

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

*The founder: Federal State Budgetary Scientific
Institution "Agricultural Research Center
"Donskoy"*

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Алабушев А.В. – председатель, д-р с.-х. н., профессор, академик РАН;
Ионова Е.В. – 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, д-р с.-х. н.;
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., СибНИИСХ – 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 Суре́к, Тракийский аграрный НИИ (г. Эдирне, Турция) – д-р н.;
Подольских А.Н., Казахский НИИ рисоводства – д-р с.-х. н.

EDITORIAL COUNCIL:

Alabushev A.V. – chairman of editorial council, Doctor of Agr. S., professor, academician of RAS;
Ionova E.V. – chief editor, Doctor of Agr. S.;
Dontsova A.A. – executive secretary, Candidate of Agr. S.

EDITORIAL BOARD:

Batalova G.A. – FSBSI "North-East named after N.V. Rudnitsky", Doctor of Agr. S., academician of RAS;
Bespalova L.A. – FSBSI "NCG named after P.P. Lukiyanenko", Doctor of Agr. S., academician of RAS;
Vislobokova L.N. – FSBSI "FSC named after I.V. Michurin", Candidate of Agr. S.;
Gontcharenko A.A. – FSBSI Moscow RIA "Nemtchinovka", Doctor of Agr. S., academician of RAS;
Zezin N.N. – Doctor of Agr. S., FSBSI "Ural RIA";
Lukomets V.M. – FSBSI "RIA of oil crops", Doctor of Agr. S., academician of RAS;
Medvedev A.M. – RAS, corresponding member of RAS;
Dolzhenko V.I. – Doctor of Agr. S., professor, academician RAS, FSBSI "ARRIPP";
Artokhin K.S. – the Rostov Affiliate of the RCC ООО "Agroliga", Doctor of Agr. S.;
Volkova G.V. – FSBSI "ARRIBPP", Doctor of Biol. S.;
Podkolzin A.I. – Stavropolsky SAU, Doctor of Biol. S.;
Nazarenko O.G. – FSBI GTSAS "Rostovsky", Doctor of Biol. S.;
Romanenko A.A. – FSBSI "NCG named after P.P. Lukiyanenko", Doctor of Agr. S., academician of RAS;
Sandukhadze B.I. – FSBSI "Moscow RIA "Nemchinovka", academician of RAS;
Sotchenko V.S. – ARRI of maize, academician of RAS;
Khramtsov I.F. – Academician of RAS, SibRIA, Doctor of Agr. S., professor;
Shevchenko S.N. – Samarsky RIA, Doctor of Agr. S., academician of RAS;
Le Zun Hai – Agrogenetic Institute (Hanoi, Vietnam);
Khalil Surek – Trakia Agricultural Research Institute (Edirne, Turkey), Ph. D.;
Podolskikh A.N. – Kazakhsky RI of rice-growing, Doctor of Agr. S.

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

Зарегистрировано в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций
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-0,403

Перевод на английский язык – Скуйбе́дина О.Н.
Периодичность издания – 6 номеров. Подписано в печать
Формат 60x84/8. Тираж 300. Заказ № 10/17088.
Отпечатано в ООО «Амирит», 410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 88.

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Никитин В.В., Соловиченко В.Д., Карабутов А.П. Влияние севооборота, способа обработки почвы и удобрений на продуктивность ячменя **3**

Гилев С.Д., Цымбаленко И.Н., Копылов А.Н., Филиппова Е.А., Козлова Т.А. Полба – перспективная культура для органического земледелия **6**

Шаболкина Е.Н., Нещерет Л.К., Анисимкина Н.В., Шувалова О.В., Беляева М.В. Влияние предпосевной обработки препаратами протекторного действия и минеральных удобрений на качества семян **11**

Рудакова Л.В., Кравцова Е.В. Использование зеленых удобрений как один из аспектов экологизации сельского хозяйства **15**

Алабушев А.В., Попов А.С., Лысенко А.А., Яценко В.А. Урожайность и качество сортов озимого ячменя в восточной зоне Ростовской области **21**

Филиппов Е.Г., Донцова А.А., Донцов Д.П., Витковская А.С. Экологическое изучение сортов озимого ячменя в ФГБНУ «АНЦ «Донской» **24**

Громова С.Н., Костылев П.И. Роль флагового листа и остей в формировании продуктивности озимой пшеницы (обзор) **32**

Васильченко С.А., Метлина Г.В., Лактионов Ю.В. Влияние инокуляции семян штаммами ризоторфина на урожайность нута в южной зоне Ростовской области **35**

Лиховидова В.А., Газе В.Л., Ионова Е.В., Марченко Д.М. Влияние почвенной и воздушной засухи на развитие корневой системы сортов и линий озимой мягкой пшеницы **39**

Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В., Барановский А.В., Романюкин А.Е., Шишова Е.А. Экологическое испытание сортов и гибридов зернового сорго **42**

Кривошеев Г.Я., Игнатъев А.С. Экологическое испытание новых гибридов кукурузы в условиях различной влагообеспеченности **47**

Рыбас И.А., Марченко Д.М., Некрасов Е.И., Иванисов М.М., Гричаникова Т.А., Романюкина И.В. Оценка параметров адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы **51**

Ионова Е.В., Кравченко Н.С., Газе В.Л., Марченко Д.М. Устойчивость к абиотическим факторам среды и качественные показатели зерна сортов озимой мягкой пшеницы **54**

Ложкин А.Г., Мальчиков П.Н., Мясникова М.Г. Яровая твердая пшеница в условиях лесостепной зоны Чувашской Республики **59**

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Игнатъев С.А., Грязева Т.В. Результаты селекции люцерны на продуктивность **62**

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Дорошенко Е.С., Дорошенко Э.С. Иммунологическая оценка коллекции голозерного ячменя по устойчивости к листовым болезням в условиях южной зоны Ростовской области **66**

Дубровская Н.Н., Корабельская О.И., Чекмарев В.В., Бучнева Г.Н. Сроки обработки посевов озимой пшеницы фунгицидами для контроля развития возбудителя бурой ржавчины **70**

GENERAL AGRICULTURE AND PLANT-GROWING

Nikitin V.V., Solovichenko V.D., Karabutov A.P.

The effect of crop rotation, tillage technique and fertilizers on barley productivity **3**

Gilev S.D., Tsymbalenko I.N., Kopylov A.N.,

Filippova E.A., Kozlova T.A. Emmer wheat is a promising grain crop for organic agriculture **6**

Shabolkina E.N., Neshcheret L.K., Anisimkina N.V., Shuvalova O.V., Belyaeva M.V. The effect of seedbed treatment by the protecting preparations and mineral fertilizers on seed quality **12**

Rudakova L.V., Kravtsova E.V. The use of green fertilizers as one of the aspects of greening of agriculture **15**

Alabushev A.V., Popov A.S., Lysenko A.A., Yatsenko V.A. Productivity and quality of winter wheat varieties in the eastern part of the Rostov region **21**

Filippov E.G., Dontsova A.A., Dontsov D.P., Vitkovskaya A.S. Ecological study of winter barley varieties in the FSBSI "ARC "Donskoy" **24**

Gromova S.N., Kostylev P.I. The role of flag leaves and awns in the formation of winter wheat productivity (review) **32**

Vasilchenko S.A., Metlina G.V., Laktionov Yu.V. The effect of seed inoculation by Rhizotorfin strains on chickpea productivity in the southern part of the Rostov region **35**

Likhovidova V.A., Gaze V.L., Ionova E.V., Marchenko D.M. The effect of soil and air drought on the development of root system of winter soft wheat varieties and lines **39**

Kovtunova N.A., Kovtunov V.V., Baranovsky A.V., Romanyukin A.E., Shishova E.A. Ecological testing of grain sorghum varieties and hybrids **43**

Krivosheev G.Ya., Ignatiev A.S. Ecological trials of new maize hybrids in the conditions of various moisture supply **48**

Rybas I.A., Marchenko D.M., Nekrasov E.I., Ivanisov M.M., Grichanikova T.A., Romanyukina I.V. Assessment of parameters of winter soft wheat adaptability **52**

Ionova E.V., Kravchenko N.S., Gaze V.L., Marchenko D.M. Resistance to abiotic factors of environment and qualitative traits of winter soft wheat varieties **55**

Lozhkin A.G., Malchikov P.N., Myasnikova M.G. Spring durum wheat in the conditions of forest-steppe region of the Chuvash Republic **59**

BREEDING AND SEED-GROWING
OF AGRICULTURAL PLANTS

Ignatiev S.A., Gryazeva T.V. Results of alfalfa breeding on productivity **63**

PLANT PROTECTION

Doroshenko E.S., Doroshenko Ed.S. Immunological assessment of the hulled barley collection according to its resistance to leaf diseases in the southern part of the Rostov region **67**

Dubrovskaya N.N., Korabelskaya O.I., Chekmarev V.V., Buchneva G.N. Terms of winter wheat treatment by fungicides to control development of brown rust pathogen **70**

УДК 631.51:633.16

DOI 10.31367/2079-8725-2018-58-4-3-6

ВЛИЯНИЕ СЕВООБОРОТА, СПОСОБА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯЧМЕНЯ

В.В. Никитин, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории плодородия почв и мониторинга, valentin_1937@list.ru, ORCID iD: 0000-0002-2842-3879;

В.Д. Соловichenko, доктор сельскохозяйственных наук, laboratoria.plodorodya@yandex.ru, ORCID iD: 0000-0002-6884-4205;

А.П. Карабутов, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой пшеницы, karabut.ap@mail.ru, ORCID iD: 0000-0003-4091-6112

ФГБНУ «Белгородский федеральный аграрный научный центр Российской академии наук»
308001, г. Белгород, ул. Октябрьская, 58

По результатам полевого опыта, заложенного в 1987 г., в статье представлены научно-исследовательские работы за 1994–2013 гг. по продуктивности ячменя на черноземе типичном за вторую-пятую ротации зернотравянопропашного и зернопропашного севооборотов при разных способах обработки почв и внесения удобрений. В среднем за четыре ротации урожайность ячменя была практически одинаковой по обоим севооборотам. По результатам полевого опыта в продукционном процессе долевое участие видов севооборотов составляет 0,16, способов обработок – 0,12, органических удобрений – 25,6, а минеральных удобрений – 71,0%. Внесение минеральных удобрений в почву обеспечивало прибавку урожайности зерна ячменя на 1,04–1,22, а органических – на 0,73–0,82 т/га, что является обязательным условием роста его продуктивности. Установлено, что продуктивность ячменя в вариантах полевого опыта в зависимости от севооборотов, способов обработки почв и внесения удобрений варьировала в пределах от 2,38 т/га, на вариантах опыта без внесения удобрений – до 4,24 т/га при внесении (NPK)₁₀₀ д.в./га на фоне 16 т/га с.п. навоза крупного рогатого скота.

Ключевые слова: продуктивность, зернотравянопропашной севооборот, зернопропашной севооборот, вспашка, минимальная обработка, органические удобрения, минеральные удобрения, верификация, ротация севооборота.



THE EFFECT OF CROP ROTATION, TILLAGE TECHNIQUE AND FERTILIZERS ON BARLEY PRODUCTIVITY

V.V. Nikitin, Doctor of Agricultural Sciences, main researcher of the laboratory of soil fertility and monitoring, valentin_1937@list.ru, ORCID iD: 0000-0002-2842-3879;

V.D. Solovichenko, Doctor of Agricultural Sciences, laboratoria.plodorodya@yandex.ru, ORCID iD: 0000-0002-6884-4205;

A.P. Karabutov, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory of winter wheat breeding and seed-growing, karabut.ap@mail.ru, ORCID iD: 0000-0003-4091-6112

FSBSI "Belgorodsky Agricultural Research Center of the Russian Academy of Sciences"
308001, Belgorod, Oktyabrskaya Str., 58

According to the trial, started in 1987, the article presents research works made in 1994–2013 dealing with the study of barley productivity during second-fifth rotations of grain-grass row crop rotation and grain row crop rotation grown in blackearth (chernozem) with various tillage technologies and fertilizing. During four rotations on average barley productivity was nearly similar in both crop rotations. According to the trial results, the productive process depends on 0.16% from the types of crop rotations, on 0.12% from tillage technologies, on 25.6% on organic fertilizers and 71.0% from mineral fertilizers. The introduction of mineral fertilizers increases grain yield on 1.04–1.22 t/ha, the introduction of organic fertilizers increases it on 0.73–0.82 t/ha and they are obligatory for grain productivity increase. It has been established that depending on the crop rotations, tillage technologies and fertilizers barley productivity ranged from 2.38 t/ha in the variants without fertilizing to 4.24 t/ha with introduction of (NPK)₁₀₀/ha with 16 t/ha of cattle manure.

Keywords: productivity, grain-grass row crop rotation, grain row crop rotation, plowing, minimum tillage, organic fertilizers, mineral fertilizers, verification, rotation of crop rotation.

Введение. Ячмень – основная зерновая культура из группы «серых» хлебов, используемая в нашей стране для кормовых и пищевых целей. Ячмень – культура, хорошо окупающая затраты на удобрения, хотя он в основном использует их последствие. Особенно высока окупаемость на почвах низкого естественного плодородия – дерново-подзолистых. Прибавки урожайности зерна от удобрений, внесенных в дозах 50–75 кг/га д.в., составили 15–18 ц/га (Чесалин, Лукин, Самойлов, 1980). На почвах южных регионов уровень прироста урожая ниже – 4–5 ц/га (Лихацких, 1988). Актуальным и в то же время дискуссионным является влияние на качество ячменя удобрений, главным образом азота.

Следующий элемент технологии выращивания ячменя – способ основной обработки почвы, довольно затратный и существенно влияющий в силу этого на рентабельность возделывания этой культуры.

Поэтому разработка и научное обоснование системы обработки почвы, обеспечивающей рациональ-

ное использование пашни, есть актуальная проблема. Многие ученые, работающие в различных регионах (Киришин, 2007), пришли к мнению, что совершенствование обработки почвы в направлении минимализации может быть эффективным при дифференцированном подходе к выбору системы обработки. Однако еще далеко не все аспекты этой проблемы глубоко разработаны.

В ряде работ указывается, что способ основной обработки почвы под ячмень следует выбирать с учетом региональных особенностей. Так, на черноземах Центрально-Черноземного региона лучшие результаты получены по глубокой безотвальной обработке (Морозов, Влияние различных способов основной обработки почвы на урожайность ячменя на типичном черноземе Тамбовской области: дис. канд. с.-х. наук, 2000), а в условиях Краснодарского края глубокие рыхления можно заменить мелкими при слабой засоренности (Акулова, Влияние способов основной обработки почвы и герби-

цидов на урожайность ярового ячменя на черноземе обыкновенном: автореф. дис. канд. с.-х. наук, 2012).

При усилении региональной аридизации климата урожайность ячменя по поверхностной обработке почвы превосходила продуктивность культуры по глубоким обработкам, а также по показателям экономической и энергетической эффективности (Плескачев и др., 2013).

Материалы и методы исследований. Стационарный полевой опыт заложен в Белгородском НИИ сельского хозяйства в 1987 г. с целью определения воздействия антропогенного фактора на признаки и свойства почвы, разработки системы агромероприятий по повышению почвенного плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур (Соловichenko и Тютюнов, 2013; Соловichenko и др., 2017).

Почва опытного участка – чернозем типичный среднелесоватый малогумусный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке с содержанием в пахотном слое 5,25% гумуса, 55 мг подвижного фосфора и 100 мг/кг почвы обменного калия, pH солевой вытяжки – 6,2.

Пятипольные севообороты в структуре посевных площадей имели различную насыщенность пропашными культурами: 20% – в зернотравянопропашном и 40% – в зернопропашном.

Схема чередования культур зернотравянопропашного севооборота: озимая пшеница, сахарная свекла, ячмень, многолетние травы 1-го года пользования (эспарцет), многолетние травы 2-го года пользования; зернопропашного севооборота: озимая пшеница, сахарная свекла, ячмень, кукуруза на силос,

горох. В опыте изучали три способа основной обработки почвы – вспашку, безотвальную и минимальную обработки, три системы удобрения: органическую, минеральную и органоминеральную с тремя уровнями удобрённости (без удобрений, одну и две дозы органических и минеральных удобрений и их комбинаций).

Вспашка предусматривала отвальное рыхление верхнего слоя почвы в зависимости от возделываемой культуры на глубину 22–32 см. Безотвальную обработку проводили на ту же глубину только без оборота пласта почвы плугом «Параплау». При минимальной обработке рыхление осуществляли на глубину 10–12 см дисковой бороной. Навоз (КРС) один раз за ротацию севооборотов вносили под предшественник ячменя сахарную свеклу в одной дозе (40 т/га) и двойной (80 т/га), т. е. соответственно по 8 и 16 т на 1 га севооборотной площади. Минеральные удобрения вносили под культуру в одинарной дозе – $N_{50}P_{50}K_{50}$ и $N_{100}P_{100}K_{100}$ (двойная доза).

Результаты и их обсуждение. В среднем за 2–5 ротаций урожайность зерна ячменя была практически одинаковой по обоим севооборотам, хотя как тенденцию можно отметить в среднем по девяти-вариантному блоку некоторое преимущество зернопропашного севооборота. На делянках без внесения удобрений несколько большую урожайность имел ячмень в севообороте с многолетними травами, а на удобренных вариантах – в зернопропашном севообороте, что можно объяснить большей дозой внесения минеральных удобрений (см. таблицу).

1. Влияние вида севооборота, способа обработки почвы и удобрений на урожайность ячменя в среднем за четыре ротации, т/га (1994–2013 гг.)

1. The effect of crop rotation, tillage technique and fertilizers on barley productivity during four rotations on average, t/ha (1994–2013)

Навоз, т/га с. п.	NPK, ед.	Зернотравянопропашной севооборот				Зернопропашной севооборот			
		В*	Б*	М*	Среднее	В	Б	М	Среднее
0	0	2,48	2,48	2,55	2,50	2,51	2,46	2,38	2,45
0	1**	3,27	3,32	3,29	3,29	3,37	3,36	3,33	3,35
0	2***	3,53	3,51	3,58	3,54	3,71	3,75	3,57	3,67
8	0	2,99	2,96	2,93	2,96	3,03	2,97	2,98	2,99
8	1	3,66	3,64	3,63	3,64	3,70	3,65	3,63	3,66
8	2	3,91	3,88	3,83	3,87	3,94	3,98	3,92	3,95
16	0	3,27	3,23	3,21	3,23	3,30	3,28	3,23	3,27
16	1	3,69	3,91	3,90	3,83	4,02	4,10	3,87	4,00
16	2	4,09	4,11	4,11	4,11	4,24	4,20	4,09	4,18
Среднее		3,43	3,45	3,45	3,44	3,53	3,53	3,44	3,50

НСР₀₅, т/га: севообороты – 0,31; обработка почвы – 0,10; навоз – 0,12; минеральные удобрения – 0,07.

*В – вспашка, Б – безотвальная обработка, М – минимальная обработка; ** $N_{50}P_{50}K_{50}$ на 1 га площади,

*** $N_{100}P_{100}K_{100}$ на 1 га площади.

Способы основной обработки почвы в севообороте с травами влияли на урожайность ячменя примерно одинаково, а вот в зернопропашном севообороте имело место преимущество глубоких обработок почвы. Например, в севообороте с многолетними травами продуктивность ячменя по всем трем обработкам колебалась за четыре ротации в пределах около 3,43 т/га, а в зернопропашном севообороте по глубоким обработкам было получено 3,53 т/га зерна. Однако эта разница несущественна, и, следовательно, все основные обработки почвы под ячмень следует считать равноценными.

В среднем и по блокам способов основной обработки почвы по двум севооборотам урожайность зерна ячменя была примерно одинаковой за 2–5 ротаций, а в отношении блока севооборотов предпочтение следует отдать зернопропашному севообороту, хотя различия по урожайности ячменя здесь невелики.

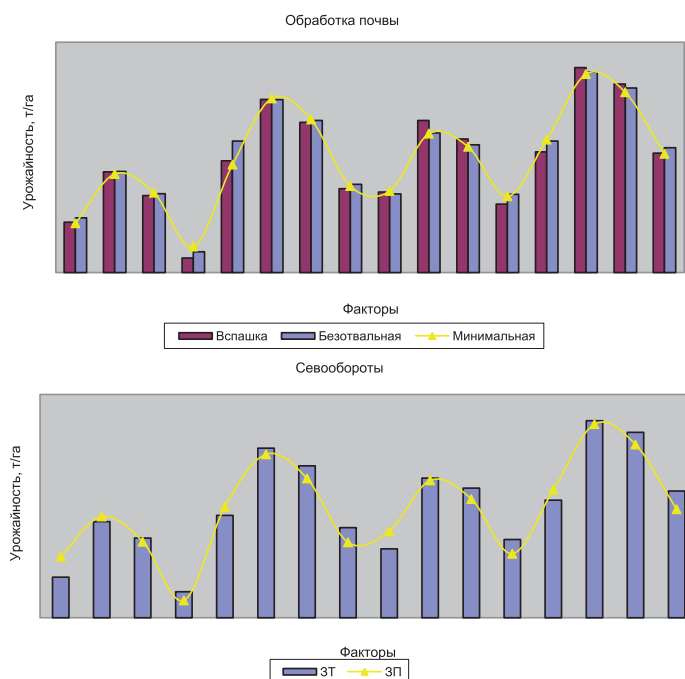
Корреляционное отношение по способам обработки почвы и севооборотам невелико, а по минеральным и органическим удобрениям оно существенно. То же самое имеет место и по долевым участию факторов в формировании урожая ячменя. Так, если корреляционное отношение по севооборотам и обработкам почвы составляло 0,02–0,04, то по органическим и минеральным удобрениям – 27,3–69,7. Долевое участие факторов в урожайности ячменя подобно корреляционной закономерности: высокое по удобрениям и низкое по севообороту и обработке почвы.

Анализ влияния элементов системы земледелия показал следующее: прирост урожайности зерна ячменя имел место при переходе фактора вспашки к минимальной обработке и был небольшим в севообороте с многолетними бобовыми травами.

При увеличении доз минеральных и органических удобрений урожайность ячменя увеличивалась в обоих севооборотах и по всем обработкам почвы, также росла эффективность минеральных удобрений при увеличении фактора С (органические удобрения).

Урожайность ячменя от второй к пятой ротации менялась в зависимости от вида севооборота

и уровня удобренности. Без внесения минеральных и органических удобрений по всем вариантам имело место увеличение продуктивности от второй к третьей ротации, затем урожайность снижалась, и к пятой ротации все обработки почвы были равноценны (см. рисунок).



Тренд продуктивности ячменя за четыре ротации (1994–2013 гг.)

Barley productivity trend during four rotations (1994–2013)

Примечание: 2–5 ротаций севооборотов.

Выводы

Таким образом, на черноземных почвах Центрально-Черноземной зоны урожайность ячменя в среднем за четыре ротации практически была одинаковой как в севообороте с травами, так и в типичном зернопропашном севообороте. Продуктивность культуры изменялась в зависимости от способа основной обработки почвы, но эти изменения статистически недостоверны, и поэтому для производства с целью экономии

финансовых средств можно рекомендовать под ячмень мелкую обработку.

Минеральные и органические удобрения на почвах со средним содержанием подвижного фосфора и повышенным обменного калия обеспечивали прибавку урожайности зерна в размере 30–50% и являются необходимым условием интенсивного земледелия в регионе.

Библиографические ссылки

1. Лихацких С. Влияние систематического внесения минеральных удобрений в звене севооборота на урожай и качество сельскохозяйственных культур // Бюлл. ВИУА. М., 1988. Вып. 38. С. 41–43.
2. Кирюшин В.И. Минимализация обработки почвы: перспективы и противоречия // Пути решения экологических проблем в сельскохозяйственном производстве Урала: мат. науч. конф. Екатеринбург, 2007. С. 19–27.
3. Плещачев Ю.Н., Кощеев И.А., Кандыбин С.С. Влияние способов основной обработки почвы на урожайность зерновых культур // Вестник Государственного Алтайского аграрного университета. 2013. № 1. С. 23–26.
4. Соловichenko В.Д., Воронин А.Н., Никитин В.В., Навольнева Е.В. Продуктивность ячменя в зависимости от севооборота, способа обработки и удобрений // Земледелие. 2017. № 7. С. 29–32.
5. Соловichenko В.Д., Тютюнов С.И. Почвенный покров Белгородской области и его рациональное использование. Белгород: Отчий край, 2013. 371 с.
6. Чесалин Г., Лукин С., Самойлов Л. Использование азота удобрений ячменем в зависимости от фона питания и засоренности // Бюлл. ВИУА. 1980. Вып. 54. С. 53–55.

References

1. Lihackih S. Vliyaniye sistemacheskogo vneseniya mineral'nyh udobrenij v zvene sevooborota na urozhaj i kachestvo sel'skohozyajstvennyh kul'tur [The effect of the systematic use of mineral fertilizers in the crop rotation link on the yield and quality of crops] // Byull. VIUA, M. 1988. Vyp. 38. S. 41–43.
2. Kiryushin V.I. Minimalizatsiya obrabotki pochvy: perspektivy i protivorechiya // Puti resheniya ehkologicheskikh problem v sel'skohozyajstvennom proizvodstve Urals [The ways to solve environmental problems in the agricultural production of the Urals]: mat. nauch. konf. Ekaterinburg, 2007. S. 19–27.

3. Pleskachev Yu.N., Koshcheev I.A., Kandybin S.S. Vliyanie sposobov osnovnoj obrabotki pochvy na urozhajnost' zernovykh kul'tur [The effect of methods of basic tillage on grain crop productivity] // Vestnik Gosudarstvennogo Altajskogo agrarnogo universiteta. 2013. № 1. S. 23–26.

4. Solovichenko V.D., Voronin A.N., Nikitin V.V., Navol'neva E.V. Produktivnost' yachmenya v zavisimosti ot sevooborota, sposoba obrabotki i udobrenij [Barley productivity depending on crop rotation, tillage technologies and fertilizers] // Zemledelie. 2017. № 7. S. 29–32.

5. Solovichenko V.D., Tyutyunov S.I. Pochvennyj pokrov Belgorodskoj oblasti i ego racional'noe ispol'zovanie [Soils of the Belgorod region and their proper use]. Belgorod: Otchij kraj, 2013. 371 s.

6. Chesalin G., Lukin S., Samojlov L. Ispol'zovanie azota udobrenij yachmenyom v zavisimosti ot fona pitaniya i zasoryonnosti [The use of nitrogen fertilizers by barley according to nutrition and weed infestation] // Byull. VIUA. 1980. Vyp. 54. S. 53–55.

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 633.11:631.5

DOI 10.31367/2079-8725-2018-58-4-6-11

ПОЛБА – ПЕРСПЕКТИВНАЯ КУЛЬТУРА ДЛЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

С.Д. Гилев, кандидат сельскохозяйственных наук, врио директора Курганского НИИСХ – филиала УрФАНИЦ УрО РАН, ORCID ID: 0000-0003-1292-3307;

И.Н. Цымбаленко, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0002-6974-947X;

А.Н. Копылов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0002-1911-7546;

Е.А. Филиппова, старший научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0001-8209-9603;

Т.А. Козлова, старший научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0001-6794-4282

ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук»

620142, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Белинского, 112а

Тел. (343) 257-20-44, факс 257-82-63; тел.: (35231)57-3-54; email: kniish@ketovo.zaural.ru

Приведен краткий обзор распространения полбы по странам мира и регионам Российской Федерации. Отмечен богатый состав зерна этой культуры по содержанию микроэлементов, витаминов, незаменимых аминокислот и других полезных веществ. Приведены результаты двухлетних (2016, 2017 гг.) испытаний полбы на центральном опытном поле Курганского НИИСХ. В трехпольном зернопаровом севообороте на экстенсивных и интенсивных фонах разрабатывали отдельные элементы технологии возделывания полбы сорта Гремме и яровой пшеницы Зауралочка. Сорт Гремме за два года исследований обеспечил максимальную в опыте урожайность 3,4 т/га против 2,98 т/га у сорта яровой пшеницы Зауралочка. В питомнике конкурсного сортоиспытания изучали сравнительную продуктивность сортов полбы Гремме и Руно с сортами яровой пшеницы Терция и Ирень. В условиях эпифитотии мучнистой росы, бурой листовой и стеблевой ржавчин сорт Руно оказался устойчивым к болезням и наиболее урожайным, без применения удобрений и фунгицидов обеспечил урожайность 2,87 т/га против 1,17; 1,26; 1,72 т/га у сортов Терция, Ирень и Гремме соответственно. По хлебопекарным качествам полба уступила сортам яровой пшеницы. В то же время отмечается высокое содержание белка у сорта Руно (17,5%). Предварительные результаты исследований свидетельствуют, что пленчатый сорт Руно в системе органического земледелия претендует на ведущую роль в получении экологически чистого, богатого необходимыми элементами питания зерна.

Ключевые слова: полба, яровая пшеница, урожайность, сорт, оценка качества зерна и муки.



EMMER WHEAT IS A PROMISING GRAIN CROP FOR ORGANIC AGRICULTURE

S.D. Gilev, Candidate of Agricultural Sciences, deputy director of the Kurgan RIA, affiliate of UrFARCUD RAS, ORCID ID: 0000-0003-1292-3307;

I.N. Tsymbalenko, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, ORCID ID: 0000-0002-6974-947X;

A.N. Kopylov, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, ORCID ID: 0000-0002-1911-7546;

E.A. Filippova, senior researcher, ORCID ID: 0000-0001-8209-9603;

T.A. Kozlova, senior researcher, ORCID ID: 0000-0001-6794-4282

FSBRI "Ural Federal Agricultural Research Center of the Ural Department of Russian Academy of Sciences"

620142, Sverdlov region, Ekaterinburg, Belinsky Str., 112a

Tel.: (343) 257-20-44, fax: 257-82-63; tel.: (35231)57-3-54; email: kniish@ketovo.zaural.ru

The article presents a short review of emmer wheat distribution throughout the whole world and the regions of Russia. The grain of emmer wheat is found rich in microelements, vitamins, indispensable amino-acids and other useful substances. The article considers the two-year study results (2016, 2017) of the trials with emmer wheat on the central experimental plot of the Kurgansk RIA. Some separate elements of cultivation technologies of the emmer wheat variety 'Gremme' and the spring wheat variety 'Zaurochka' have been developed in three-year crop and fallow rotation on the extensive and intensive backgrounds. The variety 'Gremme' produced 3.4 t/ha being the largest yield during the trials, the spring wheat variety 'Zaurochka' gave only 2.98 t/ha. In the competitive variety-testing we studied comparative productivity of emmer wheat varieties 'Gremme' and 'Runo' with the spring wheat varieties 'Tertsia' and

'Iren'. The variety 'Runo' was found highly tolerant to powdery mildew, brown and stem rust, and grown without fertilizers and fungicides it was the most productive variety with 2.87 t/ha compared with the varieties 'Tertsiya', 'Iren' and 'Gremme' with 1.17, 1.26 and 1.72 t/ha respectively. According to the baking qualities, emmer wheat yielded to the spring wheat varieties. At the same time there is high protein content (17.5%) in the variety 'Runo'. The preliminary results of the study show that the unhulled variety 'Runo' in the organic farming system claims to play a leading role in obtaining an environmentally clean grain rich in the necessary elements of nutrition.

Keywords: emmer, spring wheat, productivity, variety, evaluation of grain and flour quality.

Введение. Полба (*Triticum dicoccum schrank*) является одним из древнейших видов пшениц. Ее возраст составляет около 8000 лет. Возделывали ее на обширной территории от Эфиопии до Закавказья (Хмелева и др., 2016). В России полба известна с V в. до н. э., наибольшие площади эта культура занимала в XVIII в. в Поволжье и Сибири. Начиная с середины XIX в. полба стала вытесняться мягкой пшеницей, более урожайной, но требовательной к климату и менее устойчивой к болезням.

По описанию многих авторов, полба привлекала наших предков прежде всего своей неприхотливостью к условиям произрастания. Она обладает скороспелостью, засухоустойчивостью, холодостойкостью и толерантностью к листовым и колосовым болезням (Хмелева и др., 2016; Муслимов, Исмаилов, 2012).

Самое главное преимущество полбы по сравнению с другими зерновыми культурами – высокие диетические свойства ее зерна, которое содержит практически все питательные вещества, необходимые человеческому организму. Ученые и диетологи считают, что питание полбой полезно для повышения иммунитета, нормализации сердечно-сосудистой и нервной систем (Муслимов, Исмаилов, 2012; Зверев, 2016).

В последние годы этой культурой заинтересовались представители пищевой промышленности и селекционеры. Разработан ряд технологических приемов использования полбы: производство зернового хлеба из нее с добавлением пшеничной клейковины и хлебопекарного улучшителя (Зверев, 2016); получение макаронных изделий хорошего качества при введении в их состав муки из полбы (Малютина, Туренко, 2016; Чугунова, Крюкова, 2015); в диетическом хлебопечении – использование крупки полбы татарской (Юков, 2005); в технологии мучных кондитерских изделий, в частности в производстве печенья (Чугунов и Крюкова, 2015).

Широкомасштабные работы по окультуриванию полбы проведены в Пушкинской лаборатории ВИР под руководством доктора биологических наук А.Ф. Мережко. Во Всероссийском НИИ растениеводства селекционером В.Д. Кобылянским созданы гибридные формы твердой пшеницы и полбы (Мережко, 2001). Активно ведется селекционная работа с полбой в Республике Татарстан, в Кемеровской, Омской, Орловской и других областях (Ионов и др., 2012).

Проблемными остаются вопросы технологии возделывания этой культуры. При уборке пленчатой полбы зерно трудно вымолачивается из колосовых и цветочных чешуек, приводя к большим потерям. Бункерная масса представляет собой ворох из колосков, сегментов колоса с частью колоскового стержня (Петров и др., 2014). Такой ворох значительно усложняет послеуборочную очистку зерна. Для этой цели требуется специальное оборудование.

Недостаток теоретических знаний и практического опыта затрудняет разработку и совершенствование технологии возделывания полбы. В настоящий момент она возделывается на небольших площадях по традиционным зерновым технологиям, зачастую без учета ее биологических и физиологических требований.

Мало изучена полба и в лесостепной зоне Зауралья. Интерес к ней появился как к культуре, которая благода-

ря биологическим особенностям и полезным свойствам зерна в природных условиях нашего края может стать одной из ведущих культур органического земледелия.

Материалы и методы исследований. В течение 2016–2017 гг. на центральном опытном поле Курганского НИИСХ изучали продуктивность и качественные показатели зерна двух сортов полбы: Гремме (голозерный) и Руно (пленчатый).

Голозерный сорт Гремме возделывали в трехпольном зернопаровом севообороте первой и второй культурой по сидеральному пару. Посев проводили в третьей декаде мая (оптимальный срок для яровой пшеницы) сеялкой-культиватором СКП-2,1 с нормой высева 5 млн всхожих зерен на 1 га. В качестве сидерата использовали горох, посеянный во второй декаде мая с нормой высева 1,2 млн/га. В фазе цветения растения измельчали агрегатом КИР-1,5, а затем заделывали в почву дисковым орудием БДТ-3. Схемой опыта было предусмотрено внесение азотных удобрений на третьем поле севооборота (вторая культура) из расчета 20 кг д.в./га. Под посев первой пшеницы по пару и на контрольных вариантах удобрения не применяли. Защиту посевов от сорняков и болезней осуществляли по следующей схеме:

- контрольный вариант – органическое земледелие (без удобрений, гербицидов и фунгицидов);
- опыт – обработка почвы глифосатсодержащими гербицидами перед посевом;
- химическая прополка посевов баковыми смесями гербицидов в фазе кущения культуры;
- допосевное применение гербицидов + химическая прополка посевов + обработка фунгицидами (по мере необходимости).

Уборку и учет урожая проводили поделочно комбайном «Сампо 500», сопутствующие наблюдения и учеты – по общепринятым методикам. Следует отметить, что на основании статьи 12 проекта Федерального закона «О производстве органической продукции» схема опыта, расположенного на базе трехпольного зернопарового севооборота, предусматривает параллельное производство продукции по традиционной технологии и органической, которую в нашем опыте выращивали с использованием сидеральных и черных паров без удобрений и химических средств защиты.

Во втором опыте изучали сравнительную продуктивность и степень поражения болезнями сортов Гремме, Руно и сортов яровой пшеницы Терция и Ирень. Посев производили в питомнике конкурсного сортоиспытания по черному пару сеялкой ССФК-7 с нормой высева 5 млн/га, уборку – комбайном «Сампо 130». Удобрения и средства защиты не применяли, так как в селекционном процессе это не предусмотрено. Наблюдения, учеты, оценку состояния посевов и анализы проводили по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.

Почва опытного поля – чернозем выщелоченный среднесуглинистый малогумусный, pH солевой вытяжки – 6,5. Содержание валового азота – 0,24%, гидролизного (по Тюрину и Кононовой) – 117 мг на 1 кг почвы, подвижных форм фосфора в слое 0–40 см – 63 мг/кг (по Чирикову), калия – до 200 мг/кг почвы (по Масловой).

Погодные условия вегетационных периодов 2016, 2017 гг. оказались не совсем характерными для засушливого Зауралья. Май 2016-го был традицион-

но засушливым (9 мм осадков против 35 по норме). Осадки второй декады июня (35,2 мм) оказали благоприятное влияние на первоначальный рост и развитие растений, улучшили состояние посевов. Однако обильные дожди в первой половине июля, в три раза превышающие климатическую норму, и понижение температуры спровоцировали развитие мучнистой росы, а затем бурой листовой и стеблевой ржавчины, что отрицательно сказалось на урожае.

Вегетационный период 2017 г. отличался обильным увлажнением. В мае количество осадков составило 123% климатической нормы, что очень редко случается в нашей природной зоне. В результате превышения нормы осадков в июле (143%) и понижения температуры хорошо развивались не только растения пшеницы, но и листовые инфекции, которые ухудшили процессы налива и созревания зерна. Сложные

погодные условия и напряженная фитосанитарная ситуация 2016, 2017 гг. оказались определяющими факторами формирования урожайности пшеницы.

Результаты и их обсуждение. Показатели обеспеченности почвы продуктивной влагой и нитратным азотом полей севооборота с сидеральным и черным паром весной 2016, 2017 гг. свидетельствуют о том, что условия для активного начального роста и развития растений были практически равными и для яровой пшеницы, и для полбы. Исключения составили запасы продуктивной влаги, которые были выше перед посевом второй после пара пшеницы по сравнению с первой, возделываемой по паровому предшественнику. Причина в том, что вторая пшеница после пара возделывается по стерновому фону (прямой посев), который больше накапливает снега и тем самым увеличивает весенние влагозапасы (таблица 1).

1. Влагообеспеченность и питательный режим почвы в системе черного и сидерального паров, 2016–2017 гг. **1. Moisture availability and nutrient regime of soil in the system of weedfree and green fallow, 2016–2017**

Показатель	Культура севооборота	Черный		Сидеральный	
		2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.
Содержание продукт. влаги весной в слое 0–100 см, мм	1	113,0	123,6	123,0	122,5
	2	115,2	143,8	117,0	136,0
Содержание N-NO ₃ в слое 0–40 см, кг/га	1	128,3	102,2	92,8	109,1
	2	90,9	40,5	47,5	47,6

Примечание: 1 – первая пшеница после пара, 2 – вторая пшеница.

В благоприятных по влагообеспеченности и питательному режиму условиях полба, возделываемая по сидеральному пару, имела преимущество по урожайности перед яровой пшеницей, возделываемой по черному пару, особенно на фоне интенсивной системы защиты от сорных растений и болезней (рисунок 1).

