период всходов наблюдались низкие температуры на поч-

ве – до –8 °С. Воронежская 18 и Черноземноруральская 2 были устойчивы в период всходов к таким заморозкам.

Новый сорт и стандарт Прохоровка входят в группу среднеспелых сортов, но Воронежская 18 имеет вегетационный период короче на два дня, чем Прохоровка. Средняя продолжительность вегетационного периода (от всходов до хозяйственной спелости) у него 84 суток с колебаниями по годам от 77 до 89. Воронежская 18 раньше, чем стандарт, начинает куститься и выколашиваться. Этот сорт устойчив к осыпанию, прорастанию зерна на корню. Высокая приспособленность к местным климатическим условиям нового сорта по физиологическим показателям проявляется в первую очередь в интенсивном накоплении биомассы и активности фотосинтетического аппарата, а также высокой облиственности растений и длительной работе листового аппарата. В таблице 3 представлены данные по физиологическим признакам Воронежской 18 и стандарта Прохоровка.

3. Физиологические признаки у сортов яровой мягкой пшеницы в КСИ (2012–2013 гг.) 3. Physiological traits of spring soft varieties in KSI (2012–2013)

Изучаемые признаки и фазы развития растений	Сорта	
	Воронежская 18	Прохоровка
Число продуктивных листьев, шт.: – колошение;	3,6	3,3

– молочная спелость;	1,8	0,9
– восковая спелость	1,2	0,7
Площадь всех продуктивных листьев, см ² :		
– колошение;	35,6	35,1
– молочная спелость	24,4	9,8
Содержание хлорофилла А, мг, %:		
– колошение	3,67	3,41
Содержание хлорофилла А + В, мг, %:		
– колошение	4,87	4,44
Накопление сухого вещества, г:		
– колошение;	2,47	1,82
– молочная спелость;	3,11	2,93
– восковая спелость	4,48	2,56

Растения Воронежской 18 выделяются повышенной, как и стандарт, сохранностью зеленых листьев до начала восковой спелости, но по содержанию хлорофилла А и сумме хлорофиллов А + В новый сорт превышает стандарт в период колошения.

Качество зерна и муки. Важное достоинство нового сорта – высокое качество зерна. Воронежская 18 превосходит Прохоровку по ряду основных пока-

зателей: содержанию клейковины, силе муки, объему хлеба из 100 г муки, пористости мякиша и общей хлебопекарной оценке. Уступает стандарту только по натуре зерна (табл. 4).

В опытах по изучению сроков сева и норм высева (2013–2015 гг.) содержание белка в зерне у Воронежской 18 было до 17,7%, клейковины в зерне – до 36,3%, сила муки – до 457 е. а.

4. Основные показатели качества зерна и муки у сортов яровой мягкой пшеницы в КСИ (2009–2012 гг.) 4. Main indexes of quality of spring soft wheat kernels and flour in KSI (2009–2012)

Показатели качества	Воронежская 18	Прохоровка, стандарт	± к стандарту
Натура зерна, г/л	778,7	795,3	–16,6
Содержание белка, %	14,5	14,5	±0,0
Содержание клейковины, %	30,2	22,1	+8,1
Сила муки, е. а.	272,9	167,8	+105,1
Валометрическая оценка, е. в.	61,7	61,7	±0,0
Объем хлеба из 100 г муки, см ³	386,7	333,3	+53,4
Пористость хлеба, балл	3,7	3,0	+0,7
Общая хлебопекарная оценка, балл	3,4	3,0	+0,4

Устойчивость к болезням. Иммунологическая характеристика сорта Воронежская 18 представлена в таблице 5.

5. Устойчивость к основным болезням сортов яровой мягкой пшеницы в КСИ (2009–2012 гг.) 5. Tolerance to basic diseases of spring soft varieties in KSI (2009–2012)

Болезни	Воронежская 18			Прохоровка, стандарт			Сорт, индикатор		
	2009	2011	2012	2009	2011	2012	2009	2011	2012
естественный фон									
Бурая листовая ржавчина, %	0	25 (5)	0 (1)	0	25 (50)	0 (5)	10	100	10–25
Мучнистая роса, балл	0	0–1	0 (1)	0 (2)	0 (1)	1 (2)	2	2	2
Септориоз, балл	0	0 (1)	0 (1)	0	0–2	0–2	1–2	3	3
Пыльная головня, %	0	0	0	0	0	0	0,02	0,07	0,05
Твердая головня, %	0	0	0	0	0	0	0,01	0,03	0,02
искусственный инфекционный фон									
Бурая листовая ржавчина, %	5 (20)	10–50	55	5(20)	50	40–75	80–90	100	80
Пыльная головня, %	1,65	0,09	–	3,28	0,17	–	12,86	9,75	–
Твердая головня, %	–	2,9	7,3	–	10,8	6,9	–	22,2	11,2

Этот сорт обладает слабой восприимчивостью к мучнистой росе, септориозу. На инфекционном фоне новый сорт более устойчив, чем стандарт, к пыльной (0,87 против 1,73%) и твердой (5,10 против 8,85%) головне. По поражению бурой ржавчиной на естественном и искусственном фонах новый сорт был на уровне устойчивого сорта Прохоровка.

Выводы. Таким образом, в результате проведенной работы в НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева создан среднеспелый засухоустойчивый сорт яровой мягкой пшеницы Воронежская 18.

Отличительной особенностью нового сорта является высокая сохранность продуктивного стеблестоя к моменту уборки на 1 м². При этом новый сорт формирует зерно по крупности на уровне стандарта.

Сорт Воронежская 18 отличается высоким потенциалом продуктивности (реализованная урожайность – 6,96 т/га) и повышенной устойчивостью к стрессовым факторам процессов формирования урожая, более устойчив к атмосферной и почвенной засухе, чем Прохоровка.

Высокая приспособленность к местным климатическим условиям нового сорта по физиологическим показателям проявляется в первую очередь в интенсивном накоплении биомассы и активности фотосинтетического аппарата, а также повышенной облиственности растений и длительной работе листового аппарата. По содержанию хлорофилла А и сумме хлорофиллов А + В новый сорт превышает стандарт в период колошения.

Слабовосприимчив к пыльной и твердой головне, мучнистой росе и септориозу, на уровне стандарта поражается бурой листовой ржавчиной.

Воронежская 18 обладает хорошими хлебопекарными качествами. С 2017 г. сорт Воронежская 18 включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ по 5-му региону.

Библиографический список

1. Доспехов Б.А. Методика опытного дела. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
2. Кривченко В.И., Одинцова И.Г., Жукова А.Э. Генотипы пшеницы для селекции на устойчивость к болезням // Сб. науч. тр. по прикл. ботан., ген. и селекции. Л.: ВИР, 1990. Т. 132. С. 3–10.
3. Пересыпкин В.Ф. Болезни зерновых культур. М.: Колос, 1979. 279 с.

References

1. Dospekhov B.A. Metodika opytnogo dela [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
2. Krivchenko V.I., Odincova I.G., Zhukova A.E. Genofond pshenicy dlya selektsii na ustojchivost' k boleznyam [Wheat genepool for breeding on disease tolerance] // Sb. nauch. tr. po prikl. botan., gen. i selektsii. 1990. T. 132. S. 3–10.
3. Peresypkin V.F. Bolezni zernovykh kul'tur [Diseases of grain crops]. M.: Kolos, 1979. 279 s.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.11«324» : 581.522.4(571.15)

DOI 10.31367/2079-8725-2018-57-3-63-66

СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА И СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

В.А. Борадулина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
зав. лабораторией селекции зернофуражных культур, boradulina_va@mail.ru,
ORCID ID: 0000-0002-9720-0564;

Г.М. Мусалитин, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
ведущий научный сотрудник лаборатории селекции зернофуражных культур,
ORCID ID: 0000-0002-5755-6494

ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий»
656910, Барнаул-51, Научный городок, 35

Из 244 тыс. га, занятых озимой пшеницей в Сибирском федеральном округе, в Алтайском крае возделывается 154 тыс. га – 64%. Основной зерновой культурой здесь является яровая мягкая пшеница, которая ежегодно высевается на площади около 2 млн га. Таким образом, площадь под озимой пшеницей составляет всего 8,4%. Однако в озимосеющих предгорных районах края с хорошими и равномерными запасами снега соотношение яровой и озимой уже иное: площадь под озимой либо приближается к яровой, либо превосходит ее.

Для условий Алтайского края с многообразием почв, летних осадков, высоты снежного покрова желательно иметь широкий набор сортов озимой пшеницы с различными характеристиками. В предгорной зоне востребованы сорта интенсивного типа, пластичные, отзывчивые на приемы интенсификации, устойчивые к полеганию, болезням, высоким качеством зерна. Для более жестких условий нужны сорта с повышенной морозоустойчивостью, пластичные, средней устойчивостью к полеганию, высоким качеством зерна. В реестр селекционных достижений внесены сорта алтайских селекционеров Жатва Алтая (2002 г.) и Зимушка (2015 г.); Метелица находится на государственном испытании.

В 2017 г. совместно с ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» на сортоиспытание передан новый сорт озимой пшеницы Содружество. В среднем за годы изучения он превзошел стандарт на 0,64 т/га, что соответствует 16,4%. К достоинствам сорта относятся высокая устойчивость к полеганию, крупное зерно, более раннее созревание по сравнению со всеми возделываемыми сортами озимой пшеницы в Алтайском крае.

Сорт предназначен для предгорий Алтая и Салаира для возделывания по интенсивной технологии.

Ключевые слова: озимая пшеница, селекция, сорт, урожайность, зимостойкость, гибридизация, качество зерна, экологическое испытание.

THE STATE OF WINTER WHEAT PRODUCTION AND BREEDING IN THE ALTAY AREA

V.A. Boradulina, Candidate of Agricultural Sciences, docent,
head of the laboratory for breeding of grain forage crops, boradulina_va@mail.ru,
ORCID ID: 0000-0002-9720-0564;

G.M. Musalitin, Candidate of Agricultural Sciences, docent,
leading researcher of the laboratory for breeding of grain forage crops,
ORCID ID: 0000-0002-5755-6494

FSBSI «Federal Altay Research Center of Agrobiotechnologies»
656910, Barnaul-51, Nauchny Gorodok, 35

154 thousand hectares (64%) of winter wheat are cultivated in the Altai Territory out of the 244 thousand hectares occupied by this grain crop in the whole Siberian Federal District. The main grain crop here is spring soft wheat, which is annually planted on about 2 million hectares, so the sown area of winter wheat is only 8.4%. However, in the foothill regions which grow winter grain crops, the regions with good snow reserves, the ratio of spring and winter grain crops is a bit different, the area under winter grain crops is either approaching or exceeding the spring grain crop. For the conditions of the Altai Territory with a variety of soils, summer precipitation, snow cover height it is desirable to have a wide range of winter wheat varieties with different properties and traits. In the foothill regions the varieties of intensive type, with plasticity, responsiveness to intensification techniques, resistance to lodging, diseases, with high quality of grain are in demand. For more severe conditions, there is a requirement for the varieties with increased frost resistance, plasticity, medium resistance to lodging and high grain quality. The varieties of Altai breeders 'Zhatva Altaya' (2002) and 'Zimushka' (2015) are included in the List of Breeding Achievements, the variety 'Metelitsa' is in the State Variety Testing. In 2017, together with the FSBSI Agricultural Research Center 'Donskoy' a new variety of winter wheat 'Sodruzhestvo' was sent to the variety testing. On average, during the years of study, the variety surpassed the standard variety on 0.64 t/ha, which corresponded to 16.4%. Among all the merits the variety is also characterized with high resistance to lodging, large-size grains, earlier maturity compared to all cultivated winter wheat varieties in the Altai Territory. The variety is intended for foothill regions of Altai and Salair for cultivation by intensive technology.

Keyword: winter wheat, breeding, variety, productivity, winter tolerance, hybridization, grain quality, ecological testing.

Введение. По данным Министерства сельского хозяйства России, площадь под озимой пшеницей в стране в 2016 г. составила 14 021 тыс. га. Из них в Сибирском федеральном округе находится всего 244 тыс. га. 64% площадей СФО (154 тыс. га) расположено в Алтайском крае. Основной зерновой культурой здесь является яровая мягкая пшеница, которая ежегодно высевается на площади около 2 млн га, таким образом, озимая пшеница составляет всего 8,4%. В связи с сильной уязвимостью зимними сибирскими невзгодами она имеет ограниченное распространение и удается в районах с хорошими и равномерными запасами снега. Успешно занимаются этой культурой в восточных районах края – предгорьях Алтая и Салаира. И в этих озимосеющих районах соотношение яровой и озимой уже иное, площадь под озимой либо приближается к яровой, либо превосходит ее.