Достоверные прибавки урожайности зерна получены от азотных удобрений в третьем поле севооборота на вариантах химической защиты (от 0,35 до 0,63 т/га), за исключением контрольного, где гербициды не применяли (рисунок 2).



*Эффективность фунгицидов определяли путем сравнения вариантов опыта: гербицид по вегетации и гербицид + фунгицид.

Рис. 1. Урожайность полбы и яровой пшеницы по пару в зернопаровом севообороте в зависимости от средств химизации (2016–2017 гг.), т/га

Fig 1. Productivity of emmer and spring wheat planted into fallow land in fallow/crop rotation depending on chemicals (2016–2017), t/ha

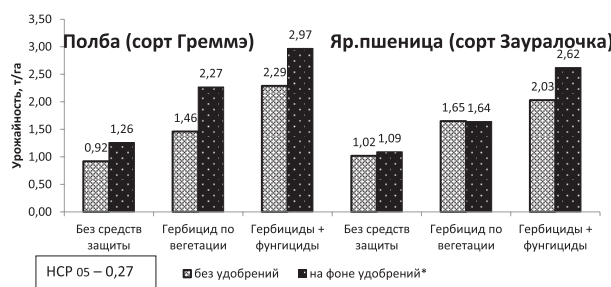


Рис. 2. Урожайность полбы и яровой пшеницы по зерновому предшественнику в зависимости от средств химизации (2016–2017 гг.), т/га

Fig. 2. Productivity of emmer and spring wheat after grain forecrop depending on chemicals (2016–2017), t/ha

Как и яровая пшеница Зауралочка, сорт Гремме оказался малоустойчивым к болезням, особенно к бурой листовой ржавчине. В среднем за два года исследований обработка посевов фунгицидами привела к увеличению урожайности полбы по пару на 1,24 т/га (36,5%), по зерновому предшественнику – на 0,70 т/га, или на 23,6%. Урожайность пшеницы Зауралочка за счет применения фунгицидов увеличилась соответственно на 1,11 и 0,98 т/га, или на 37,3 и 37,4%.

При возделывании в зернопаровом севообороте без средств химизации голозерная полба Гремме обеспечила урожайность экологически чистого зерна

по пару 1,21 и болезней урожайность товарного зерна увеличилась соответственно до 2,29 и 2,03 т/га. Потери урожая от сорняков и болезней в условиях эпифитотии листовой и стеблевой ржавчин составили по пару свыше 50, по зерновому предшественнику – около 60%. Высокие потери без средств защиты отмечались и по сорту яровой пшеницы Зауралочка, соответственно 62,6 и 48,8%.

В питомнике конкурсного сортоиспытания, где в течение двух лет проводили экологические испытания сортов полбы и яровой пшеницы, максимальную урожайность обеспечил пленчатый сорт Руно (таблица 2).

2. Урожайность сортов полбы и яровой пшеницы в питомнике конкурсного сортоиспытания по пару и степень поражения болезнями (2016–2017 гг.)

2. Productivity of emmer and spring wheat varieties sown in the plot of competitive variety-testing in a fallow land and the extent of their pest infection (2016–2017)

Сорт	Урожайность, т/га	Степень поражения болезнями, балл		
		бурая ржавчина	стеблевая ржавчина	мучнистая роса
Терция (стандарт)	1,17	4,0	5,0	4,0
Ирень	1,26	2,5	4,2	2,0
Гремме (голозерная)	1,72	2,5	4,2	1,0
Руно (пленчатая)	2,86	1,5	1,7	0,0
НСР ₀₅	0,19			

Наши исследования подтвердили ранее установленные защитные особенности пленчатого сорта Руно, который за счет опушенных листьев и пленчатости зерна имеет более высокую устойчивость к болезням (Ходаницкий и Ходаницкая, 2017). В течение двух лет в условиях эпифитотии ржавчины и мучнистой

росы степень поражения сорта Руно без средств защиты не превысила 1,7 балла, тогда как у сорта яровой пшеницы Терция степень поражения составила 4–5 баллов. Благодаря высоким защитным функциям сорт Руно выделился по показателям качества зерна (таблица 3).

3. Показатели качества зерна сортов яровой пшеницы в питомнике конкурсного сортоиспытания (КСИ), 2016–2017 гг.

3. Parameters of quality of spring wheat varieties in the plot of competitive variety-testing (CVT), 2016–2017

Сорт	Масса 1000 зерен, г	Натурная масса, г/л	Стекло-видность, %	Содержание клейковины, %	ИДК
Терция, ст.	20,0	638	51	18,8	70
Ирень	23,0	645	53	28,8	90
Гремме	26,4	649	70	28,6	100
Руно	33,8	670	76	35,3	120

Однако если по содержанию клейковины зерно пленчатой полбы Руно отвечало требованиям высшего и первого класса, то по характеристике клейковины относилось к неудовлетворительной группе (120 ед.).

В благоприятных гидротермических условиях вегетационного периода 2017 г. сорта Гремме и Руно, возделываемые по сидеральному и черному пару без удобрений и гербицидов, по сравнению с яровой пшеницей имели преимущество по содержанию белка (рисунок 3).

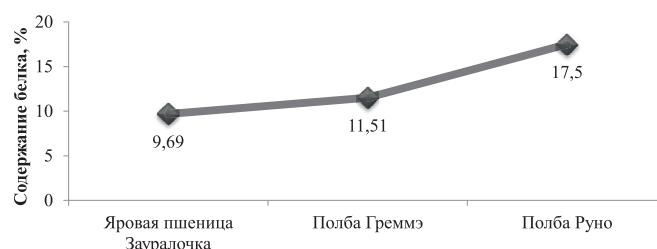


Рис. 3. Содержание белка в зерне яровой пшеницы и полбы (2017 г.), %

Fig. 3. Protein content in the kernels of emmer and spring wheat (2017), %

По литературным сведениям, белок полбы отличается высоким качеством, в его составе содержатся все незаменимые аминокислоты, необходимые организму человека (Хмелева и др., 2016; Муслимов и Исмаилов, 2012; Чугунова и Крюкова, 2015). В то же время по силе муки и другим хлебопекарным каче-

ствам полба, выращенная в наших условиях, уступает яровой пшенице (таблица 4).

Обнаружено преимущество полбы по содержанию микроэлементов в зерне при возделывании без средств химизации (таблица 5).

4. Технологические свойства муки и хлеба из полбы и сортов яровой пшеницы (2016–2017 гг.)
4. Technological properties of flour and bread made from emmer and spring wheat varieties, (2016–2017)

Сорт	Мука					Качество хлеба	
	сырая клейковина, %	ИДК-1, е. п.	упругость теста, мм	P/L	W, е. а.	объем, мл/100 г муки	хлебопекарная оценка, балл
Терция	28,8	110	8,0	2,5	115	690	3,1
Ирень	40,8	110	7,5	1,8	160	780	3,0
Греммэ	41,8	115	6,4	1,8	113	570	2,5
Руно	44,5	120	4,4	1,7	59	560	2,4

5. Содержание микроэлементов в зерне полбы и яровой пшеницы при возделывании по пару без средств химизации, 2017 г.

5. Content of microelements in the kernels of emmer and spring wheat cultivated in a fallow land without chemicals, 2017

Культура, сорт	%		Мг/кг		
	Mg	Ca	Cu	Zn	Mn
Яровая пшеница Зауралочка	0,25	0,09	64	301	210
Полба Греммэ	0,31	0,13	68	303	246

Таким образом, литературные источники и наши исследования свидетельствуют о том, что в современной пищевой промышленности зерно полбы, богатое ценными полезными свойствами, является востребованным для приготовления экологически чистых диетических продуктов.

Выводы. В процессе двухлетних исследований подтвердились положительные свойства полбы, особенно пленчатой, и в то же время выявились недостатки хлебопекарных качеств зерна и сложности технологии возделывания этой культуры.

Сорта полбы Греммэ и Руно по урожайности имели преимущество перед районированными сортами яровой пшеницы, особенно при возделывании на фоне средств химизации.

Сорт Руно подтвердил высокую устойчивость к таким листовым болезням пшеницы, как бурая ржавчина и мучнистая роса.

При возделывании по паровым предшественникам без удобрений и гербицидов зерно полбы по сравнению с зерном яровой пшеницы отличалось более высоким содержанием клейковины, белка и микроэлементов. В то же время по качеству клейковины полба отнесена к слабой группе.

По мукомольным свойствам зерно полбы значительно уступает зерну яровой пшеницы.

По результатам исследований можно заключить, что производство экологически чистого зерна возможно за счет возделывания устойчивых к болезням сортов полбы и яровой пшеницы в зернопаровых севооборотах без применения средств химизации.

Библиографические ссылки

1. Зверев С.В., Панкратьева И.А., Чиркова Л.В., Политуха О.В., Витол И.С., Стариченков А.А. Исследование свойств полбы // Хлебопродукты. 2016. № 1. С. 66–67.
2. Ионов Э.Ф., Мережко А.Ф., Темирбекова С.К., Скатова С.Е., Ионова Н.Э. Особенности и результаты селекции зерновых культур в Республике Татарстан // Плодоводство и ягодоводство России. 2012. Т. 34, № 1. С. 329–334.
3. Малютина Т.Н., Туренко В.Ю. Исследование влияния нетрадиционного вида муки на качество макаронных изделий из мягкой пшеницы // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 4(70). С. 166–171.
4. Мережко А.Ф. О перспективах селекции голозерной полбы // Пшеница и тритикале: мат. науч.-практ. конференции. Краснодар: Сов. Кубань, 2001. 547 с.
5. Муслимов М.Г., Исмаилов А.Б. Полба – ценная зерновая культура // Зерновое хозяйство России. 2012. № 3. С. 40–42.
6. Петров С.В., Сержанов И.М., Шайхутдинов Ф.Ш. Формирование урожая яровой пшеницы discosum (полба) в условиях предкамской зоны Республики Татарстан // Зерновое хозяйство России. 2014. № 36(6). С. 31–38.
7. Хмелева Е.В., Королев Д.Н., Пенькова Ю.В. Изучение показателей качества зерна полбы и разработка способа производства хлеба на его основе // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности: мат. IV Междунар. науч.-практ. конференции / Министерство сельского хозяйства РФ; Департамент аграрной политики Воронежской области; Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I. Воронеж, 2016. С. 174–178.
8. Ходаницкий В., Ходаницкая О. Полба и спельта: новые перспективы выращивания // Пропозиция. 2017. № 3. С. 84–88.
9. Чугунова О.В., Крюкова Е.В. Агрономические свойства полбы как нетрадиционного сырья для производства мучных кондитерских изделий // Научный вестник. 2015. № 3(5). С. 90–100.
10. Юков В.В. Волжская полба и продукты ее переработки // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2005. № 1. С. 23–26.

References

1. Zverev S.V., Pankrat'eva I.A., Chirkova L.V., Polituha O.V., Vitol I.S., Starichenkov A.A. Issledovanie svojstv polby [Research of emmer wheat properties] // Hleboprodukty. 2016. № 1. S. 66–67.

2. Ionov E.H., Merezhko A.F., Temirbekova S.K., Skatova S.E., Ionova N.Eh. Osobennosti i rezul'taty selekcii zernovykh kul'tur v Respublike Tatarstan [Features and results of grain crop breeding in the Republic of Tatarstan] // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2012. T. 34, № 1. S. 329–334.
3. Malyutina T.N., Turenko V.YU. Issledovanie vliyaniya netraditsionnogo vida muki na kachestvo makaronnykh izdelii iz myagkoj pshenicy [Study of the effect of non-traditional flour on the quality of pasta made from soft wheat] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologij. 2016. № 4(70). S. 166–171.
4. Merezhko A.F. O perspektivakh selekcii golozernoj polby [On the prospects of breeding of hulled emmer wheat] // Pshenica i tritikale: mat. nauch.-prakt. konferencii. Krasnodar: Sov. Kuban', 2001. 547 s.
5. Muslimov M.G., Ismailov A.B. Polba – cennaya zernovaya kul'tura [Emmer wheat is a valuable grain crop] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2012. № 3. S. 40–42.
6. Petrov S.V., Serzhanov I.M., Shajhutdinov F.Sh. Formirovanie urozhaya yarovoj pshenicy dicoccum (polba) v usloviyah predkamskoj zony Respubliki Tatarstan [Yield formation of spring wheat dicoccum (emmer) in the conditions of Pre-Kamsk part of the Republic of Tatarstan] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 36(6). S. 31–38.
7. Hmeleva E.V., Korolev D.N., Pen'kova Yu.V. Izuchenie pokazatelej kachestva zerna polby i razrabotka sposoba proizvodstva hleba na ego osnove // Proizvodstvo i pererabotka sel'skohozyajstvennoj produkcii: menedzhment kachestva i bezopasnosti [The study of grain quality indicators and the development of a method for bread production on its basis. Production and processing of agricultural products: quality and safety management]: mat. IV Mezhdunar. nauch.-prakt. Konferencii / Ministerstvo sel'skogo hozyajstva RF; Departament agrarnoj politiki Voronezhskoj oblasti; Voronezhskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. imperatora Petra I. Voronezh, 2016. S. 174–178.
8. Hodanickij V., Hodanickaya O. Polba i spel'ta: novye perspektivy vyrashchivaniya [Emmer wheat and spelt: new prospects of their growing] // Propozitsiya. 2017. № 3. S. 84–88.
9. Chugunova O.V., Kryukova E.V. Agronomicheskie svoystva polby, kak netraditsionnogo syr'ya dlya proizvodstva muchnykh konditerskikh izdelij [Agricultural properties of emmer wheat as non-traditional raw material for bread confectionary items] // Nauchnyj vestnik. 2015. № 3(5). S. 90–100.
10. Yukov V.V. Volzhskaya polba i produkty ee pererabotki [Volga emmer wheat and the products of its processing] // Izvestiya vysshix uchebnykh zavedenij. Pishchevaya tekhnologiya. 2005. № 1. S. 23–26.

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 633.1:631.531:631.81

DOI 10.31367/2079-8725-2018-58-4-11-14

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПРЕПАРАТАМИ ПРОТЕКТОРНОГО ДЕЙСТВИЯ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА КАЧЕСТВА СЕМЯН

Е.Н. Шаболкина, кандидат сельскохозяйственных наук,
руководитель лабораторией технолого-аналитического сервиса,
elenashabolkina@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1090-4399;

Л.К. Нещерет, кандидат сельскохозяйственных наук, зам. директора по семеноводству,
samniish@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6046-5446;

Н.В. Анисимкина, старший научный сотрудник лаборатории технолого-аналитического сервиса,
anisimkina.natalya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5129-7797;

О.В. Шувалова, младший научный сотрудник лаборатории технолого-аналитического сервиса,
shuvalova0407@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-4320-6338;

М.В. Беляева, младший научный сотрудник лаборатории технолого-аналитического сервиса,
s.g.belyaev1990@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3090-9026

ФГБНУ «Самарский НИИСХ»

446254, Самарская обл., пос. Безенчук, ул. Карла Маркса, 41

Тел.: 8 (84676) 2-11-40; email: samniish@mail.ru

Снижение почвенного плодородия, экономические и организационные факторы снижают ценные качества высеваемых сортов, и поэтому очень важными являются профилактические меры, предотвращающие данное явление. Предпосевная обработка, которая включает протравливание семенного материала препаратами, обладающими лечебным действием от различных болезней, почвенных вредителей, и воздушно-тепловая обработка семян, применение минеральных удобрений – это важные мероприятия, необходимые для ведения эффективного семеноводства. Многолетними исследованиями на опытных и производственных посевах Самарского НИИСХ установлено, что протравливание семенного материала препаратами системного действия «Сценик Комби», «Ламадор КС», «Раназол Ультра КС» является наиболее эффективным. Оценено влияние солнечного обогрева семян весной теплым атмосферным воздухом, способствующим их пробуждению, выходу из «вторичного покоя» и повышению всхожести. Отмечено положительное влияние полного удобрения на посевные и урожайные качества семян. Установлены оптимальные дозы удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$ для производства семян озимой и яровой пшеницы, ячменя с лучшими урожайными свойствами (на 6,2–7,4% по сравнению с контролем).

Ключевые слова: семена, предпосевная обработка, воздушно-тепловой обогрев, удобрения, энергия прорастания, всхожесть.



THE EFFECT OF SEEDBED TREATMENT BY THE PROTECTING PREPARATIONS AND MINERAL FERTILIZERS ON SEED QUALITY

E.N. Shabolkina, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory of technological and analytical service, elenashabolkina@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1090-4399;

L.K. Neshcheret, Candidate of Agricultural Sciences, deputy director on seed-growing, samniish@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6046-5446;

N.V. Anisimkina, senior researcher of the laboratory of technological and analytical service, anisimkina.natalya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5129-7797;

O.V. Shuvalova, junior researcher of the laboratory of technological and analytical service, shuvalova0407@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-4320-6338;

M.V. Belyaeva, junior researcher of the laboratory of technological and analytical service, s.g.belyaev1990@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3090-9026;

FSBRI "Samarsky RIA"

446254, Samara region, village of Bezenchuk, Karl Marks Str., 41

Tel.: 8 (84676) 2-11-40; email: samniish@mail.ru

Soil fertility decrease, economic and organizational factors reduce the valuable qualities of the varieties, and therefore the preventive measures that prevent deterioration of the variety are of great importance. Seedbed treatment, such as disinfection of seeds with the preparations that have a healing effect from various diseases, soil pests and air-thermal treatment of seeds, application of mineral fertilizers are important measures necessary for effective seed production. Long-term studies conducted on experimental and industrial plots of the Samara RIA have established that seed disinfection with the preparations of systemic action 'ScenicCombi', 'Lamador KS', 'Ranazol Ultra KS' is the most effective. There has been estimated the effect of spring solar heating of seeds by warm atmospheric air, promoting their awakening, exit from 'secondary dormancy' and germination increase. There has been noted a positive effect of the full fertilizer on the sowing and yielding qualities of the seeds. There have been determined the optimal doses of fertilizers $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$ for seed production of winter wheat, spring wheat and barley with the best yielding properties (on 6.2–7.4% in comparison with the control).

Keywords: seeds, seedbed treatment, air-thermal heating, fertilizers, sprouting power, germination power.

Введение. Если говорить о достоинстве семян, качестве семенного материала, необходимо затронуть два важных вопроса: посевная годность, которая включает показатели влажности, всхожести (жизнеспособность), сортовой чистоты, общей чистоты, и другая сторона данной проблемы – это ценность сорта, определяющего величину и качество урожая сельскохозяйственных культур. Можно сеять семена с отличными посевными свойствами, но, если данный сорт имеет слабый защитный механизм, низкую устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов, получить качественное зерно и значительную прибавку в урожае очень сложно.

Тем не менее любой сорт в процессе репродукции постепенно снижает хозяйственно-биологические признаки (Филобок и Беспалова, 2001; Фирсова и Лысенко, 2009), и причиной этому являются механическое и биологическое засорение, болезни и вредители на семеноводческих посевах. В настоящее время из-за диспаритета цен, удорожания ГСМ и средств защиты растений сортовая агротехника часто нарушается, и часть проб сортового зерна, как отмечает ряд ученых (Мартыанова и Пищугина, 2001), отобранных на посевах суперэлита и элиты по своим сортовым и семенным свойствам не отвечают требованиям, предъявляемым к классным семенам в соответствии с ГОСТ. Решение данной проблемы актуально в интересах как науки, так и производства.

Снижение почвенного плодородия, ухудшение фитосанитарной обстановки, экономические и организационные факторы снижают ценности качества высеваемых сортов, и поэтому очень важны профилактические меры, предотвращающие ухудшение сорта. Предпосевная обработка, которая включает протравливание семенного материала препаратами, обладающими лечебным действием от различных болезней, почвенных вредителей, и воздушно-тепловая обработка семян, применение минеральных удобрений необходимы для ведения эффективного семеноводства. Высококачественные семена наряду с агротехническими мероприятиями, такими как обработка почвы, применение удобрений, уход за посева-

ми, имеют решающее значение для получения стабильных и устойчивых урожаев.

Целью исследований является оценка препаратов предпосевной обработки семян, обладающих лечебным действием против различных болезней, вирусов и защищающих от почвенных вредителей, выяснение влияния воздушно-тепловой обработки на посевные качества семян, установление оптимальных условий минерального питания, улучшающих всхожесть и силу роста.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на экспериментальной базе Самарского НИИСХ в течение 2010–2017 гг. На опытных и производственных посевах использовали препараты системного действия «Редут», «Дозор КС», «Винцит», «Максим КС», «Сценик Комби», «Раназол Ультра КС», «Раксил Ультра», «Шансил Ультра». В качестве экспериментального материала были взяты образцы зерна озимой пшеницы Светоч, яровой твердой пшеницы Безенчукская 182, ярового ячменя Беркут.

За годы исследований метеорологические условия в период вегетации были различными по температурному режиму и сумме осадков. В 2010 г. гидротермический коэффициент за период «колошение – созревание» составил 0,38 при норме 0,9. В 2012 г. аномально высокая температура во второй и третьей декадах апреля (на 6,7–8,1 °C выше нормы) способствовала сокращению фаз развития на 10–12 дней, что в конечном итоге отрицательно повлияло на урожайность. Благоприятные условия для роста и развития растений и формирования урожайности зерна сложились в 2013 и 2014 гг. Метеорологические условия в 2015 г. характеризовались повышенным температурным режимом и недостатком влаги в июне, что в значительной степени повлияло на качество зерна. Весенне-летний период в 2016 г. характеризовался избыточным увлажнением и контрастными температурами в июне.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный среднесуглинистый. В пахотном слое почвы содержится: гумуса – 4,5–4,8%, гидролизуемого азота – 58 мг/кг, подвижных фосфатов –

208–235 мг/кг, обменного калия – 197–268 мг/кг почвы, рН солевой вытяжки – 6,1–6,8.

Варианты внесения полного минерального удобрения под семенные посевы были следующими: $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$, $N_{90}P_{90}K_{45}$.

Посевные качества семян определяли в соответствии с методиками национальных стандартов Российской Федерации: всхожесть – по ГОСТ 12038-84, жизнеспособность – по ГОСТ 12039-82, зараженность болезнями – по ГОСТ 12044-81. Исследования проведены по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.

Результаты и их обсуждение. На формирование урожая, а именно на всхожесть и выживаемость растений, большое влияние оказывают приемы предпосевной подготовки семян. Для обработки семенного материала от болезней и вредителей используют различные способы обеззараживания (сухое протравливание и протравливание с увлажнением) и в зависимости от возбудителей болезни и характера заражения культуры – специальные препараты. На полях отдела семеноводства Самарского НИИСХ сухие протравители не используют, так как данные препараты ухудшают санитарные условия работы и эффективность их снижена за счет плохой прилипаемости к поверхности семян. Хорошо зарекомендовали себя комплексные препараты, обладающие лечебным действием от различных болезней и защищающие от почвенных вредителей. Последние 8 лет на производственных посевах применяют препараты системного действия, которые обладают профилактическим и лечебным действием, подавляют инфекцию, находящуюся на поверхности семени и внутри его, а именно «Редут», «Дозор КС», «Винцит», «Максим КС», «Сценик Комби», «Раназол Ультра КС», «Раксил Ультра», «Шансил Ультра». Данные препараты эффективно защищают от корневых гнилей и листовой инфекции, подавляют все виды головни, способствуют более быстрому появлению дружных всходов и в дальнейшем развитию более продуктивных растений. Для улучшения хранения семян, предупреждения развития на них микрофлоры протравливание семян проводили заблаговременно – недели за три до начала сева.

В настоящее время на рынке предлагается большое количество всевозможных препаратов, комплексных и универсальных биостимуляторов, производитель которых гарантирует повышение энергии прорастания и всхожести семян, снижение поражаемости болезнями и вредителями, повышение урожая сельскохозяйственных культур на 30–40%. Однако исследования показывают (Серегин и Бровкин, 2008) что не все средства положительно воздействуют на рост, развитие, фитосанитарное состояние и продуктивность культур, участвующих в эксперименте. Часть препаратов вследствие погодных-климатических условий вегетационного периода оказывают в разной степени эффективное влияние на некоторые признаки, другие занимают промежуточное положение.

На производственных посевах Самарского НИИСХ протравливание семенного материала препаратами системного действия «Сценик Комби», «Ламадор КС», «Раназол Ультра КС», подавляющими болезни, защищающими корневую систему и молодой росток от почвенной инфекции, является наиболее эффективным. По данным отдела земледелия (Горянин и др., 2015; Горянин, 2016), применение инсектицидно-фунгицидного протравителя «Сценик Комби» на озимой пшеницы Светоч повысило полевую всхожесть на 15,7–22,0% на вариантах с нормами высева 2–3 млн/га и при рядовом способе посева обеспечило математически достоверную прибавку

урожаю в 2015 г. – 14,4–23,6%, по сравнению с вариантом, где протравитель не применялся. Обработка семенного материала препаратом нового поколения «Ламадор КС» способствовала повышению урожайности яровой твердой пшеницы Безенчукская 182 на 4,1% по сравнению с обработкой семян протравителем «Раксил Ультра».

Воздушно-тепловая обработка семян – важный этап предпосевной подготовки, способствующий более быстрому послеуборочному дозреванию. В производстве условия иногда складываются таким образом, что часть семенного материала с повышенной влажностью не успевают высушить и семена, не закончившие послеуборочное дозревание осенью и во время зимнего хранения, весной продолжают «спать». Состояние, возникающее при неблагоприятных условиях хранения, т. е. при воздействии низких или высоких температур на семена с повышенной влажностью вызывает состояние так называемого вторичного покоя (Поспелова, Влияние погодных условий и расчетных доз удобрений на урожайность и качество зерна ячменя в условиях Среднего Урала: автореф. дис. ... канд., 2004). В производственных условиях данный тип покоя не редкость и, как особо подчеркивается в литературе, часто наблюдается у семян ячменя и гречихи.

Весной 2011 г. при сложившихся погодных-климатических условиях в осенне-зимний период всхожесть семян ярового ячменя Беркут составила 44–50%, а определение жизнеспособности показало, что семена живы и здоровы – 92–96%, но «спят», т. е. находятся в состоянии вторичного покоя. Для выведения их из данной фазы покоя используют воздушно-тепловую обработку подогретым воздухом – для увеличения проницаемости оболочек, усиления газообмена. Данный процесс является очень затратным, и мы использовали весной солнечный обогрев семян теплым атмосферным воздухом в течение 4 дней. В весенний период дневные температуры были выше среднееголетних значений, поэтому солнечного тепла хватило для пробуждения семян и повышения энергии прорастания и всхожести до 92%.

Применение минеральных удобрений является важным звеном семеноводства и фактором, способствующим улучшению посевных качеств семян. Многочисленные опыты свидетельствуют (Зиновьев, 2008), что фон удобрений повышает показатели плотности зерна, а выполненное зерно обладает лучшей энергией прорастания, всхожестью и силой роста. Семена, выращенные в предыдущие годы на различных фонах минерального питания, формируют урожайность зерна, достоверно превышающую урожайность контрольного варианта (Кошеляев и Бабаева, 2008), где материнские растения выращивали без внесения удобрений.

Исследования, проведенные в Самарском НИИСХ, по изучению влияния умеренных и повышенных доз минеральных удобрений на посевные качества семян под озимую, яровую пшеницу и ячмень показывают, что средние дозы удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$ и $N_{45}P_{45}K_{45}$ способствуют повышению энергии прорастания, всхожести на 3–4% и силы роста на 1–2% по сравнению с контролем. На удобренных фонах при внесении доз в количестве $N_{90}P_{90}K_{45}$ и выше посевные качества семян озимых культур снижаются (на 0,7–2,4%). В работах А.П. Чичкина, А.Н. Калимуллина отмечено положительное воздействие полного удобрения на посевные и урожайные качества семян, а одностороннее питание отрицательно влияло на продуктивность семян в потомстве. При внесении минеральных удобрений, подчеркивают авторы, создаются благоприятные условия для формирования высокого урожая семян

и улучшения всхожести, силы роста, но данные показатели во многом зависят от культуры и индивидуальных особенностей сорта. Оптимальными для производства семян озимой и яровой пшеницы, ячменя с лучшими урожайными свойствами (на 6,2–7,4% по сравнению с контролем) являются средние дозы удобрений.

Выводы. Приемы предпосевной обработки семян – важное звено эффективного семеноводства. Формирование посевов озимой, яровой пшеницы и ячменя с более высокими урожайными свойствами при использовании воздушно-тепловой обработки

и протравливания семенного материала от болезней, вредителей препаратами системного действия «Сце-ник Комби», «Ламадор КС», «Раназол Ультра КС», объясняется более высокой всхожестью и снижением заболеваемости растений от корневых гнилей, листовых инфекций и головни. Отмечена положительное влияние полного удобрения на посевные и урожайные качества семян. Установлены оптимальные дозы удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$ для производства семян озимой и яровой пшеницы, ячменя с лучшими урожайными свойствами (на 6,2–7,4% по сравнению с контролем).

Библиографические ссылки

1. Горянин О.И. Защита зерновых культур в Самарском Заволжье // Ресурсосберегающее земледелие. 2016. № 1(29). С. 36–37.
2. Горянин О.И., Шакуров И.Ш., Джангабаев Б.Ж., Чичкин А.П., Щербинина Е.В. Интегрированная защита яровой твердой пшеницы в Среднем Заволжье // Защита и карантин растений. 2015. № 12. С. 24–26.
3. Зиновьев С.В. Плотность зерна и посевные качества семян яровой мягкой пшеницы на разных агрофонах // Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур: статьи 12-й Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. проф., заслуж. агронома РСФСР А.И. Помогаевой. Пенза, 2008. С. 97–99.
4. Калимуллин А.Н. Научные основы производства семян зерновых культур в Среднем Поволжье. Самара, 1999. С. 76–85.
5. Кошеляев В.В., Бабаева Н.Ю. Урожайные свойства семян яровой мягкой пшеницы в зависимости от минерального питания материнских растений // Земледелие. 2008. № 5. С. 42–43.
6. Мартыанова А.И., Пищугина Е.П. Система показателей качества зерна пшеницы // Агро 21. 2001. № 2. С. 22–23.
7. Серегин С.В., Бровкин В.И. Влияние обработки семян универсальным кремнийорганическим биостимулятором на продуктивность озимых зерновых культур на выщелоченном черноземе северной лесостепи // Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур: статьи 12-й Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. проф., заслуж. агронома РСФСР А.И. Помогаевой. Пенза, 2008. С. 106–107.
8. Филобок Л.П., Беспалова Л.А., Колесников Ф.А. Проблемы семеноводства озимой пшеницы и тритикале // Пшеница и тритикале: мат. науч.-практ. конф. «Зеленая революция П.П.Лукияненко», 28–30 мая 2001 г. Краснодар, 2001. С. 637–643.
9. Фирсова Т.И., Лысенко А.А. Организация семеноводческой работы // Зерновое хозяйство России. 2009. № 1. С. 23–25.

References

1. Goryanin O.I. Zashchita zernovykh kul'tur v Samarskom Zavolzh'e [Protection of grain crops in the Samara Zavolzhye] // Resursosberegayushchee zemledelie. 2016. № 1(29). S. 36–37.
2. Goryanin O.I., Shakurov I.Sh., Dzhangabaev B.Zh., Chichkin A.P., Shcherbinina E.V. Integrirovannaya zashchita yarovoy tverдой pshenicy v Srednem Zavolzh'e [Integrated protection of spring durum wheat in the Middle Zavolzhye region] // Zashchita i karantin rastenij. 2015. № 12. S. 24–26.
3. Zinov'ev S.V. Plotnost' zerna i posevnye kachestva semyan yarovoy myagkoj pshenicy na raznykh agrofonah [Grain density and sowing qualities of spring soft wheat seeds on different agricultural background] // Selekcija i semenovodstvo sel'skohozyajstvennykh kul'tur: stat'i 12-y Vseros. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 100-letiyu so dnya rozhd. prof., zasluzh. agronoma RSFSR A.I. Pomogaevoy. Penza, 2008. S. 97–99.
4. Kalimullin A.N. Nauchnye osnovy proizvodstva semyan zernovykh kul'tur v Srednem Povolzh'e [Scientific bases of seed production of grain crops in the Middle Povolzhye]. Samara, 1999. S. 76–85.
5. Koshelyaev V.V., Babaeva N.Yu. Urozhajnye svoystva semyan yarovoy myagkoj pshenicy v zavisimosti ot mineral'nogo pitaniya materinskih rastenij [Yield characteristics of spring soft wheat seeds, depending on the mineral nutrition of the mother plants] // Zemledelie. 2008. № 5. S. 42–43.
6. Mart'yanova A.I., Pishchugina E.P. Sistema pokazatelej kachestva zerna pshenicy [Quality system of wheat grain] // Agro 21. 2001. № 2. S. 22–23.
7. Seregin S.V., Brovkin V.I. Vliyanie obrabotki semyan universal'nym kremnijorganicheskim biostimulyatorom na produktivnost' ozimyykh zernovykh kul'tur na vyshchelochennom chernozeme severnoj lesostepi [The effect of seed treatment by a universal silicon-organic biostimulator on the productivity of winter grain crops on leached blackearth (chernozem) in the northern forest-steppe region] // Selekcija i semenovodstvo sel'skohozyajstvennykh kul'tur: stat'i 12-y Vseros. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 100-letiyu so dnya rozhd. prof., zasluzh. agronoma RSFSR A.I. Pomogaevoy. Penza, 2008. S. 106–107.
8. Filobok L.P., Bespalova L.A., Kolesnikov F.A. Problemy semenovodstva ozimoy pshenicy i tritikale [Problems of seed production of winter wheat and triticale] // Pshenica i tritikale: mat. nauch.-prakt. konf. "Zelenaya revolyuciya P.P.Luk'yanenko", 28–30 maya 2001 g. Krasnodar, 2001. S. 637–643.
9. Firsova T.I., Lysenko A.A. Organizaciya semenovodcheskoj raboty [Organization of seed-growing work] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2009. № 1. S. 23–25.

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 631.4.5:631.8

DOI 10.31367/2079-8725-2018-58-4-15-20

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕЛЕННЫХ УДОБРЕНИЙ КАК ОДИН ИЗ АСПЕКТОВ ЭКОЛОГИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Л.В. Рудакова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
lidiya-rudakova2012@ayndex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7533-1304;

Е.В. Кравцова, соискатель,
lena.le2011na.kravtsova@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7852-9217

Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО «Донской ГАУ»
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Ленина, 21

Важнейшее направление в решении задачи устойчивого развития сельского хозяйства и всего агропромышленного комплекса – воспроизводство естественного плодородия почв. Пути реализации этого направления надо иметь в виду при экологизации сельского хозяйства. Сельскохозяйственную экосистему можно разделить на составляющие и рассмотреть их в отдельности. Основными аспектами экологизации сельского хозяйства являются: альтернативные системы земледелия; бесpestицидные технологии возделывания сельскохозяйственных культур; бинарные или смешанные посевы сельскохозяйственных культур; конструирование севооборотов для обеспечения растений основными элементами питания; посев сидеральных культур для повышения плодородия почв и другие.

Сидераты – это растения, которые выращиваются для повышения плодородия почвы, и их иначе называют зеленым удобрением. Сидераты в почве разлагаются значительно быстрее, чем другие органические удобрения, и тем самым лучше обеспечивают растения питательными веществами. Запаханное зеленое удобрение улучшает водный, воздушный и пищевой режимы почвы, повышает ее плодородие и урожайность сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: сидераты, экологизация сельского хозяйства, плодородие почв, плотность почвы, динамика продуктивной влаги, гумус, урожайность.



THE USE OF GREEN FERTILIZERS AS ONE OF THE ASPECTS OF GREENING OF AGRICULTURE

L.V. Rudakova, Candidate of Agricultural Sciences, docent,
lidiya-rudakova2012@ayndex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7533-1304;

E.V. Kravtsova, candidate for a degree,
lena.le2011na.kravtsova@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7852-9217

Azov-Blacksea Engineering Institute FSBEI HE "Donskoy SAU"
347740, Rostov region, Zernograd, Lenin Str., 21

The reproduction of natural soil fertility is the most important direction in solving the problem of sustainable development of agriculture and the entire agro-industrial complex. The realization of this direction should be considered together with greening of agriculture. Considering greening of agriculture, the agricultural ecosystem can be divided into the components and each component can be considered separately. The main aspects of greening of agriculture are alternative systems of agriculture, non-pesticide crop cultivation technologies, binary or mixed crops, constructing of crop rotations to supply the plants with the main nutrition elements, application of green manure crops to improve soil fertility, etc. Green manure crops are the plants which are grown to improve soil fertility and they are called 'green manure'. Green manure crops decompose in the soil much faster than other organic fertilizers thereby supplying plants with nutrition elements better. Plowed green manure improves water, air and food regimes of soil, improves its fertility and grain crop productivity.

Keywords: green manure crops, greening of agriculture, soil fertility, soil density, dynamics of productive moisture, humus, productivity.

Введение. Зеленое удобрение улучшает жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, так как является сочной пищей для них и богатой энергией массой. При разложении запаханного зеленого удобрения почвенный и надпочвенный воздух хорошо обогащается углекислотой, улучшая воздушное питание растений (Вахрушев и Рудакова, 2005). За счет сидератов резко уменьшается возможность перемещения питательных веществ в нижние горизонты почвы. Кроме того, сидерация несколько снижает кислотность почвы, уменьшает подвижность тяжелых металлов, повышает влагоемкость, водопроницаемость, улучшает структуру почвы и надежно защищает ее от водной и ветровой эрозии, значительно повышая рентабельность земледелия. Поля, занятые сидератами, не дают продукции в год выращивания, но благотворное воздействие сидератов длится 4–5 лет (Лашков, 2012).

В связи с этим целью работы являются подбор лучших сидератов, влияющих на плодородие почвы и продуктивность зерновых культур, и возможность использования их для повышения плодородия почвы в южной зоне Ростовской области.

Для достижения этого решали следующие задачи:

- изучить различные сидеральные культуры и возможность их использования в нашей зоне;
- определить наиболее эффективную сидеральную культуру, улучшающую состояние почвы;
- установить влияние сидеральных культур на содержание гумуса;
- оценить влияние сидератов на урожайность озимой пшеницы и ярового ячменя.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2014–2016 гг. на полях Агротехнологического центра Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО «ДонГАУ» в городе Зернограде, расположенных в южной зоне Ростовской области.

Почва опытного участка представлена черноземом обыкновенным карбонатным тяжелосуглинистым со следующими агрохимическими показателями пахотного слоя почвы: гумус – 3,3%; P_2O_5 – 20–25 мг/кг; K_2O – 350–380 мг/кг.

Объектом изучения были сидеральные культуры: эспарцет, рапс, горчица белая, нут, злакобобовая смесь

(ячмень + горох). В качестве контроля использовали пожнивные остатки зерновых колосовых культур (солому).

Опыты проводили в соответствии с методикой полевого опыта и методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.

Площадь учетной делянки – 354 м², повторность четырехкратная. Количество изучаемых вариантов опыта составило 12 на 48 делянках. Посев проводили сеялкой СН-16 в оптимальные сроки, рекомендованные для нашей зоны. В фазе бутанизации – цветения культуры скашивали и задисковывали в два следа на глубину 6–8 см. После разложения сидеральных культур высевали озимую пшеницу и яровой ячмень. Изучали влияние сидератов на агрофизические и агрохимические свойства почв и урожайность озимой пшеницы и ярового ячменя.