В условиях Сибири самым важным показателем для сорта является высокая морозоустойчивость как основная составляющая зимостойкости.

Создание высокозимостойких сортов – сложная задача. Это связано со слабой изученностью генетики морозо- и зимостойкости, многообразием повреждающих факторов, разнообразным сочетанием этих факторов в течение одного вегетационного периода, трудностью соединения в одном генотипе высокого уровня устойчивости к стрессам, продуктивности и короткостебельности.

Относительно благоприятные погодные условия, складывающиеся за последние 5–6 лет для перезимовки озимой пшеницы, позволили расширить зону возделывания этой культуры. Ею заинтересовались хозяйства южной лесостепной и степной зоны, нетрадиционных для ее возделывания.

Озимая пшеница привлекательна для сельскохозяйственного производства Алтайского края по многим позициям: агротехнической, организационной, экономической. В последние годы, независимо от складывающихся условий по влагообеспеченности и температурному фону, урожайность озимой пшеницы на 31–84% превосходит урожайность яровой (табл. 1).

1. Урожайность озимой и яровой пшеницы в Алтайском крае* 1. Productivity of winter and spring wheat in the Altai Area*

Показатель	Годы					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Урожайность озимой пшеницы, т/га	1,95	2,68	2,60	2,51	2,74	2,18
Урожайность яровой пшеницы, т/га	1,30	1,46	1,62	1,40	1,52	1,66
Превышение урожайности озимой пшеницы над яровой, %	50,0	83,6	60,5	79,0	80,3	31,3

*Данные статистических бюллетеней «Посевные площади и валовые сборы сельскохозяйственных культур в Алтайском крае».

В Алтайском НИИ земледелия и селекции лаборатория селекции озимых культур (пшеница и тритикале) была создана в 1990 г. После десятилетнего перерыва изучение озимой пшеницы вновь активизировалось в 2012-м. За это непростое время внесены в Реестр селекционных достижений сорта Жатва Алтая (2002 г.) и Зимушка (2015 г.); Метелица находится на государственном испытании (Борадулина В.А., 2016).

Материалы и методы исследований. Посев селекционных делянок озимой пшеницы в конкурсном сортоиспытании проводили на делянках площадью 15 м² в четырехкратном повторении по пару. Сроки посева оптимальные для сибирских условий: 30 августа – 2 сентября (Борадулина, 2016). Норма высева – 5,5 млн всхожих зерен на 1 га. Уборку проводили в фазу полной спелости (15–25 августа). Фенологические наблюдения, полевые учеты и оценки, а также оценку показателей качества проводили по методике Государственной комиссии по испытанию сельскохозяйственных культур. Зимостойкость оцени-

вали на выделенных площадках подсчетом сохранившихся после перезимовки растений по отношению к взшедшим в процентах.

Результаты и их обсуждение. Для условий Алтайского края с их многообразием почв, летних осадков, высоты снежного покрова желательно иметь широкий набор сортов озимой пшеницы с различными характеристиками. В предгорной зоне востребованы сорта интенсивного типа, пластичные, отзывчивые на приемы интенсификации, устойчивые к полеганию, болезням, с высоким качеством зерна. Для более жестких условий нужны сорта с повышенной морозоустойчивостью, пластичные, средней устойчивостью к полеганию, также с высоким качеством зерна. Поэтому создание адаптированных к разнообразным условиям Западной Сибири сортов озимой пшеницы с высоким уровнем хозяйственно полезных признаков – актуальная задача.

Новое направление в создании сортов озимой пшеницы получила творческая работа с ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» (г. Зерноград).

В 2017 г. передан на государственное испытание совместно созданный сорт Содружество (Донской маяк х Верта). Селекционное название – Лютесценс 2170.

Гибридизация осуществлена в АНЦ «Донской» в 2007 г. Там же проведен первый индивидуальный отбор элитных колосьев из поколения F_3 . Экспериментальный материал в Алтайский НИИ сельского хозяйства был передан в 2011 г. Повторное выделение элитного растения проведено в 2012 году из поколения F_5 . В конкурсном испытании перспек-

тивная линия находилась в 2015–2017 гг. Зимой 2014–2015 гг. сложились неблагоприятные температурные условия для растений озимой пшеницы, поэтому урожайность нового сорта находилась на уровне стандарта; в последующие два года получено значительное преимущество (табл. 2). Самая значительная прибавка зафиксирована в 2017 г. – 1,37 т/га. В среднем за годы изучения превышение в урожайности сорта Содружество составило 0,64 т/га, что соответствует 16,4%.

2. Урожайность сортов озимой пшеницы в питомнике КСИ, т/га 2. Productivity of winter wheat varieties in the seed-plot of KSI, t/ha

Сорт	Годы			Средняя за три года
	2015	2016	2017	
Содружество	2,53	5,07*	6,02*	4,54
Зимушка	2,73	5,21*	5,66*	4,53
Метелица	2,98*	4,79	4,71	4,16
Жатва Алтая, стандарт	2,62	4,43	4,65	3,90
НСР _{0,05}	0,35	0,42	0,49	

*Достоверно по отношению к стандарту при 5%-ном уровне значимости.

К достоинствам сорта относятся высокая устойчивость к полеганию, крупное зерно, более раннее

созревание по сравнению со всеми возделываемыми сортами озимой пшеницы в Алтайском крае (табл. 3).

3. Характеристика сортов озимой пшеницы (среднее за 2015–2017 гг.) 3. Characteristics of winter wheat varieties (on average in 2015–2017)

Признак	Содружество	Жатва Алтая	Отклонение ±
Урожайность, т/га	4,54	3,90	+0,64
Вегетационный период, дни	307	311	–4
Высота растений, см	94	109	–15
Продуктивная кустистость, шт.	3,1	2,6	+0,5
Озерненность колоса, шт.	32,3	31,7	+0,6
Масса 1000 зерен, г	46,6	37,1	+9,5
Устойчивость к полеганию, балл	5,0	3,7	+1,3
Зимостойкость, %	86	90	–4,0

Содружество уступает Жатве Алтая по содержанию белка в зерне (–1,4%), содержанию клейковины (–2,9%), объемному выходу хлеба (–70 мл) (табл. 4).

По основным физико-химическим показателям новый сорт относится к категории ценной пшеницы.

4. Физико-химические и хлебопекарные показатели качества озимой пшеницы (среднее за 2015–2017 гг.)