Результаты и их обсуждение. Продуктивность растений в значительной степени зависит от их

влагообеспеченности в течение вегетации. Фактор влагообеспеченности ученые относят к группе частично регулируемых, но в решающей степени определяющих рост, развитие растений, урожай и его качество.

Для реализации потенциальной продуктивности растений влажность почвы в течение вегетации должна быть в диапазоне от 100 до 60% предельной полевой влагоемкости (Посыпанов и др., 1997).

Сохранение и накопление почвенной влаги в засушливой зоне озимосеющих районов входят в число основных задач земледелия. Перед посевом озимой пшеницы в годы исследования запас влаги в слое 0–20 см был удовлетворительным для прорастания озимой пшеницы. По всем вариантам опыта он был выше, чем на контроле. Превышение составило от 0,9 до 4,4 мм (рис. 1).

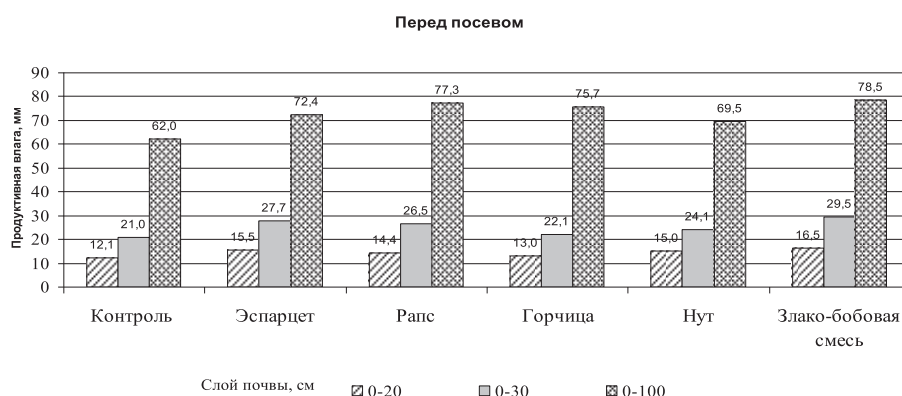


Рис. 1. Динамика продуктивной влаги в почве перед посевом озимой пшеницы после сидератов (2014–2016 гг.)

Fig. 1. Dynamics of productive moisture in soil before sowing of winter wheat after green manure crops (2014–2016)

Динамику продуктивной влаги в почве во все годы исследования определяли по фазам развития (перед посевом, начало весенней вегетации, выход в трубку – колошение).

Наибольшие запасы продуктивной влаги для озимой пшеницы обеспечили злакобобовая смесь, рапс, горчица в пахотном и метровом слое почвы.

Наибольшие запасы влаги в слое 0–30 см в начале весенней вегетации во всех вариантах опыта

показали положительные результаты для роста озимой пшеницы. В метровом слое запасы продуктивной влаги обеспечили сидераты: рапс – 139,8 мм; горчица – 138,0 мм; эспарцет – 136,2 мм; нут – 132,9 мм, чем способствовали нормальному росту и развитию озимой пшеницы. Количество допустимой влаги в среднем за годы исследований было ниже на контроле – 127,0 мм (рис. 2).

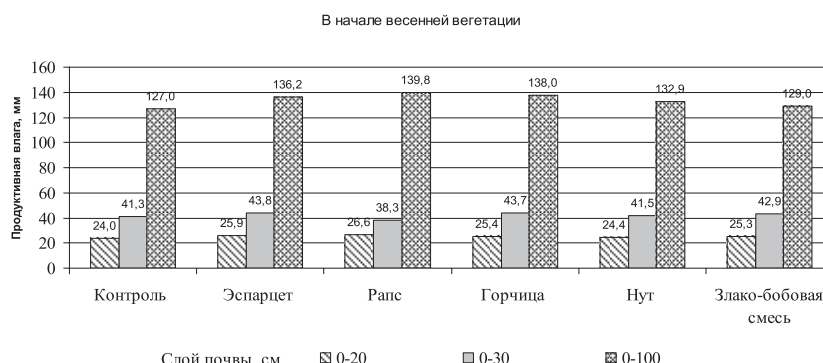


Рис. 2. Динамика продуктивной влаги в почве в начале весенней вегетации озимой пшеницы после сидератов (2014–2016 гг.)

Fig. 2. Dynamics of productive moisture in soil at the beginning of spring vegetation of winter wheat after green manure crops (2014–2016)

На дату колошения растений озимой пшеницы наибольшие запасы влаги в слое 0–30 см более 30 мм были после эспарцета, горчицы белой и злакобобовой смеси, а рапс и нут незначительно превышали кон-

троль. В метровом слое почвы количество допустимой влаги превышало среднепогодное значение на 10,1–13,8 мм. Наименьшее количество влаги было отмечено на контрольном варианте – 68,8 мм (рис. 3).

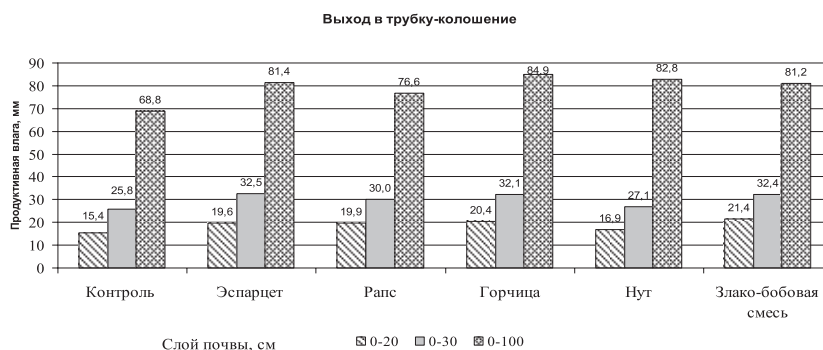


Рис. 3. Динамика продуктивной влаги в почве во время выхода в трубку – колошение озимой пшеницы после сидератов (2014–2016 гг.)

Fig. 3. Dynamics of productive moisture in soil during stem-extension stage – earing phase of winter wheat after green manure crops (2014–2016)

Перед посевом ярового ячменя в среднем за три года исследований запасы продуктивной влаги в весенний период по злакобобовой смеси были выше, чем по другим вариантам опыта. Так, например, в слое почвы 0–20 см они составили: по злакобобовой смеси – 31,1; по эспарцету и рапсу – 28,3; по горчице – 27,1 мм. Наименьшая влагообеспеченность была по нуту – 24,4 мм и по контрольному варианту – 24,6 мм. В пахотном слое наибольшее

количество продуктивной влаги отмечено по рапсу – 46,0 мм; эспарцет, злакобобовая смесь и горчица незначительно отличались (44,9; 44,8 и 44,5 мм соответственно). Наибольшее содержание запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы обеспечили эспарцет – 128,2 мм, злакобобовая смесь – 123,1 мм, рапс – 122,9 мм и горчица – 121,5 мм. Наименьший запас продуктивной влаги отмечен по нуту (114,0 мм) и по контролю (111,5 мм) (рис. 4).

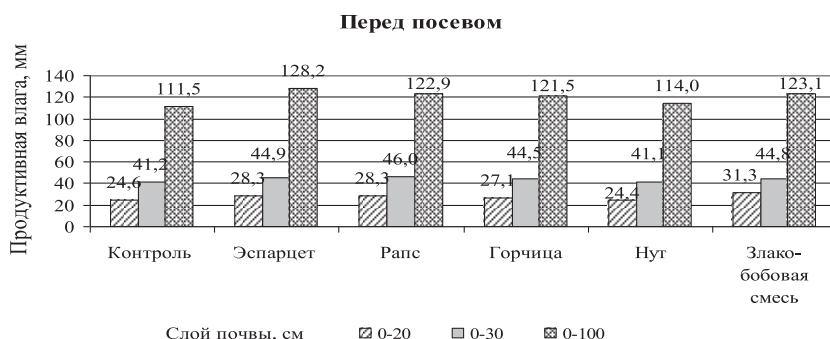


Рис. 4. Динамика продуктивной влаги в почве перед посевом ярового ячменя после сидератов (2014–2016 гг.)

Fig. 4. Dynamics of productive moisture in soil before sowing of spring barley after green manure crops (2014–2016)

В начале вегетации ярового ячменя в слое почвы 0–20 см содержание влаги составило от 23,0 до 25,0 мм по рапсу, горчице, нуту и злакобобовой смеси; низкое содержание влаги на эспарцете (19,0 мм) и контроле (17,2 мм). В слое 0–30 см наибольшее количество влаги было отмечено по вариантам зла-

кобобовой смеси (38,2 мм), нута (37,6 мм) и рапса (36,8 мм). В слое 0–100 см содержание продуктивной влаги колебалось в равных количествах по нуту (118,9 мм), горчице (118,8 мм), рапсу (117,7 мм) и злакобобовой смеси (117,6 мм) (рис. 5).

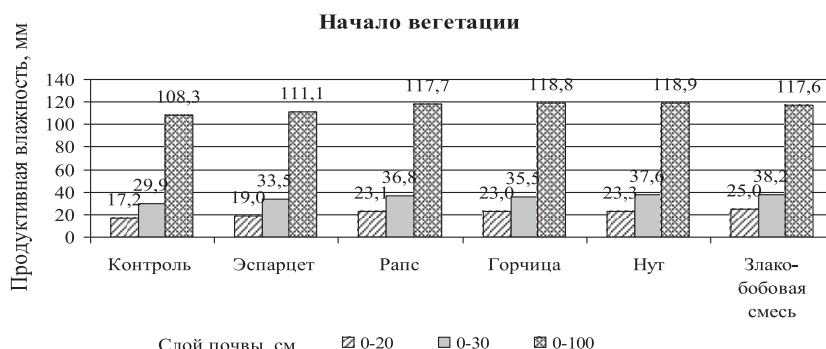


Рис. 5. Динамика продуктивной влаги в почве во время начала вегетации ярового ячменя после сидератов (2014–2016 гг.)

Fig. 5. Dynamics of productive moisture in soil during vegetation period of spring barley after green manure crops (2014–2016)

С ростом и развитием растений потребление влаги увеличивается, а запасы влаги в почве снижаются к фазе «начало выхода в трубку – колоше-

ние». Это объясняется тем, что большое потребление влаги формирует более высокую урожайность зерна.

В период выхода в трубку – колошения наименьший запас продуктивной влаги отмечается по контролю – 15,9 мм в слое 0–20 см и 29,3 мм в слое 0–30 см; в метровом слое по злакобобовой смеси –

78,8 мм и эспарцету – 88,1 мм. В слое 0–30 см запас влаги по всем сидератам был достаточным для формирования хорошего урожая ярового ячменя (рис. 6).

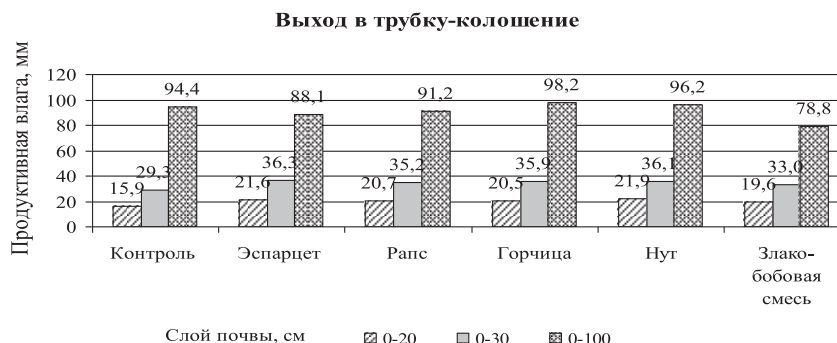


Рис. 6. Динамика продуктивной влаги в почве во время выхода в трубку-колошение ярового ячменя после сидератов (2015–2017 гг.)

Fig. 6. Dynamics of productive moisture in soil during stem-extension stage of spring barley after green manure crops (2015–2017)

Величину плотности считают диагностическим показателем уровня плодородия почвы (Ревут, 1964). В среднем за три года наблюдений плотность сложения почвы в слое 0–10 см была практически одинакова по всем вариантам, на рапсе и на контроле она была плотнее, но в пределах оптимального зна-

чения. В слое почвы 10–20 см по сидеральным культурам наблюдалось незначительно уплотнение от 1,17 до 1,18 г/см³. В слоях 20–30, 30–40 см отмечено уплотнение почвы от 1,18 до 1,24 по сидератам, на контрольном варианте она была более плотной и – 1,27 и 1,29 г/см³ соответственно (рис. 7).

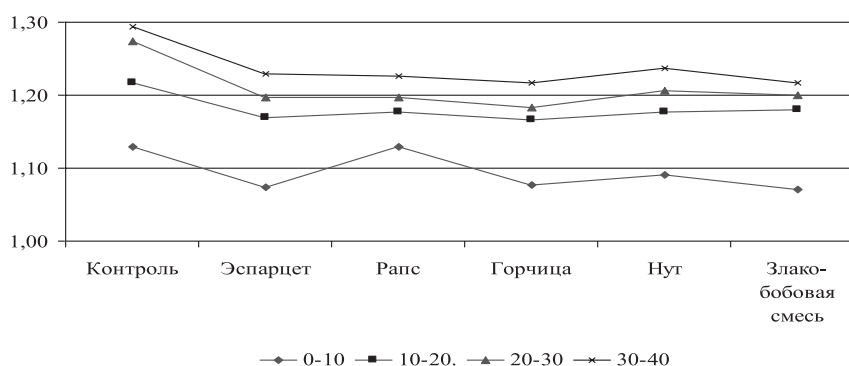


Рис. 7. Плотность почвы после влияния сидеральных культур перед посевом озимой пшеницы, г/см³ (2014–2016 гг.)

Fig. 7. Soil density after the effect of green manure crops before winter wheat sowing, g/cm³ (2014–2016)

У ярового ячменя перед посевом в весенний период по сидератам и на контроле в слое 0–10 см почва была рыхлой, плотность находилась в пределах нормы – 1,06–1,13 г/см³. В слое 10–20 см отмечено уплотнение на вариантах с применением сидера-

тов: эспарцет – 1,17 г/см³ и злакобобовая смесь – 1,21 г/см³, а на контрольном варианте – 1,25 г/см³. В слоях 20–30 и 30–40 см также отмечалось уплотнение почвы (рис. 8).

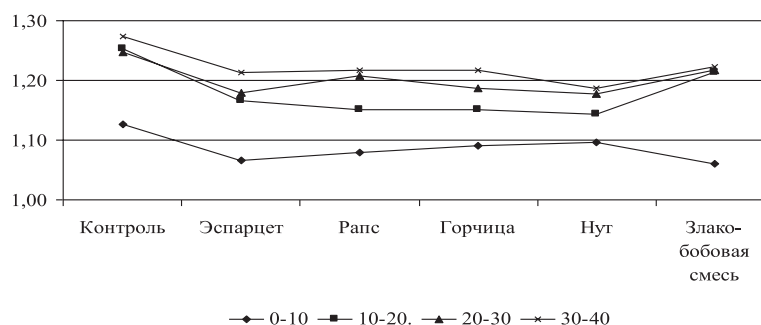


Рис. 8. Плотность почвы после влияния сидеральных культур перед посевом ярового ячменя, г/см³ (2015–2017 гг.)

Fig. 8. Soil density after the effect of green manure crops before spring barley sowing, g/cm³ (2015–2017)

Запасы продуктивной влаги и оптимальная плотность почвы по сидератам способствовали формированию более высокой урожайности озимой пшеницы и ярового ячменя по сравнению с контролем.

Сидераты являются эффективным питательным субстратом, легко доступным почвенной микрофлоре. Запашка злакового, крестоцветного и бобового сидератов увеличивает биологическую активность

на 9–30% по сравнению с почвой чистого пара (Рижия, Действие минеральных удобрений и сидератов на агрофизические, агрохимические и биологические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы: автореф. дис. ... канд. биол. наук, 2002).

Как показали результаты анализов почвенных образцов, отобранных перед посевом озимой пшеницы и ярового ячменя, в вариантах с зелеными удобрениями основные агрохимические показатели изменились в лучшую сторону.

В годы исследований перед посевом озимой пшеницы низкое содержание гумуса было отмечено

по контрольному варианту, а по сидеральным культурам наиболее высокие показатели в посевном слое почвы были с эспарцетом, злакобобовой смесью, рапсу и горчицей (в пределах 4,02–4,19%, а на контроле – 3,75%). По нуту оказалось среднее содержание элементов питания, но выше, чем на контроле. Основные элементы питания растений NPK значительно превышали контроль, что и показала более высокая урожайность озимой пшеницы по используемым сидератам (табл. 1).

1. Влияние сидератов на агрохимические свойства почвы перед посевом озимой пшеницы (2014–2016 гг.) 1. The effect of green manure crops on agrochemical properties of soil before winter wheat sowing (2014–2016)

Вариант	Слой почвы, см	Гумус, %	Содержание, мг/кг почвы		
			N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	0–10	3,75	10,6	41,9	514
	10–20	3,39	9,0	20,5	349
	20–30	3,38	7,7	16,7	301
	30–40	2,92	4,6	9,0	254
Эспарцет	0–10	4,19	59,9	69,2	720
	10–20	3,74	39,5	30,5	436
	20–30	3,45	27,3	26,7	361
	30–40	3,06	18,3	14,6	309
Рапс	0–10	4,17	34,1	75,3	711
	10–20	3,79	23,1	42,8	471
	20–30	3,52	13,2	36,3	407
	30–40	3,44	10,8	23,6	356
Горчица	0–10	4,02	33,1	47,9	652
	10–20	3,69	23,2	28,8	486
	20–30	3,50	12,7	20,1	396
	30–40	3,17	10,9	16,3	331
Нут	0–10	3,86	32,9	56,9	616
	10–20	3,56	17,0	28,5	401
	20–30	3,36	13,8	23,0	322
	30–40	3,22	11,8	15,2	295
Злакобобовая смесь	0–10	4,17	40,9	60,6	592
	10–20	3,56	23,7	32,3	421
	20–30	3,33	19,1	24,1	323
	30–40	2,90	12,9	18,9	289

Анализ почвы перед посевом ярового ячменя в годы исследований показал, что содержание нитратного азота в почве после сидератов было выше, чем на контроле. В слоях 0–10 и 10–20 см содержание нитратного азота в почве достигало оптимального значения для развития ярового ячменя. Содержание подвижного фосфора и обменного калия после сидератов также было выше контроля, с наибольшими показателями по горчице и злакобобовой смеси.

Количество гумуса в верхних слоях почвы 0–10 и 10–20 см увеличилось во всех вариантах с применением сидератов. В подпахотных слоях 20–30, 30–40 см значительных изменений в содержании гумуса по всем вариантам исследования не наблюдалось (табл. 2).

Плодородие почв и экологическая ситуация в агроценозах оцениваются по агрофизическим, агрохимическим и биологическим показателям. Применение минеральных удобрений на черноземе обыкновенном позволяет увеличить содержание основных питательных элементов, но уменьшает содержание гумуса. Ухудшились агрохимические показатели почвы, и снизилась урожайность возделываемых культур, что еще связано с тем, что из агроценоза происходило

отчуждение большей части создаваемой органической продукции и, как следствие, возникал дефицит не только органических веществ, но и важных для растений питательных элементов. При изучении действия отдельных культур на содержание в почве соединений азота и углерода установлено уменьшение их содержания под пропашными и яровыми зерновыми.

По данным наших исследований, под сидеральными культурами происходит обогащение почвы органическими соединениями (табл. 1, 2). Восполнение потерь элементов минерального питания возможно введением в севооборот сидеральных культур. Деляночные опыты на черноземе обыкновенном показали, что применение сидератов разного химического состава приводит к увеличению поступления лабильных органических соединений в почву, улучшает агрофизические, агрохимические и биологические свойства почвы и повышает урожайность озимой пшеницы и ярового ячменя.

Урожайность озимой пшеницы и ярового ячменя свидетельствует о том, что в годы исследований все сидеральные культуры оказали положительное влияние и способствовали формированию достоверных приростов урожайности зерна по сравнению с контрольным вариантом.

2. Влияние сидератов на агрохимические свойства почвы перед посевом ярового ячменя (2015–2017 гг.)

2. The effect of green manure crops on agrochemical properties of soil before spring barley (2015–2017)

Вариант	Слой почвы, см	Гумус, %	Содержание, мг/кг почвы		
			N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	0–10	3,78	7,3	22,6	482
	10–20	3,54	5,8	15,6	420
	20–30	3,21	4,2	11,2	348
	30–40	2,93	3,1	8,9	306
Эспарцет	0–10	4,09	14,9	30,0	587
	10–20	3,79	13,3	20,8	508
	20–30	3,47	10,5	14,5	380
	30–40	3,07	6,1	12,6	290
Рапс	0–10	4,22	15,4	31,9	581
	10–20	3,98	13,9	25,4	540
	20–30	3,43	9,9	17,2	452
	30–40	3,08	5,8	12,3	381
Горчица	0–10	4,08	14,5	32,1	549
	10–20	3,76	13,8	22,2	509
	20–30	3,49	9,4	14,4	444
	30–40	3,14	5,5	9,6	365
Нут	0–10	3,84	14,3	25,2	479
	10–20	3,57	11,4	20,1	425
	20–30	3,39	9,0	14,3	379
	30–40	3,00	6,0	9,9	320
Злакобобовая смесь	0–10	3,92	14,9	32,3	515
	10–20	3,73	13,6	19,4	436
	20–30	3,53	9,2	13,4	350
	30–40	3,08	6,2	9,3	336

В результате исследований выяснили, что наилучшим сидератом для нашей зоны является горчица белая, так как она засухоустойчива и повышает урожайность озимой пшеницы – 7,49 т/га и ярового ячменя – 5,04 т/га. На контроле озимая пшеница – 4,90 т/га, яровой ячмень – 4,21 т/га.

Возможно использование эспарцета и рапса для нашей зоны, но с учетом погодных условий, если осень прогнозируется благоприятной для получения дружных всходов. Для засушливой осени эти сидераты применять невыгодно.

Выводы

1. Наиболее благоприятные условия по содержанию продуктивной влаги и элементов питания в почве для озимой пшеницы и ярового ячменя обеспечили злакобобовая смесь, рапс, горчица, эспарцет в пахотном и метровом слоях почвы.

2. Наилучшие показатели пористости почвы получены после применения сидерата эспарцет.

3. Все изучаемые сидеральные культуры положительно влияли на повышение плодородия почвы и рост урожайности зерновых культур. В сравнении с контролем содержание гумуса в пахотном слое почвы при этом увеличивалось на 0,2–0,5%.

Библиографические ссылки

1. Лашков В.Г. Севооборот и плодородие почвы. М.: Изд. ВНИИА, 2012. 512 с.
2. Вахрушев Н.А., Рудакова Л.В. Многолетние травы в адаптивно-ландшафтном земледелии и их влияние на агрофизические свойства обыкновенного мицелярно-карбонатного чернозема // Технология, агрономия и защита сельскохозяйственных культур: межвузовский сборник научных трудов. Зерноград, 2005. С. 182–187.
3. Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е., Корнев Г.В., Филатов В.И., Гатаулина Г.Г. Растениеводство. М.: Колос, 1997. 447 с.
4. Ревут И.Б. Физика почв. Л.: Колос, 1964. 320 с.

Reference

1. Lashkov V.G. Sevooborot i plodorodie pochvy [Crop rotation and soil fertility]. M.: Izd. VNIIA, 2012. 512 s.
2. Vahrushev N.A., Rudakova L.V. Mnogoletnie travy v adaptivno-landshaftnom zemledelii i ih vliyanie na agrofizicheskie svoystva obyknovennogo micelyarno-karbonatnogo chernozema [Perennial grasses in the adaptive-landscape agriculture and their effect on agrochemical characteristics of conventional micellar-carbonate blackearth (chernozem)] // Tekhnologiya, agronomiya i zashchita sel'skohozyajstvennykh kul'tur: mezhvuzovskij sbornik nauchnykh trudov. Zernograd, 2005. S. 182–187.
3. Posypanov G.S., Dolgodvorov V.E., Korenev G.V., Filatov V.I., Gataulina G.G.. Rastenievodstvo [Plant breeding]. M.: Kolos, 1997. 447 s.
4. Revut I.B. Fizika pochv [Physics of soil]. L.: Kolos, 1964. 320 s.

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

Конфликт интересов. Авторы признают, что представленные сведения не содержат информацию, ведущую к каким-либо конфликтным интересам.

УДК 633.161:631.559:631.521(470.61)

DOI 10.31367/2079-8725-2018-58-4-21-24

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СОРТОВ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ В ВОСТОЧНОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Алабушев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, директор, ORCID ID: 0000-0001-8675-1021;

А.С. Попов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией технологии возделывания зерновых культур, ORCID ID: 0000-0001-6593-1138;

А.А. Лысенко, агроном, ORCID ID: 0000-0003-4013-0240;

В.А. Яценко, агроном, ORCID ID: 0000-0002-2087-9134

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; email: vniizk30@mail.ru

Урожайность сортов озимого ячменя основной – показатель для широкого их внедрения в сельскохозяйственное производство. Урожайность зерна и его качество формируются под воздействием сложного комплекса условий и зависят от таких факторов, как технологии возделывания, гидротермический режим и устойчивость к неблагоприятным погодным условиям. В условиях восточной зоны Ростовской области основным фактором получения высокого урожая озимого ячменя служит влагообеспеченность растений. Исследования проводили в 2014–2016 гг., контрастных по влагообеспеченности. Изучались сорта озимого ячменя селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» Мастер, Тигр, Тимофей, Ерема. В среднем за три года исследований наибольшую урожайность сформировали сорта Мастер (4,26 т/га), Тимофей (4,18 т/га) и Ерема (4,37 т/га). Наибольшее количество белка в среднем за три года было установлено у сорта Тигр (11,7%), содержание крахмала (59,2%) – у сорта Тимофей.

Ключевые слова: озимый ячмень, сорта, урожайность, качество, осадки.



PRODUCTIVITY AND QUALITY OF WINTER WHEAT VARIETIES IN THE EASTERN PART OF THE ROSTOV REGION

A.V. Alabushev, Doctor of Agricultural Sciences, professor, academician of RAS, ORCID ID: 0000-0001-8675-1021;

A.S. Popov, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the laboratory of grain crop cultivation technologies, ORCID ID: 0000-0001-6593-1138;

A.A. Lysenko, agronomist, ORCID ID: 0000-0003-4013-0240;

V.A. Yatsenko, agronomist, ORCID ID: 0000-0002-2087-9134

FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy",

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; email: vniizk30@mail.ru

Productivity of winter barley varieties is a main characteristic for their wide introduction into agricultural production. Yields and quality of grain are usually formed under influence of a complex set of conditions. Grain productivity depends on such factors as cultivation technology, hydrothermal regime, tolerance to unfavourable weather conditions. Plant moisture supply is the main factor for obtaining high yields of winter barley in the eastern part of the Rostov region. The study was conducted in the years of 2014–2016, which were characterized with different moisture supply. There were studied the varieties 'Master', 'Tigr', 'Timofey' and 'Erema' developed by the FSBSI ARC "Donskoy". On average three varieties 'Master' (4.26 t/ha), 'Timofey' (4.18 t/ha) and 'Erema' 4.37 t/ha gave the largest yields for three-year period of study. On average for three-year period of study the greatest quantity of protein was found in the variety 'Tigr' (11.7%), the greatest amount of starch was found in the variety 'Timofey' (59.2%).

Keywords: winter wheat, varieties, productivity, quality, precipitations.

Введение. Увеличение производства зерна и повышение его качественных показателей – основные задачи сельхозтоваропроизводителей. Ячмень – универсальная культура как по ареалу распространения, так и по разностороннему использованию (Филиппов, 2012). Зерно ячменя, особенно выращиваемое в южных и юго-восточных засушливых районах, является непревзойденным по своим кормовым достоинствам. В 1 кг ячменя содержится 100 г переваримого белка и 1,28 кормовой единицы. Это больше, чем в зерне овса и ржи. Чрезвычайно важной особенностью является то, что в ячмене имеется полный набор незаменимых аминокислот. Использование ячменя как компонента комбикормов способствует увеличению продуктивности сельскохозяйственных животных.

Озимый ячмень – перспективная сельскохозяйственная культура, так как значительно превышает яровой ячмень по урожайности, а также выколашивается и созревает раньше на 8–12 дней (Янковский, 2014), обеспечивая животноводство фуражным зерном в тот период, когда в нем ощущается наибольший дефицит.

Скороспелость, возможность разностороннего использования, высокие урожайные и кормовые достоинства озимого ячменя – главные аргументы до-

намичного расширения площадей его возделывания в Ростовской области (Янковский, 2007).

Урожайность озимого ячменя зависит от сложного комплекса биологических, агротехнических, почвенных и метеорологических условий и служит наиболее чувствительным индикатором на любые их изменения. В связи с этим величина урожайности является важнейшим показателем, определяющим эффективность возделывания различных сортов.

По мнению отечественных и зарубежных исследователей, при современных технологиях 50% прироста урожайности зерновых достигается за счет внедрения новых сортов, 50% – за счет совершенствования технологии возделывания, причем вклад сорта в величину урожайности постоянно увеличивается (Рябов, 2001).

В современных условиях повысить эффективность производства зерна можно с помощью правильного подбора сортов. Обладая комплексом биологических и хозяйственно ценных свойств, сорта обеспечивают высокую морозостойкость, устойчивость растений к засухе, болезням и вредителям, а также служат биологическим фундаментом, на котором строятся все основные элементы технологии возделывания (Фарниев, 2011).

Цель исследований – определить урожайность и качество зерна сортов озимого ячменя в условиях восточной зоны Ростовской области.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2014–2016 гг. в восточной зоне Ростовской области на опытных полях ООО «Нива» Орловского района лабораторией технологии возделывания зерновых культур ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Опыты закладывали и выполняли в соответствии с методикой полевого опыта (Доспехов, 1985) и методикой Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1989). Технология возделывания – общепринятая для восточной зоны Ростовской области (Василенко, 2013).

Посев озимого ячменя проводили в оптимальные сроки сеялкой СН-16А в четырехкратной повторности. Учетная площадь делянок – 50 м². Предшественник – черный пар. Использовали естественный уровень минерального питания. Норма высева – 4,5 млн всхожих семян на 1 га. Уборку осуществляли комбайном «Сампо 500». Учет осадков проводили в полевых условиях осадкомером.

Объектами исследований являлись сорта озимого ячменя селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» Мастер, Тигр, Тимофей, Ерема.

Орловский район относится к острожасушливой зоне с неблагоприятными засушливыми явлениями.

Климат характеризуется среднесуточной годовой температурой воздуха 8,4–9,2 °С, суммой температур воздуха свыше 10 °С – 3200–3400 °С, продолжительность безморозного периода – 175–185 дней. Сумма осадков за год – 341–417 мм, из них в теплое время года – 180–235 мм.

Участок опытного поля представлен темно-каштановыми почвами средней мощности и слабой солонцеватости. Почвы опытного поля по механическому составу тяжелосуглинистые, с содержанием физической глины 60–75%, средне обеспечены подвижным фосфором и калием. Содержание гумуса в слое 0–20 см колеблется от 2,5 до 3,1%. С увеличением глубины содержание гумуса уменьшается, и на глубине 20–50 см его количество доходит до 1,9% (Василенко, 2013).

Восточная зона Ростовской области является зоной недостаточного увлажнения, характеризуется сухой осенью, особенно в первой ее половине, что не обеспечивает получения своевременных всходов озимых культур и хорошего развития растений перед уходом в зиму.

Фактором, который определяет уровень урожайности озимых культур в восточной зоне Ростовской области, является влагообеспеченность, зависящая от выпадающих осадков в период вегетации растений (Попов, 2016) (табл. 1).

1. Количество осадков с августа по июль в восточной зоне Ростовской области, мм (2013–2016 гг) **1. Amount of precipitations from August till July in the eastern part of the Rostov region, mm (2013–2016)**

Месяц	2013–2014 гг.	2014–2015 гг.	2015–2016 гг.	Среднегодовое кол-во осадков, мм
Август	27,5	3,0	13,5	31,1
Сентябрь	67,5	25,5	17,0	37,3
Октябрь	68,5	35,0	40,0	44,7
Ноябрь	9,5	15,5	43,5	30,4
Декабрь	28,0	60,0	47,5	46,0
Январь	49,0	49,5	64,5	39,8
Февраль	17,0	8,5	33,0	28,4
Март	59,5	9,0	67,0	42,7
Апрель	19,5	44,0	16,5	30,7
Май	55,5	66,5	91,0	59,6
Июнь	58,5	79,0	28,5	51,2
Июль	46,5	30,5	82,5	39,7
Сумма осадков за год, мм	506,5	426,0	544,5	481,6

Метеорологические условия в годы проведения исследований по количеству выпадающих атмосферных осадков были различные. В 2013–2014-м и 2015–2016 гг. по сумме выпавших осадков установлено превышение среднесуточных показателей. В 2013–2014 гг. выпало 506,5; в 2015–2016 гг. – 544,5 мм осадков, а среднесуточное значение – 481,6 мм. Однако количество осадков, выпадающих по фазам развития растений озимого ячменя, существенно отличалось. За период с августа по октябрь 2013 г. количество осадков составило 163,5 мм, что на 50,4 мм больше среднесуточного показателя, который был 113,1 мм за тот же период (август, сентябрь, октябрь). Сложившиеся условия осеннего периода 2013 г. способствовали появлению дружных всходов и хорошему развитию растений озимых культур (Попов, 2016).

В 2015 г. за тот же период (с августа по октябрь) выпало 70,5 мм (на 42,6 мм меньше среднесуточного показателя), при этом 40,0 мм – в октябре. Данный фактор отрицательно повлиял на своевременность появления всходов и развитие растений осенью. Количество выпавших осадков с апреля по июнь

в 2014 и 2016 гг. было примерно одинаковым (2014 г. – 133,5 мм, 2016 г. – 136,0 мм).

Анализ влагообеспеченности урожая 2015 г. показал, что дефицит осадков составил 55,6 мм к среднесуточному показателю (481,6 мм). С августа по октябрь 2014 г. выпало 63,5 мм при среднесуточной норме 113,1 мм. В период с ноября 2014 г. по март 2015 г. также установлен дефицит осадков – 44,8 мм к среднесуточному их количеству. Однако количество осадков с апреля по июнь 2015 г. (189,5 мм) существенно превысило среднесуточный показатель (141,5 мм) – на 48,0 мм, что благоприятно повлияло на формирование урожая.

Таким образом, в годы исследований погодные условия для роста и развития озимого ячменя складывались различно, при этом позволили сформировать хорошую урожайность зерна.

Результаты и их обсуждение. Урожайность изучаемых сортов в среднем за три года (2014–2016 гг.) исследований варьировала от 3,50 до 4,37 т/га.

В 2014 г. наибольшая урожайность была сформирована стандартным сортом Мастер (5,10 т/га) и со-

ртом Ерема (4,8 т/га). В 2015 г. максимальная урожайность была у сорта Мастер (4,02 т/га), остальные сорта достоверно уступили стандарту. Их урожайность находилась в пределах 2,76–3,6 т/га. В 2016 г.

достоверное превышение показателя урожайности по сравнению с сортами Мастер и Тигр выявлено у сортов Тимофей – 4,97 т/га (+ 1,31) и Ерема – 4,71 (+ 1,05) (табл. 2).

2. Урожайность сортов озимого ячменя в восточной зоне Ростовской области, т/га (2014–2016 гг.)

2. Productivity of winter wheat varieties in the eastern part of the Rostov region, t/ha (2014–2016)

№ п/п	Сорт	2014 г.	2015 г.	2016 г.	В среднем за три года, т/га
1	Мастер, стандарт	5,10	4,02	3,66	4,26
2	Тигр	4,00	2,76	3,72	3,50
3	Тимофей	4,10	3,46	4,97	4,18
4	Ерема	4,80	3,60	4,71	4,37
Средняя урожайность, т/га		4,50	3,50	4,30	–
НСР _{0,05}		0,30	0,32	0,39	0,33

Количество осадков оказывало существенное влияние на урожайность озимого ячменя. Так, в 2015 г. урожайность ячменя на изучаемых сортах была минимальной (в среднем 3,50 т/га) по сравнению с 2014 и 2016 гг. (за исключением сорта Мастер), так как период с августа 2014 г. по июль 2015 г. характеризовался наименьшим количеством выпавших осадков (426,0 мм).

Урожайность в 2016 г. у большинства сортов была ниже (в среднем 4,30 т/га), чем в 2014 г. (в среднем 4,50 т/га), несмотря на то что 2016 г. был наиболее

влагообеспеченным, чем 2014-й. Это связано с количеством выпавших осадков в осенний период 2013 г., когда выпало на 45 мм больше, чем осенью в 2015 г., что способствовало более дружному прорастанию семян и хорошему развитию растений перед уходом в зиму. В результате было получено большее количество продуктивных стеблей к уборке 2014 г. (в среднем по сортам 293 шт./м²), при этом масса 1000 зерен у изучаемых сортов по сравнению с другими годами (2015 и 2016 г.) была наименьшая – 38,6 г (табл. 3).

3. Масса 1000 зерен, количество зерен в колосе и продуктивных стеблей сортов озимого ячменя в восточной зоне Ростовской области (2014–2016 гг.)

3. 1000-kernel weight, number of kernels per head and productive stems of winter barley varieties in the eastern part of the Rostov region (2014–2016)

Сорт	Масса 1000 зерен, г			Кол-во зерен в колосе, шт.			Кол-во продуктивных стеблей, шт./м ²		
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Мастер, стандарт	39,8	44,6	41,2	47,3	42,0	44,0	303	243	181
Тигр	39,4	45,2	41,9	42,2	33,5	48,5	269	206	183
Тимофей	39,2	42,0	40,8	52,2	37,1	53,7	261	258	240
Ерема	36,0	37,6	35,8	44,0	35,0	54,4	339	309	285
Средний показатель	38,6	42,4	39,9	46,4	36,9	50,2	293	254	222

Наименьшее количество зерен в колосе установлено в 2015 г. (в среднем 36,9 шт.), при этом наблюдалась наибольшая масса 1000 зерен (в среднем 42,4 г).

При изучении сортов озимого ячменя были определены следующие показатели качества зерна: содержание белка, содержание крахмала, экстрактивность и пленчатость (табл. 4).

4. Качество зерна сортов озимого ячменя в восточной зоне Ростовской области (2014–2016 гг.)

4. Grain quality of winter barley varieties in the eastern part of the Rostov region (2014–2016)

№ п/п	Сорт	Среднее за три года изучения			
		Белок, %	Крахмал, %	Экстрактивность, %	Пленчатость, %
1	Мастер, St	11,2	56,4	77,7	12,6
2	Тигр	11,7	56,9	77,9	11,7
3	Тимофей	11,2	59,2	77,9	12,7
4	Ерема	11,3	58,5	77,8	13,0
Станд. отклонение		0,2	1,3	0,1	0,6

Содержание белка в среднем за 2014–2016 гг. варьировало от 11,2 до 11,7%. По данному показателю достоверно превысил стандарт только сорт Тигр. У остальных изучаемых сортов показатель содержания белка был на уровне стандарта.

Содержание крахмала в зерне озимого ячменя варьировало от 56,4 до 59,2%, наименьшее значение выявлено у стандартного сорта Мастер. Достоверное превышение по содержанию крахмала выявлено

у сорта Тимофей (+2,8% к стандарту) и у сорта Ерема (+2,1%). Содержание крахмала в зерне сорта Тигр находилось на уровне стандарта.

Экстрактивность варьировала от 77,7 до 77,9%. Значения пленчатости у изучаемых сортов озимого ячменя варьировали в пределах от 11,7 до 13,0 %. На уровне стандарта по данному показателю были сорта Тимофей (12,7%) и Ерема (13%).

Выводы

Урожайность изучаемых сортов озимого ячменя находится в прямой зависимости от суммы выпавших осадков за вегетацию и в значительной степени определяется сложившимися гидротермическими условиями.

Наибольшая пластичность при возделывании озимого ячменя в восточной зоне Ростовской области проявлена сортами Мастер, Тимофей и Ерема, сформировавшими наибольшую урожайность, – 4,26, 4,18 и 4,37 т/га соответственно.

Библиографические ссылки

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
2. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы / под ред. В.Н. Василенко. Ч. I. Ростов н/Д., 2013. 248 с.
3. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы / под ред. В.Н. Василенко. Ч. II. Ростов н/Д., 2013. 272 с.
4. Попов А.С., Герасименко Г.П., Марченко Д.М., Герасименко Т.В., Яценко В.А., Игнатьева Н.Г. Урожайность и качество сортов мягкой озимой пшеницы в восточной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2016. № 2. С. 27–30.
5. Рябов Е.И. Влияние неблагоприятных погодных условий на урожай и земельные ресурсы Ставропольского края. Ставрополь: Кн. изд-во, 2001. 319 с.
6. Фарниев А.Т., Базаева Л.М., Козырева М.Д. Качество различных сортов озимого ячменя при возделывании в предгорной зоне РСО – Алания // Известия Горского государственного аграрного университета. Т. 48, ч. 2. Владикавказ, 2011. С. 43–46.
7. Филиппов Е.Г., Донцова А.А., Донцов Д.П. Новый пивоваренный сорт озимого ячменя Рандеву // Зерновое хозяйство России. 2012. № 2. С. 62–65.
8. Янковский Н. Г. Технология возделывания ячменя на Дону. Ростов н/Д.: Терра Принт, 2007. 225 с.
9. Янковский Н.Г., Попов А.С., Овсянникова Г.В., Донцова А.А. Предшественники озимого ячменя в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2014. № 4(34). С. 58–61.

References

1. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basis of statistic processing of study results)]. 5-e izd., pererab. i dop. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
2. Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoy oblasti na 2013–2020 gody [Zonal systems of agriculture of the Rostov region in 2013–2020] / pod red. V.N. Vasilenko. Ch. I. Rostov n/D., 2013. 248 s.
3. Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoy oblasti na 2013–2020 gody [Zonal systems of agriculture of the Rostov region in 2013–2020] / Pod redakciej V.N. Vasilenko. CH.II. Rostov-na-Donu, 2013. 272 s.
4. Popov A.S., Gerasimenko G.P., Marchenko D.M., Gerasimenko T.V., Yacenko V.A., Ignat'eva N.G. Urozhajnost' i kachestvo sortov myagkoj ozimoy pshenicy v vostochnoj zone Rostovskoj oblasti [Productivity and quality of winter soft wheat varieties in the eastern part of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 2. S. 27–30.
5. Ryabov E.I. Vliyanie neblagopriyatnyh pogodnyh uslovij na urozhaj i zemel'nye resursy Stavropol'skogo kraja [The effect of unfavourable weather conditions on yield and land reserves of the Stavropol' Area]. Stavropol': Kn. izd-vo, 2001. 319 s.
6. Farniev A.T., Bazaeva L.M., Kozyreva M.D. Kachestvo razlichnyh sortov ozimogo yachmenya pri vozdeleyvanii v predgornoj zone RSO – Alaniya [Quality of different varieties of winter barley grown in the pre-hill part of RSO-Alaniya] // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. T. 48, ch.2. Vladikavkaz, 2011. S. 43–46.
7. Filippov E.G., Doncova A.A. Doncov D.P. Novyj pivovarennyj sort ozimogo yachmenya Randevo [The new brewery variety of winter barley 'Randevo'] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2012. № 2. S. 62–65.
8. Yankovskij N. G. Tekhnologiya vozdeleyvaniya yachmenya na Donu [Barley cultivation technology on Don]. Rostov n/D.: Terra Print, 2007. 225 s.
9. Yankovskij N.G., Popov A.S., Ovsyannikova G.V., Doncova A.A. Predshestvenniki ozimogo yachmenya v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti [Winter barley forecrops in the southern part of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 4(34). S. 58–61.

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 10.31367/2079-8725-2018-58-4-24-32

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ СОРТОВ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ В ФГБНУ «АНЦ «ДОНСКОЙ»

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 ID: 0000-0001-9253-3864;

А.С. Витковская, агроном лаборатории селекции и семеноводства озимого ячменя, a.golovanik@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-9641-4272

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

Ячмень – культура, которая имеет широкий спектр хозяйственного использования. Урожайность ячменя сильно варьирует по зонам возделывания, поэтому для выявления реакции сортов на различные почвенно-климатические условия проводят экологическое сортоиспытание. Это позволяет выявить сорта, адаптивные к конкретным почвенно-климатическим условиям. Цель

исследований – изучение основных хозяйственно ценных признаков сортов озимого ячменя в условиях южной зоны Ростовской области. Исследования проводили на полях научного севооборота отдела селекции и семеноводства ячменя ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2015–2017 гг. Объектом исследований являлись 25 сортов озимого ячменя различного эколого-географического происхождения. Выделены сорта, которые обладали комплексом хозяйственно ценных признаков и свойств. Комплексную устойчивость к поражению листовыми болезнями имели сорта Hiscory, Explorer 7, Wintwalt, Explorer 3/2. Высокой озерненностью колоса отличались сорта Тимофей, Мастер, Ерема, Виват, Тигр (АНЦ «Донской», РФ); Scala, Meredian (Германия); Explorer 2, Explorer 6, Capten (Франция). Крупнозерностью обладали сорта Тимофей (АНЦ «Донской», РФ), Scala (Германия), Explorer 1, Explorer 2, Explorer 6, Explorer 8, Wintwalt, Capten (Франция) (45,1–50 г), Meredian (2-117, 2-234), Hiscory (Германия), Explorer 3, Explorer 4, Explorer 5, Explorer 7, Explorer 3/2, Explorer 4/2, Бронскайли (Франция) (более 50 г). По скороспелости выделялись сорта Тигр, Мастер (АНЦ «Донской», РФ), Гордей (НЦЗ им П.П. Лукьяненко, РФ), Scala, Casino (Германия), Explorer 6, Explorer 7 (Франция).

Ключевые слова: озимый ячмень, сорт, урожайность, дата колошения, масса 1000 зерен, число зерен в колосе.



ECOLOGICAL STUDY OF WINTER BARLEY VARIETIES IN THE FSBSI ARC “DONSKOY”

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.S. Vitkovskaya, agronomist of the laboratory of winter barley breeding and seed-growing, a.golovanik@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-9641-4272

FSBSI “Agricultural Research Center “Donskoy”
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

Barley is a grain crop, which has a wide range of economic use. Barley productivity greatly varies according to cultivation areas, therefore ecological variety-testings are carried out to reveal variety response to various soil-climatic conditions. It allows identifying the varieties with good adaptability to definite soil-climatic conditions. The purpose of the work is to study the main economic-valuable traits of winter barley varieties in the southern part of the Rostov region. The study was conducted on the crop rotation fields of the department for barley breeding and seed-growing of the ARC “Donskoy” in 2015–2017. The objects of the study were 25 winter barley varieties of different ecological and geographical origin. There were identified the varieties with a complex of economic-valuable traits and properties. The varieties ‘Hiscory’, ‘Explorer 7’, ‘Wintwalt’ and ‘Explorer 3/2’ showed a complex resistance to leaf diseases. The varieties ‘Timofey’, ‘Master’, ‘Erema’, ‘Vivat’, ‘Tigr’ (ARC “Donskoy”, Russia), ‘Scala’, ‘Meredian’ (Germany), ‘Explorer 2’, ‘Explorer 6’, ‘Capten’ (France) showed a large grain content per head. There were identified such large-kerneled varieties as ‘Timofey’ (ARC “Donskoy”, Russia), ‘Scala’ (Germany), ‘Explorer 1’, ‘Explorer 2’, ‘Explorer 6’, ‘Explorer 8’, ‘Wintwalt’, ‘Capten’ (France) with 45.1–50 g; the varieties ‘Meredian’, ‘Hiscory’ (Germany), ‘Explorer 3’, ‘Explorer 4’, ‘Explorer 5’, ‘Explorer 7’, ‘Explorer 3/2’, ‘Explorer 4/2’, ‘Bronskajli’ (France) with more than 50 g. The varieties ‘Master’, ‘Tigr’ (ARC “Donskoy”, Russia), ‘Gordey’ (RCG named after P.P. Lukyanenko, Russia), ‘Scala’, ‘Casino’ (Germany), ‘Explorer 6’, ‘Explorer 7’ (France) showed their early ripeness.

Keywords: winter barley, variety, productivity, earing phase, 1000-kernel weight, number of kernels per head.

Введение. В настоящее время большое значение имеют увеличение производства зерна и повышение его качества. Заметная роль в зерновом балансе отводится ячменю как особо ценной культуре разностороннего использования (фураж, пиво, крупа, зеленый корм, сенаж и др.), которая по посевным площадям как в РФ, так и в Ростовской области стабильно занимает второе место. В структуре посевных площадей ей отводится от 15 до 30% (Алабушев, 2012; Донцова и др., 2014).

Формирование и налив зерна озимого ячменя проходят в относительно увлажненный период. Он лучше, чем яровой ячмень, использует влагу осенне-зимних осадков и поэтому по урожайности зерна значительно превосходит яровой и даже пшеницу (Филиппов и Донцова, 2014).

В настоящее время сорт является одним из основных факторов, направленных на увеличение производства зерна (Алабушев и Раева, 2013).

С целью расширения знаний об эколого-географической изменчивости и норм реакций культуры необходимо изучать исходный материал в различных экологических условиях. Это позволит выделять сорта, адаптированные к конкретным условиям региона.

Целью исследований являлись изучение основных хозяйственно ценных признаков сортов озимого ячменя в условиях южной зоны Ростовской области и выделение сортов, обладающих комплексом положительных признаков и свойств, для использования в селекционных программах.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на полях научного севооборота отдела селекции и семеноводства ячменя ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2015–2017 гг. Учетная площадь делянки – 10 м², норма высева – 450 всхожих зерен на 1 м², повторность двукратная. Стандартный сорт Тимофей (АНЦ «Донской», РФ) высевали через 20 номеров.

В изучении находилось 25 сортов озимого ячменя отечественной и зарубежной селекции:

– РФ: Тимофей, Мастер, Тигр, Ерема, Виват (АНЦ «Донской»), Гордей (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко);
– Германия: Scala, Meredian, 2-117, 2-234, Casino, Hiskory;

– Франция: Explorer 1, Explorer 2, Explorer 3, Explorer 4, Explorer 5, Explorer 6, Explorer 7, Explorer 8, Explorer 3/2, Explorer 4/2, Wintwalt, Capten, Бронскайли.

Учеты, наблюдения и оценка изучаемых сортов проводились согласно методике Государственного сортоиспытания с.-х. культур (1989) и Методическим указаниям по изучению мировой коллекции (1977).

Математическую обработку результатов исследований производили по методике полевого опыта Б.А. Доспехова (1985) и с использованием программ Microsoft Office 2010 и Statistica 10.

Результаты и их обсуждение. В 2015 г. начало колошения сортов озимого ячменя отмечено 16 мая, окончание – 22 мая, в 2016 г. – с 5 по 18 мая, а в 2017-м – с 8 по 24 мая.

Сорта Тигр (минус 3–6 дней к стандарту), Мастер (минус 2–3 дня к стандарту), Гордей (минус 2–5 дней к стандарту), Scala (минус 3–4 дня к стандарту), Casino (минус 1–7 дней к стандарту), Explorer 6 (ми-

нус 1–4 дня к стандарту), Explorer 7 (минус 1–4 дня к стандарту) имели более короткий период вегетации по сравнению со среднеспелым стандартом (рис. 1).

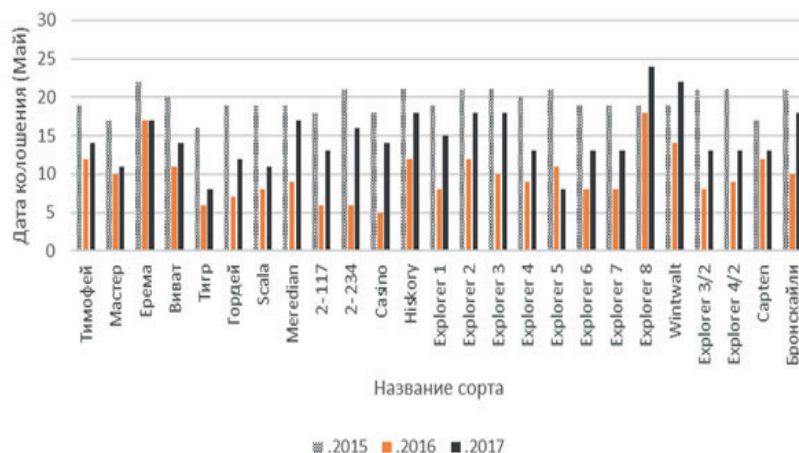


Рис. 1. Распределение образцов озимого ячменя по признаку «дата колошения», 2015–2017 гг.

Fig. 1. Distribution of winter barley samples on the basis of the "date of earing", 2015–2017

В годы проведения исследований устойчивость к полеганию варьировала от 6,4 до 9,0 балла. Высокой устойчивостью к полеганию обладали 16 сортов (64%) (рис. 2).

Все изучаемые сорта, согласно Международному классификатору СЭВ рода *Hordeum* L. (1983), были представлены средневвысокими сортами – 96–110 см.

Масса 1000 зерен является одним из показателей структуры урожая, который определяет крупность

зерна. Согласно классификатору крупное зерно (45,1 до 50,0 г) сформировали 32% сортов, в том числе Тимофей, Scala, Explorer 1, Explorer 2, Explorer 6, Explorer 8, Wintwalt, Capten.

Очень крупное зерно (более 50,0 г) сформировали 44% сортов: Meredian, 2-117, 2-234, Hiskory, Explorer 3, Explorer 4, Explorer 5, Explorer 7, Explorer 3/2, Explorer 4/2, Бронскайли (рис. 3).

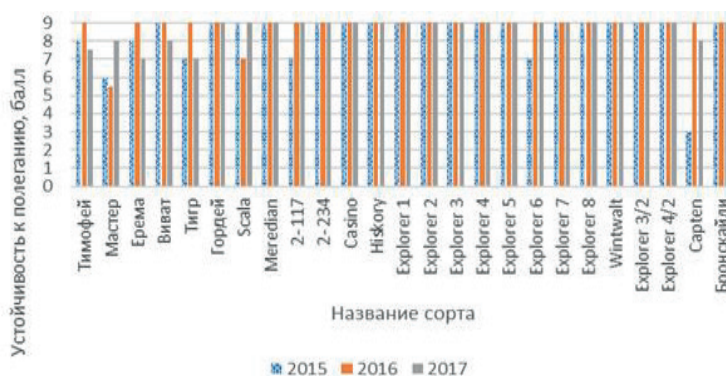


Рис. 2. Устойчивость к полеганию сортов озимого ячменя, 2015–2017 гг.

Fig. 2. Resistance to lodging winter barley grades, 2015–2017

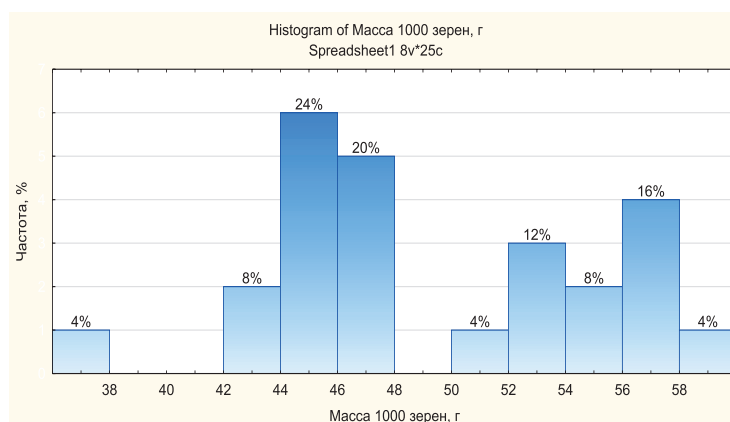


Рис. 3. Распределение сортов озимого ячменя по признаку «масса 1000 зерен», 2015–2017 гг.

Fig. 3. Distribution of grades of winter barley on the basis of "mass of 1000 grains", 2015–2017

Максимальное значение признака проявил сорт Explorer 3 – 58,4 г.

В среднем за 2015–2017 годы по признаку «количество зерен в колосе» выделились сорта шестирядного ячменя Мастер, Ерема, Виват, Тигр, Scala,

Meredian, Explorer 2, Explorer 6, Capten (52%), сформировавшие большое число зерен в колосе (более 53,0 шт.). Из сортов двурядного ячменя наиболее озерненным являлся сорт Explorer 5 – 27,0 шт. (рис. 4).

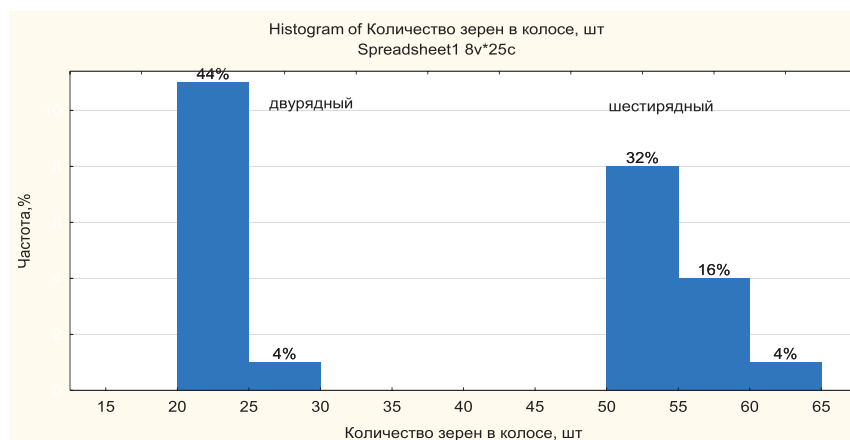


Рис. 4. Распределение сортов озимого ячменя по признаку «число зерен в колосе», 2015–2017 гг.

Fig. 4. Distribution of winter barley grades on the basis of "number of grains per ear", 2015–2017

У 64% сортов отмечены средние значения количества колосьев на 1 м² (501–700 шт.). Большое количество колосьев на 1 м² (701–900 шт.) имели сорта

2-117, 2-234, Hiscory, Explorer 4, Wintwalt, Explorer 3/2, Explorer 4/2. Максимальное значение признака отмечено у сорта 2-117 – 826,3 шт. (рис. 5).



Рис. 5. Распределение сортов озимого ячменя по признаку «число продуктивных стеблей на 1 м²», 2015–2017 гг.

Fig. 5. Distribution of grades of winter barley on the basis of "number of productive stems per 1 m²", 2015–2017

Для создания высокоурожайных сортов важны изучение исходного материала и выделение новых источников устойчивости к основным болезням. Наибольший вред растениям озимого ячменя наносит поражение мучнистой росой, карликовой ржавчиной и сетчатым гельминтоспориозом (Лопатко и Филиппов, 2013).

Поражение мучнистой росой, карликовой ржавчиной, сетчатым гельминтоспориозом в 2015 г. было незначительным. Большинство сортов проявило умеренную устойчивость к сетчатому гельминтоспориозу (от 1 до 2 баллов).

В 2016 г. поражение мучнистой росой было минимальным. Умеренную устойчивость к сетчатому гельминтоспориозу проявили 16 сортов (от 1 до 2 баллов). Наименьшее проявление данного патогена отмечено у 7 сортов.

В 2017 г. весь изучаемый материал озимого ячменя был поражен сетчатым гельминтоспориозом и мучнистой росой в различной степени (степень поражения от 1 до 3 баллов), умеренную устойчивость к поражению сетчатой пятнистостью проявило 9 сортов, к поражению мучнистой росой – 6. У сортов Explorer 8 и Wintwalt (Франция) было отмечено наименьшее проявление данного патогена (1–1,5 балла). Проявление карликовой ржавчины было незначительным. Комплексную устойчивость к поражению листовыми болезнями в естественных условиях проявило 4 сорта (табл. 1).

Урожайность является результирующим показателем, отражающим приспособленность сорта к конкретным почвенно-климатическим условиям. В годы исследований урожайность изучаемых сортов варьировала от 6,8 до 9,2 т/га (рис. 6).

1. Оценка сортов озимого ячменя по устойчивости к поражению листовыми болезнями, 2015–2017 гг.
1. Assessment of winter barley varieties for resistance to the defeat of leaf diseases, 2015–2017

Сорт	Поражение болезнями по годам								
	2015			2016			2017		
	М/р	СГС	КРЖ	М/р	СГС	КРЖ	М/р	СГС	КРЖ
Тимофей	1,5	1,5–2	0	1–1,5	0,1–1	0,1–0,5	2,5–3	2,5–3	0
Мастер	0	3	0	0	2,5–3	0	2,5–3	2,5–3	0
Ерема	1,5	1,5	0	0	1–1,5	0,1–0,5	2–2,5	1,5–2	0
Виват	0	1,5–2	0	1–1,5	1–1,5	1–5	2,5–3	2,5–3	0
Тигр	0	3	0	0,1–1	1,5–2	0,5–1	2,5–3	2,5–3	0
Гордей	0	1,5–2	0	0,1–1	0,1–1	0,1	1,5–2	2–2,5	0
Scala	0	1,5	0	0	2,5–3	0	3–3,5	2	0
Meredian	0	1,5–2	0	0	1,5–2	0,1–0,5	2–2,5	2–2,5	0
2-117	0	1,5–2	0	0,1–1	1–1,5	0,1–0,5	2,5–3	2	0–1
2-234	0	1–1,5	0	0	1–1,5	0,1	2–2,5	2,5–3	0–1
asino	0	1,5	0	0,1–1	0,1–1	0,1	2–2,5	2,5–3	0
Hiskory	0	1,5	0	0	0,1–1	0,1	1,5–2	1,5–2	1–5
Explorer 1	2	1–1,5	0	1–1,5	1–1,5	0,1	2–2,5	2–2,5	0
Explorer 2	0	1–1,5	0	1–1,5	1–1,5	0,1	2–2,5	1,5–2	0
Explorer 3	0	1,5–2	0	0	1,5–2	0,1	2–2,5	2–2,5	0
Explorer 4	0	1,5–2	0	0	1–1,5	0,1	2,5–3	2,5–3	0
Explorer 5	1,5	1,5	0	0	1–1,5	0,1	2–2,5	1,5–2	0
Explorer 6	0	1,5–2	0	0,1–1	1,5–2	0,1	2	2–2,5	0
Explorer 7	0	1,5	0	0	1,5–2	0,1	2–2,5	2–2,5	0
Explorer 8	0	2	0	0	0,1–1	0,1	1,5	1–1,5	0
Wintwalt	0	1,5	0	0	0,1–1	0,1	1–1,5	1–1,5	0
Explorer 3/2	0	1,5	0	0	1–1,5	0,1	1,5–2	1,5–2	0
Explorer 4/2	0	1,5	0	0	0,1–1	0,1	2–2,5	2,5–3	0
Capten	0	2–2,5	0	0	1,5–2	0	2–2,5	2,5–3	0
Бронскайли	1	2	0	0	1–1,5	0	2–2,5	2,5–3	0

*М/р – мучнистая роса

СГС – сетчатый гельминтоспориоз

КРЖ – карликовая ржавчина

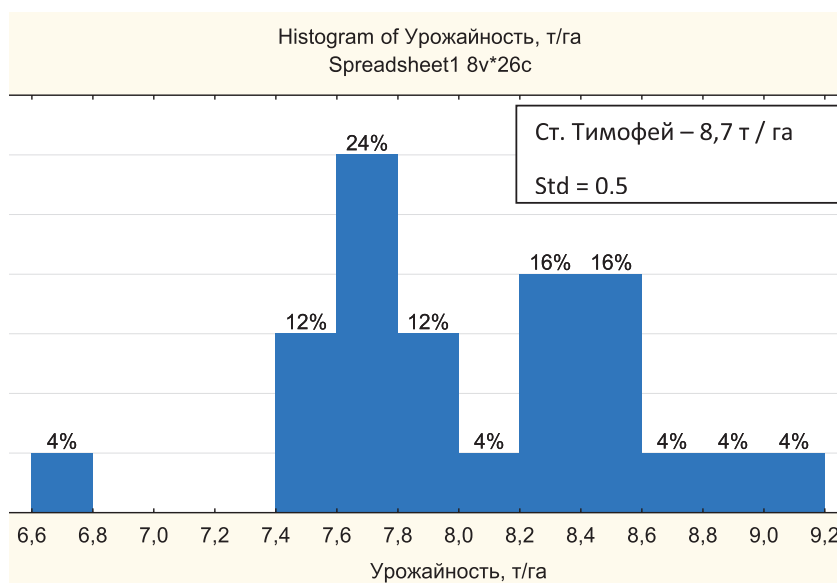


Рис. 6. Урожайность сортов озимого ячменя в экологическом испытании, 2015–2017 гг.

Fig. 6. Yield of grades of winter barley in the ecological test, 2015–2017

По урожайности на уровне стандарта находилось 11 сортов. Максимальная урожайность в среднем за три года отмечена у сорта Виват – 9,2 т/га (табл. 2).

Корреляционный анализ взаимосвязи хозяйственно ценных признаков показал, что достоверная связь ($p < 0,05$) отмечена между следующими признаками: зимостойкость – урожайность; устойчи-

вость к полеганию – масса 1000 зерен, количество продуктивных стеблей, количество зерен в колосе; урожайность – количество зерен в колосе; масса 1000 зерен – количество продуктивных стеблей, количество зерен в колосе; количество продуктивных стеблей – количество зерен в колосе, высота растений (табл. 3).

2. Урожайность сортов озимого ячменя в экологическом испытании, 2015–2017 гг.
2. The yield of winter barley grades in the environmental test, 2015–2017

Сорт	Урожайность, т/га, по годам			
	2015	2016	2017	Средняя
Тимофей	9,8	6,8	9,6	8,7
Виват	10,5	7,2	10	9,2
Гордей	9,4	7,4	9	8,6
Scala	9,7	5,4	10,1	8,4
Meredian	10,3	7,5	8,9	8,9
Casino	10,4	8,6	6,7	8,6
Hiskory	10,4	7,2	8	8,5
Explorer 1	9,7	7,3	7,8	8,3
Explorer 2	10,6	7,9	6,5	8,3
Explorer 4	9,5	7,2	8,1	8,3
Explorer 3/2	10,4	6,8	8,2	8,5
Std				0,5

3. Корреляционные связи между хозяйственно ценными признаками сортов озимого ячменя, 2015–2017 гг.

3. Correlation between the economically valuable traits winter barley grades, 2015–2017

Признаки	Зимостой- кость	Устой- чивость к полеганию	Урожай- ность	Масса 1000 зерен	Количество продуктив- ных стеблей	Количество зерен в колосе	Высота растений
Зимостойкость	1,00 p= ---	-0,11 p=0,59	0,4803 p=0,02	0,0138 p=0,95	0,00 p=0,98	0,18 p=0,40	0,04 p=0,85
Устойчивость к полеганию		1,00 p= ---	0,11 p=0,61	0,46 p=,021	0,44 p=0,03	-0,56 p=0,00	-0,15 p=0,49
Урожайность			1,00 p= ---	-0,22 p=0,3	-0,36 p=0,08	0,47 p=0,07	0,15 p=0,47
Масса 1000 зерен				1,00 p= ---	0,64 p=0,00	-0,80 p=0,00	-0,07 p=0,73
Количество продуктивных стеблей					1,00 p= ---	-0,89 p=,00	-0,45 p=0,02
Количество зерен в колосе						1,00 p= ---	0,30 p=,15

Между урожайностью и зимостойкостью выявлена средняя положительная достоверная связь ($r = 0,48$ при $p = 0,02$) (рис. 7).

Сочетание высокой урожайности и зимостойкости отмечено у сортов Виват, Тимофей, Гордей, Scala, Meredian, Casino, Hiskory, Explorer 4 (рис. 8).

Установлена средняя положительная достоверная связь между массой 1000 зерен и устойчиво-

стью к полеганию растений ($r = 0,46$ при $p = 0,02$) (рис. 9).

Выявлена средняя положительная достоверная связь между урожайностью и количеством зерен в колосе ($r = 0,47$ при $p = 0,02$). Максимальной урожайностью обладали сорта с высокой озерненностью колоса: Тимофей, Виват, Scala, Meredian, Casino, Hiskory, Explorer 1, Explorer 2, Explorer 4, Explorer 3/2 (рис. 10).

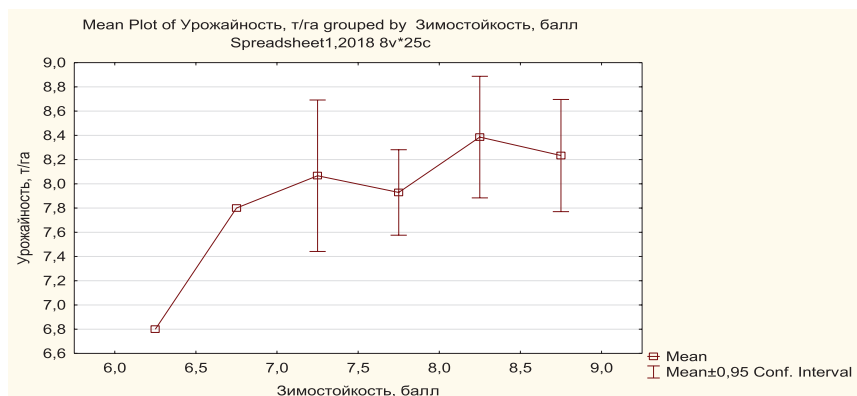


Рис. 7. График средних с ошибками по признакам «урожайность» и «зимостойкость», 2015–2017 гг.

Fig. 7. Graph of medium with errors in terms of "yield" and "winter hardiness", 2015–2017

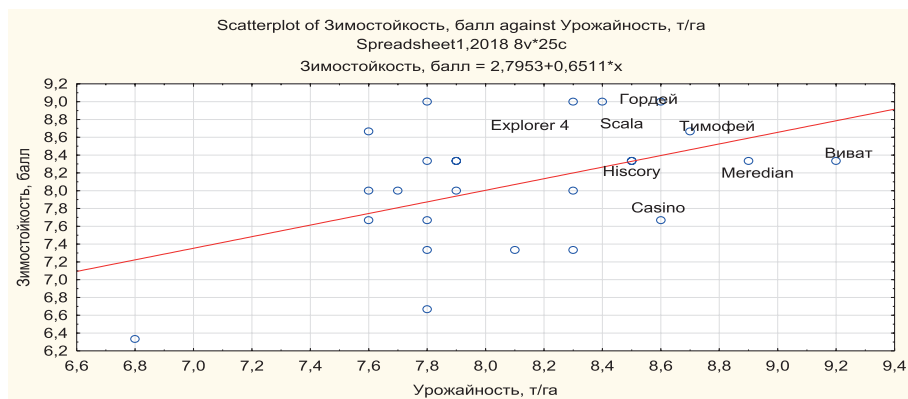


Рис. 8. Связь между урожайностью и зимостойкостью, 2015–2017 гг.

Fig. 8. Relationship between yield and winter hardiness, 2015–2017

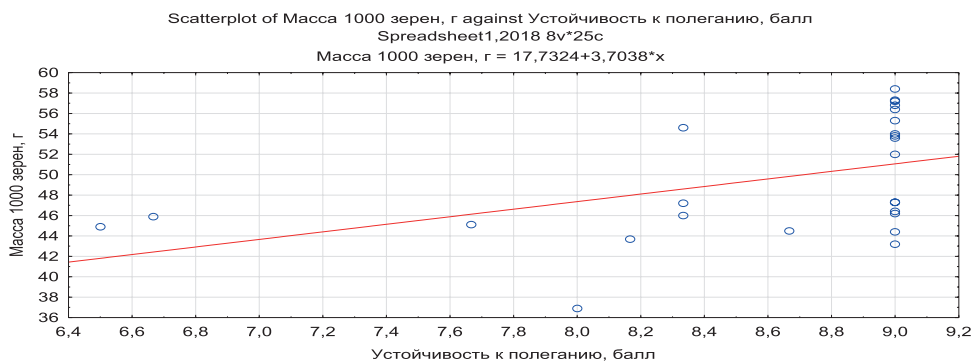


Рис. 9. Связь между признаками «масса 1000 зерен» и «устойчивость к полеганию растений», 2015–2017 гг.

Fig. 9. The relationship between the signs "mass of 1000 grains" and "resistance to lodging plants", 2015–2017

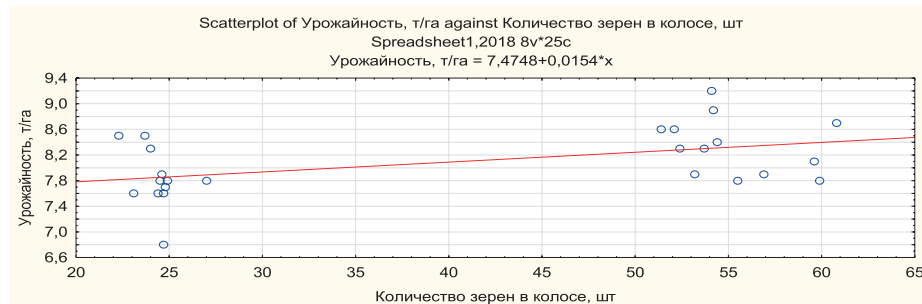


Рис. 10. Связь между урожайностью и количеством зерен в колосе, 2015–2017 гг.

Fig. 10. The relationship between yield and number of grains per ear, 2015–2017

Также установлена средняя положительная достоверная связь между массой 1000 зерен и количеством продуктивных стеблей ($r = 0,63$ при $p = 0,00$) (рис. 11).

Между количеством зерен в колосе и массой 1000 зерен выявлена тесная отрицательная достоверная связь ($r = -0,80$ при $p = 0,00$) (рис. 12).

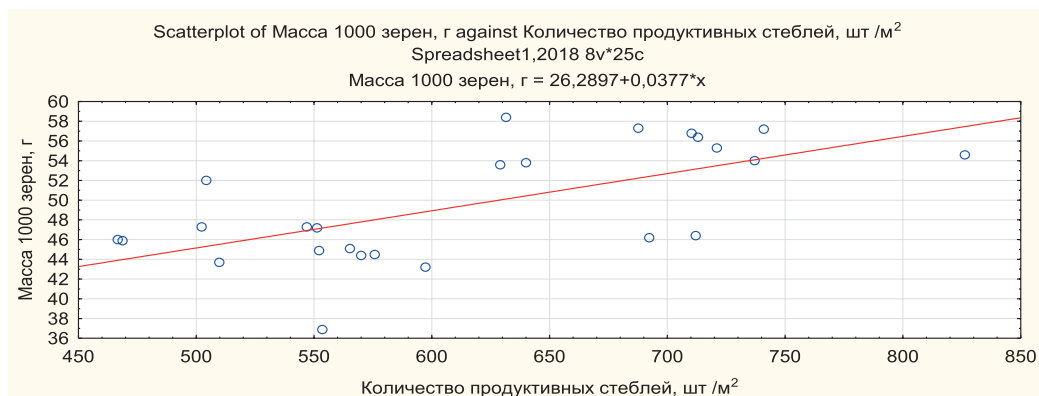


Рис. 11. Связь между массой 1000 зерен и количеством продуктивных стеблей, 2015–2017 гг.

Fig. 11. The relationship between mass of 1000 grains and the number of productive stems, 2015–2017

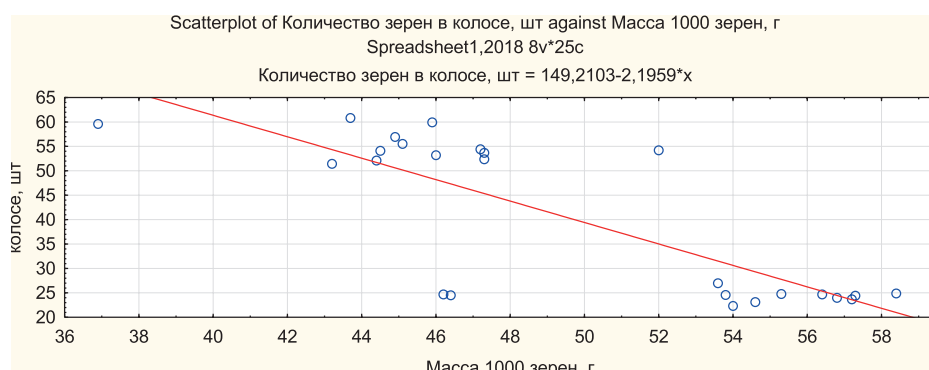


Рис. 12. Связь между количеством зерен в колосе и массой 1000 зерен, 2015–2017 гг.

Fig. 12. The relationship between the number of grains per ear and 1000 grain weight, 2015–2017

Выявлена достоверная отрицательная сильная связь между количеством продуктивных стеблей и количеством зерен в колосе ($r = -0,89$ при $p = 0,00$). Наибольшая продуктивная кустистость отмечена у двурядных сортов (рис. 13).

Между высотой растений и количеством продуктивных стеблей существует достоверная отрицательная средняя связь ($r = -0,45$ при $p = 0,02$) (рис. 14).

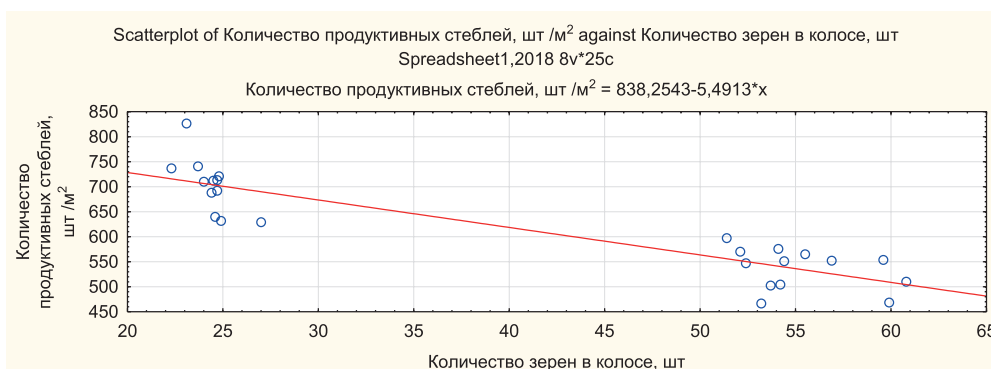


Рис. 13. Связь между количеством продуктивных стеблей и количеством зерен в колосе, 2015–2017 гг.