4. Physio-chemical and baking qualitative traits of winter wheat (on average in 2015–2017)

Признак	Содружество	Жатва Алтая	Отклонение ±
Натура, г/л	803	772	+31
Стекловидность, %	51	50	+1
Содержание белка, %	13,0	14,4	–1,4
Содержание клейковины, %	28,3	31,2	–2,9
Показатель ИДК, группа	90-II	88-II	+2
Упругость теста	81	63	+18
Отношение упр./растяжим.	0,66	0,35	0,31
Сила муки, е. а.	239	227	+12
ВПС, %	60,4	57,5	+2,9
Разжижение теста, е. ф.	68,3	70,0	–1,7
Валориметр. оценка, е. вал.	49	54	–5
Объемный выход хлеба, мл	525	595	–70
Общая оценка качества, балл	3,7	3,6	+0,1

Экологическое испытание сорта Содружество проходило в семеноводческом хозяйстве ООО «Октябрьское», расположенном в предгорной зоне Алтайского края. Площадь каждого варианта составляла 0,5 га в однократном повторении с нормой высе-

ва 6 млн всхожих зерен на 1 га. Преимущество в урожайности нового сорта над стандартом значительно проявляется в оба года (табл. 5). В среднем прибавка составила 0,75 т/га.

5. Экологическое испытание сортов озимой пшеницы, ООО «Октябрьское» Алтайского края
5. Ecological testing of winter wheat varieties, ООО 'Oktyabrskoe' in the Altay Area

Год	Урожайность, ц/га		Содержание клейковины, %	
	Содружество	Жатва Алтай	Содружество	Жатва Алтай
2016	5,16	4,50	23-I	24-II
2017	5,45	4,61	28-I	28-I
Среднее	5,31	4,56	25,5	26,0

Сорт озимой пшеницы Содружество предназначен для возделывания в лесостепи предгорий Алтая и Салаира по интенсивной технологии.

Выводы. Озимая пшеница для условий Алтайского края имеет важное экономическое значение. Ее урожайность ежегодно превосходит урожайность яровой на 31–84%. Производство нуждается в совершенных сортах. На государственное испытание

передан сорт озимой пшеницы Содружество, созданный совместно учеными ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агrobiотехнологий» и ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской». Новый сорт превосходит стандарт по урожайности зерна на 0,64 т/га, устойчивости к полеганию – на 1,3 балла, массе 1000 зерен – на 9,5 грамма.

Библиографический список

1. Борадулина В.А. Обоснование оптимального срока посева озимой пшеницы в Алтайском Приобье // Вестник АГАУ. 2016. № 5. С. 5–9.
2. Борадулина В.А. Селекция озимой пшеницы на Алтае // Зерновое хозяйство России. 2016. № 1(43). С. 56–58.

References

1. Boradulina V.A. Obosnovanie optimal'nogo sroka poseva ozimoy pshenicy v Altajskom Priob'e [Substantiation of the optimal period of winter wheat sowing in the Altay Ob Area] // Vestnik AGAU. 2016. № 5. S. 5–9.
2. Boradulina V.A. Selekcija ozimoy pshenicy na Altae [Winter wheat breeding in the Altay Area] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 1(43). S. 56–58.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

УДК 633.11 «321» : 631.53.027(571.53)

DOI 10.31367/2079-8725-2018-57-3-67-71

ПРИМЕНЕНИЕ ФУНГИЦИДОВ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Разина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
старший научный сотрудник лаборатории агрохимии и защиты растений,
ORCID ID: 0000-0001-5702-6189;

О.Г. Дятлова, научный сотрудник лаборатории агрохимии и защиты растений,
ORCID ID: 0000-0001-5119-1458

ФГБНУ «Иркутский НИИСХ»

664511, Иркутская обл., Иркутский р-н, с. Пивовариха, ул. Дачная, 14

Целью настоящих исследований было выявление биологической и экономической эффективности фунгицидов «Максим Плюс» (1,2 л/т), «БисолбиСан» (1 л/т) и регулятора роста растений «Мелафен» (10 мл/т) при предпосевной обработке семян яровой пшеницы в чистом виде и баковых смесях.

Исследования проведены в экспериментальном полево-сеем обороте. В опыте использовался сорт яровой пшеницы Бурятская остистая. Технология возделывания культуры зональная, предшественник – горох. Во всех вариантах опыта предпосевная обработка семян проведена с увлажнением (10 л воды на 1 т семян) за 10 дней до посева.

Установлено, что применение фунгицидов «Максим Плюс» и «БисолбиСан» и регулятора роста растений «Мелафен» в чистом виде при предпосевной обработке семян, несмотря на более хорошие показатели роста и развития растений, снижение семенной инфекции и корневой гнили в полевых условиях, по сравнению с контролем, недостаточно для раскрытия потенциала растений яровой пшеницы, так как полученные прибавки урожая оказались недостоверными.

Предпосевная обработка семян баковыми смесями «Максим Плюс» + «Мелафен», «Максим Плюс» + «БисолбиСан» агрономически оправдана в связи с эффективным в среднем за два года подавлением семенной инфекции (на 74%) и корневой гнили в фазе всходов (на 31,4–32,8%), усилением устойчивости растений к возбудителям корневой гнили, что проявилось в достоверном повышении урожайности зерна в среднем за два года исследований на 0,74 и 0,60 т/га соответственно. Материальные затраты окупаются полученной прибавкой урожая: при комбинировании химического протравителя «Максим Плюс» с регулятором роста «Мелафен» и фунгицидом «БисолбиСан» рентабельность составила в 2016 г. 68,3 и 88,2 % соответственно. В 2017 г. использование смесей фунгицида «Максим Плюс» с «Мелафеном» обеспечило рентабельность производства зерна пшеницы в 36%, а с «БисолбиСаном» – на 53%.

Ключевые слова: фитопатогены, корневая гниль, яровая пшеница, фунгицид, регулятор роста растений, урожайность.