Fig. 13. The relationship between the number of productive stems and the number of grains per ear, 2015–2017

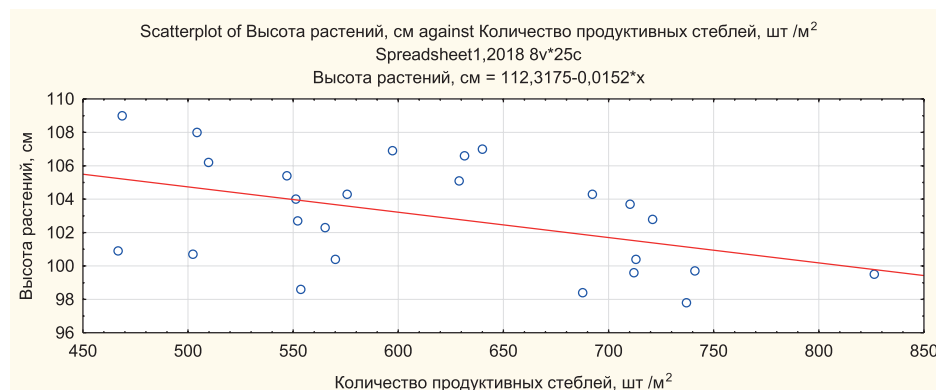


Рис. 14. Связь между высотой растений и количеством продуктивных стеблей, 2015–2017 гг.

Fig. 14. The relationship between plant height and the number of productive stems, 2015–2017

Выводы. По результатам изучения сортов озимого ячменя выделены источники хозяйственно ценных признаков:

- высокая озерненность колоса: Тимофей, Мастер, Ерема, Виват, Тигр («АНЦ «Донской», РФ), Scala, Meredian, Explorer 2, Explorer 6, Capten (Франция);
- крупнозерность: 45,1–50 г – Тимофей, Scala, Explorer 1, Explorer 2, Explorer 6, Explorer 8, Wintwalt,

Capten; более 50 г – Meredian, 2-117, 2-234, Hiscory, Explorer 3, Explorer 4, Explorer 5, Explorer 7, Explorer 3/2, Explorer 4/2, Бронскайли;

– скороспелость: Тигр, Мастер, Гордей, Scala, Casino, Explorer 6, Explorer 7;

– комплексная устойчивость к листовым болезням: Hiscory, Explorer 7, Wintwalt, Explorer 3/2.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А.В. Состояние и пути эффективности отрасли растениеводства. Ростов н/Д.: Книга, 2012. 384 с.
2. Донцова А.А., Филиппов Е.Г., Раева С.А. Состояние производства и сортовой состав в Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2014. № 4(34). С. 40–44.

3. Филиппов Е.Г., Донцова А.А. Селекция озимого ячменя. Ростов н/Д.: Книга, 2014. 208 с.
4. Алабушев А.В., Раева С.А. Производство зерна в России. Ростов н/Д.: Книга, 2013. 144 с.
5. Лопатко Ю.П., Филиппов Е.Г. Технология возделывания ячменя. Ростов н/Д.: Книга, 2013. С. 67–73.

Reference

1. Alabushev A.V. Sostoyanie i puti ehffektivnosti otrasli rastenievodstva [The state and ways of efficiency of plan-growing branch]. Rostov n/D.: Kniga, 2012. 384 s.
2. Doncova A.A., Filippov E.G., Raeva S.A. Sostoyanie proizvodstva i sortovoj sostav v Rostovskoj oblasti [The state of production and varietal composition in the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 4(34). S. 40–44.
3. Filippov E.G., Doncova A.A. Selekcija ozimogo yachmenya [Winter barley breeding]. Rostov n/D: Kniga, 2014. 208 s.
4. Alabushev A.V., Raeva S.A. Proizvodstvo zerna v Rossii [Grain production in Russia]. Rostov n/D: Kniga, 2013. 144 s.
5. Lopat'ko Yu.P., Filippov E.G. Tekhnologiya vozdel'vaniya yachmenya [Barley cultivation technology]. Rostov n/D: Kniga, 2013. S. 67–73.

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 633.11:631.52

DOI 10.31367/2079-8725-2018-58-4-32-34

РОЛЬ ФЛАГОВОГО ЛИСТА И ОСТЕЙ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ (ОБЗОР)

С.Н. Громова, агроном, аспирант,
LavrraSVN@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8627-279X;
П.И. Костылев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
зав. лабораторией селекции и семеноводства риса,
p-kostylev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3

В данной статье представлены результаты проведенного анализа научной литературы о влиянии размеров флаговых листьев и остей на формирование урожайности озимой пшеницы. Немаловажная роль в увеличении продуктивности заложена в генетическом потенциале сорта, который можно реализовать на основе знаний о его биологических особенностях. Продуктивность представляет собой комплексный признак, который контролируется сложной генетической системой, тесно взаимодействующей со многими факторами внешней среды. Важными компонентами биологического и сельскохозяйственного урожая пшеницы являются величина и продолжительность работы ассимиляционной поверхности. Многими исследователями показано, что величина и продолжительность работы фотосинтезирующей поверхности листьев выступают основными факторами, лимитирующими урожай в определенных условиях произрастания растений, а показатели величины листовой поверхности коррелируют с урожаем зерна. Фотосинтезирующими органами озимой пшеницы являются не только листья, но и стебель, колос, ости и др. Проведенный анализ научной литературы показал, что нет единого мнения о влиянии флаговых листьев и остей колоса на формирование урожайности пшеницы. Поэтому необходимо провести исследования и оценку роли флагового листа и остей в формировании продуктивности растений озимой пшеницы в условиях Ростовской области.

Ключевые слова: озимая пшеница, флаговый лист, ости, продуктивность, корреляции, селекция, фотосинтез.



THE ROLE OF FLAG LEAVES AND AWNS IN THE FORMATION OF WINTER WHEAT PRODUCTIVITY (REVIEW)

S.N. Gromova, agronomist, post graduate, LavrraSVN@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8627-279X;
P.I. Kostylev, Doctor of Agricultural Sciences, professor, head of the laboratory of rice breeding and seed-growing,
p-kostylev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848
FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

The article presents the results of the conducted analysis of research works about the effect of size of flag leaves and awns on winter wheat productivity. The genetic potential of the variety, which can be realized on the basis of its biologic characteristics largely influences on its productivity. Productivity is a complex trait that is controlled by a complex genetic system closely connected with many factors of environment. The size and duration of assimilation surface are the most important components of biologic and agricultural yield of wheat. Many researchers showed that the amount and duration of photosynthesis by leaf surface are the main factors limiting productivity in the definite conditions of growing, and the size of leaf surface correlates with grain productivity. Photosynthetic parts of winter wheat include not only leaves, but also stems, heads, awns, etc. The conducted analysis of the literature showed that there is no consensus on the effect of flag leaves on wheat yield formation. Therefore it's necessary to fulfill the study and evaluation of the part of flag leaves and awns in the formation of winter soft wheat productivity in the Rostov region.

Keywords: winter wheat, flag leaves, awns, productivity, correlation, breeding, selection, photosynthesis.

Введение. Немаловажная роль в увеличении продуктивности заложена в генетическом потенциале сорта, который можно реализовать на основе знаний о его биологических особенностях (Ерошенко, 2006). Продуктивность – это комплексный признак, который контролируется сложной генетической системой, тесно взаимодействующей со многими факторами внешней среды (Юсов и Евдокимов, 2011). Главными компонентами биологического и сельскохозяйственного урожая пшеницы являются величина и продолжительность работы ассимиляционной поверхности. Многими исследователями доказано, что величина и продолжительность работы фотосинтезирующей поверхности листьев выступают основными факторами, лимитирующими урожай в определенных условиях произрастания растений, а показатели величины листовой поверхности коррелируют с урожайностью зерна. Ассимилирующими органами озимой пшеницы являются не только листья, но и другие органы (стебель, элементы колоса) (Громова и Костылев, 2017).

Sharma и др. (2003) считают, что флаговый лист имеет самую высокую фотосинтетическую активность по сравнению с другими ассимилирующими органами. В исследованиях С.Б. Лепехова и Н.И. Коробейникова (2012) отмечается прямая зависимость между размерами общей площади листьев, урожаем биомассы и зерна. S. Dere (2006) приводит данные о высокой сопряженности числа зерен в колосе и средней массы одного зерна с размерами верхнего листа пшеницы.

По исследованиям, проведенным Г.Н. Гудаковой (2008), корреляционная связь урожайности с площадью флагового листа сильная ($r = 0,71$), а с площадью второго сверху листа средняя ($r = 0,68$), то есть оба листа почти в одинаковой степени определяли налив зерна. По данным автора, в условиях зоны Северного Кавказа максимальной урожайностью обладают сорта с площадью флагового листа больше 20 см^2 . Доказано, что урожайность зерна зависит не только от размеров листьев, но и от их расположения в пространстве друг относительно друга, от размеров чешуй и остей колоса.

В период налива зерна ассимилирующая поверхность формируется в основном за счет двух верхних листьев, размеры которых тесно коррелируют с продуктивностью колоса (Лукьяненко, 1990). По мнению других ученых, во время всего онтогенеза пшеницы преимущество в повышении урожая принадлежит листьям верхних ярусов (Slafer [et al.], 1994). Наибольший вклад в урожайность при этом принадлежит флаговым листьям. P. Borill [et al.] (2015) было высказано предположение, что замедленное старение листьев может продлить процесс налива зерна и таким образом увеличить урожайность пшеницы. Они обнаружили, что растения пшеницы (*Triticum aestivum*) с замедленным старением листьев производят на 40% больше фотосинтеза, чем контрольные, но имеют такую же скорость и продолжительность накопления крахмала во время

налива зерна и массу 1000 зерен (Borill [et al.], 2015). Также растения пшеницы с замедленным старением листьев являются предпочтительными во многих программах селекции, поскольку считается, что они имеют повышенную устойчивость к заболеваниям и засухе (Munir [et al.], 2007). Другие авторы считают, что замедленное старение листьев может привести к наиболее регулярному переносу ассимилятов к зерну и улучшению налива зерна (Hafsi [et al.], 2013).

По данным зарубежных исследователей, урожайность пшеницы положительно коррелирует с площадью флагового листа, длиной колоса, числом зерен в колосе, массой зерна с колоса и массой 1000 зерен. В.И. Чиков (2008) отмечает, что увеличение длительности работы листьев повышает продуктивность растений. В исследованиях других авторов сообщается о наличии положительной взаимосвязи между массой зерна главного колоса и продолжительностью функционирования двух верхних листьев после колошения ($r = 0,59$) (Лепехов и Коробейникова, 2012). Т. Kichey и другие (2007) приводят данные о положительных корреляциях между урожайностью зерна и размерами флаговых листьев пшеницы.

Ряд исследователи полагают, что вклад флаговых листьев и остей составляет более 40% в формирование массы зерна с колоса у пшеницы (Akmal [et al.], 2000). Исследования А.В. Сидорова и А.В. Плехановой (2013) показывают, что вклад остей в формирование урожайности зависит от генетических особенностей сорта и условий года. В условиях засухи роль остей в снабжении колоса продуктами фотосинтеза значительно возрастает. В некоторых случаях преимущество остистых форм перед безостыми по урожаю достигает 4 ц/га.

Установлено, что удлинение остей приводит к увеличению фотосинтеза. Если флаговый лист функционирует в течение вегетации, то наличие остей не влияет на формирование зерна, но когда лист поражен болезнями, фотосинтез остей может восполнить роль флага в налив зерна (Юсов и Евдокимов, 2011). Исследованиями других селекционеров обнаружено, что растения пшеницы, принадлежащие к разновидности *lutescens*, превосходят остистые формы по длине флагового листа и его площади. Однако озерненность и продуктивность колоса остаются выше у форм *erythrospermum*. Отсутствие флагового листа приводит к снижению крупности зерна изучаемых генотипов, причем значительное уменьшение массы 1000 зерен (в среднем на 10 г) наблюдается у безостых форм (Голева и др., 2016).

Проведенный анализ научной литературы показал, что нет единого мнения о влиянии флаговых листьев и остей колоса на формирование урожайности пшеницы. Поэтому необходимо провести исследования и оценку роли флагового листа и остей в формировании продуктивности растений озимой пшеницы в условиях Ростовской области.

Библиографические ссылки

- Голева Г.Г., Ващенко Т.Г., Крюкова Т.И., Голев А.Д. Роль флаговых листьев в формировании продуктивности растений озимой мягкой пшеницы (*Triticum Aestivum* L.) // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2016. № 2(49). С. 31–42.
- Громова С.Н., Костылев П.И. Зависимость урожайности озимой пшеницы от размера флаговых листьев // Инновации в науке и практике: сб. статей по мат. III Междунар. науч.-практ. конференции (10 ноября 2017 г., г. Прага). В 4 ч. Ч. 4. Уфа: Дендра. 2017. С. 141–146.
- Гудакова Г.Н. Связь морфотипов листа с урожайностью у сортов озимой мягкой пшеницы // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. 2008. № 4. С. 105–107.
- Ерошенко Ф.В. Особенности фотосинтетической деятельности сортов озимой пшеницы: монография. Ставрополь: Сервисшкола, 2006. 200 с.
- Лепехов С.Б., Коробейников Н.И. Сопряженность площади двух верхних листьев с массой зерна главного колоса яровой пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. № 11(97). С. 57–60.

6. Лукьяненко П.П. Избранные труды. М.: Агропромиздат, 1990. 428 с.
7. Сидоров А.В., Плеханов А.В. Роль остей в формировании урожая и качества зерна яровой пшеницы // Вестник КрасГАУ. 2013. № 9. С. 99–102.
8. Чиков В.И. Эволюция представлений о связи фотосинтеза с продуктивностью растений // Физиология растений. 2008. Т. 55, № 1. С. 140–154.
9. Юсов В.С., Евдокимов М.Г. Влияние площади флагового листа и длины остей на формирование массы зерна главного колоса твердой пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 11(85). С. 71–74.
10. Akmal M., Shah S.M. and M. Asim. Yield performance in three commercial wheat varieties due to flag leaf area. Pakistan // Journal of Biological Sciences. 2000. № 3. P. 2072–2074.
11. Borill P., Fahy B., Smith A.M., Uaya C. Wheat Grain Filling is Limited by Grain Filling Capacity Rather than the Duration of Flag leaf photosynthesis: A Case Study using NAM RNAi plants. PLoS ONE. 2015. 10 (8): e0134947. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134947>.
12. Dere S., Yildirim M. Inheritance of grain yield per plant, flag leaf width, and length in an 8 x 8 diallel cross population of bread wheat (*T. aestivum* L.) // Birkat Turkish Journal of Agriculture & Forestry. 2006. Issue 6, vol. 30. 339 p.
13. Hafsi M., Hadji A., Guendouz A., Maamari K. Relationship between flag leaf senescence and grain yield in durum wheat grown under drought conditions // Journal of Agronomy. 2013. № 12. P. 69–77.
14. Kichey T., Hirel B., Heumez E., Dubois F., Gouis J. In winter wheat (*Triticum aestivum* L.), post-anthesis nitrogen uptake and remobilization to the grain correlates with agronomic traits and nitrogen physiological markers // Field Crops Res. 2007. Vol. 102. № 1. P. 22–32.
15. Munir M., Chowdhry M. A. and Malik T. A. Correlation studies among yield and its components in bread wheat // Int. J. Agri. Biol. 2007. Vol. 9. № 2. P. 287–290.
16. Sharma S.N., Sain R.S., Sharma R.K. The genetic control of flag leaf length in normal and late sown durum wheat // The Journal of Agricultural Science. 2003. № 141. P. 323–331.
17. Slafer G.A., Satorre E.H., Andrade F.H. Increases in grain yield in bread wheat from breeding and associated physiological changes // Genetic improvement of field crops. Marcel Dekker, Inc. N. Y., 1994. P. 1–68.

References

1. Goleva G.G., Vashchenko T.G., Kryukova T.I., Golev A.D. Rol' flagovyh list'ev v formirovanii produktivnosti rastenij ozimoy myagkoj pshenicy (*Triticum Aestivum* L.) [The part of flag leaves in the formation of winter soft wheat productivity (*Triticum Aestivum* L.)] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 2(49). S. 31–42.
2. Gromova S.N., Kostylev P.I. Zavisimost' urozhajnosti ozimoy pshenicy ot razmera flagovyh list'ev [Dependence of winter wheat productivity on flag leaves] // Innovacii v nauke i praktike: sb. statej po mat. III Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii (10 noyabrya 2017 g., g. Praga). V 4 ch. Ch.4. Ufa: Dendra. 2017. S. 141–146.
3. Gudakova G.N. Svyaz' morfotipov lista s urozhajnost'yu u sortov ozimoy myagkoj pshenicy [Correlation of leaf morphotype with winter soft wheat productivity] // Vestnik Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 4: Estestvenno-matematicheskie i tekhnicheskie nauki. 2008. № 4. S. 105–107.
4. Eroshenko F.V. Osobennosti fotosinteticheskoy deyatel'nosti sortov ozimoy pshenicy: monografiya [Peculiarities of winter wheat photosynthesis: monograph]. Stavropol': Servisshkola, 2006. 200 s.
5. Lepekhov S.B., Korobejnikov N.I. Sopryazhennost' ploshchadi dvuh verhnih list'ev s massoj zerna glavnogo kolosa yarovoj pshenicy [Correlation of square of two top leaves with kernel weight of the main head of spring wheat] // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. № 11 (97). S. 57–60.
6. Luk'yanenko P.P. Izbrannye rudy [Selected works]. M.: Agropromizdat, 1990. 428 s.
7. Sidorov A.V., Plekhanov A.V. Rol' ostey v formirovanii urozhaya i kachestva zerna yarovoj pshenicy [The part of awns in formation of productivity and quality of spring wheat] // Vestnik KrasGAU. 2013. № 9. S. 99–102.
8. Chikov V.I. Ehvoljuciya predstavlenij o svyazi fotosinteza s produktivnost'yu rastenij [Evolution of ideas about correlation of photosynthesis with plant productivity] // Fiziologiya rastenij. 2008. T. 55, № 1. S. 140–154.
9. Yusov V.S., Evdokimov M.G. Vliyanie ploshchadi flagovogo lista i dliny ostey na formirovanie massy zerna glavnogo kolosa tvrdoj pshenicy [The effect of leaf square and awn length on the formation of kernel weight of the main head of durum wheat] // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. № 11(85). S. 71–74.
10. Akmal M., Shah S.M. and M. Asim. Yield performance in three commercial wheat varieties due to flag leaf area. Pakistan // Journal of Biological Sciences. 2000. № 3. P. 2072–2074.
11. Borill P., Fahy B., Smith A.M., Uaya C. Wheat Grain Filling is Limited by Grain Filling Capacity Rather than the Duration of Flag leaf photosynthesis: A Case Study using NAM RNAi plants. PLoS ONE. 2015. 10 (8): e0134947. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134947>.
12. Dere S., Yildirim M. Inheritance of grain yield per plant, flag leaf width, and length in an 8 x 8 diallel cross population of bread wheat (*T. aestivum* L.) // Birkat Turkish Journal of Agriculture & Forestry. 2006. Issue 6, vol. 30. 339 p.
13. Hafsi M., Hadji A., Guendouz A., Maamari K. Relationship between flag leaf senescence and grain yield in durum wheat grown under drought conditions // Journal of Agronomy. 2013. № 12. P. 69–77.
14. Kichey T., Hirel B., Heumez E., Dubois F., Gouis J. In winter wheat (*Triticum aestivum* L.), post-anthesis nitrogen uptake and remobilization to the grain correlates with agronomic traits and nitrogen physiological markers // Field Crops Res. 2007. Vol. 102. № 1. P. 22–32.
15. Munir M., Chowdhry M. A. and Malik T. A. Correlation studies among yield and its components in bread wheat // Int. J. Agri. Biol. 2007. Vol. 9. № 2. P. 287–290.
16. Sharma S.N., Sain R.S., Sharma R.K. The genetic control of flag leaf length in normal and late sown durum wheat // The Journal of Agricultural Science. 2003. № 141. P. 323–331.
17. Slafer G.A., Satorre E.H., Andrade F.H. Increases in grain yield in bread wheat from breeding and associated physiological changes // Genetic improvement of field crops. Marcel Dekker, Inc. N. Y., 1994. P. 1–68.

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 635.657:631.5(470.61)

DOI 10.31367/2079-8725-2018-58-4-35-38

ВЛИЯНИЕ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН ШТАММАМИ РИЗОТОРФИНА НА УРОЖАЙНОСТЬ НУТА В ЮЖНОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С.А. Васильченко¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, wasilchenko12@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-1587-2533;

Г.В. Метлина¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976;

Ю.В. Лактионов², старший научный сотрудник лаборатории экологии симбиотических и ассоциативных ризобактерий, laktionov@list.ru, ORCID: 0000-0001-6241-0273

¹ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

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

²ФГБНУ Всероссийский НИИ сельскохозяйственной микробиологии
196608, г. Санкт-Петербург, Пушкин-8, шоссе Подбельского, 3

В статье приведены результаты изучения влияния инокуляции семян специфическими штаммами *Mesorhizobium ciceri* на количество и массу клубеньков на корнях нута, урожайность и питательную ценность зерна нута при возделывании в южной природно-климатической зоне Ростовской области. Исследования проводили в 2015–2016 гг. на полях ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» (в лаборатории технологии возделывания пропашных культур), расположенных в южной зоне Ростовской области. Почвенный покров опытного участка представлен черноземом обыкновенным тяжелосуглинистым карбонатным со следующими агрохимическими показателями почвы: pH – 7,0; гумус – 3,2%; P₂O₅ – 18–25, K₂O – 350–400 мг/кг почвы. Объектом исследований являлся сорт нута Волгоградский 10, допущенный к использованию в Ростовской области. Штаммы клубеньковых бактерий (ризоторфин) были произведены и предоставлены ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии (лаборатория экологии симбиотических и ассоциативных ризобактерий). Агроклиматические условия вегетационного периода нута в годы исследований различались, что позволило объективно оценить продуктивность нута при проведении полевого опыта. В результате применения штаммов ризоторфина отмечались повышение сохранности растений к уборке, улучшение показателей семенной продуктивности (масса семян с растения, масса 1000 семян) и повышение урожайности зерна, где прибавка к контролю составляла от 0,24 до 0,51 т/га. Улучшение питательной ценности зерна нута выражалось большим сбором кормовых единиц и сырого протеина с единицы площади, где прибавка к контролю составляла 0,33–0,68 т/га и 26,5–93,1 кг/га соответственно.

Ключевые слова: нут, урожайность, ризоторфин, масса семян с растения, питательная ценность зерна.



THE EFFECT OF SEED INOCULATION BY RHIZOTORFIN STRAINS ON CHICKPEA PRODUCTIVITY IN THE SOUTHERN PART OF THE ROSTOV REGION

S.A. Vasilchenko¹, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of cultivation technology of row crops, wasilchenko12@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-1587-2533;

G.V. Metlina¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of cultivation technology of row crops, wasilchenko12@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976;

Yu.V. Laktionov², senior researcher of the laboratory of ecology of symbiotic and associative rhizobacteria, laktionov@list.ru, ORCID ID: 0000-0001-6241-0273

¹FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3;

²FSBSI All-Russian RI of agricultural microbiology
196608, Saint-Petersburg, Pushkin-8, Podbelsky, 3

The article presents the study results of seed inoculation by specific strains *Mesorhizobiumciceri* on number and weight of chickpea root nodules, productivity and nutrition value of chickpea cultivated in the southern nature-climatic part of the Rostov region. The study was conducted on the fields of FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" (in the laboratory of cultivation technology of row crops) located in the southern part of the Rostov region in 2015–2016. The soil of the plot was heavy loamy carbonate blackearth (chernozem) with 7.0 pH, 3.2% of humus, 18–25 of P₂O₅ mg/kg of soil and 350–400 of K₂O mg/kg of soil. The object of the study was a chickpea variety 'Volgogradsky 10', approved to use in the Rostov region. The strains of nodule bacteria (Rhizotorfin) were developed and presented by the FSBSI All-Russian Research Institute of Agricultural Microbiology (the laboratory of ecology of symbiotic and associative rhizobacteria). Agroclimatic conditions of chickpea vegetation period ranged throughout the years of study that allowed estimating chickpea productivity without fear or favor. The use of Rhizotorfin strains resulted in increasing preservation of plants for harvesting, improving seed productivity (seed-weight per plant, 1000-kernel weight) and increasing grain productivity (with the increase on 0.24–0.51 t/ha compared with the control). Large yields of fodder units and raw protein per unit area testified the improvement of nutrition value of chickpea kernels, and the increase of these traits to the control was 0.33–0.68 t/ha and 26.5–93.1 kg/ha respectively.

Keywords: chickpea, productivity, rhizotorfin, seed weight per plant, nutrition value of grain.

Введение. Нут – одна из самых засухоустойчивых и жаровыносливых культур. В мировом земледелии нут возделывается на площади 13–14 млн га и занимает третье место среди зернобобовых культур планеты (Выращивание нута по безгербицидной технологии).

У нас эта культура не имеет широкого распространения (по данным АБ-Центра, в России в 2016 году нут высевался на площади более 374 тыс. га) (Российский рынок нута – ключевые тенденции). В нашей стране нут выращивают в Волгоградской, Саратовской, Оренбургской, Самарской, Ростовской областях

и в Башкирии. В последние годы выращиванием нута занялись в Омской, Челябинской областях и Кулундинской зоне Алтайского края (Нут в Сибири).

Однако преимущества возделывания нута следующие: за счет формирования активного бобово-ризобияльного симбиоза происходит усвоение атмосферного азота и накопление его в растительных остатках; рановсходяемая яровая культура, являющаяся хорошим предшественником для озимой пшеницы на юге России; хорошая окупаемость затрат на производство за счет высокой цены реализации зерна (Лактионов, 2013).

Исследователи в России отмечают отзывчивость нута на применение различных агроприемов, таких как нормы высева, дозы минеральных удобрений, применение микроудобрений и биопрепаратов для обработки семян и растений по вегетации (Пимонов, 2010; Балашов, 2016; Васильченко, 2017).

Несмотря на высокую засухоустойчивость, нут хорошо отзывывается на умеренный приход атмосферных осадков за вегетационный период. Так, по данным ученых АНЦ «Донской», их количество, необходимое для формирования максимальной урожайности нута в южной зоне Ростовской области, составляет 200–220 мм (Васильченко С.А., 2017).

Для нута как бобовой культуры большое значение имеет предпосевная инокуляция семян специфическими клубеньковыми бактериями (ризоторфин), обеспечивающая прибавку урожайности от 0,11 до 0,26 т/га (Барабанов В.В., 2008).

Цель исследований – оценка эффективности штаммов клубеньковых бактерий *Mesorhizobium ciceri* (основа препарата ризоторфина) из коллекции ФГБНУ ВНИИССХМ в условиях южной зоны Ростовской области.

В задачи исследований входило определение продуктивности нута при предпосевной инокуляции семян препаратами на основе различных специфических штаммов клубеньковых бактерий.

Материалы и методы исследований. Полевые опыты проводили на опытном поле лаборатории технологии возделывания пропашных культур ФГБНУ «АНЦ «Донской» (г. Зерноград) в 2015–2016 гг. По зональному делению Зерноградский район относится к южной зоне Ростовской области (Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы, 2013).

Зона проведения опыта характеризуется полупустынным климатом с умеренно жарким летом и умеренно холодной зимой, годовым количеством осадков 582,4 мм. Среднегодовая сумма температур воздуха выше 10 °С составляет 3304 °С. Почвенный покров представлен черноземом обыкновенным карбонатным тяжелосуглинистым. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы: рН – 7,0; гумус – 3,2%;

P₂O₅ – 18–25, K₂O – 350–400 мг/кг почвы (Бельтюков Л.П., 1993).

Закладку полевого опыта, проведение сопутствующих наблюдений, анализов, учетов выполняли в соответствии с методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989).

Агротехника в опыте общепринятая для южной зоны, кроме изучаемого элемента технологии. Учетная площадь делянки составляла 25 м². Повторность четырехкратная. Предшественник – озимая пшеница.

Посев осуществляли сеялкой СН-16 с нормой высева 900 тыс. всхожих семян/га. Объектом исследований являлся сорт нута Волгоградский 10.

Статистическую обработку данных проводили по Б.А. Доспехову с использованием компьютерных программ Microsoft Excel 2003 и CXStat (Доспехов Б.А., 1985).

В опыте применяли биопрепараты на основе штаммов клубеньковых бактерий нута (*Mesorhizobium ciceri* шт. 065, шт. 522, шт. 527, шт. KZ-2013), предоставленные ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (Кожемяков А.П., 2015).

Результаты и их обсуждение. Годы исследований незначительно отличались по гидротермическим условиям за вегетационный период возделывания нута (ГТК 2015 г. – 0,93; ГТК 2016 г. – 0,89), однако различались по равномерности распределения атмосферных осадков. Так, если в 2015 г. распределение осадков было близким к среднесезонным значениям, то в 2016-м в мае выпало 62,6% от всего количества за вегетацию в виде ливневых дождей, что отрицательно повлияло на развитие растений в этот период и формирование урожая.

Гидротермические условия за вегетационный период оказывали положительное влияние на полевую всхожесть и сохранность растений к уборке. В вариантах с применением биопрепаратов густота стояния растений к уборке была выше, чем на контроле. Превышение густоты стояния к контрольному варианту составляло от 3,3 (шт. 065) до 5,1 шт./м² (шт. 522).

Применение биопрепаратов для обработки семян нута оказало положительное влияние на показатели структуры урожая нута.

Масса семян с растения достоверно превышала контроль при обработке семян штаммами 065 и KZ-2013, где прибавка составляла 0,56 и 0,80 г соответственно (табл. 1).

Существенное увеличение массы 1000 семян отмечалось во всех вариантах опыта, где значения данного показателя находились в интервале от 242,6 г (шт. 527) до 255,6 г (шт. KZ-2013) против 235,6 г на контроле.

1. Влияние применения биопрепаратов на густоту стояния растений к уборке, элементы семенной продуктивности и урожайность нута (2015–2016 гг.)

1. The effect of biopreparations on density of the plant stand before harvesting, elements of seed productivity of chickpea (2015–2016)

Вариант	Густота стояния растений к уборке, шт./м ²	Масса, г		Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
		семян с растения	1000 семян		т/га	%
Контроль	65,0	3,19	235,6	1,93	–	–
шт. 065	68,3	3,75	244,6	2,24	0,31	16,1
шт. 522	70,1	3,41	245,4	2,17	0,24	12,4
шт. 527	69,7	3,46	242,6	2,18	0,25	13,0
шт. KZ-2013	69,2	3,99	255,6	2,44	0,51	26,4
НСР ₀₅	0,2	0,45	6,04	0,26	±0,26	
V, %	3,0	8,7	2,6	8,2		

С увеличением густоты стояния и показателей семенной продуктивности в вариантах с применением штаммов *Mesorhizobium ciceri* отмечалось возрастание урожайности, где прибавка к контролю составляла от 0,24 до 0,51 т/га, или на 12,4–26,4%. Достоверной прибавка была только в вариантах с инокуляцией семян штаммами 065 и KZ-2013.

Одним из показателей интенсивности фиксации атмосферного азота растениями является количество клубеньков, образующихся на корнях нута.

На контрольном варианте с естественным фоновым микрофлоры количество клубеньков в расче-

те на одно растение в фазу бутонизации составило 3,2 шт. На вариантах с обработкой семян изучаемыми штаммами ризоторфина количество клубеньков составило от 5,5 до 9,6 шт. на растение. К фазе образования бобов количество клубеньков снизилось на 0,9–1,2 шт. на растение.

Наибольшая масса клубеньков была отмечена в фазу бутонизации при обработке семян штаммом ризоторфина KZ-2013 – 1,202 г на растение. Остальные изучаемые варианты по этому показателю находились в пределах 0,379–1,172 г/растение (табл. 2).

2. Количество и масса клубеньков нута в зависимости от применения биопрепаратов (2015–2016 гг.) 2. Quantity and weight of chickpea nodules depending on biopreparations (2015–2016)

Вариант	Количество клубеньков, шт./растение		Масса клубеньков, г/растение	
	бутонизация	образование бобов	бутонизация	образование бобов
Контроль	3,2	2,3	0,379	0,208
шт. 065	7,4	6,5	0,995	0,609
шт. 522	5,5	4,3	0,919	0,641
шт. 527	9,6	8,6	1,172	0,853
шт. KZ-2013	9,1	7,9	1,202	0,883
НСП ₀₅	0,9	0,6	0,050	0,034

К фазе образования бобов масса клубеньков снижалась до 0,208–0,883 г/растение по вариантам опыта.

Зерно нута является высокоэнергетическим продуктом питания человека, а также используется для приготовления комбикормов для животных, поэтому использование дополнительных источников энергии в виде биопрепаратов для повышения урожайности и улучшении качественных показателей имеет большое значение при возделывании культуры.

Изучаемые препараты оказали влияние на питательную ценность зерна нута. Так, на контроле выход сырого протеина составил 499,6 кг/га. Варианты обработки семян нута изучаемыми штаммами ризоторфина обеспечили сбор сырого протеина 526,1–592,7 кг/га. Максимальным этот показатель был в варианте обработки семян препаратом на основе штамма KZ-2013. В этом же варианте получено максимальное количество кормовых единиц, которое составило 3,08 т/га (табл. 3).

3. Питательная ценность зерна нута в зависимости от применения биопрепаратов (2015–2016 гг.) 3. Nutrition value of chickpea depending on biopreparations (2015–2016)

Вариант опыта	Сбор			Выход валовой энергии, ГДж/га	Приращение валовой энергии к контролю, ГДж/га
	сухого вещества, т/га	кормовых единиц, т/га	сырого протеина, кг/га		
Контроль	1,66	2,40	499,6	34,14	-
шт. 065	1,93	2,81	535,2	39,54	5,40
шт. 522	1,87	2,73	526,1	38,39	4,25
шт. 527	1,88	2,76	548,7	38,57	4,43
шт. KZ-2013	2,10	3,08	592,7	43,08	8,94
НСП ₀₅	0,22	0,32			

Рост урожайности зерна в вариантах с инокуляцией семян штаммами *Mesorhizobium ciceri* способствовал приращению энергии к контролю, где этот показатель составил 4,25–8,94 ГДж/га по вариантам опыта.

Выводы

1. Изучаемые штаммы клубеньковых бактерий для предпосевной обработки семян нута оказали положительное влияние на сохранность растений к уборке. В этих вариантах опыта густота стояния растений к уборке достоверно превышала контроль на 3,3–5,1 шт./м².

2. Показатели семенной продуктивности нута были выше в вариантах с применением штаммов *Mesorhizobium ciceri*, что способствовало получению прибавки урожайности зерна к контролю на уровне

0,24–0,51 т/га, или на 12,4–26,4%. Достоверная прибавка к контрольному варианту отмечалась при обработке семян ризоторфином на основе штаммов 065 и KZ-2013.

3. Применяемые штаммы *Mesorhizobium ciceri* способствовали увеличению количества и массы клубеньков на корнях, где превышение над контролем в фазу образования бобов составляло 0,401–0,675 г/растение.

4. Изучаемые биопрепараты оказали влияние на питательную ценность зерна нута и выход валовой энергии с гектара, где максимальные их значения отмечались при применении штамма KZ-2013 (сбор кормовых единиц – 3,08 т/га, переваримого протеина – 592,7 кг/га, выход валовой энергии – 43,08 ГДж/га).

Библиографические ссылки

1. Балашов В.В., Балашов А.В., Кудинов В.В. Влияние минеральных удобрений, предшественника и ризоторфина на развитие симбиотического аппарата и урожайность нута // Плодородие. 2016. Т.93. №6. С.14-15.
2. Бельтюков Л.П., Гриценко А.А. Применение удобрений под зерновые культуры на Дону. Зерноград, 1993. 226 с.
3. Васильченко С.А., Метлина Г.В. Влияние агроприёмов возделывания на урожайность нута в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2017. №51 (3). С.59-63.
4. Васильченко С.А., Метлина Г.В., Нехорошова Н.В. Влияние метеоусловий 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.
5. Выращивание нута по безгербицидной технологии [электронный ресурс] URL: <https://www.agroxxi.ru/zhurnal-agromir-xxi/stati-rastenievodstvo/vyrashchivanie-nuta-po-bez-gerbicidnoi-tehnologii.html> (дата обращения: 16.03.2018 г.).
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (С основами стат. обраб. результатов исслед.). 5-е изд. Доп. и перераб. М.: Агропромиздат. 1985. 351 с.
7. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013-2020 годы. Ч 2. Ростов-на-Дону: «Донской издательский дом». 2013. 272 с.
8. Кожемяков А.П., Лактионов Ю.В., Попова Т.А., Орлова А.Г., Кокорина А.Л., Вайшла О.Б., Агафонов Е.В., Гужвин С.А., Чураков А.А., Яковлева М.Т. Агротехнологические основы создания усовершенствованных форм микробных биопрепаратов для земледелия // Сельскохозяйственная биология. 2015. №50(3). С. 369-376. DOI: 10.15389/agrobiology.2015.3.369rus.
9. Лактионов Ю.В., Белоброва С.Н., Кожемяков А.П., Воробьев Н.И., Сергалиев Н.Х., Аменова Р.К., Тлепова А.С. Эффективность бобово-ризобияльного симбиоза «Нут *Cicer arietinum* L. – бактерии *Mezorizobium cicer*» при использовании минеральных удобрений // Плодородие. 2013. Т.74. №5. С.24-25
10. Нут в Сибири [электронный ресурс] URL: <https://predsedatel-apk.ru/rastenievodstvo/nut-v-sibiri> (дата обращения: 11.03.2018 г.)
11. Пимонов К.И., Агафонов Е.В., Пугач Е.И. Рекомендации по возделыванию нута на Дону. пос. Персиановский: Изд-во Донского ГАУ, 2010. 52 с.
12. Российский рынок нута – ключевые тенденции [электронный ресурс] URL: <https://www.ab-centre.ru/news/rossiyskiy-rynok-nuta---klychevye-tendencii.html> (дата обращения: 14.02.2018 г.)

References

1. Balashov V.V., Balashov A.V., Kudinov V.V. Vliyanie mineral'nyh udobrenij, predshestvennika i rizotorfina na razvitie simbioticheskogo apparata i urozhajnost' nuta [The effect of mineral fertilizers, forecrops and rhizotorfin on the development of symbiotic apparatus and chickpea productivity] // Plodorodie. 2016. T.93. №6. S.14-15.
2. Bel'tyukov L.P., Gricenko A.A. Primenenie udobrenij pod zernovye kul'tury na Donu [Fertilizers use for grain crops on Don]. Zernograd, 1993. 226 s.
3. Vasil'chenko S.A., Metlina G.V., Nekhoroshova N.V. Vliyanie meteouslovij na urozhajnost' i sodержание belka v zerne nuta pri vozdel'vanii v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti [The effect of weather conditions on productivity and protein content of chickpea cultivated in the southern part of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. №52(4). S. 48-53.
4. Vasil'chenko S.A., Metlina G.V. Vliyanie agropriyomov vozdel'vaniya na urozhajnost' nuta v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti [The effect of agro cultivation technologies on chickpea productivity in the southern part of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. №51. (3). S.59-63.
5. Vyrashchivanie nuta po bezgerbicidnoj tekhnologii [Chickpea growing according to non-herbicide technology] [ehlektronnyj resurs] URL: <https://www.agroxxi.ru/zhurnal-agromir-xxi/stati-rastenievodstvo/vyrashchivanie-nuta-po-bez-gerbicidnoi-tehnologii.html> (data obrashcheniya: 16.03.2018 g.).
6. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (S osnovami stat. obrab. rezul'tatov issled.) [Methodology of a field trial (with the basis of statistic processing of the study results)]. 5-e izd. Dop. i pererab. M.: Agropromizdat. 1985. 351 s.
7. Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoj oblasti na 2013-2020 gody. CH 2. [Zoned agricultural systems of the Rostov region in 2013-2020, P.II]. Rostov-na-Donu: «Donskoj izdatel'skij dom». 2013. 272 s.
8. Kozhemyakov A.P., Laktionov YU.V., Popova T.A., Orlova A.G., Kokorina A.L., Vajshlya O.B., Agafonov E.V., Guzhvin S.A., CHurakov A.A., YAkovleva M.T. Agrotekhnologicheskie osnovy sozdaniya usovershenstvovannyh form mikrobnyh biopreparatov dlya zemledeliya [Agro technological basis of the improved forms of microbe biopreparations for agriculture] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2015. №50(3). S. 369-376. DOI: 10.15389/agrobiology.2015.3.369rus.
9. Laktionov YU.V., Belobrova S.N., Kozhemyakov A.P., Vorob'yov N.I., Sergaliev N.H., Amenova R.K., Tlepova A.S. EHffektivnost' bobovo-rizobial'nogo simbioza «Nut *Cicer arietinum* L. – bakterii *Mezorizobium cicer*» pri ispol'zovanii mineral'nyh udobrenij [Efficiency of legume-rhizobial symbiosis 'Chickpea *Cicer arietinum* L.' x bacteria 'Mezorizobiumcicer' during mineral fertilizing] // Plodorodie. 2013. T.74. №5. S.24-25
10. Nut v Sibiri [Chickpea in Siberia] [ehlektronnyj resurs] URL: <https://predsedatel-apk.ru/rastenievodstvo/nut-v-sibiri> (data obrashcheniya: 11.03.2018 g.)
11. Pimonov K.I., Agafonov E.V., Pugach E.I. Rekomendacii po vozdel'vaniyu nuta na Donu [Recommendations on chickpea cultivation on Don]. pos. Persianovskij: Izd-vo Donskogo GAU, 2010. 52 s.
12. Rossijskij ryok nuta – klychevye tendencii [Russian market of chickpea, its key tendencies] [ehlektronnyj resurs] URL: <https://www.ab-centre.ru/news/rossiyskiy-rynok-nuta---klychevye-tendencii.html> (data obrashcheniya: 14.02.2018 g.)