THE APPLICATION OF FUNGICIDES AND GROWTH REGULATORS FOR SEEDBED TREATMENT OF SPRING WHEAT SEEDS IN THE IRKUTSK REGION

A.A. Razina, Candidate of Agricultural Sciences, docent,
senior researcher of the laboratory for agrochemistry and plant protection,
ORCID ID: 0000-0001-5702-6189;

O.G. Dyatlova, researcher of the laboratory for agrochemistry and plant protection,
ORCID ID: 0000-0001-5119-1458

FSBSI «Irkutsky RIA»

664511, Irkutsk region, Irkutsk district, village of Pivovarikha, Dachnaya, 14

The purpose of the present study was to identify the biological and economic efficiency of fungicides 'Maksim Plus' (1.2 l/t), 'BisolbiSan' (1l/t) and the plant growth regulator 'Melafen' (10 ml/t) in the pre-treatment of spring wheat seeds in pure form and in tank mixtures.

The investigations were carried out in the experimental field rotation. The technology of cultivation was zonal, the forecrop was peas, the spring awnny wheat variety 'Buryatskaya' was experimented. In all variants of the trial, the pre-treatment of the seeds was conducted with watering (10 liters of water per 1 ton of seeds) 10 days prior to sowing process. It has been established that the use of fungicides 'Maksim Plus' and 'BisolbiSan' and plant growth regulator 'Melafen' in its pure form is not sufficient to reveal spring wheat potential in seed pre-treatment, despite better plant growth and development characteristics, decrease of seed infection and root rot, compared with the control variety, because the obtained yield increase proved to be unreliable. Seed pre-treatment with the tank mixtures 'Maksim Plus+ Melafen', 'Maksim Plus + BisolbiSan' is agronomically justified, as it had a significant effect on average suppression of seed infection (by 74%) and root rot in the germination period (31.4–32.8%), it increased plants' resistance to root rot pathogens, which resulted in reliable improvement of grain productivity: on 0.74 and 0.60 t/ha on average, respectively. The costs are paid off by the increased crop yields. In 2016 profitability of the combination of chemical disinfectant 'Maksim Plus' with growth regu-

lator 'Melafen' and fungicide 'BisolbiSan' was 68.3 and 88.2%, respectively. In 2017, the use of fungicide 'Maksim Plus' and 'Melafen' ensured 36% profitability of wheat grain production and 53% with 'BisolbiSan'.

Keywords: phyto-pathogens, root rot, spring wheat, fungicide, plant growth regulator, productivity.

Введение. В условиях Иркутской области посев здоровых семян и повышение устойчивости растений к фитопатогенам и неблагоприятным факторам внешней среды имеют большое практическое значение.

Основой здоровых семян является их протравливание, которое играет важную роль в профилактике болезней. Повысить адаптацию растений к биотическим и абиотическим факторам можно, используя регуляторы роста растений (PPP), обладающие высокой антистрессовой активностью и способностью повышать неспецифический иммунитет.

Учеными разных регионов России получены результаты по оценке фунгицидов и регуляторов роста растений на зерновых культурах, доказывающие высокую эффективность их применения в чистом виде и в баковых смесях (Lavrinova, Yevseeva, 2015; Dabaeva, Mardvaev, 2016; Sorokin, Tsevdanova, 2016; Firsova, 2016; Sheshegova, 2016; Aseeva, 2017).

В Иркутской области ранее изучалась эффективность ряда фунгицидов (Razina, Dyatlova, 2015),

но не было сведений об испытаниях регуляторов роста и их баковых смесей с фунгицидами.

Поэтому целью настоящих исследований было выявить биологическую и экономическую эффективность фунгицидов «Максим Плюс», «БисолбиСан» и регулятора роста растений «Мелафен» при предпосевной обработке семян яровой пшеницы в чистом виде и в баковых смесях.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в ФГБНУ «Иркутский НИИСХ» в экспериментальном полевом севообороте. В опыте использовали сорт яровой пшеницы Бурятская остистая. Технология возделывания культуры зональная, предшественник – горох. Повторность опыта трехкратная. Площадь опытной делянки – 70 м², учетная площадь – 54 м².

Во всех вариантах опыта предпосевная обработка семян проведена с увлажнением (10 л воды на 1 т семян) за 10 дней до посева (табл. 1).

1. Результаты фитопатологического анализа семян яровой пшеницы (2016–2017 гг.)

1. Results of phyto-pathological analysis of spring wheat kernels (2016–2017)

Вариант	Годы исследований	Здоровые, %	Фитопатогены, %				Общее заражение, %
			<i>Alternaria sp.</i>	<i>Bipolaris sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Penicillium sp.</i>	
Контроль	2016	30	36	10	21	3	70
	2017	0	0	6	98	1	100
«Максим Плюс»	2016	93	4	1	2	0	7
	2017	95	1	0	1	3	5
«Мелафен»	2016	51	20	5	24	0	49
	2017	55	4	6	34	1	45
«БисолбиСан»	2016	71	10	2	16	1	29
	2017	58	6	3	18	15	42
«Максим Плюс» + «Мелафен»	2016	91	1	2	6	0	9
	2017	89	0	0	7	4	11
«Максим Плюс» + «БисолбиСан»	2016	94	0	1	5	0	6
	2017	84	0	0	16	0	16

Перед посевом проведена фитопатологическая экспертиза семян пшеницы на выявление зараженности фитопатогенами методом выращивания во влажной камере. Учеты распространения и развития корневой гнили проведены в фазы всходов и полной спелости по методике ВИЗР (2002) (Танский и др., 2002).

Биометрические измерения растений проводились по методике, изложенной в «Практикуме по растениеводству» Г.Г. Гатаулиной, М.Г. Обьедкова (Гатаулина и Обьедков, 2003).

Отбор сноповых образцов и их анализ осуществляли по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989).

Учет урожая проведен поделочно прямым комбайнированием комбайном «Сампо-500». Статистическая обработка данных урожайности зерна, приведенного к 14%-ной влажности и 100%-ной чистоте, – по методике дисперсионного анализа Б.А. Доспехова с применением пакета программ Snedecor V5 «Прикладная статистика для исследований» (Доспехов, 1985; Сорокин, 2004).

В первой половине вегетационного периода 2016 г. ощущались последствия летне-осенних засух предшествующих четырех лет. Недостаток осадков за вегетационный период составил: в 2012 г. – 23,8; в 2013-м – 44,9; в 2014-м – 31,8; в 2015-м – 38,3% от средней многолетней нормы. Июнь характеризовался как жаркий и засушливый: среднесуточная

температура воздуха была на 3,2 °С выше среднемноголетних значений, осадков выпало в 1,7 раза меньше среднемноголетних значений. Июль был теплее обычного на 4,5 °С, а недостаток осадков составил 24,2 мм (21,9%). Август был переувлажненным на 87,3%, особенно в первой и второй декадах. Это отрицательно сказалось на сроках созревания зерновых культур: они были сдвинуты на 10–13 дней по сравнению с обычными сроками созревания яровой пшеницы.

В 2017 г. хорошее увлажнение в мае и первой декаде июня способствовало появлению дружных всходов и закладке будущего урожая. Июнь и вторая-третья декады августа были засушливыми. Недобор по осадкам составил 49,4 и 40,2 мм соответственно. Сумма активных температур была выше среднемноголетних значений на 461,8 °С. В целом условия влажно- и теплообеспеченности в 2017 г. позволили зерновым культурам сформировать урожайность выше уровня средних значений.

Результаты и их обсуждение. Фитопатологический анализ (табл. 1) показал, что семена, использованные в опыте 2016 г., имели общую зараженность 70% и были инфицированы комплексом фитопатогенов. В целом доминировали грибы из родов *Alternaria* (36%), *Fusarium* (21%), меньше – *p. Bipolaris* (10%).

В 2017 г. семена имели высокую общую зараженность – 100%. Преобладали грибы из рода

Fusarium Link – 98%, меньше – *p. Bipolaris Shoemaker (Helminthosporium Link)* – 6%. Нередко на одном семени наблюдалось присутствие представителей грибов разных родов.

Применение препаратов снизило заражение семян. Наиболее эффективным был фунгицид «Максим Плюс», который обеспечил 93–96% здоровых семян. «БисолбиСан» уступал ему на 22% в 2016 г. и на 37% в 2017-м, когда был значительным уровень фузариозной инфекции.

Регулятор роста «Мелафен» не обладает фунгицидным действием. Он был включен в схему опыта в комбинации с химическим протравителем для снижения отрицательного эффекта протравителя на рост и развитие растений. Применяя в чистом виде, проверили, не обладает ли он положительным действием на фитопатогены. Было выявлено, что «Мелафен» не способствовал развитию фитопатогенов: общее поражение проростков не превысило значения на контроле.

В 2016 г. эффективность баковых смесей была практически одинаковой между собой и в сравнении с применением «Максим Плюс» в чистом виде. В 2017 г. эффективность смесей в зависимости от вариантов опыта была ниже на 6–11%, чем в варианте при применении «Максим Плюс» в чистом виде.

Изучаемые препараты положительно влияли на рост и развитие проростков пшеницы, выращенных во влажной камере, за исключением фунгицида «Максим Плюс», который оказывал небольшое угнетающее действие (табл. 2). Наиболее высокие результаты показали баковые смеси. Вариант «Максим Плюс» + «БисолбиСан» по сравнению с контролем способствовал увеличению длины ростка на 39,1%, длины главного зародышевого корешка – на 8,3%, количества корешков – на 20%. Баковая смесь «Максим Плюс» + «Мелафен» соответственно показала следующие результаты – 22,8; 12,0 и 17,5%.

2. Биометрические показатели проростков пшеницы во влажной камере (среднее за 2016–2017 гг.)

2. Biometric indexes of wheat germs in a wet chamber (on average in 2016–2017)

Вариант	Длина ростка, см	Длина главного зародышевого корешка, см	Среднее количество зародышевых корешков, шт.
Контроль – без обработки семян	9,2	10,8	4,0
«Максим Плюс», КС 1,5 л/т	8,8	9,3	4,2
«Мелафен», 10 мл/т	10,9	11,0	4,0
«БисолбиСан», 1 л/т	12,1	12,2	4,5
«Максим Плюс», КС 1,2 л/т + «Мелафен» 10 мл/т	11,3	12,1	4,7
«Максим Плюс», КС 1,2 л/т + «БисолбиСан» 1 л/т	12,8	11,7	4,8

В фазе полных всходов угнетающего действия фунгицида «Максим Плюс» в полевых условиях не было отмечено (табл. 3). Напротив, по сравнению с контролем он способствовал увеличению как высоты растений – на 7,3 и 10,0%, так и их веса – на 3,3 и 2,3% соответственно в фазе всходов и кущения. В сравнении с другими препаратами высота растений в варианте с «Максим Плюс» была больше, а вес – меньше. Например, в фазе всходов разница в высоте с «БисолбиСаном» составила 1,8 см, а в весе – 0,02 г. В фазе кущения между «Максим Плюс» и «БисолбиСаном» разницы по высоте растений не было, а вес растений оказался меньше по сравнению с «БисолбиСаном» на 0,37 г. Растения в варианте с «Мелафеном» были практически на одном уровне с вариантом «Максим Плюс» и по высоте, и по весу (ниже лишь на 0,2 см, тяжелее на 0,01 г). Баковые смеси препаратов по сравнению с вариантом применения «Максим Плюс» в чистом виде в фазе всходов не влияли на высоту растений и не оказывали существенного влияния на вес растений. Но к фазе кущения их действие на растения усилилось, что проявилось в увеличении их веса на 0,62–0,95 г и высоты на 1,3–1,4 см.

В фазе полных всходов угнетающего действия фунгицида «Максим Плюс» в полевых условиях не было отмечено (табл. 3). Напротив, по сравнению с контролем он способствовал увеличению как высоты растений – на 7,3 и 10,0%, так и их веса – на 3,3 и 2,3% соответственно в фазе всходов и кущения. В сравнении с другими препаратами высота растений в варианте с «Максим Плюс» была больше, а вес – меньше. Например, в фазе всходов разница в высоте с «БисолбиСаном» составила 1,8 см, а в весе – 0,02 г. В фазе кущения между «Максим Плюс» и «БисолбиСаном» разницы по высоте растений не было, а вес растений оказался меньше по сравнению с «БисолбиСаном» на 0,37 г. Растения в варианте с «Мелафеном» были практически на одном уровне с вариантом «Максим Плюс» и по высоте, и по весу (ниже лишь на 0,2 см, тяжелее на 0,01 г). Баковые смеси препаратов по сравнению с вариантом применения «Максим Плюс» в чистом виде в фазе всходов не влияли на высоту растений и не оказывали существенного влияния на вес растений. Но к фазе кущения их действие на растения усилилось, что проявилось в увеличении их веса на 0,62–0,95 г и высоты на 1,3–1,4 см.

3. Биометрические показатели растений пшеницы в полевых условиях (среднее за 2016–2017 гг.)