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 633.11:632.112

DOI 10.31367/2079-8725-2018-58-4-39-42

ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННОЙ И ВОЗДУШНОЙ ЗАСУХИ НА РАЗВИТИЕ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ СОРТОВ И ЛИНИЙ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

В.А. Лиховидова, агроном лаборатории физиологии растений, ORCID ID: 0000-0002-5340-4901;
В.Л. Газе, младший научный сотрудник лаборатории физиологии растений, ORCID ID: 0000-0002-4618-6125;
Е.В. Ионов, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора по науке, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;
Д.М. Марченко, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, зав. отделом селекции и семеноводства озимой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; email: vniizk30@mail.ru

В статье приведены результаты влияния недостатка влаги в почве на формирование корневой системы озимой пшеницы. По развитию корневой системы (число, объем и сухая масса корешков) выделились сорта Краса Дона, Жаворонок, Бонус, Казачка, Лучезар, Шеф, Полина и линии 1120/13, 1377/06, обладающие высокими показателями по всем исследованиям. Оценку засухоустойчивости по интенсивности роста зародышевых корней проводили на семенах растений озимой пшеницы, прораставаемых в рулонах на полной питательной смеси Кнопа. Наибольший прирост зародышевых корней отмечен у образцов Полина (на 14,6 см), 134/11 (на 13,9 см), Аскет (на 13,8 см), 1430/12 (на 13,6 см), 110/11 и 1120/13 (на 13,2 см), Краса Дона (на 13 см). Засухоустойчивость определяли по степени прорастания семян на осмотическом растворе сахарозы 16 атм. Анализируемые образцы были выделены в группы по степени прорастания: I группа – высокоустойчивые (10), II группа – среднеустойчивые (4) и III – неустойчивые (6). При оценке уровня жаростойкости установлено, что из 20 анализируемых образцов 13 относятся к I группе – высокожаростойкие, 7 образцов – к среднежаростойким. Для характеристики различных показателей устойчивости растений и их взаимодействия использовали метод определения индекса комплексной устойчивости прорастающих семян. Высокие значения индекса отмечены у образцов Аскет (253,4 отн. ед.), 1377/06 (255,4 отн. ед.), Казачка (252,1 отн. ед.), Шеф (245,0 отн. ед.), Краса Дона (244,3 отн. ед.) и Полина (240,0 отн. ед.). При исследовании образцов методом определения уровня комплексной засухоустойчивости выделились образцы Аскет, 1237/13, Краса Дона, 260/09, Казачка, 1377/06, имеющие высокую степень устойчивости – от 31 до 43%.

Ключевые слова: озимая пшеница, засухоустойчивость, жаростойкость, корневая система, прирост зародышевых корней, индекс комплексной засухи.



THE EFFECT OF SOIL AND AIR DROUGHT ON THE DEVELOPMENT OF ROOT SYSTEM OF WINTER SOFT WHEAT VARIETIES AND LINES

V.A. Likhovidova, agronomist of the laboratory of plant physiology, ORCID ID: 0000-0002-5340-4901;
V.L. Gaze, junior researcher of the laboratory of plant physiology, ORCID ID: 0000-0002-4618-6125;
E.V. Ionova, Doctor of Agricultural Sciences, deputy director on Science, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;
D.M. Marchenko, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the department for winter wheat breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903
FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; email: vniizk30@mail.ru

The article considers the effect of moisture shortage in soil on formation of winter wheat root system. According to root system development (number, volume and dry weight of roots) there have been identified the varieties 'Krasa Dona', 'Zhavoronok', 'Bonus', 'Kazachka', 'Luchezar', 'Shef', 'Polina' and the lines '1120/13', '1377/06' that possess high indexes in all trials. The estimation of drought tolerance on growth power of germinal roots was carried out on winter wheat seeds, germinated in rolls on a completely nutrient mixture 'Knopa'. The largest increase of germinal roots was found on the samples 'Polina' (on 14.6 cm), '134/11' (on 13.9 cm), 'Asket' (on 13.8 cm), '1430/12' (on 13.6 cm), '110/11' and '1120/13' (on 13.2 cm), 'Krasa Dona' (on 13.0 cm). Drought tolerance has been determined according to the degree of seed germination on osmotic sucrose solution (16 atm). The analyzed samples have been divided into the following groups: the 1-st group – highly tolerant samples (10), the 2-d group – average tolerant samples (4), the 3-d group – not tolerant samples (6). The assessment of heat resistance showed that 13 samples from 20 analyzed ones belong to the 1-st group of highly heat resistant; 7 samples belong to average resistant. To characterize various indexes of plant resistance and their correlation there have been used a method of determining the complex resistance index of germinating seeds. The samples 'Asket' (253.4 r. u.), '1377/06' (255.4 r. u.), 'Kazachka' (252.1 r. u.), 'Shef' (245.0 r. u.), 'Krasa Dona' (244.3 r. u.) and 'Polina' (240.0 r. u.) are characterized with high complex resistance index of germinating seeds. The samples 'Asket', '1237/13', 'Krasa Dona', '260/09', 'Kazachka', '1377/06' showed high degree of complex drought tolerance (from 31 to 43%).

Keywords: winter wheat, drought tolerance, heat resistance, root system, germinal roots increase, index of complex drought.

Введение. В настоящее время все большее значение приобретают исследования по выявлению и использованию в селекции сортов с рядом морфологических и биологических признаков, которые позволяют повысить полевую устойчивость растений к засухе, не снижая их потенциальной продуктивности (Ходаницкий, 2017). К числу таких признаков относится степень развития корневой системы. Связь между развитием корневой системы с засухоустойчивостью и урожайностью не вызывает сомнений. Со способностью корней энергично усваивать влагу с разной глубиной в наиболее ответственные фазы роста связано развитие всех органов и функций растений. Поэтому в засушливых условиях

степень развития корневой системы и скорость нарастания зародышевых корней в селекции на засухоустойчивость должны рассматривать как один из важнейших признаков (Ионов и др., 2016).

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2014–2017 гг. в лаборатории физиологии растений ФГБНУ «АНЦ «Донской». В качестве исходного материала использовали 20 образцов озимой мягкой пшеницы селекции АНЦ «Донской».

1. Изучение засухоустойчивости проводили на провакационном фоне «засушник» методом В.В. Маймистова (1984 г.). На площадке на высоте 0,6 м от поверхности земли расположены стеллажи, засыпан-

ные земель размерами (2,1 x 4 x 0,6 м). Высевали одномоетровые рядки с расстоянием между ними 0,15 м. Делянки – трехрядковые, площадью 0,45 м². Развитие растений пшеницы до IV этапа органогенеза (фаза кущения) проходило в опыте и в контроле в идентичных условиях. Начиная с этой фазы развития и до восковой спелости зерна растения в опыте выращивали в условиях нарастающей засухи (30% ПВ и ниже), а в контроле – при оптимальном увлажнении (70% ПВ, полив). Образцы высевали в четырехкратной повторности.

2. Оценка засухоустойчивости по характеристикам развития корневой системы (на протяжении всего вегетационного периода) (метод ВИР в изложении Г.С. Балык, 1979 г.).

3. Оценка продуктивности по интенсивности роста зародышевых корней (методика ВИР, метод М.А. Прыгун, 1988 г.).

4. Определение засухоустойчивости проводили в лабораторных условиях по методике ВИР в изложении И.Н. Кожушко, 1982 г.

5. Оценка жаростойкости (методом термотестирования), методика ВИР в изложении Г.В. Удовенко, 1988 г.

6. Определение устойчивости к комплексной засухе, методика ВИР, 1988 г.

Результаты и их обсуждение. Оценка засухоустойчивости на ранних этапах развития растений озимой пшеницы является более надежной и объективной при определении нескольких показателей устойчивости, измеряемых параллельно (Терлецкая, 2017). В наших исследованиях мы проводили оценку уровня жаро-

стойкости, засухоустойчивости, устойчивости к комплексной засухе и оценку развития корневой системы растений озимой пшеницы. Определение уровня засухоустойчивости осуществляли с помощью раствора осмотиков (сахароза 16 атм). Анализируемые образцы были выделены в группы по степени прорастания: I группа – высокозасухоустойчивые: Аскет, Казачка, Краса Дона, 1377/06, Шеф, 1232/13, Полина, Этюд, 1237/13, Лидия, которые имеют всхожесть 70–79,3%. Ко II группе – средnezасухоустойчивых – отнесены сорта Бонус, Жаворонок, Лучезар, Вольный Дон, имеющие всхожесть 50,5–66,5%. Слабозасухоустойчивые образцы III группы – 260/09, 134/11, 1430/12, 1120/13, 1283/12 имеют всхожесть 28,7–34,2%.

При определении уровня жаростойкости установлено, что из 20 анализируемых образцов 13 являются высокожаростойкими (от 89 до 98,8%), 7 образцов относятся к среднежаростойким (от 79 до 66,8%).

Для характеристики различных показателей устойчивости растений и их взаимодействия использовали метод определения индекса комплексной устойчивости прорастающих семян. Высокие значения индекса отмечены у образцов Аскет (253,4 отн. ед.), 1377/06 (255,4 отн. ед.), Казачка (252,1 отн. ед.), Шеф (245,0 отн. ед.), Краса Дона (244,3 отн. ед.), Этюд (241 отн. ед.), Полина (240,0 отн. ед.).

При исследовании образцов методом определения уровня устойчивости к комплексной засухе выделились образцы Аскет, 1237/13, Краса Дона, 260/09, Казачка, 1377/06, имеющие высокую степень устойчивости – от 31 до 43% (табл. 1).

1. Устойчивость к водному и температурному стрессам образцов озимой мягкой пшеницы в начальные фазы развития растений

1. Resistance of winter soft wheat samples to water and temperature stresses at the initial stages of plant development

Сорта	Жаростойкость	Засухоустойчивость	Индекс устойчивости к комплексной засухе	Устойчивость к комплексной засухе
Аскет	98,8	79,3	257,4	43
Лидия	91,5	70,0	231,5	15
Краса Дона	93,7	75,3	244,3	30
260/09	75,9	30,2	136,3	31
Вольный Дон	78,4	66,0	210,4	19
Жаворонок	84,0	60,0	204,0	16
134/11	70,3	28,7	127,7	15
352/11	96,8	71,6	240,0	19
1430/12	66,8	30,8	128,4	11
1120/13	79,0	34,2	147,4	19
Бонус	90,5	66,5	223,6	10
Казачка	96,9	77,6	252,1	31
Лучезар	93,9	20,5	194,9	13
Этюд	89,0	76,0	241,0	8
Шеф	98,0	73,5	245,0	7
1377/06	98,0	78,7	255,4	31
1906/07	68,0	25,7	119,4	17
1283/12	70,0	30,0	130,0	8
1232/13	90,0	73,2	236,4	14
1237/13	92,0	70,4	232,8	40

В лабораторных исследованиях оценку засухоустойчивости по интенсивности роста зародышевых корней проводили на семенах растений озимой пшеницы, проращиваемых в рулонах на полной питательной смеси Кнопа. Длину наибольшего зародышевого корня измеряли на 7-й и 12-й дни. Образцы, имеющие лучшие показатели по величине прироста наибольшего зародышевого корня растения, являются высокозасухоустойчивыми. В результате исследования наибольший прирост корней на 12 день отмечен у образцов Полина (на 14,6 см), 134/11

(на 13,9 см), Аскет (на 13,8 см), 1430/12 (на 13,6 см), 110/11 и 1120/13 (на 13,2 см), Краса Дона (на 13 см).

Корреляционный анализ связи интенсивности прироста зародышевых корней с засухоустойчивостью составляет +0,36 (средняя). Растения, имеющие высокую способность ростовых процессов зародышевых корней, образуют мощную корневую систему, охватывающую большой объем почвы, проникающую на значительную глубину, являются более засухоустойчивыми (Скворцова и др., 2017) (рис.1).

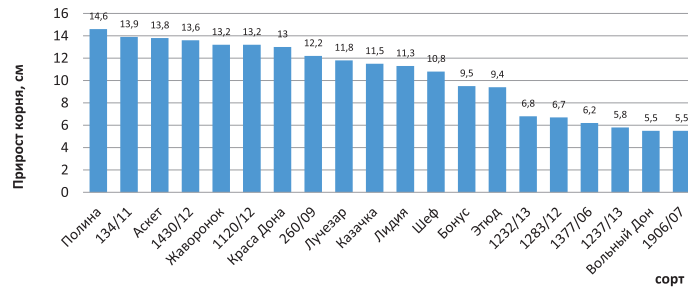


Рис. 1. Интенсивность прироста зародышевых корней (2014–2017 гг.)

Fig.1. Intensity of germinal roots increase (2014–2017)

В условиях провокационного фона «засушник» изучали влияние недостатка влаги в почве на формирование корневой системы озимой пшеницы. Степень сопротивляемости растений к обезвоживанию в разные фазы развития оценивали по изменению количества корешков, объема корневой системы и сухой массы корней. При сравнении сортов и линий с различной степенью устойчивости к засухе отмечено, что число корешков у высокочувствительных образцов в условиях недостаточной влагообеспеченности снижалось в период от фазы цветения до фазы полной спелости (в среднем от 24 до 17 шт.). У среднечувствительных сортов снижение количества корешков зафиксировано в фазу колошения (в среднем от 17 до 10 шт.). В фазу роста стебля у слабо- и среднечувствительных образцов отмечено снижение (в среднем от 15 до 7 шт.).

Недостаточная влагообеспеченность в фазу «колошение – цветение» снизило число корешков у растений озимой пшеницы и повлияло на их рост. Далее при нарастании засухи наблюдаются торможение и снижение ростовых процессов у слабо-, среднечувствительных образцов, что объясняется их низкой пластичностью. В фазах «цветение – полная спелость» у слабо-, среднечувствительных образцов отмечается линейный тип развития корешков (рис 2).

Корреляционная связь показателя «количество корешков» с засухоустойчивостью составляет $r = 0,38$ (средняя).

Объем корней в условиях почвенной засухи начиная с фазы кущения до фазы роста стебля увеличивался у всех изучаемых образцов. У высокочувствительных увеличение данного показателя происходило до фазы цветения и достигло $4,5 \text{ см}^3$ в среднем, далее объем корней постепенно снижался и в фазу полной спелости составлял $3,5\text{--}3,0 \text{ см}^3$ в среднем, а у слабо- и среднечувствительных образцов снижение данного показателя происходило с фазы роста стебля (рис. 3).

Корреляционная связь объема корней с уровнем засухоустойчивости составляет $r = 0,51$ (средняя).

Начиная от фазы выхода в трубку до фазы цветения у высокочувствительных образцов наблюдается увеличение накопления сухой массы корней в условиях засухи по сравнению с оптимальными условиями. У среднечувствительных образцов увеличение этого показателя отмечено до фазы колошения, а у слабо- и среднечувствительных – до фазы роста стебля. В дальнейшем у этих образцов происходит постепенное снижение величины накопления сухой массы корней до фазы полной спелости зерна (рис. 4).

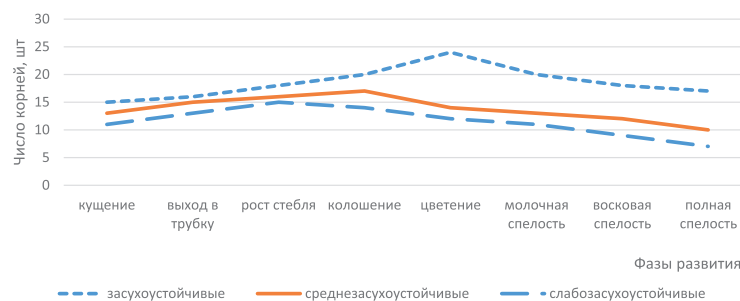


Рис. 2. Влияние условий модельной засухи на число корешков озимой пшеницы (2014–2017 гг.)

Fig. 2. Effect of model drought on a number of winter wheat roots (2014–2017)

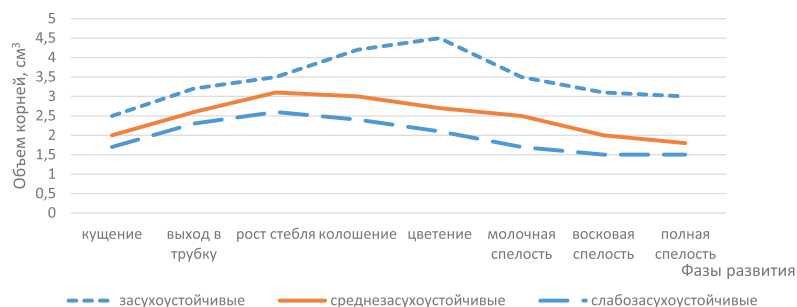


Рис. 3. Изменение объема корней озимой пшеницы в условиях модельной засухи (2014–2017 гг.)

Fig. 3. Change of volume of winter wheat roots in the conditions of model drought (2014–2017)

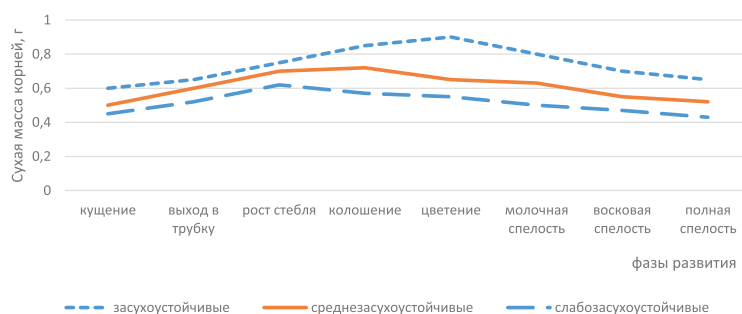


Рис. 4. Изменение сухой массы корней озимой пшеницы в условиях модельной засухи (2014–2017 гг.)

Fig. 4. Change of dry weight of winter wheat roots in the conditions of model drought (2014–2017)

Корреляционная связь данного показателя с уровнем засухоустойчивости составляет $r = 0,45$ (средняя).

Выводы. Решение проблемы засухоустойчивости невозможно без знания физиологической природы этого свойства. Физиологические механизмы подчас играют решающую роль в реализации потенциально присущего сорту уровня засухоустойчивости.

Изучение этих механизмов важно и с целью выделения источников высокой засухоустойчивости как исходного материала для селекции устойчивых сортов. В результате комплексной оценки адаптивности сортов и линий к неблагоприятным условиям среды выделились сорта Аскет, Краса Дона, Казачка, Шеф, Полина и линии 1377/06, 1232/13, 1237/13.

Библиографические ссылки

1. Ионова Е.В., Газе В.Л., Шарова В.М., Некрасов Е.И. Корневая система и сухая масса растений озимой пшеницы в условиях провокационного фона «засушник» // Зерновое хозяйство России. 2016. № 1. С. 32–35.
2. Кравченко Н.С., Лиховидова В.А., Скрипка О.В. Качество зерна и засухоустойчивость сортов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 52–56.
3. Терлецкая Н.В., Зобова Н.В., Ступко В.Ю. Изучение устойчивости фотосинтетического аппарата мягкой пшеницы и ее диких сородичей к абиотическим стрессам in vitro и in vivo: монография. Алматы, 2017. С. 172.
4. Сковрцова Ю.Г., Филенко Г.А., Фирсова Т.И., Анисимова Н.Н., Газе В.Л. Влияние водного стресса на посевные качества семян и урожайность озимой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2017. № 6(54). С. 52–55.
5. Ходаницкий В., Ходоницкая А. Вторичные корни пшеницы озимой и урожай // Пропозиция. 2017. № 2. С. 64–65.

References

1. Ionova E.V., Gaze V.L., Sharova V.M., Nekrasov E.I. Kornevaya sistema i suhaya massa rastenij ozimoy pshenicy v usloviyah provokatsionnogo fona "zasushnik" [Root system and dry weight of winter wheat in the conditions of provoking background 'zasushnik'] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 1(55). S. 32–35.
2. Kravchenko N.S., Lihovidova V.A., Skripka O.V. Kachestvo zerna i zasuhoustojchivost' sortov ozimoy myagkoj pshenicy [Grain quality drought tolerance of winter soft wheat varieties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1. S. 52–56.
3. Terleckaya N.V., Zobova N.V., Stupko V.Yu. Izuchenie ustojchivosti fotosinteticheskogo apparata myagkoj pshenicy i ee dikih sorodichej k abioticheskim stressam in vitro i in vivo [The study of stability of photosynthetic apparatus of soft wheat and its wild relatives to abiotic stresses invitro and invivo]: monografiya. Almaty, 2017. S. 172.
4. Skvorcova Yu.G., Filenko G.A., Firsova T.I., Anisimova N.N., Gaze V.L. Vliyanie vodnogo stressa na posevnye kachestva semyan i urozhajnost' ozimoy pshenicy [The effect of water stress on sowing properties of seeds and winter wheat productivity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 6(54). S. 52–55.
5. Hodanickij V., Hodonickaya A. Vtorichnye korni pshenicy ozimoi i urozhaj [Secondary winter wheat roots and productivity] // Propozitsiya. 2017. № 2. S. 64–65.

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 633.174:631.95

DOI 10.31367/2079-8725-2018-58-4-42-47

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ СОРТОВ И ГИБРИДОВ ЗЕРНОВОГО СОРГО

Н.А. Ковтунова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, ORCID ID: 0000-0003-0409-5855;

В.В. Ковтунов¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго зернового, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705;

А.В. Барановский², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия и агроэкологии, Lna_u_sorgo2011@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-2098-0889;

А.Е. Романюкин¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0003-4349-8489;

Е.А. Шишова¹, агроном, ORCID ID: 0000-0002-7406-6622

¹ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3, email: vniizk30@mail.ru

²ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», 91008, ЛНР, г. Луганск-8

Луганская область находится в засушливой степной зоне, где в отдельные годы основные зерновые культуры неспособны реализовать своей потенциальной продуктивности. Цель данной работы – выявление особенностей развития сортов сорго зернового селекции АНЦ «Донской» в условиях Луганской области. Объектом исследований послужили сорта сорго селекции АНЦ «Донской» (Орловское, Зерноградское 88, Лучистое, Великан, Хазине 28) в сравнении с сортами и гибридами

иностранный селекции. Экологическое изучение проводили на опытном поле Луганского национального аграрного университета в 2016–2017 гг. Сорты селекции АНЦ «Донской» относятся к ультраскороспелой и скороспелой группам созревания и достигают полной спелости зерна за 83–96 дней. По урожайности зерна сорта Орловское, Лучистое и Великан находятся на одном уровне с сортами и гибридами, созревающими на 20–25 дней позже. Сорты успевают сформировать полноценное зерно до середины сентября и не требуют затрат на десикацию посевов и досушку зерна после уборки до стандартной влажности, что говорит о высокой экономической эффективности сортов селекции АНЦ «Донской». Урожайность зерна – комплексный признак, состоящий из различных количественных элементов. Проведенный структурный анализ показал, что высота растений, масса 1000 зерен, натура зерна у большинства сортов и гибридов имели слабую зависимость от внешних условий. Согласно корреляционно-регрессионному анализу в условиях Луганской области натура зерна имеет прямую связь с урожайностью зерна у сорго. При ее увеличении на единицу измерения урожайность зерна возрастает на 0,0091 т/га.

Ключевые слова: зерно, урожайность, вегетационный период, структурный анализ, корреляция.



ECOLOGICAL TESTING OF GRAIN SORGHUM VARIETIES AND HYBRIDS

N.A. Kovtunova¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of forage sorghum breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0003-0409-5855;

V.V. Kovtunov¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of forage sorghum breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705;

A.V. Baranovsky², Candidate of Agricultural Sciences, professor associate of the department of agriculture and agroecology, Lnau_sorgo2011@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-2098-0889;

A.E. Romanyukin¹, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher, ORCID ID: 0000-0003-4349-8489;

E.A. Shishova¹, agronomist, ORCID ID: 0000-0002-7406-6622

¹FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3, email: vniizk30@mail.ru

²SEI LNR "Lugansky National Agricultural University", 91008, LNR, Lugansk-8

The Lugansk region is situated in the arid steppe part, where the main grain crops are not able to realize productive potential to their full extent. The purpose of the work is to identify the features of grain sorghum varieties developed by the FSBSI ARC "Donskoy" in the conditions of the Lugansk region. The objects of the study were the sorghum varieties 'Orlovskoe', 'Zernogradskoe 88', 'Luchistoe', 'Velikan', 'Khazine 28' developed by the FSBSI ARC "Donskoy" in comparison with the varieties and hybrids of exotic breeding. The ecological study was conducted in the experimental plot of the Lugansky National Agricultural University in 2016–2017. The varieties selected by the ARC "Donskoy" belong to the groups of ultra-early season and early season varieties and become completely mature for 83–96 days. The productivity of the varieties 'Orlovskoe', 'Luchistoe', 'Velikan' is similar to the productivity of varieties and hybrids which mature on 20–25 days later. The varieties manage to form high-grade grain to mid-September and do not need any costs on desiccation of sowings and drying of grain after harvesting to conventional humidity that testifies high economic efficiency of the ARC "Donskoy" varieties. Grain productivity is a complex trait, which consists of various quantitative elements. The conducted structural analysis showed that plant height, 1000-kernel weight, grain nature of the most varieties and hybrids had weak correlation with external conditions. According to the correlation-regression analysis grain nature in the Lugansk region is directly connected with sorghum productivity. The increase of grain nature on one unit results in grain productivity increase on 0.0091 t/ha.

Keywords: grain, productivity, vegetation period, structural analysis, correlation.

Введение. Поверхность территории Луганской области представлена волнистой равниной. Климат умеренно континентальный, с частыми и ощутимыми засухами в летний период, с преобладанием сильных восточных и юго-восточных ветров (Власов, 2011). В отдельные годы некоторые культуры неспособны реализовать своей потенциальной продуктивности. Введение в севооборот сорго позволяет получать стабильный урожай зерна, который можно использовать в кормлении различных видов животных (Ковтунова и др., 2016). Сорго, в отличие от других сельскохозяйственных культур, может переносить воздушную и почвенную засуху, суховеи и высокие температуры. Это связано с различными приспособительными анатомическими и физиологическими особенностями: хорошо развитая корневая система, особенности строения устьиц и водопроводящей системы, восковой налет на листьях и стеблях, способность впадать в состояние анабиоза в особо жаркие периоды (Алабушев и Ионова, 2011; Кибальник и Костина, 2014). Кроме того, особенностью сорго является неприхотливость к почвам, в том числе способность произрастать на засоленных и солонцеватых почвах. Благодаря мощной корневой системе сорго может давать хорошие урожаи на почве, непригодной для других культур.

Цель данной работы – выявить особенности развития сортов сорго зернового селекции АНЦ «Донской» в условиях Луганской области.

Материалы и методы исследований. Объект исследований – сорта сорго зернового селекции АНЦ

«Донской» (Орловское, Зерноградское 88, Лучистое, Великан, Хазине 28) в сравнении с сортами и гибридами иностранной селекции.

Экологическое изучение сорго проводили на опытном поле Луганского национального аграрного университета (Луганская область) в 2016–2017 гг. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный малогумусный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке. Содержание гумуса – 3,3%; легкогидролиземого азота – 97 мг, подвижного фосфора – 126 мг, калия – 160 мг/кг; pH водное – 8,0 (Барановский и др., 2014).

Метеоусловия в 2016–2017 гг. значительно отличались и друг от друга, и от среднемноголетних показателей (рис. 1).

Условия 2016 г. сложились благоприятно для посева сорго. На протяжении мая стояла теплая (среднесуточная температура воздуха выше среднемноголетней на 0,4 °C) и влажная (количество осадков на 34 мм выше нормы) погода, способствующая хорошему стартовому развитию посевов сорго. Посев был проведен во II декаде мая. Однако избыток влаги в конце июля и прохладные условия способствовали ветвлению основных побегов, на которых развились 1–3 дополнительных побега с малоозерненными метелками, что значительно повысило влажность зерна при уборке. Сентябрь был прохладным и влажным, что затянуло период созревания, тем самым увеличив вегетационный период сортов и гибридов сорго.

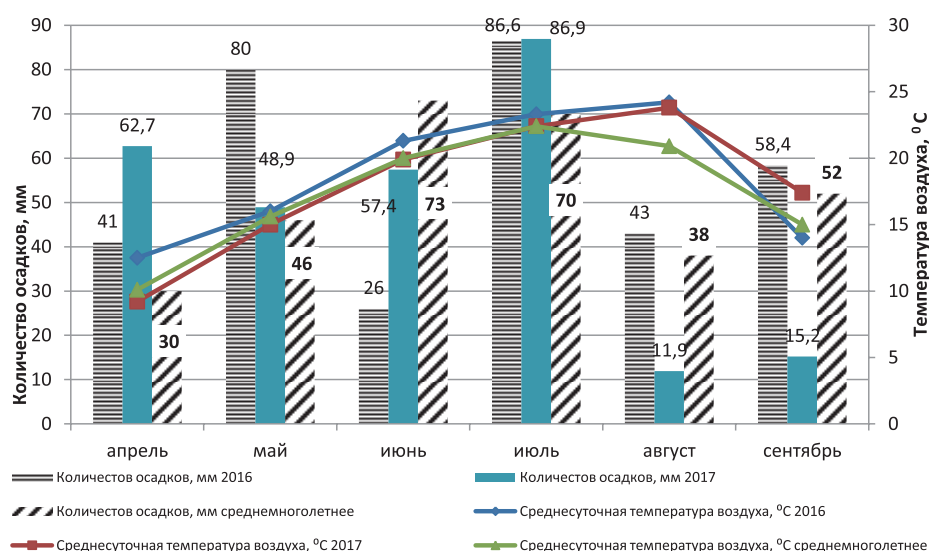


Рис. 1. Метеорологические условия за период вегетации сорго, 2016–2017 гг. (данные ЦГМ, г. Луганск)

Fig. 1. Meteorological conditions for the vegetation period of sorghum, 2016–2017 (data of CSM, Lugansk)

В 2017 г. по температурному режиму к посеву можно было приступить еще во II декаде мая, однако из-за обильных осадков посев удалось провести только 29-го числа. Всходы были получены уже на 7-е сутки. Июнь был достаточно увлажненным и прохладным, что сильно тормозило развитие культуры. ГТК в августе и сентябре составил 0,18–0,28, что говорит о засушливости данных периодов. В результате сложившихся условий растения не смогли реализовать потенциальной урожайности зерна. Снизилась масса 1000 зерен. Большинство сортов созрело уже в конце августа – начале сентября.

Предшественником послужила озимая пшеница. При проведении полевых опытов с зерновым сорго

агротехника была общепринятой для условий степной зоны Украины (Барановский и др., 2014). Длина посевной делянки в опытах составляла 12–13 м, площадь – 25,2 м². Опыты закладывались в четырехкратной повторности. Посев проводили ручной сеялкой с междурядьем 70 см и нормой высева 150 тыс. всхожих семян/га. Математическая обработка полученных данных – согласно методике Б.А. Доспехова (2012) с использованием программы Statistica 10.

Результаты и их обсуждение. Изученные сорта были распределены согласно продолжительности вегетационного периода на три группы спелости: ультраскороспелая (83–90 дней), скороспелая (92–98 дней) и среднеранняя (102–108 дней) (табл. 1).

1. Вегетационный период и урожайность зерна сортов и гибридов сорго в условиях Луганской области (2016–2017 гг.)

1. Vegetation period and yield of grains of sorghum varieties and hybrids in the conditions of Lugansk region (2016–2017)

Сорт, гибрид	Происхождение	Вегетационный период, дни, по годам			Урожайность зерна, т/га
		2016	2017	среднее	
Ультраскороспелая группа созревания					
Орловское	РФ, Зерноград	79	87	83	4,94
Зерноградское 88	РФ, Зерноград	84	90	87	4,89
Прайм F ₁	США, Richardson seed	90	90	90	4,72
ФриггоF ₁	Франция, RAGT Semences	88	91	90	4,80
Скороспелая группа созревания					
Анна	ЛНР, Луганск	90	94	92	4,47
Лучистое	РФ, Зерноград	93	93	93	4,95
Великан	РФ, Зерноград	100	92	96	4,99
Хазине 28	РФ, Зерноград	105	91	98	4,56
Днепроvский 39	Украина, Днепр	89	102	96	3,79
Среднеранняя группа созревания					
КиМ	РФ, Ставрополь	113	94	104	4,73
Одесский 302	Украина, Одесса	101	104	103	4,98
Дружный	Украина, Одесса	103	105	104	5,10
Изумруд	Украина, Одесса	104	106	105	5,15
Кросс	Украина, Одесса	104	106	105	4,79
Факел	Украина, Одесса	105	107	106	5,08
Крупинка 10	РФ, Симферополь	112	103	108	4,96
Космосол	Австрия, Pioneer	107	96	102	5,20
Кукуруза					
Подольский 274	Украина, Днепр	117	76	97	4,14
НСР ₀₅		—	—	5	0,29

Сорта селекции АНЦ «Донской» относятся к ультраскороспелой и скороспелой группам созревания и достигают полной спелости зерна за 83–98 дней. Наименьшая продолжительность вегетационного периода наблюдалась у сортов Орловское (83 дня) и Зерноградское 88 (87 дней), однако по урожайности они находятся на одном уровне с сортами и гибридами, созревающими на 20–25 дней позже. Практически такая же урожайность зерна отмечена в среднем за годы изучения у сортов Лучистое и Великан. Сорта с продолжительностью вегетационного периода до 100 дней всегда успевают сформировать полноценное зерно до середины сентября и не требуют затрат на десикацию посевов и досушку зерна после

уборки до стандартной влажности, что указывает на высокую экономическую эффективность сортов селекции АНЦ «Донской».

Урожайность зерна – комплексный признак, состоящий из различных количественных элементов. Проведенный структурный анализ показал, что высота изученных сортов и гибридов сорго зернового варьировала от 83 (Зерноградское 88) до 138 см (Изумруд). В целом признак по сортам имел среднее варьирование в 2016 г. ($C_v = 14,7\%$) и сильное – в 2017-м ($C_v = 27,2\%$). Практически у всех сортов и гибридов высота растений не зависела от погодных условий и имела коэффициент вариации до 10%, что говорит об их высокой стабильности (табл. 2).

2. Структурный анализ сортов и гибридов сорго зернового (2016–2017 гг.) 2. Structural analysis of sorghum varieties and hybrids (2016–2017)

Сорт, гибрид	Показатель	Высота растений, см	Длина ножки метелки, см	Структура метелки			Выход зерна, %	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л
				длина, см	масса метелки, г	масса зерна, г			
Орловское	среднее	105,4	9,4	22,2	25,4	20,3	79,9	18,0	770,5
	C_v , %	3,7	64,3	22,9	46,6	45,0	1,7	5,9	1,7
Зерноградское 88	среднее	82,7	3,2	28,1	34,2	27,7	80,9	22,0	766,2
	C_v , %	4,3	30,6	4,3	11,8	2,5	0,7	11,9	3,9
Прайм F_1	среднее	96,0	16,8	19,2	37,3	30,0	80,5	22,7	798,4
	C_v , %	2,4	14,3	2,6	4,9	1,9	3,0	2,2	1,7
Фригго F_1	среднее	107,4	15,9	19,9	34,7	26,8	77,1	22,4	793,0
	C_v , %	4,5	16,5	5,0	8,2	6,6	1,5	2,2	0,4
Анна	среднее	110,7	9,5	24,6	38,5	31,1	80,9	25,1	788,9
	C_v , %	5,6	12,7	8,9	5,0	6,4	1,4	2,0	0,0
Лучистое	среднее	111,2	5,6	24,6	38,1	30,9	80,9	23,9	778,0
	C_v , %	12,6	126,3	4,0	6,5	11,7	5,2	0,9	3,5
Хазине 28	среднее	103,6	7,5	26,3	33,6	26,4	78,7	23,7	766
	C_v , %	5,8	58,4	5,6	11,4	9,9	1,5	0,3	1,3
Великан	среднее	131,0	10,6	23,9	33,2	27,0	80,3	21,3	766,8
	C_v , %	2,6	63,7	1,2	36,5	42,8	6,8	2,5	2,4
Днепровский 39	среднее	107,8	4,5	22,3	33,5	25,8	77,5	29,1	735,5
	C_v , %	4,6	50,3	0,0	18,8	13,2	5,7	1,9	2,2
КиМ	среднее	108,2	5,5	31,2	39,6	30,0	75,8	20,2	770,0
	C_v , %	7,8	92,1	13,6	2,5	0,0	2,5	1,8	1,5
Одесский 302	среднее	127,0	10,5	21,6	40,9	33,0	80,4	35,3	820,5
	C_v , %	10,4	13,5	2,3	7,3	11,8	4,6	2,6	0,4
Дружный	среднее	127,5	10,0	21,5	37,7	30,8	81,6	35,3	821,6
	C_v , %	6,5	63,2	5,3	8,6	9,0	0,3	8,6	1,0
Изумруд	среднее	138,0	14,5	21,5	37,0	30,3	81,9	33,2	814,2
	C_v , %	9,0	41,0	8,6	12,1	11,5	0,6	2,3	1,4
Кросс	среднее	132,0	14,0	21,4	33,8	27,1	80,0	33,5	814,2
	C_v , %	5,0	54,7	0,7	11,9	14,9	3,0	4,0	0,4
Факел	среднее	132,0	14,2	21,9	39,8	32,5	81,6	34,6	819,9
	C_v , %	3,5	23,9	3,9	10,9	14,4	3,5	12,3	0,8
Крупинка 10	среднее	106,6	8,0	27,0	48,8	38,4	78,8	23,8	787,3
	C_v , %	1,7	64,9	7,6	1,0	7,4	8,4	23,2	0,1
Космосол F_1	среднее	100,0	10,1	26,2	41,4	32,4	78,2	23,4	807,7
	C_v , %	13,5	124,5	24,3	17,8	18,3	0,6	17,3	0,6
По сортам, 2016 г.	среднее	111,8	10,0	23,4	38,9	31,3	80,5	27,6	790,9
	C_v , %	14,7	65,0	14,2	13,0	12,6	3,6	22,8	3,3
По сортам, 2017 г.	среднее	111,9	10,2	23,7	35,3	27,9	79,1	25,3	790,7
	C_v , %	27,2	49,4	17,1	20,2	21,3	3,4	24,2	3,5

Высота растений и выдвинутость ножки метелки имеют важное значение, так как являются показателями приспособленности к механизированной уборке. Выдвинутость ножки значительно варьировала по сортам. В среднем за 2016–2017 гг. она была

от 3,2 см (Зерноградское 88) до 16,8 см (Прайм). Таким образом, признак зависит от внешних условий. Коэффициент вариации у сортов по годам изучения имел значения от 14,3 (среднее варьирование) до 124,5%.