3. Biometric indexes of wheat germs in the fields (on average in 2016–2017)

Вариант	Фаза всходов		Фаза кущения	
	высота растений, см	вес 25 растений, г*	высота растений, см	вес 25 растений, г*
Контроль	11,0	0,30	22,0	3,10
«Максим плюс»	11,8	0,31	24,2	3,18
«Мелафен»	11,6	0,32	23,5	3,70
«БисолбиСан»	10,0	0,34	24,2	3,55
«Максим Плюс» + «Мелафен»	11,7	0,33	25,5	3,80
«Максим Плюс» + «БисолбиСан»	11,8	0,34	25,6	4,13

*Воздушно-сухое состояние растений.

Препараты, обладающие фитопатогенным и иммуностимулирующим действием, эффективно сдерживали распространенность корневой гнили яровой пшеницы в фазе всходов (табл. 4). Более эффективными были варианты с «Максим Плюс», «Максим Плюс» + «БисолбиСан». Распространенность болезни в 2016 г. была меньше, чем на контроле, при использовании в чистом виде «Максим Плюс» в 1,8 раза, «БисолбиСан» – в 2,1, а в смеси «Максим Плюс» + «БисолбиСан» – в 2,5 раза.

В 2017 г. на фоне высокой зараженности семян более агрессивным патогеном (грибами из рода *Fusarium*) эффективность препаратов при их индивидуальном применении была несколько ниже, чем в 2016-м, и снижение распространенности корневой гнили составили по сравнению с контролем 1,5 («Максим Плюс») и 1,8 раза («БисолбиСан»). Ограничение в распространенности заболевания в вариантах комбинированного применения препаратов усилилось в 4,4 раза.

4. Распространенность и развитие корневой гнили яровой пшеницы в фазе всходов (2016–2017 гг.)

4. Spread and development of spring wheat root rot in a sprouting period (2016–2017)

Вариант	Распространенность, %		Средняя интенсивность поражения растений, %		Развитие, балл	
	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.
Контроль	32,3	59,8	1,3	1,2	0,7	0,7
«Максим Плюс»	17,6	39,7	1,0	1,8	0,1	0,7
«Мелафен»	32,3	58,4	1,6	1,6	0,4	0,6
«БисолбиСан»	15,3	33,8	1,0	1,6	0,5	0,5
«Максим Плюс» + «Мелафен»	15,9	13,4	1,0	1,1	0,6	0,1
«Максим Плюс» + «БисолбиСан»	13,1	13,5	1,0	1,0	0,7	0,3

К фазе полной спелости пшеницы в оба года исследований корневая гниль имела высокую распространенность: на контроле – 96,5, в вариантах опыта – 90,9–82,0%. Сдерживающий эффект в распространенности корневой гнили в течение вегетации показала баковая смесь «Максим Плюс» + «БисолбиСан»: в сравнении с контролем в этом варианте распространенность к фазе созревания была ниже на 14,5%.

Достоверную прибавку урожайности в 2016 г. дали следующие варианты: «Максим Плюс» + «Мелафен»,

«Максим Плюс» + «БисолбиСан» – 0,80 и 0,72 т/га соответственно (табл. 5). В этих вариантах окупаемость 1 руб. затрат на предпосевную обработку семян составила 1,95 и 2,37 руб. соответственно. В 2017 г. лучшая урожайность также была при использовании баковых смесей препаратов «Максим Плюс» + «Мелафен», «Максим Плюс» + «БисолбиСан». Прибавка урожайности составила соответственно 0,67 и 0,47 т/га при окупаемости 1 руб. затрат на предпосевную обработку семян соответственно 1,4 и 2,2 руб.

5. Урожайность яровой пшеницы в зависимости от вариантов предпосевной обработки семян, т/га

5. Spring wheat productivity in dependence on various seedbed treatment of kernels, t/ha

Варианты	Годы исследований		В среднем за два года	Прибавка
	2016	2017		
Контроль	2,15	2,13	2,14	–
«Максим Плюс»	2,65	2,70	2,68	0,54
«Мелафен»	2,53	2,28	2,41	0,27
«БисолбиСан»	2,66	2,48	2,57	0,43
«Максим Плюс» + «Мелафен»	2,95	2,80	2,88	0,74
«Максим Плюс» + «БисолбиСан»	2,87	2,60	2,74	0,60
НСР ₀₅	0,67	0,44		

Более весомые прибавки урожайности от препаратов и баковых смесей отмечены в 2016 г., в условиях которого в первой половине вегетации растения испытывали недостаток влаги предшествующих засушливых лет и недостаточное их количество в текущем вегетационном периоде.

Выводы. Установлено, что применение фунгицидов «Максим Плюс» и «БисолбиСан» и регулятора роста растений «Мелафен» в чистом виде при предпосевной обработке семян яровой пшеницы, несмотря на более хорошие показатели, снижение семенной инфекции и корневой гнили в полевых условиях, по сравнению с контролем недостаточно для реализации потенциала возможности растений, так как полученные прибавки урожайности оказались недостоверными. Предпосевная обработка семян баковыми смесями «Максим Плюс» + «Мелафен», «Максим

Плюс» + «БисолбиСан» агрономически оправдана в связи эффективным в среднем за два года подавлением семенной инфекции на 74% и корневой гнили в фазе всходов – на 31,4–32,8%, достоверным повышением урожайности зерна: в среднем за два года исследований – на 0,74 и 0,60 т/га соответственно. Материальные затраты на 1 га при использовании указанных баковых смесей вполне окупаются полученной прибавкой урожайности. При комбинировании химического протравителя «Максим Плюс» с регулятором роста «Мелафен» и фунгицидом «БисолбиСан» рентабельность составила в 2016 г. 68,3 и 88,2% соответственно. В 2017 г. использование смесей фунгицида «Максим Плюс» с «Мелафеном» обеспечило рентабельность производства зерна пшеницы на 36%, а с «БисолбиСаном» – 53%.

Библиографические ссылки

1. Асеева Т.А., Золотарева Е.В., Савченко Н.Е. Защитное и стимулирующее действие различных средств защиты на яровой пшенице в Приамурье // Агрохимический вестник. 2017. № 1. С. 48–51.
2. Гатаулина Г.Г., Обьедков М.Г. Практикум по растениеводству. М.: Колос, 2003. 216 с.
3. Дабаева М.Д., Мардваев Н.Б. Эффективность протравливания семян зерновых культур в Забайкалье // Зерновое хозяйство России. 2016. № 2. С. 63–68.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
5. Лавринова В.А., Евсеева И.М. Фунгициды на яровой пшенице // Зерновое хозяйство России. 2015. № 1. С. 65–68.
6. Разина А.А., Дятлова О.Г. Влияние азотных удобрений на рентабельность протравливания // Защита и карантин растений. 2015. № 2. С. 18–19.

7. Сорокин А.И., Цевденнова А.С. Применение регуляторов роста под яровой ячмень на светло-каштановых почвах // Зерновое хозяйство России. 2016. № 1. С. 35–38.
8. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Краснообск: Изд-во ГУП РПО СО РАСХН, 2004. 162 с.
9. Танский В.И., Левитин М.М., Ишкова Т.И. и др. Методы учета вредных организмов. Рекомендации ВИЗР // Защита и карантин растений. 2002. № 3. С. 51–54.
10. Фирсова Т.И., Филенко Г.А., Донцова А.А. Реакция сорта ярового ячменя Леон на применение стимуляторов роста совместно с протравителем семян // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 2. С. 20–23.
11. Шешегова Т.К., Баталова Г.А., Щеклеина Л.М. и др. Новые пестициды и агрохимикаты в технологии возделывания голозерного овса Вятский // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 4. С. 10–14.

References

1. Aseeva T.A., Zolotareva E.V., Savchenko N.E. Zashitnoe i stimuliruyushee deistvie razlichnykh sredstv zashchity na yarovoi pshenitse v Priamurie [The protective and stimulating effect of various protective methods on spring wheat in the Amur region] // Agrokhimichesky Vestnik. 2017. № 1. S. 48–51.
2. Gataulina G.G., Obiedkov M.G. Praktikum po rastenievodstvu [Guidebook on plant growing]. M.: Kolos, 2003. 216 s.
3. Dabaeva M.D., Mardvaev N.B. Effektivnost' protravlivaniya semyan zernovykh kul'tur v Zabaikal'e [Efficiency of seed disinfection of grain crops in the Zabaikalie] // Zernovoe hozyaistvo Rossii. 2016. № 2. S. 63–68.
4. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
5. Lavrinova V.A., Yevseeva I.M. Fungitsidy na yarovoi pshenitse [Fungicides on spring wheat] // Zernovoe hozyaistvo Rossii. 2015. № 1. S. 65–68.
6. Razina A.A., Dyatlova O.G. Vliyanie azotnykh udobrenii na rentabel'nost' protravlivaniya [The effect of nitrogen fertilizers on profitability of disinfection] // Zashchita i karantin rastenii. 2015. № 2. S. 18–19.
7. Sorokin A.I., Tsevdanova A.S. Primenenie regulyatorov rosta pod yarovoi yachmen' na svetlokashtanovykh pochvakh [The application of growth regulators for spring barley on light chestnut soils] // Zernovoe hozyaistvo Rossii. 2016. № 1. S. 35–38.
8. Sorokin O.D. Prikladnaya statistika na komp'yutere [The applied statistics in PC]. Krasnoobsk: Izd-vo GUP RPO SO RASHN, 2004. 162 s.
9. Tansky V.I., Levitin M.M., Ishkova T.I. et. al. Metody ucheta vrednykh organizmov [Methods for pests' registration]. Rekomendatsii VIZR // Zashchita i karantin rastenii. 2002. № 3. S. 51–54.
10. Firsova T.I., Filenko G.A., Dontsova A.A. Reaktsiya sortayarovogo yachmenya Leon na primeneniye stimulyatorov rosta sovместno s protravitelem semyan [The reaction of the spring barley variety 'Leon' on the use of growth stimulators together with seed disinfectors] // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2016. № 2. S. 20–23.
11. Sheshegova T.K., Batalova G.A., Schekleina L.M. et. al. Novye pestitsidy i agrokhimikaty v tekhnologii vozdelvaniya golozernogo ovsa Vyatsky [New pesticides and agrochemicals in the cultivation technology of hulled oats 'Vyatsky'] // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2016. № 4. S. 10–14.



23 мая 2018 г.
доктору биологических наук,
ведущему научному
сотруднику ФГБНУ «АНЦ «Донской»
Михаилу Мефодьевичу Копусю
исполнилось 70 лет.
45 лет научно-педагогической
деятельности, 35 лет работы
на донской земле



Михаил Мефодьевич Копусь – основатель, руководитель и исполнитель исследований и оценок селекционного и семеноводческого материала по белковым (биохимическим) маркерам (генетика качества зерна и семян) на Дону.

Фундаментальные работы Михаила Мефодьевича по генетике клейковинных белков (идея генетической номенклатуры, нуль-аллели, каталоги, связь с качеством, геногеография, использование в селекции и семеноводстве, новые направления по качеству) стали классическими и получили широкое применение и известность не только в России, на Украине, но и в мире. Он – автор научных работ по генетике мягкой и твердой пшеницы, озимого и ярового ячменя, тритикале, опубликованных на русском, английском и украинском языках. Им разработаны методы идентификации генотипов, способы селекции, созданы генетические коллекции.

Михаил Мефодьевич в 1966 г. поступил в Одесский сельскохозяйственный институт, который закончил в 1971-м по специальности «ученый агроном». После окончания института работал агрономом-семеноводом. В 1973 г. поступил в аспирантуру Всесоюзного селекционно-генетического института (ВСГИ, г. Одесса). В 1975 г. им была предложена генетическая номенклатура клейковинных белков, факторов hard и soft, нуль-аллелей и многое другое. В 2011 г. вышла в свет монография «Геномика пшеницы и тритикале в создании высококачественных сортов нового поколения». М.М. Копусь – автор коммерческих сортов пшеницы, ячменя, сорго, люцерны и эспарцета.

С 1983 г. М.М. Копусь работает в Донском селекцентре НПО «Дон» (ныне ФГБНУ «АНЦ «Донской»). Михаил Мефодьевич совмещал огромную научную работу с преподавательской деятельностью и дополнительными общественными обязанностями: он председатель ВОГиС им. Н.И. Вавилова во ВНИИЗК им. И.Г. Калининко, член Ростовского регионального правления ВОГиС (г. Ростов-на-Дону), член Всероссийского правления ВОГиС (г. Москва), заместитель руководителя координационного совета по качеству зерна при РАСХН (г. Москва); член диссертационных советов.

**Коллектив ФГБНУ «АНЦ «Донской» поздравляет
Михаила Мефодьевича с юбилеем и желает ему крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов!**