Согласно ранее проведенным исследованиям, основным параметром, оказывающим влияние на урожайность зерна, является масса зерна с метелки (Алабушев и др., 2017). В исследованиях, проведенных в Луганской области, масса зерна с метелки имела значения от 20,3 (Орловское) до 38,4 г (Крупинка 10). Практически отсутствовала зависимость от внешних условий у сортов Зерноградское 88, Анна, Крупинка 10, Дружный и гибридов Прайм и Фригго.

Масса 1000 зерен характеризует результат взаимодействия генотипа и среды. В проведенных исследованиях она варьировала по сортам от 18,0 (Орловское) до 35,3 г (Одесский 302). У большинства изученных сортов и гибридов коэффициент варьирования по годам имел значения до 10%, что говорит о стабильности признака в зависимости от условий возделывания.

Натура зерна – один из показателей его качества, косвенно характеризующих выполненность. На натуру влияет много факторов, искажающих прямую зависимость между ее значением и выполненностью зерна: влажность, наличие примесей, пленчатости и др.

По результатам исследований натура зерна сорго отличается стабильностью по годам и слабым варьированием по сортам. Высокая натура у сорго считается при значении не менее 800 г/л, средняя – 760–800 г/л. Среди изученных образцов высокой натурой зерна обладали сорта сориз (Изумруд, Факел, Кросс, Дружный, Одесский 302). Сорта сорго зерноградской селекции характеризуются средней натурой зерна (766–778 г/л).

Согласно корреляционно-регрессионному анализу именно натура зерна оказывает наибольшее влияние на урожайность зерна у сорго ($r = 0,6737 \pm 0,0042$) (рис. 2). При увеличении натуры зерна на единицу измерения урожайность зерна возрастает на 0,0091 т/га.

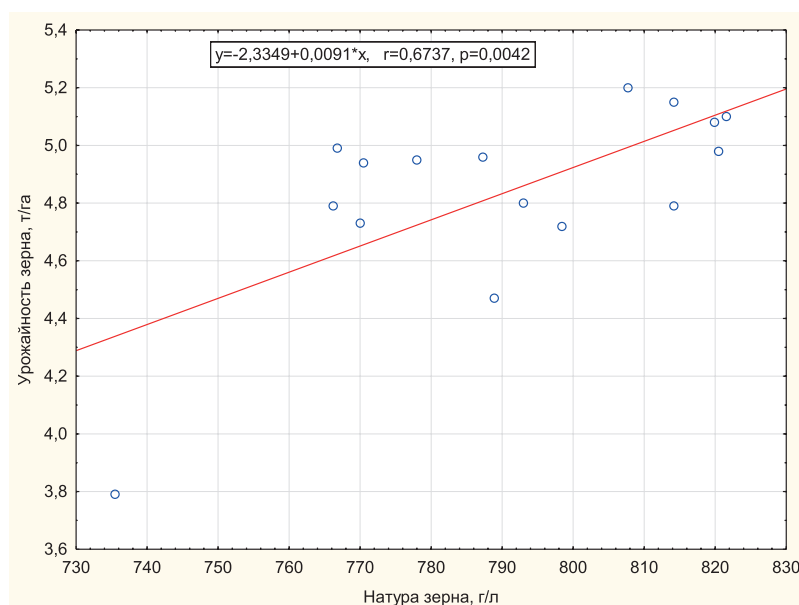


Рис. 2. Взаимосвязь урожайности и натуры зерна сорго, 2016–2017 гг.

Fig. 2. Correlation of sorghum productivity and grain nature, 2016–2017

Выводы

Сорта селекции АНЦ «Донской» относятся к ультраскороспелой и скороспелой группам созревания и достигают полной спелости зерна за 83–98 дней. Наименьшая продолжительность вегетационного периода наблюдалась у сортов Орловское (83 дня) и Зерноградское 88 (87 дней), однако по урожайности они находятся на одном уровне с сортами и гибридами, созревающими на 20–25 дней позже. Практически такая же урожайность зерна отмечена в среднем за годы изучения у сортов Лучистое и Великан. Урожайность зерна –

комплексный признак, состоящий из различных количественных элементов. Проведенный структурный анализ показал, что высота растений, масса 1000 зерен, натура зерна у большинства сортов и гибридов имели слабую зависимость от внешних условий. Сорта селекции АНЦ «Донской» отличаются приспособленностью к механизированной уборке, раннеспелостью (созревают в конце августа), и это позволяет сформировать зерно, не требующее затрат на досушку после уборки, что говорит о высокой экономической эффективности сортов селекции АНЦ «Донской».

Библиографические ссылки

1. Алабушев А.В., Сухенко Н.Н., Ковтунов В.В. Корреляционные связи количественных признаков сорго зернового // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 128. С. 932–941. DOI: 10.21515/1990-4665-128-062.
2. Барановский А.В., Денисенко А.И., Дранищев Н.И. Рекомендации по технологии выращивания и использованию сорговых культур (научно-практические рекомендации). Луганск: ООО «Копир-центр Луганск», 2014. 56 с.
3. Агрокліматичний довідник по Луганській області (1986–2005 рр.) / за ред. Ю.М. Власова. Луганськ: ТОВ «Віртуальна реальність», 2011. 216 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по Требованию, 2012. 352 с.
5. Ионова Е.В., Алабушев А.В. Засухоустойчивость сорго зернового // European Social Science Journal. 2011. № 5(8). С. 485–489.

6. Кибальник О.П., Костина Г.И. Использование параметров устьичного аппарата в селекции зернового сорго на засухоустойчивость // Вавиловские чтения – 2014: сб. статей Междунар. науч.-практ. конференции, посвящ. 127-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. Саратов, 2014. С. 113–114.

7. Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В., Горпиниченко С.И., Сарычева Н.И. Современная оценка питательности кормов из сорговых культур // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 09(123). С. 783–792. DOI: 10.21515/1990-4665-123-052.

References

1. Alabushev A.V., Suhenko N.N., Kovtunov V.V. Korrelyacionnye svyazi kolichestvennykh priznakov sorgo zernovogo [Correlation of quantitative traits of grain sorghum] // Politematicheskij setevoy ehlektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 128. S. 932–941. DOI: 10.21515/1990-4665-128-062.

2. Baranovskij A.V., Denisenko A.I., Dranishchev N.I. Rekomendacii po tekhnologii vyrashchivaniya i ispol'zovaniyu sorgovykh kul'tur (nauchno-prakticheskie rekomendacii) [Recommendations on cultivation technology and use of sorghum (scientific and practical recommendations)]. Lugansk: OOO "Kopir-centr Lugansk", 2014. 56 s.

3. Agroklimatichnij dovidnik po Lugans'kij oblasti (1986–2005 rr.)/za red. Yu.M. Vlasova. Lugansk: TOV "Virtual'na real'nist'", 2011. 216 s.

4. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basis of statistic processing of study results)]. M.: Kniga po Trebovaniyu, 2012. 352 s.

5. Ionova E.V., Alabushev A.V. Zasuhostojchivost' sorgo zernovogo [Drought tolerance of grain sorghum] // European Social Science Journal. 2011. № 5(8). S. 485–489.

6. Kibal'nik O.P., Kostina G.I. Ispol'zovanie parametrov ust'ichnogo apparata v selekcii zernovogo sorgo na zasuhostojchivost' [The use of stoma parameters in the selection of grain sorghum for drought resistance] // Vavilovskie chteniya – 2014: sb. statej Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii, posvyashch. 127-j godovshchine so dnya rozhdeniya akademika N.I. Vavilova. Saratov, 2014. S. 113–114.

7. Kovtunova N.A., Kovtunov V.V., Gorpinichenko S.I., Sarycheva N.I. Sovremennaya ocenka pitatel'nosti kormov iz sorgovykh kul'tur [Modern assessment of nutrition of forage obtained from sorghum] // Politematicheskij setevoy ehlektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 09(123). S. 783–792. DOI: 10.21515/1990-4665-123-052.

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 633.15:631.52

DOI 10.31367/2079-8725-2018-58-4-47-51

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ НОВЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ

Г.Я. Кривошеев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства кукурузы, genadiy.krivosheev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5876-7672;

А.С. Игнатьев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства кукурузы, ignatev1983@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-0319-4600

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

Представлены результаты экологического испытания десяти новых гибридов кукурузы селекции АНЦ «Донской» в шести пунктах, различающихся по влагообеспеченности. По урожаю зерна выделены практически ценные гибриды для конкретных условий: АНЦ «Донской», г. Зерноград, – Зе 235 (5,0 т/га), Зе 428 (6,55 т/га); ВНИИ кукурузы, г. Пятигорск, – Зе 182 (9,02 т/га); НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, г. Краснодар, – Зе 286 (4,92 т/га); НПО «Семеноводство Кубани», ст. Ладожская Краснодарского края, – Зе 428 (7,61 т/га); Агрофирма «Отбор», пос. Комсомольский, КБР, – Зе 331 (10,1 т/га); РосНИИСК «Россорго», г. Саратов, – Зе 428 (6,55 т/га). Для засушливых условий рекомендован гибрид Зе 428, сформировавший в среднем в пунктах с недостаточным увлажнением урожай зерна 5,11 т/га; для влагообеспеченных условий рекомендован гибрид Зе 331 со средним урожаем зерна 8,06 т/га в пунктах с высоким увлажнением. Новые гибриды Зе 182, Зе 236, Зе 285, Зе 286, Зе 331, Зе 332, Зе 333, Зе 427 и Зе 428 характеризовались высокой отзывчивостью на изменение условий выращивания, коэффициент регрессии (b) составил 1,42–2,02; к пластичным генотипам отнесен Зе 235 ($b = 1$). Все гибриды отнесены к экологически стабильным генотипам ($\sigma^2 = 0,13–0,74$). Наиболее высокий индекс засухоустойчивости отмечен у гибридов Зе 235 (72,7%) и Зе 331 (67,3%). По комплексу хозяйственно ценных признаков (урожайность зерна, уборочная влажность зерна, устойчивость к полеганию, устойчивость к поражению пузырчатой головней, высота прикрепления початка), параметрам экологической пластичности, индексу засухоустойчивости наиболее перспективными для практического использования следует считать раннеспелый гибрид Зе 182 (ФАО 180), среднеранний Зе 286 (ФАО 250), среднеспелый Зе 331 (ФАО 300), среднепоздний Зе 428 (ФАО 400).

Ключевые слова: гибрид, урожайность, экологическая пластичность, стабильность, индекс засухоустойчивости.



ECOLOGICAL TRIALS OF NEW MAIZE HYBRIDS IN THE CONDITIONS OF VARIOUS MOISTURE SUPPLY

G.Ya. Krivosheev, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of maize breeding and seed-growing, genadiy.krivosheev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5876-7672;

A.S. Ignatiev, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of maize breeding and seed-growing, ignatiev1983@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-0319-4600

FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

The article presents the results of ecological trials of ten new maize hybrids developed by the ARC "Donskoy" at six points with different moisture supply. According to grain yields there have been identified such valuable for definite conditions hybrids as: 'Ze 235' with 5.0 t/ha and 'Ze 428' with 6.55 t/ha (ARC "Donskoy", Zernograd); 'Ze 182' with 9.02 t/ha (ARRI of maize, Pyatigorsk); 'Ze 286' with 4.92 t/ha (RCG named after P.P. Lukiyanenko, Krasnodar); 'Ze 428' with 7.61 t/ha (RPE "Semenovodstvo Kubani", v. of Ladozhskaya, Krasnodar Area); 'Ze 331' with 10.1 t/ha (Agrofirma "Otbor", v. of Komsomolsky); 'Ze 428' with 6.55 t/ha (RusRC "Rossorgo", Saratov). For the arid conditions there has been recommended the hybrid 'Ze 428' with 5.11 t/ha of grain on average at the points with insufficient moisture supply. For the conditions of sufficient moisture supply there has been recommended the hybrid 'Ze 331' with 8.06 t/ha at the points with high moisture supply. The new hybrids 'Ze 182', 'Ze 236', 'Ze 285', 'Ze 286', 'Ze 331', 'Ze 332', 'Ze 333', 'Ze 427', 'Ze 428' have been characterized with high responsiveness on the change of growing conditions, regression coefficient (b) was 1.42–2.02; the hybrid 'Ze 235' is found to be an ecologically adaptable genotype ($b_r = 1$). All hybrids belong to ecologically stable genotypes ($\sigma^2 = 0.13–0.74$). The hybrids 'Ze 235' and 'Ze 331' showed the highest index of drought tolerance (72.7 and 67.3% respectively). The early ripening hybrid 'Ze 182' (FAO 180), the middle-ripening hybrid 'Ze 286' (FAO 250), the middle ripening hybrid 'Ze 331' (FAO 300) and the middle-late hybrid 'Ze 428' (FAO 400) are the most promising hybrids for practical use according to such their economic-valuable traits as grain productivity, harvesting moisture of grain, resistance to lodging, resistance to smut viruses and ear attachment height.

Keywords: hybrid, productivity, ecological plasticity, stability, index of drought tolerance.

Введение. Территория, на которой возделывают в Российской Федерации кукурузу, обширна и включает зоны с различными почвенно-климатическими условиями. Адаптированность новых гибридов кукурузы к конкретным почвенно-климатическим условиям можно определить только путем изучения гибридов в этих условиях. Задача может быть решена благодаря экологическому изучению, включающему пункты испытания, находящиеся в различных природных условиях.

Экологическое испытание позволяет выделить пригодность новых сортов или гибридов различных сельскохозяйственных культур для возделывания в конкретном регионе, ареал возможного их распространения. Сельхозпроизводителями востребованы сорта и гибриды, формирующие высокий урожай и отличающиеся его стабильностью (Кривошеев и Игнатьев, 2016; Рыбась, 2014; Филиппов и Донцова, 2018).

В Аграрном научном центре «Донской» (АНЦ «Донской») проводится селекционная работа по созданию новых гибридов кукурузы различных групп спелости и направления хозяйственного использования

(Кривошеев и Игнатьев, 2016). Практический интерес представляет широкое экологическое испытание новых гибридных комбинаций, которые созданы на основе исходного материала различного эколого-географического происхождения.

Цель исследований – изучение новых гибридов кукурузы в различных почвенно-климатических условиях и выявление перспективных для практического использования.

Материалы и методы исследования. Исследования проведены в 2015–2016 гг. в шести пунктах экологического испытания: Аграрный научный центр «Донской» (г. Зерноград), ВНИИ кукурузы (г. Пятигорск), Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко (г. Краснодар), НПО «Сemenоводство Кубани» (ст. Ладжская Краснодарского края), Агрофирма «Отбор» (пос. Комсомольский, КБР), РосНИИСК «Россорго» (г. Саратов).

Пункты изучения отличались разнообразием по почвенно-климатическим условиям, контрастностью по влагообеспеченности в годы проведения исследований (табл. 1).

1. Количество атмосферных осадков за период вегетации кукурузы в пунктах экологического испытания (2015–2016 гг.)

1. The amount of precipitation during maize vegetation period at the points of ecological trials (2015–2016)

Пункт экологического испытания	Атмосферные осадки (май–август), мм	Отклонение от минимального значения, мм
АНЦ «Донской» (г. Зерноград)	189,5	+21,8
ВНИИ кукурузы (г. Пятигорск)	250,0	+82,3
НЦЗ им. П.П. Лукьяненко (г. Краснодар)	187,5	+19,8
НПО «Сemenоводство Кубани» (ст. Ладжская Краснодарского края)	275,3	+107,6
Агрофирма «Отбор» (пос. Комсомольский, КБР)	280,0*	+112,3
РосНИИСК «Россорго» (г. Саратов)	167,7	-

*Орошение и атмосферные осадки.

Условно пункты испытания были разделены на две группы: засушливые и влагообеспеченные. Пункты испытания г. Зернограда и г. Саратова расположены в зонах с недостаточным и неустойчивым увлажнением (189,5 и 167,7 мм осадков за период

вегетации кукурузы). Пункт экологического испытания в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко отнесен условно к засушливым по количеству атмосферных осадков за период вегетации кукурузы в 2015–2016 гг. (187,5 мм). К влагообеспеченным отнесены г. Пятигорск и ст. Ла-

дожская Краснодарского края с большим количеством атмосферных осадков (250,0 и 275,3 мм), чем в других пунктах, и пос. Комсомольский, КБР, где опыты были заложены на орошении (общее количество влаги (атмосферные осадки плюс орошение) составило 280 мм за период вегетации кукурузы).

Объектом исследований послужили 10 новых гибридов кукурузы, созданных в АНЦ «Донской» на основе исходного материала различного эколого-географического происхождения: Зе 182 (раннеспелый, ФАО 180), Зе 235, Зе 236 (среднеранние, ФАО 200), Зе 285, Зе 286 (среднеранние, ФАО 250), Зе 331, Зе 332, Зе 333 (среднепоздние, ФАО 300), Зе 427, Зе 428 (среднепоздние, ФАО 400).

Опыты закладывали по единой методике, изложенной в Методических рекомендациях по про-

ведению полевых опытов с кукурузой (1980), статистическую обработку результатов исследований проводили по методическому руководству Б.А. Доспехова (1985). Оценка экологической пластичности и стабильности проведена по методике S.A. Eberchart, W. A. Russell (1966) в редакции Зыкина, Белан (2005). Индекс засухоустойчивости определяли как частное от деления урожайности, полученной в засушливых условиях, на урожайность в благоприятных условиях, выраженное в процентах (Щербак, 1987).

Результаты и их обсуждение. Урожайность новых гибридов кукурузы по зерну значительно варьировала в зависимости от пункта испытания гибрида (от 3,43 до 10,12 т/га) (табл. 2).

2. Урожай зерна новых гибридов кукурузы в различных пунктах испытаний, т/га (2015–2016 гг.)

2. Grain yields of the new maize hybrids at the points of various trials, t/ha (2015–2016)

Гибрид	АНЦ «Донской», г. Зерноград	ВНИИ кукурузы, г. Пятигорск	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, г. Краснодар	НПО «Семеноводство Кубани», ст. Ладжская	Агрофирма «Отбор», пос. Комсомольский, КБР	РосНИИСК «Россого», г. Саратов	x
Зе 182	4,41	8,02	4,63	6,72	8,83	3,43	6,01
Зе 235	4,81	5,08	4,18	5,44	7,10	3,83	5,07
Зе 236	4,80	7,06	4,90	6,97	9,04	4,26	6,17
Зе 285	4,46	6,81	3,38	6,16	8,36	5,49	5,78
Зе 286	5,32	7,64	4,92	6,95	8,79	4,66	6,38
Зе 331	5,26	6,73	4,33	7,34	10,12	4,27	6,34
Зе 332	4,70	5,85	3,57	6,68	9,58	5,39	5,96
Зе 333	5,05	6,39	4,69	7,08	9,42	4,52	6,19
Зе 427	5,27	6,59	3,90	6,69	8,94	4,57	5,99
Зе 428	5,30	7,55	4,17	7,61	8,79	5,89	6,55
x	4,94	6,77	4,27	6,76	8,90	4,63	
НСР ₀₅	0,31... 0,50	0,84... 0,89	0,48... 0,68	0,82... 0,84	0,70... 0,85	0,35... 0,55	

Следует отметить, что в среднем низкий урожай зерна гибриды кукурузы сформировали в пунктах испытания, где в годы проведения эксперимента сложились засушливые погодные условия: г. Саратов (4,63 т/га), г. Зерноград (4,94 т/га), г. Краснодар (4,27 т/га). Высокий урожай зерна сформирован во влагообеспеченных пунктах: г. Пятигорск (6,77 т/га), ст. Ладжская Краснодарского края (6,76 т/га), пос. Комсомольский, КБР (8,90 т/га).

Наименьший урожай зерна в среднем по всем пунктам испытания сформировал гибрид Зе 235 (5,07 т/га), наибольший – Зе 428 (6,55 т/га). Однако в различных пунктах максимальный урожай зерна сформировали разные гибриды различных групп спелости.

В АНЦ «Донской» (Ростовская обл.) лучшими оказались новые гибриды – среднеранний Зе 286 (5,30 т/га) и среднепоздний Зе 428 (5,30 т/га). Во ВНИИ кукурузы (Ставропольский край) выделился новый раннеспелый гибрид Зе 182 (8,02 т/га), в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко (г. Краснодар) – новый среднеранний гибрид Зе 286 (4,92 т/га), в НПО «Семеноводство Кубани» (Краснодарский край, ст. Ладжская) – новый среднепоздний гибрид Зе 428 (7,61 т/га). Наивысший урожай зерна сформировал на орошении среднеспелый гибрид кукурузы Зе 331 (10,12 т/га) в Агрофирме «Отбор» (пос. Комсомольский, КБР). В РосНИИСК «Россого» (г. Саратов) выделился среднепоздний гибрид Зе 428 (5,89 т/га).

Дифференциация пунктов испытания по влагообеспеченности позволила выявить лучший гибрид для условий с высокой влагообеспеченностью – Зе 331. Средний урожай зерна по трем пунктам (ВНИИ, НПО

«Семеноводство Кубани» и Агрофирма «Отбор») составил 8,06 т/га (табл. 3). Наиболее высокий урожай зерна в среднем в засушливых пунктах (АНЦ «Донской», РосНИИСК «Россого», НЦЗ им. П.П. Лукьяненко) имел среднепоздний гибрид Зе 428 (5,11 т/га).

Все изучаемые гибриды характеризовались высокими коэффициентами вариации – от 22,7 (Зе 235) до 34,7% (Зе 331), что является следствием сильного варьирования урожая зерна гибридов в зависимости от пункта испытания, а также высокими отрицательными значениями разности минимальных и максимальных значений признака от 3,87 (Зе 235) до 5,85 (Зе 331).

Параметры экологической пластичности урожайности, рассчитанные на основе регрессионного анализа по методике S.A. Eberhard, W. A. Russell (1966), свидетельствуют, что 9 из 10 изучаемых гибридов (Зе 182, Зе 236, Зе 285, Зе 286, Зе 331, Зе 332, Зе 333, Зе 427 и Зе 428) характеризовались высокой отзывчивостью на изменение условий выращивания, коэффициент регрессии (b), у них составил 1,42–2,02. К пластичным генотипам, имеющим коэффициент регрессии, близкий к единице, относится гибрид Зе 235 ($b = 1$).

Все изучаемые гибриды отнесены к экологически стабильным генотипам, имеющим дисперсию, приближенную к нулю ($\sigma^2 = 0,13–0,74$).

Использование пунктов испытания, контрастных по влагообеспеченности, позволяет определить индекс засухоустойчивости. Для расчета была взята средняя урожайность гибридов в засушливых и влагообеспеченных пунктах.

Индекс засухоустойчивости варьировал от 52,9 (Зе 182) до 72,4% (Зе 235) (рис. 1).

3. Средний урожай зерна и параметры экологической пластичности новых гибридов кукурузы, т/га (2015–2016 гг.)

3. Average grain productivity and parameters of ecological plasticity of the new maize hybrids, t/ha (2015–2016)

Гибрид	По всем пунктам испытания	В засушливых пунктах	Во влагообеспеченных пунктах	Коэффициент вариации, C_v , %	Ymin-Ymax	Параметры экологической пластичности	
						b_i	σd^2
Зе 182	6,01	4,16	7,86	36,1	-5,40	1,86	0,74
Зе 235	5,07	4,27	5,87	22,7	-3,87	1,00	0,17
Зе 236	6,17	4,65	7,69	29,4	-4,78	1,64	0,14
Зе 285	5,78	4,44	7,11	28,0	-4,53	1,42	0,36
Зе 286	6,38	4,95	7,79	26,4	-4,13	1,50	0,15
Зе 331	6,34	4,62	8,06	34,7	-5,85	2,02	0,13
Зе 332	5,96	4,55	7,37	33,7	-5,83	1,75	0,54
Зе 333	6,19	4,75	7,63	30,4	-4,90	1,69	0,13
Зе 427	5,99	4,58	7,41	30,2	-5,04	1,64	0,07
Зе 428	6,55	5,12	7,98	26,3	-4,62	1,49	0,38
х	6,04						

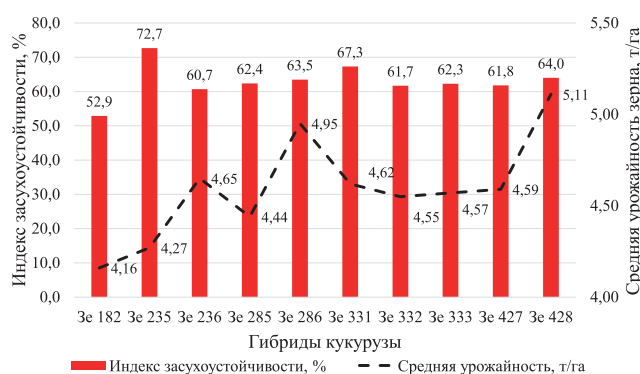


Рис. 1. Индекс засухоустойчивости и средняя урожайность зерна (2015–2016 гг.)

Fig. 1. Index of drought tolerance and average grain productivity (2015–2016)

Принято считать, что чем выше индекс засухоустойчивости, тем выше засухоустойчивость. Однако при отборе перспективных генотипов необходимо дополнительно учитывать и величину урожая зерна. Например, среднеранний гибрид кукурузы Зе 235 с высоким индексом засухоустойчивости (72,7%) имел невысокий уровень урожайности как в засушливых условиях (4,27 т/га), так и во влагообеспеченных (5,87 т/га), что, по-видимому, объясняется невысоким гетерозисом гибридной комбинации. Поэтому эта гибридная комбинация не имеет практической ценности.

Практический интерес для засушливых условий представляют гибриды Зе 286 и Зе 428 с индексом за-

сухоустойчивости 63,5 и 64,0% и средней урожайностью в засушливых пунктах испытания 4,95 и 5,11 т/га соответственно.

Сопоставляя комплекс признаков: урожайность, параметры экологической пластичности, индекс засухоустойчивости, выделили гибриды в каждой группе спелости. Наиболее перспективными для практического использования следует считать раннеспелый гибрид Зе 182, среднеранний Зе 286, среднеспелый Зе 331 и среднепоздний Зе 428.

Эти новые гибридные комбинации характеризовались высокими значениями основных хозяйственно ценных признаков (табл. 4).

4. Хозяйственно ценные признаки новых гибридов кукурузы, г. Зерноград (2015–2016 гг.)

4. Economic-valuable traits of the new maize hybrids, Zernograd (2015–2016)

Гибрид	Уборочная влажность зерна, %	Продолжительность периода «всходы – цветение початков», дн.	Полегание, %	Поражение пузырчатой головней, %	Высота прикрепления початка, см
Зе 182	12,4	54	1,4	1,0	67,5
Зе 286	12,3	59	2,0	4,0	71,0
Зе 331	13,1	61	0,5	3,4	75,0
Зе 428	13,2	63	0,5	0,5	78,5

Они способны высыхать на корню до стандартной влажности зерна и ниже (12,4–13,2%). Слабо поражались на естественном фоне пузырчатой головней (0,5–4,0% пораженных растений), отлича-

лись технологичностью при уборке, имея незначительный процент полегших экземпляров – 0,5–2,0% и оптимальную высоту прикрепления початка (67,5–78,5 см).

Выводы. Экологическое изучение новых гибридов кукурузы различных групп спелости в шести пунктах позволило выделить практически ценные гибриды для конкретных условий. Группировка пунктов испытания по влагообеспеченности позволила выявить лучшие гибриды для засушливых и влагообеспеченных условий. В засушливых условиях выделялся гибрид Зе 428 (5,11 т/га), во влагообеспеченных – Зе 331 (8,06 т/га).

Сопоставление комплекса признаков: урожайность, параметры экологической пластичности, индекс засухоустойчивости, позволяет считать наиболее перспективными раннеспелый гибрид Зе 182, среднеранний Зе 286, среднеспелый Зе 331 и среднепоздний Зе 428. Новые гибриды отличались высокими значениями основных хозяйственно ценных признаков (уборочная влажность зерна, технологичность при уборке, устойчивость к поражению пузырчатой головней).

Библиографические ссылки

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 336 с.
2. Кривошеев Г.Я., Игнат'ев А.С., Горбачева А.Г., Ветошкина И.А. Реакция интродуцированного исходного материала на засушливые условия // Зерновое хозяйство России. 2016. № 6(48). С. 35–38.
3. Кривошеев Г.Я., Игнат'ев А.С., Шевченко Н.А. Основные направления селекции кукурузы во ВНИИЗК им. И.Г. Калиненко // Зерновое хозяйство России. 2016. № 2(44). С. 30–34.
4. Рыбась И.А. Оценка параметров экологической пластичности и стабильности сортов озимой мягкой пшеницы // Аграрный вестник Урала. 2014. № 6. С. 26–29.
5. Щербак В.С. Возможности использования экзотических рас кукурузы стран Латинской Америки в качестве источников засухоустойчивости // Селекция и генетика кукурузы: сб. науч. трудов. Краснодар, 1987. С. 63–72.
6. Филиппов Е.Г., Донцова А.А., Брагин Р.Н. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов и линий озимого ячменя // Зерновое хозяйство России. 2018. № 2(56). С. 10–13.

Reference

1. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat, 1985. 336 s.
2. Krivosheev G.Ya., Ignat'ev A.S., Gorbacheva A.G., Vetoshkina I.A. Reakciya introducirovannogo iskhodnogo materiala na zasushlyvye usloviya [Response of the introduced initial material to arid conditions] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 6(48). S. 35–38.
3. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S., Shevchenko N. A. Osnovnye napravleniya selekcii kukuruzy vo VNIIZK im. I.G. Kalinenko [The main trends of maize breeding in the ARRIGC named after I.G. Kalinenko] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 2(44). S. 30–34.
4. Rybas' I.A. Ocenka parametrov ehkologicheskoy plastichnosti i stabil'nosti sortov ozimoy myagkoj pshenicy [Assessment of the parameters of ecological plasticity and stability of winter soft wheat varieties] // Agrarnyj vestnik Urala. 2014. № 6. S. 26–29.
5. Shcherbak V.S. Vozmozhnosti ispol'zovaniya ehkzoticheskikh ras kukuruzy stran Latinskoj Ameriki v kachestve istochnikov zasuhoustojchivosti. Selekcija i genetika kukuruzy [Possibilities of using exotic types of maize of Latin America as the sources of drought resistance]: sb. nauch. trudov. Krasnodar, 1987. S. 63–72.
6. Filippov E.G., Doncova A.A., Bragin R.N. Ocenka ehkologicheskoy plastichnosti i stabil'nosti sortov i linij ozimogo yachmenya [Assessment of ecological plasticity and stability of winter barley varieties and lines] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 2(56). S. 10–13.

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: 631. 52

DOI 10.31367/2079-8725-2018-58-4-51-54

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ АДАПТИВНОСТИ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

И.А. Рыбась, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, RybasIA@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8443-7714;

Д.М. Марченко, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, зав. отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

Е.И. Некрасов, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, ORCID ID: 0000-0002-9505-7899;

М.М. Иванисов, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, ORCID ID: 0000-0001-7395-0910;

Т.А. Гричаникова, агроном лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, ORCID ID: 0000-0002-6973-8535;

И.В. Романюкина, технолог-исследователь лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, ORCID ID: 0000-0002-8679-7844

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3, email: vniizk30@mail.ru

За годы изучения (2015–2017 гг.) по предшественнику кукуруза на зерно рассмотрены и изучены параметры адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы. В результате проведенных исследований урожайность озимой пшеницы варьировала от 77,6 ц/га у сорта Полина до 83,9 ц/га у сорта Капризуля. В большей степени урожайность колебалась по годам от 52,5 ц/га у сорта Капитан в 2016 г. до 108,2 ц/га у сорта Капризуля в 2017-м. Главная особенность селекции на адаптивность – контроль экологической пластичности и стабильности сортов в процессе селекции. Экологически пластичными сортами являются Краса Дона и Капризуля, имеющие коэффициент регрессии, равный единице. Сорта Лидия, Капитан, Лилит и Вольница

характеризуются как высоко отзывчивые, имеющие коэффициент регрессии значительно больше единицы. Стабильным генотипом (σ^2 стремится к нулю) характеризовались сорта Лилит и Вольный Дон. К сортам, сочетающим высокие показатели гомеостатичности, селекционной ценности и низкие значения коэффициента вариации, относились сорта Вольный Дон и Полина. Наиболее высокие значения стрессоустойчивости были отмечены у сортов Вольный Дон и Полина, имеющих самые низкие отрицательные значения разности минимальных и максимальных значений признака. Генетически гибкими генотипами являлись сорта Капризуля, Лилит, Краса Дона и Вольный Дон, обладающие высокой степенью соответствия между генотипом сорта и факторами среды. По комплексу параметров адаптивности выделились сорта Вольный Дон и Полина, обладающие стабильностью, селекционной ценностью, стрессоустойчивостью и высокой продуктивностью.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, пластичность, гомеостатичность, генетическая гибкость, стрессоустойчивость.



ASSESSMENT OF PARAMETERS OF WINTER SOFT WHEAT ADAPTABILITY

I.A. Rybas, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of winter soft wheat of semi-intensive type, RybasIA@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8443-7714;

D.M. Marchenko, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the department for winter wheat breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

E.I. Nekrasov, junior researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of winter soft wheat of semi-intensive type, ORCID ID: 0000-0002-9505-7899;

M.M. Ivanisov, junior researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of winter soft wheat of semi-intensive type, ORCID ID: 0000-0001-7395-0910;

T.A. Grichanikova, agronomist of the laboratory of breeding and seed-growing of winter soft wheat of semi-intensive type, ORCID ID: 0000-0002-6973-8535;

I.V. Romanyukina, technician-researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of winter soft wheat of semi-intensive type, ORCID ID: 0000-0002-8679-7844

FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3, email: vniizk30@mail.ru

During the years of study (2015–2017) there were considered and studied parameters of adaptability of winter soft wheat varieties sown after maize. As a result, the productivity of winter wheat ranged from 77.6 hwt/ha (the variety 'Polina') to 83.9 hwt/ha (the variety 'Kaprizulya'). At a most the productivity varied through the years from 52.5 hwt/ha (the variety 'Kapitan') in 2016 to 108.2 hwt/ha (the variety 'Kaprizulya') in 2017. The main feature of breeding on adaptability is to control ecological plasticity and stability of the varieties in the breeding process. The varieties 'Krasa Dona' and 'Kaprizulya' having 1.0 regressive coefficient are considered to be ecologically adaptable. The varieties 'Lidiya', 'Kapitan', 'Lilit' and 'Volnitsa' having > 1.0 regressive coefficient are considered to be highly responsive. The varieties 'Lilit' and 'Volny Don' are characterized with stable genotype (σ^2 tends to zero). The varieties 'Polina' and 'Volny Don' belong to the group of varieties with high indexes of homeostatism, breeding value and low coefficients of variations. The varieties 'Polina' and 'Volny Don' demonstrate high indexes of stress resistance with the lowest negative values of differences among minimum and maximum indexes of the trait. The varieties 'Kaprizulya', 'Lilit', 'Krasa Dona' and 'Volny Don' are found genetically flexible genotypes, as they possess high correspondence degree between the genotype and the environment. According to the parameters of adaptability there have been identified the varieties 'Polina' and 'Volny Don' with stability, breeding value, stress resistance and high productivity.

Keywords: winter wheat, variety, plasticity, homeostasis, genetic plasticity, stress resistance.

Введение. Урожайность является одним из наиболее важных показателей, определяющих реакцию сорта на стресс, и результирующим показателем функционирования всех систем растения. Высокопродуктивные сорта должны противостоять неблагоприятным условиям среды и максимально использовать ее благоприятные факторы (Иванисов и Ионова, 2015).

Повышенные требования к новым сортам в отношении их устойчивости к стрессовым факторам определяют адаптивную и экологическую направленность селекции. Селекционная работа ведется в направлении усиления адаптации растений и стабилизации урожая в неустойчивых по климату регионах [Кравченко, Ионова, 2015].

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на поле лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2015–2017 гг. Целью исследований является оценка параметров адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы. Объектом для исследований послужили 11 сортов озимой пшеницы, высеянные по предшественнику кукуруза на зерно. Посев осуществляли сеялкой Wintersteiger Plotseed на глубину заделки семян 4–6 см обычным рядовым способом с нормой высева 500 всхожих зерен на 1 м². Учетная площадь делянок – 10 м². Уборку урожая выполняли комбайном Wintersteiger Classik.

Погодные условия в период вегетации в большей степени различались по мере влияния на потенциал урожайности озимой мягкой пшеницы.

В 2014/2015 сельскохозяйственном году среднесуточная температура воздуха и сумма осадков были немного выше среднемноголетних показателей (109 и 103% от средней многолетней нормы соответственно).

В 2015/2016 сельскохозяйственном году отмечалось небольшое превышение осадков (113% от средней многолетней нормы) и повышенный температурный режим в период вегетации и за весь год (131% от нормы).

В 2016/2017 сельскохозяйственном году неравномерно выпали осадки по сезонам и месяцам, а среднесуточная температура воздуха (103% от нормы) и сумма осадков за год были на уровне среднемноголетних показателей (101% от нормы).

Для расчетов параметров адаптивности были использованы коэффициент вариации по методике полевого опыта Б.А. Доспехова (2014) (Доспехов, 2014); показатель гомеостатичности (Hom) и селекционная ценность (Sc) по методике В.В. Хангильдина и Н.А. Литвиненко (1981); показатель стрессоустойчивости ($Y_{min}-Y_{max}$) и генетической гибкости ($(Y_{max}+Y_{min})/2$) по уравнениям А.А. Rosielle J. Hamblin (1981) в изложении А.А. Гончаренко (2005); показатели пластичности (b_i) и стабильности (σ^2) по методике S.A. Eberchart, W.A. Russell (1966).

Результаты и их обсуждение. В среднем за годы исследований (2015–2017 гг.) урожайность сортов озимой мягкой пшеницы варьировала от 77,6 ц/га у сорта Полина до 83,9 ц/га у сорта Капризуля. В значительной степени урожайность колебалась по годам от 52,5 ц/га у сорта Капитан в 2016 г. до 108,2 ц/га у сорта Капризуля в 2017-м (рис. 1).

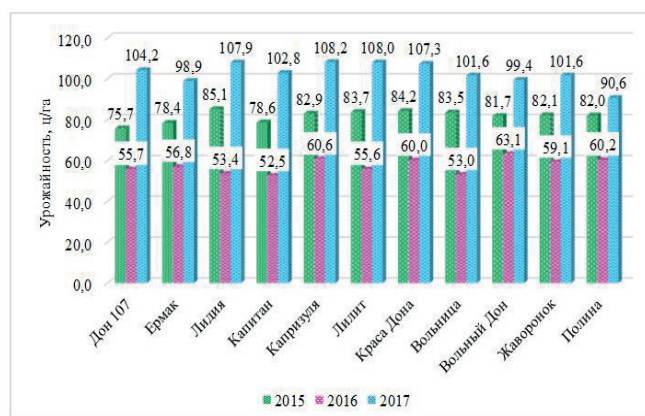


Рис. 1. Урожайность сортов озимой мягкой пшеницы за годы исследований, ц/га

Fig. 1. Productivity of winter soft wheat varieties over the years of study, hwt/ha

Высокую урожайность за годы изучения сформировали сорта Лидия (82,1 ц/га), Капризуля (83,9 ц/га), Лилит (82,4 ц/га), Краса Дона (83,8 ц/га) и Вольный Дон (81,4 ц/га) с прибавками к средней по опыту от 2,9 до 5,4 ц/га.

В результате проведенного дисперсионного анализа установлено, что на формирование урожайности доминирующее влияние оказывает фактор «год» – 94%, взаимодействие факторов «год x сорт» – 3%. На фактор «сорт» приходится 1%, так как в исследованиях в основном изучаются сорта одной группы спелости, кроме сорта Жаворонок: он относится к скоро-спелым генотипам (рис.2).

Главная особенность селекции на адаптивность – контроль экологической пластичности и стабильности сортов в процессе селекции.

Экологически пластичными сортами являются генотипы, способные стабильно формировать высокую урожайность генетически обусловленного качества в широком ареале и при достаточном разнообразии погодных и агротехнических условий.

Сорта Краса Дона ($b_i = 1,04$) и Капризуля ($b_i = 1,04$), имеющие коэффициент регрессии, равный единице, относятся к пластичным генотипам (табл. 1).

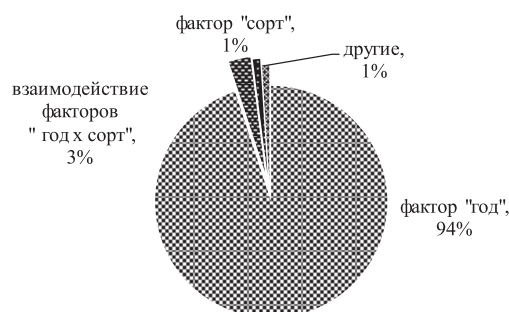


Рис. 2. Вклад факторов в формирование урожайности, % (2015–2017 гг.)

Fig. 2. Contribution of factors to the yield formation, % (2015–2017)

1. Параметры адаптивности выделившихся сортов озимой мягкой пшеницы (2015–2017 гг.)

1. Parameters of adaptability of the selected varieties of winter soft wheat (2015–2017)

Сорт	Урожайность, ц/га		V, %	Hom	Sc	b_i	σ^2	Ymin-Ymax	(Ymax+Ymin)/2
	min-max	средняя							
Дон 107	55,7–104,2	78,5	31,2	251,7	41,9	1,06	11,8	-48,5	79,9
Ермак	56,8–98,9	78,0	27,3	286,2	44,8	0,92	0,29	-42,1	77,9
Лидия	53,4–107,9	82,1	33,4	245,9	40,7	1,20	2,13	-54,5	80,7
Капитан	52,5–102,8	78,0	32,5	239,7	39,8	1,10	0,23	-50,3	77,7
Капризуля	60,6–108,2	83,9	28,8	291,3	47,0	1,04	3,36	-47,6	84,4
Лилит	55,6–108,0	82,4	31,9	258,1	42,4	1,15	0,00	-52,4	81,8
Краса Дона	60,0–107,3	83,8	28,6	293,0	46,9	1,04	0,42	-47,3	83,7
Вольница	53,0–101,6	79,4	31,0	256,0	41,4	1,07	6,70	-48,6	77,3
Вольный Дон	63,1–99,4	81,4	22,3	364,4	51,7	0,80	0,23	-36,3	81,3
Жаворонок	59,1–101,6	80,9	26,3	307,8	47,1	0,93	0,02	-42,5	80,4
Полина	60,2–90,6	77,6	20,7	374,4	51,6	0,67	10,2	-30,4	75,4
Средняя по опыту	55,9–100,5	79,1	22,1–34,2	–	–	–	–	–	–

$HCP_{005} = 1,91$

Сорта Дон 107 ($b_i = 1,06$), Лидия ($b_i = 1,20$), Капитан ($b_i = 1,10$), Лилит ($b_i = 1,15$) и Вольница ($b_i = 1,07$) характеризуются как высоко отзывчивые, имеющие коэффициент регрессии значительно больше единицы. К стабильным генотипам (σ^2 стремится к нулю) относились сорта Лилит ($\sigma^2 = 0,00$) и Вольный Дон ($\sigma^2 = 0,02$).

Стабильная урожайность зерна свидетельствует о высокой, а большая вариабельность, наоборот, о низкой гомеостатичности генотипа при одних и тех же лимитирующих факторах внешней среды. Сочетание гомеостатичности и коэффициента вариации показывает устойчивость признака в изменяющихся условиях среды (стабильность).

К сортам, имеющим высокие показатели гомеостатичности ($Hom = 364,4; 374,4$) и низкие значения коэффициента вариации ($Cv = 22,3\%; 20,7\%$), относились сорта Вольный Дон и Полина соответственно.

Для практической селекционной оценки сортов наиболее пригоден показатель селекционной ценности (Sc), тем более что при этом не требуется вычисление дисперсий, можно пользоваться и данными сплошного обмолота урожая с делянки (Ашиев и др., 2017). Сорта Вольный Дон и Полина обладают высокой селекционной ценностью ($Sc=51,7$ и $51,6$ соответственно).

Устойчивость сортов к стрессу – важный показатель адаптивности и экологической пластичности, который определяется по разности между минимальной и максимальной урожайностью. Наиболее высокие значения стрессоустойчивости были отмечены у сортов Вольный Дон ($Y_{min}-Y_{max} = -36,3$) и Полина ($Y_{min}-Y_{max} = -30,4$), сформировавших самые низ-

кие отрицательные значения разности минимальных и максимальных значений признака.

Показатель $(Y_{max}+Y_{min})/2$ отражает среднюю урожайность сорта в контрастных (стрессовых и не-стрессовых) условиях и определяет генетическую гибкость сорта. Чем выше данный параметр, тем выше степень соответствия между генотипом сорта и факторами среды. К генетически гибким генотипам относились сорта Капризуля, Лилит, Краса Дона и Вольный Дон ($(Y_{max}+Y_{min})/2 = 84,4; 81,8; 83,7$ и $81,3$ соответственно), имеющие высокую степень соответствия между генотипом сорта и факторами среды.

Выводы. По комплексу параметров адаптивности выделились сорта Вольный Дон и Полина, обладающие стабильностью, селекционной ценностью, стрессоустойчивостью и высокой продуктивностью. Рекомендуем использовать выделенные генотипы в селекции на адаптивность.

Библиографические ссылки

1. Ашиев А.Р., Хабибуллин К.Н., Скулова М.В., Чегунова А.В. Оценка урожайности перспективных линий сои селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2017. № 5(54). С. 27–29.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М., 2014. 351 с.
3. Иванисов М.М., Ионова Е.В. Изучение морозостойкости сортов и линий озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2015. № 6(42). С. 38–42.
4. Кравченко Н.С., Ионова Е.В. Степень адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы в условиях провокационного фона («засушник») // Зерновое хозяйство России. 2015. № 5(41). С. 7–10.

References

1. Ashiev A.R., Habibullin K.N., Skulova M.V., Chegunova A.V. Ocenka urozhajnosti perspektivnyh linij soi selekcii FGBNU "ANC "Donskoy" [Assessment of productivity of promising soybean lines developed by the FSBSI ARC "Donskoy"] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 5(54). S. 27–29.
2. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) [Methodology of a field trial (with the basis of statistic processing of study results)]. M., 2014. 351 s.
3. Ivanisov M.M., Ionova E.V. Izuchenie morozostojkosti sortov i linij ozimoy myagkoj pshenicy [The study of frost tolerance of winter soft wheat varieties and lines] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2015. № 6(42). S. 38–42.
4. Kravchenko N.S., Ionova E.V. Stepen' adaptivnosti sortov ozimoy myagkoj pshenicy v usloviyah provokacionnogo fona ("zasushnik") [Adaptability degree of winter soft wheat varieties in the conditions of provoking background 'zasushnik'] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2015. № 5(41). S. 7–10.

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 633.11:632.11

DOI 10.31367/2079-8725-2018-58-4-54-59

УСТОЙЧИВОСТЬ К АБИОТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗЕРНА СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Е.В. Ионова, доктор сельскохозяйственных наук, зам. директора по науке, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;

Н.С. Кравченко, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548;

В.Л. Газе, младший научный сотрудник лаборатории физиологии растений, ORCID ID: 0000-0002-4618-6125;

Д.М. Марченко, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, зав. отделом селекции и семеноводства озимой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; email: vniizk30@mail.ru

Одним из факторов повышения качества зерна озимой пшеницы является создание и внедрение в производство новых сортов, сочетающих высокую урожайность с хорошим качеством зерна и адаптированных к местным условиям. Приведены результаты изучения основных признаков качества зерна и уровня засухоустойчивости сортов озимой мягкой пшеницы в начальные фазы развития. Установлено, что все изучаемые сорта характеризовались высокой натурой зерна. По массовой доле белка анализируемые образцы относились ко 2-му и 3-му классу качества. Выделился сорт Жаворонок с максимальным содержанием белка (14,0%). По количеству клейковины в зерне выделились Аскет (24,6%), Вольница (24,5%) и Жаворонок (24,3%), которые сформировали зерно с хорошими показателями качества. Определение уровня жаростойкости

в начальные стадии развития выявило, что ее показатели варьировали от 80,6 до 96,9%, а засухоустойчивость была в пределах от 37,1 (Донской маяк) до 82,3% (Краса Дона). Высокие значения индекса комплексной устойчивости (ИКУ) отмечены у сортов Краса Дона (254,2 отн. ед.), Ермак (253,5 отн. ед.), Аскет (251,0 отн. ед.) и Вольница (240,6 отн. ед.). Наибольшей урожайностью зерна в среднем за годы исследований характеризовались сорта Краса Дона (8,4 т/га), Капризуля (8,3 т/га), Лилит (8,2 т/га), Жаворонок (8,1 т/га), Полина (8,1 т/га) и Вольный Дон (8,0 т/га). Корреляционный анализ показал, что для данного набора сортов выявлена средняя положительная связь ($r = 0,363$) между признаками «урожайность» и «массовая доля белка». По результатам проведенных исследований выделены новые генотипы Вольница, Жаворонок и Краса Дона, которые формировали высокий урожай и качество зерна, а также обладали высокой устойчивостью к перегреву и обезвоживанию тканей, что позволяет их использовать в селекционном процессе в качестве источников полезных признаков и свойств.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, засухоустойчивость, жаростойкость, натурная масса, белок, количество клейковины, урожайность, коэффициент вариации.



RESISTANCE TO ABIOTIC FACTORS OF ENVIRONMENT AND QUALITATIVE TRAITS OF WINTER SOFT WHEAT VARIETIES

E.V. Ionova, Doctor of Agricultural Sciences, deputy director on Science, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;

N.S. Kravchenko, Candidate of Biological Sciences, researcher of the laboratory of biochemical assessment of the breeding material and grain quality, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548;

V.L. Gaze, junior researcher of the laboratory of physiology, ORCID ID: 0000-0002-4618-6125;

D.M. Marchenko, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the department for winter wheat breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903

FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; email: vniizk30@mail.ru

One of the factors to improve grain quality of winter wheat is to develop and introduce new varieties of high productivity, good grain quality adapted to the local conditions. The article presents the study results of traits of grain quality and drought tolerance of winter soft wheat varieties in the initial periods of plant growth. It has been determined that all studied varieties are characterized with large grain unit. According to mass share of protein the analyzed samples belong to the 2-d and 3-d quality grades. The variety 'Zhavoronok' showed the maximum mass share of protein in kernels (14%). On gluten content in kernels the varieties 'Asket' (24.6%, 'Volnitsa' (24.5%) and 'Zhavoronok' (24.3%) formed the grain with good indexes of the trait. The estimation of heat resistance degree in the initial periods of plant growth identified that the indexes ranged from 80.6% to 96.9%, and drought tolerance ranged from 37.1 (the variety 'Donskoy Mayak') to 82.3% (the variety 'Krasa Dona'). The varieties 'Krasa Dona' (254.2 r. u.), 'Ermak' (253.5 r. u.), 'Asket' (251.0 r. u.) and 'Volnitsa' (240.6 r. u.) demonstrated high indexes of complex resistance (ICR). The largest yields of grain on average through the years of study were produced by the varieties 'Krasa Dona' (8.4 t/ha), 'Kaprizulya' (8.3 t/ha), 'Lilit' (8.2 t/ha), 'Zhavoronok' (8.1 t/ha), 'Polina' (8.1 t/ha) and 'Volny Don' (8.0 t/ha). Due to the conducted study the new genotypes 'Volnitsa', 'Zhavoronok' and 'Krasa Dona' have been identified which produced high yields and quality of grain and possess high resistance to overheat and dehydration of fibers that allows using them in the breeding process as the sources of useful traits and properties.

Keywords: winter soft wheat, drought tolerance, heat resistance, grain unit, protein, gluten quantity, productivity, coefficient of variation.

Введение. Стабильное производство достаточного количества зерна озимой пшеницы высокого качества – одно из важных условий гарантии продовольственной безопасности России, так как рынок зерна формирует системообразующую среду продовольственного комплекса страны. Приоритетное значение производства качественного зерна определяется его большой социальной значимостью в решении проблемы обеспечения населения хлебом и хлебобулочными изделиями. Качество зерна озимой пшеницы – важная составляющая его потребительской стоимости, конкурентоспособности и агроэкологической производительности территории. От качества зерна зависит величина прибыли сельскохозяйственных предприятий, так как нестандартная продукция реализуется по более низким ценам (Мельник, 2011).

По данным ФГБУ «Центр оценки качества зерна», по состоянию на 29.09.2017 г. в Южном федеральном округе было обследовано 12,1 млн т пшеницы. Установлено, что зерна мягкой пшеницы 2-го класса выявлено 2,7 тыс. т, 3-го класса – 2198,1 тыс. т, 4-го класса – 6482,1 тыс. т, т. е. продовольственной – 8682,9 тыс. т (71,9 %), непродовольственной 5-го класса – 3371 тыс. т (29,9 %), неклассной пшеницы – 21 тыс. т (0,2%) (Королева, 2017).

Данные факты не могут не вызывать опасений, тем более что Южный федеральный округ занимает

одно из лидирующих положений по урожайности зерновых в Российской Федерации.

Считаем, что одним из факторов повышения качества зерна озимой пшеницы является создание и внедрение в производство новых сортов, сочетающих высокую урожайность с хорошим качеством зерна и адаптированных к местным условиям.

Цель исследований – выявить генотипы с комплексом признаков и свойств для включения их в селекционные программы в качестве источников высокого качества зерна и устойчивости к неблагоприятным факторам среды (засуха, высокие температуры воздуха).

Материалы и методы исследований. Посев и учет урожая проводили на полях научного севооборота отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской». Материалом исследований служили 16 сортов лаборатории селекции и семеноводства озимой пшеницы полунинтенсивного типа. Натурную массу зерна определяли по ГОСТ Р 54895-2012 «Зерно. Метод определения натурности»; массовую долю белка – по ГОСТ 10846-91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка»; количество и качество клейковины – по ГОСТ 54478-2011 «Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице».

Определение засухоустойчивости проводили в лабораторных условиях по методике ВИР в из-

ложении Н.Н. Кожушко (1982 г.). Определение жаростойкости – методом термотестирования семян по методике ВИР в изложении Г.В. Удовенко (1988 г.). Определение устойчивости к комплексной засухе – по методике ВИР (1988 г.). Статистическую обработку экспериментальных данных – по Б.А. Доспехову (2014) с использованием программ Microsoft Excel 2003, STATISTICA 10.

Результаты и их обсуждение. Натурная масса зерна – важный признак качества сортов, который является международным, а также входит в новый межгосударственный стандарт (ГОСТ 9353-2016 «Пшеница. Технические условия»), который вступил в силу с 1 июля 2018 г.

В результате проведенных исследований весь набор изучаемых сортов характеризовался натурой более 750 г/л (табл. 1).

1. Характеристика сортов озимой мягкой пшеницы по натурной массе зерна (2015–2017 гг.)

1. Characteristics of winter soft wheat varieties on grain unit (2015–2017)

Сорт	Натурная масса зерна, г/л		
	min-max	среднее	коэффициент вариации Cv, %
Дон 107	824-839	829	1,0
Дон 93	822-838	829	1,0
Донской маяк	831-842	835	0,7
Ермак	801-819	813	1,2
Донской сюрприз	822-828	825	0,4
Аскет	800-824	812	1,5
Изюминка	826-852	839	1,6
Лидия	798-813	808	1,0
Капитан	802-825	815	1,5
Капризуля	807-814	811	0,5
Лилит	817-839	827	1,3
Краса Дона	808-817	814	0,6
Вольница	802-812	808	0,7
Жаворонок	819-831	823	0,8
Вольный Дон	816-833	825	1,0
Полина	803-835	814	2,3
НСР _{0,5} , г/л	9,2	–	–

Коэффициенты вариации были низкими (0,4–2,3%), что свидетельствует о стабильности сортов по признаку «натурная масса», в зависимости от генотипа варьирование отмечено от 0,4 (Донской сюрприз) до 2,3 (Полина).

Актуальной проблемой современного растениеводства является повышение содержания белка и клейковины в зерне пшеницы, так как белок играет важную роль в питании человека. Биохимический состав зерна озимой пшеницы зависит от взаимо-

действия целого ряда внешних факторов, основным из которых можно считать гидротермические условия периода активной вегетации и особенно начального формирования зерна.

В результате проведенных исследований установлено, что по массовой доле белка изучаемые сорта относились ко 2-му и 3-му классам качества. Значения признака варьировали от 12,4 (Дон 107) до 14,0% у нового сорта Жаворонок (табл. 2).

2. Характеристика сортов озимой мягкой пшеницы по массовой доле белка (2015–2017 гг.)

2. Characteristics of winter soft wheat varieties on mass share of protein (2015–2017)

Сорт	Массовая доля белка в зерне, %		Коэффициент вариации, Cv, %
	min-max	среднее	
Дон 107	11,7–12,9	12,4	5,3
Дон 93	12,0–14,4	13,1	9,1
Донской маяк	11,9–14,4	13,0	9,6
Ермак	11,5–13,7	12,7	8,7
Донской сюрприз	11,8–14,0	13,2	9,0
Аскет	11,8–14,4	13,1	9,7
Изюминка	11,2–14,1	12,7	11,2
Лидия	11,9–14,2	13,1	9,0
Капитан	11,6–14,2	13,1	10,1
Капризуля	12,7–14,0	13,4	4,8
Лилит	12,9–14,1	13,5	4,5
Краса Дона	12,2–13,2	12,8	4,1
Вольница	12,5–14,2	13,4	6,3
Жаворонок	13,8–14,4	14,0	2,3
Вольный Дон	13,1–13,7	13,3	2,4
Полина	13,2–13,7	13,4	1,9
НСР _{0,5} , %	0,50	–	–

Коэффициенты вариации изменялись в широких пределах – от 1,9% у сорта Полина до 11,2% у сорта Изюминка. За изучаемый период наиболее стабильными по признаку «массовая доля белка» были новые перспективные сорта Полина, Жаворонок и Вольный Дон.

Важными признаками, характеризующими технологические свойства зерна, являются количество и качество клейковины. Это генетически наследуемые признаки, которые лимитируют качество зерна.

Установлено, что за годы исследований значения признака «количество клейковины» изменялись в широких пределах – от 19,1 (Краса Дона) до 26,9% (Вольница). В среднем за 2015–2017 годы выделялись сорта Аскет (24,6%), Вольница (24,5%), Лидия (24,6%), Жаворонок (24,3%), Изюминка (23,3%), Дон 93 (23,0%), которые по количеству клейковины формировали зерно на уровне 3-го класса качества (табл. 3).

3. Характеристика сортов озимой мягкой пшеницы по количеству клейковины (2015–2017 гг.) 3. Characteristics of winter soft wheat varieties on amount of gluten (2015–2017)

Сорт	Количество клейковины в зерне, %		Коэффициент вариации, Cv, %
	min-max	среднее	
Дон 107	20,0–22,9	21,6	6,8
Дон 93	21,6–25,4	23,0	9,2
Донской маяк	22,2–22,9	22,5	1,6
Ермак	20,3–22,5	21,2	5,4
Донской сюрприз	21,1–23,7	22,5	5,9
Аскет	24,0–25,2	24,6	2,4
Изюминка	22,7–26,3	23,3	4,7
Лидия	23,1–26,3	24,6	6,6
Капитан	21,7–23,0	22,2	3,3
Капризуля	20,0–23,7	21,5	9,0
Лилит	20,2–25,4	22,3	12,2
Краса Дона	19,1–22,4	20,7	8,0
Вольница	24,0–26,9	24,5	5,7
Жаворонок	22,4–26,6	24,3	8,8
Вольный Дон	19,6–23,3	21,8	9,0
Полина	19,7–21,5	20,9	5,0
НСР _{0,5} , %	2,2		–

Коэффициенты вариации изменялись в пределах от 1,6 (Донской маяк) до 12,7% (Вольница).

Сорта Аскет, Вольница и Жаворонок могут быть использованы в качестве источников высокого содержания клейковины.

Урожайность и качество зерна формируются в течение вегетации растений озимой пшеницы. На территории южной зоны Ростовской области этот процесс часто осуществляется при дефиците влаги, начиная от прорастания семян в полевых условиях и заканчивая полной спелостью (Газе и др., 2018).

Свойства прорастающих семян имеют определяющее значение для всей дальнейшей жизнедеятельности растений (Ионова, 2011).

Существует комплекс признаков, которые обуславливают устойчивость растений к засухе в течение всего периода развития пшеницы. Особое значение при этом имеют засухоустойчивость, жаростойкость и устойчивость к комплексной засухе в начальные стадии развития растений.

В среднем за годы исследований устойчивость к засухе изучаемых сортов варьировала в пределах от 37,1 (Донской маяк) до 82,3% (Краса Дона). Наибольшие значения по устойчивости к засухе отмечены у сортов Краса Дона (82,3%), Аскет (77,7%), Ермак (77,3%) и Вольница (75,9%) (табл. 4).

4. Засухоустойчивость сортов озимой мягкой пшеницы в начальные фазы развития растений (2015–2017 гг.) 4. Drought tolerance of winter soft wheat varieties in the initial periods of plant growth (2015–2017)

Сорт	Засухоустойчивость, %		Коэффициент вариации, Cv, %
	min-max	среднее	
Дон 107	53,1–86,6	70,0	23,9
Дон 93	44,9–76,8	63,1	27,1
Донской маяк	20,6–46,9	37,1	38,7
Ермак	70,7–89,6	77,3	13,8
Донской сюрприз	33,0–78,3	59,5	39,7
Аскет	66,8–88,3	77,7	13,8
Изюминка	55,8–85,9	72,3	20,7
Лидия	61,4–78,8	72,8	13,5
Капитан	60,5–75,0	67,4	9,9
Капризуля	50,7–74,0	63,7	18,6
Лилит	54,8–70,5	63,9	12,7
Краса Дона	79,7–84,8	82,3	3,1
Вольница	72,4–79,0	75,9	4,4
Жаворонок	60,9–65,6	63,8	4,0
Вольный Дон	44,8–63,5	54,7	17,2
Полина	51,6–79,0	61,4	24,9
НСР _{0,5} , %	4,7		–

Коэффициенты вариации изменялись от низких значений (Краса Дона – 3,1%) до высоких (Донской сюрприз – 39,7%). Наиболее стабильными по устойчивости к засухе были сорта Краса Дона ($C_v = 3,1\%$), Жаворонок ($C_v = 4,0\%$) и Вольница ($C_v = 4,4\%$).

В результате исследований степени устойчивости образцов озимой пшеницы к перегреву установлено, что все изучаемые генотипы имели высокий уровень жаростойкости (от 80,6 до 99,1%).

Коэффициенты вариации жаростойкости изменялись от низких (Жаворонок – 1,0%) до высоких (Лилит – 20,7%). Все сорта, за исключением Лилит, Донской сюрприз и Капризуля, характеризовались стабильностью по жаростойкости, т. е. коэффициенты вариации признака были низкими (1,0–9,8%).

Для надежной и объективной оценки засухоустойчивости использовали методы, характеризующие растение с различных сторон и дающие оценку нескольких свойств в их взаимодействии, т. е. индекс устойчивости, который основан на суммарной оценке

способности семян пшеницы прорасти в условиях физиологического дефицита влаги, а также после воздействия высокой температуры (Газе и др., 2018).

В среднем за изучаемый период наиболее высокие значения индекса комплексной засухоустойчивости (ИКУ) отмечены у сортов Краса Дона (254,2 отн. ед.), Ермак (253,5 отн. ед.), Аскет (251,0 отн. ед.) и Вольница (240,6 отн. ед.).

Минимальное значение ИКУ зафиксировано у сорта Донской маяк (160,5 отн. ед.).

Низкими коэффициентами вариации, т. е. стабильностью признака, характеризовались сорта Краса Дона ($C_v = 1,2\%$), Вольница ($C_v = 3,6\%$) и Дон 93 ($C_v = 6,8\%$).

Результатирующим показателем устойчивости сортов озимой мягкой пшеницы к неблагоприятным факторам среды (засуха, высокие температуры воздуха) является величина их продуктивности.

За годы исследований урожайность сортов варьировала от 6,9 (Донской маяк) до 8,4 т/га (Краса Дона) (рис. 1).

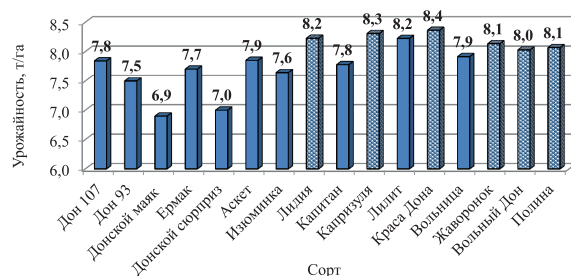


Рис. 1. Урожайность сортов озимой мягкой пшеницы (2015–2017 гг.)

Fig. 1. Productivity of winter soft wheat varieties (2015–2017)

Максимальную урожайность зерна в среднем за годы исследований сформировали сорта Краса Дона (8,4 т/га), Капризуля (8,3 т/га), Лилит (8,2 т/га), Жаворонок (8,1 т/га), Полина (8,1 т/га) и Вольный Дон (8,0 т/га).

Коэффициенты вариации урожайности этих сортов были в пределах от 15,9 до 19,4%.

На основе корреляционного анализа, проведенного для данного набора сортов, выявлена средняя положительная связь ($r = 0,363$) между признаками «урожайность» и «массовая доля белка» (рис. 2).

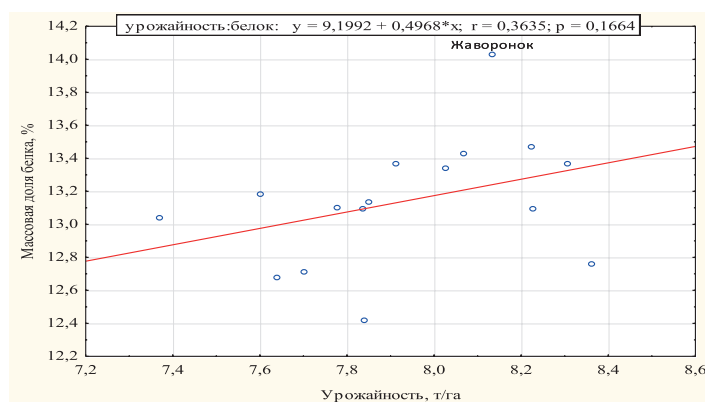


Рис. 2. Корреляционная связь урожайности и массовой доли белка в зерне сортов озимой мягкой пшеницы (2015–2017 гг.)

Fig. 2. Correlation of productivity and mass share of protein in kernels of winter soft wheat varieties (2015–2017)

Максимальное содержание белка в зерне сформировал новый сорт Жаворонок (14,0%), урожайность которого за годы исследований была более 8 т/га.

Выводы. По результатам проведенных исследований выделены новые сорта Вольница, Жаворонок

и Краса Дона, которые формировали наибольшую продуктивность и хорошее качество зерна. Эти генотипы обладают высокой засухоустойчивостью и жаростойкостью и могут быть использованы в селекционных процессах в качестве источников полезных признаков и свойств.

Библиографические ссылки

1. Мельник А.Ф. Адаптивные приемы улучшения качества зерна озимой пшеницы // Вестник Орел ГАУ. 2011. № 5(32). С. 120–123.
2. Королева Ю. М. Предварительные результаты мониторинга качества зерна урожая 2017 года // Хлебопродукты. 2017. № 11. С. 4–9.

3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. Стереотип. изд. Перепечатка с 5-го изд., доп. и перераб. 1985 г. М.: Альянс, 2014. 351 с.

4. Ионова Е.В. Устойчивость сортов и линий озимой пшеницы к водному и температурному стрессам // Зерновое хозяйство России. 2011. № 3(15). С. 19–26.

5. Газе В.Л., Лиховидова В.А., Ионова Е.В. Определение уровня засухоустойчивости образцов озимой мягкой пшеницы прямым и косвенными методами // Зерновое хозяйство России. 2018. № 2(56). С. 25–29.

References

1. Mel'nik A.F. Adaptivnye priomy uluchsheniya kachestva zerna ozimoy pshenicy [Adaptive methods for improving the quality of winter wheat grain] // Vestnik Oryol GAU. 2011. № 5(32). S. 120–123.

2. Korolyova YU. M. Predvaritel'nye rezul'taty monitoringa kachestva zerna urozhaya 2017 goda [Preliminary results of quality monitoring of grain harvested in 2017] // Hleboпродукты. 2017. № 11. S. 4–9.

3. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy): uchebnik dlya vysshih sel'skohozyajstvennykh uchebnykh zavedenij. [Methodology of a field trial (with the basis of statistic processing of study results). Textbook for higher agricultural educational institutions]. Stereotip. izd. Perepechatka s 5-go izd. dop. i pererab., 1985 g. M.: Al'yans, 2014. 351 s.

4. Ionova E.V. Ustoichivost' sortov i linij ozimoy pshenicy k vodnomu i temperaturnomu stressam [Resistance of winter wheat varieties and lines to water and temperature stresses] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2011. № 3(15). S. 19–26.

5. Gaze V.L., Lihovidova V.A., Ionova E.V. Opredelenie urovnya zasuhoustojchivosti obrazcov ozimoy myagkoj pshenicy pryamym i kosvennymi metodami [Determination of the drought tolerance level of winter wheat samples by direct and indirect methods] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 2(56). S. 25–29.

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.

УДК 633.112: 631.529(470.344)

DOI 10.31367/2079-8725-2018-58-4-59-62

ЯРОВАЯ ТВЕРДАЯ ПШЕНИЦА В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

А.Г. Ложкин, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, ORCID ID: 0000-0002-1859-3794;

П.Н. Мальчиков, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-2141-6836;

М.Г. Мясникова, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-7224-03-08

ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия»

428003 Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29;

ФГБНУ «Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.М. Тулайкова»

446254, Самарская обл., Безенчукский р-н, п. г. т. Безенчук, ул. К. Маркса, 41

В статье представлены данные продуктивности сортов яровой твердой пшеницы разного морфотипа в условиях северных районов Чувашии. Целью исследований является выбор наиболее перспективных из них и определение возможностей селекционной и технологической адаптации яровой твердой пшеницы в регионе. В эксперименте участвовало пять сортов яровой твердой пшеницы: 1) Безенчукская Нива, 2) Безенчукская 200, 3) Безенчукская 205, 4) Безенчукская 209, 5) Луч 25. Результаты биометрического анализа растений яровой твердой пшеницы установили, что высота растений по сортам в среднем за два года составила от 74,6 до 104,8 см. При этом наиболее низкорослым сортом стала Безенчукская 200, наиболее высокие растения отмечены у сорта Безенчукская 205. Показатели наилучшей продуктивной кустистости зафиксированы у сортов Безенчукская Нива и Безенчукская 209. Наилучшие показатели структуры урожая установлены у сорта Безенчукская Нива, где длина колоса составила 5,1 см, количество семян в колосе – 22,9 шт., а масса семян в колосе – 1,12 г. Наименьшие показатели отмечены у сорта Безенчукская 205, число семян в колосе – 16,8 шт., а масса семян – 0,76 г. Установлено, что число и масса семян в колосе в зависимости от сорта изменялись пропорционально длине колоса. Масса 1000 семян составила по вариантам от 42,32 до 53,27 г. Учет биологической урожайности выявил преимущество сорта Безенчукская Нива – 34,1 ц/га, наименьший показатель урожайности – 19,6 ц/га – отмечен у сорта Безенчукская 205.

Ключевые слова: яровая твердая пшеница, сорта, сортоиспытание, структура урожайности, урожайность.



SPRING DURUM WHEAT IN THE CONDITIONS OF FOREST-STEPPE REGION OF THE CHUVASH REPUBLIC

A.G. Lozhkin, Candidate of Agricultural Sciences, professor associate in the department for agriculture, plant-growing, plant-breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-1859-3794;

P.N. Malchikov, Doctor of Agricultural Sciences, ORCID ID: 0000-0002-2141-6836;

M.G. Myasnikova, Candidate of Agricultural Sciences, ORCID ID: 0000-0002-7224-03-08

FSBEI HE "Chuvashskaya State Agricultural Academy"

428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marksa str., 29;

FSBSI "Samarsky Research Institute of Agriculture named after N.M. Tulaykov"

446254, Samara region, Bezenchuk district, Bezenchuk, K. Marksa str., 41

The article presents the data of productivity of spring durum wheat varieties of various morphotype in the northern regions of Chuvash, and the purpose is to select the most promising and to find the opportunities of breeding and technological adaptability of spring durum wheat in the region. There were five varieties participated in the trials, they are 'Bezenchukskaya Niva', 'Bezenchuk-

skaya 200', 'Bezenchukskaya 205', 'Bezenchukskaya 209', 'Luch 25'. The results of the biometric analysis of spring durum wheat showed that plant height of the varieties ranged from 74.6 cm to 104.8 cm. The plants of the variety 'Bezenchukskaya 200' were found the shortest, the plants of the variety 'Bezenchukskaya 205' turned to be the highest. The varieties 'Bezenchukskaya Niva' and 'Bezenchukskaya 209' showed the best indexes of productive tillering. The best indexes of a yield structure were found in the variety 'Bezenchukskaya Niva' with 5.1 cm of a head length, 22.9 seeds per head and 1.12 g of seeds per head. The least indexes were found in the variety 'Bezenchukskaya 205' with 16.8 seeds per head and 0.76 g of seeds per head. It has been determined that a number and weight of seeds per head of the varieties changed proportionally to length of head. 1000-kernel weight ranged from 42.32 to 53.27g depending on the variety. The variety 'Bezenchukskaya Niva' produced the largest yield (34.1 hwt/ha), the variety 'Bezenchukskaya 205' showed the least productivity (19.6 hwt/ha).

Keywords: *spring durum wheat, varieties, variety-testing, yield structure, productivity.*

Введение. Ежегодный дефицит зерна твердой пшеницы на мировом рынке в настоящее время оценивается в размере 1,5 миллиона тонн. Дефицит особенно качественного зерна в ближайшей перспективе будет возрастать. Это связано с тем, что в мире почти не осталось регионов, где расширение посевов твердой пшеницы (наиболее быстрый способ увеличения валового производства) экологически и экономически целесообразно, за исключением России и Казахстана (Мальчиков и др., 2012). В то же время потребность в зерне твердой пшеницы и продуктах из него возрастает. Рост благосостояния населения в мире формирует повышенный спрос на качественное продовольствие, в том числе пасту, произведенную из дурума (Мальчиков и Мясникова, 2015). Стремительно увеличивается потребление пасты в Китае и других странах Юго-Восточной Азии. Растет арабское население, имеющее значительный миграционный потенциал, что приводит к распространению и популяризации традиционных блюд Ближнего Востока из булгура и кускуса, которые готовят из твердой пшеницы. В Италии и в ряде регионов Ближнего Востока и Северной Африки популярен так называемый плоский хлеб, выпекаемый из муки твердой пшеницы, что также расширяет рынок для производителей твердой пшеницы (Шевченко и др., 2010).

Среднегодовое производство зерна твердой пшеницы в России за последние 3–4 года колеблется в пределах 500–600 тыс. т, в 2017 г. произведено около 800 тыс. т. Экспорт составляет 100–150 тыс. т. В то же время импорт зерна из Казахстана в 2016 г. превысил 250 тыс. т. Импорт макаронных изделий (в основном из Италии) ежегодно превышает 100 тыс. т. Потребность российского рынка в высококачественных макаронных изделиях (из дурума) оценивается величиной 750–800 тыс. т, в пшеничных крупах высокого качества (из дурума и полбы) – в 100 тыс. т, что эквивалентно 1,5 млн т зерна твердой пшеницы. С учетом перспектив развития экспортного потенциала и импортозамещения объем производства твердой пшеницы в России должен быть не менее 2,0–2,5 млн т ежегодно, что в три раза больше рекордного урожая 2017 г. (Shamanin V. [et al.], 2017). В связи с этим наряду с решением проблем повышения производства зерна твердой пшеницы в традиционных регионах ее возделывания целесообразно оценить возможности расширения ареала этой культуры в северных регионах Поволжья и Урала с более благоприятным гидротермическим режимом вегетационного периода. Каждый сельскохозяйственный регион обладает определенными ресурсами среды для формирования соответствующей величины и качества урожая той или иной возделываемой культуры (Ложкин и др., 2017). Чувашская Республика является одним из таких регионов. Возделывание твердой пшеницы в новом для нее регионе может иметь успех только на основе адекватного сортового типа. Поэтому целью исследований, данные которых использованы в публикации, являлись установление продуктивности сортов твердой пшеницы разного морфотипа в условиях се-

верных районов Чувашии, выбор наиболее перспективных из них и определение возможностей селекционной и технологической адаптации яровой твердой пшеницы в регионе.

Материалы и методы исследований. Микроделаночные опыты по сортоиспытанию яровой твердой пшеницы проводятся в УНПЦ «Студенческий» ФГБОУ ВО «Чувашская ГСХА» с 2015 г. на среднесуглинистой темно-серой лесной почве. Пахотный слой опытного участка имеет реакцию почвенной среды, близкую к нейтральной, содержание гумуса низкое, подвижного фосфора – высокое, обменного калия – повышенное. Микроделаночные опыты закладывали по схеме: 1) Безенчукская 200 (Контроль), 2) Безенчукская 205, 3) Безенчукская 209, 4) Безенчукская Нива, 5) Луч 25. Расположение делянок – систематическое в шестикратной повторности. Учетная площадь одной делянки – 1 м². Первые четыре сорта выведены в Самарском НИИСХ, а Луч 25 – во ВНИИ сельского хозяйства Юго-Востока. Семена всех сортов имели категорию элитных. Сорта Безенчукская 200, Безенчукская 205 и Безенчукская 209 относятся к разновидности гордеиформе, Безенчукская Нива и Луч 25 – леукурум. По продолжительности периода «всходы – колошение» они располагаются в порядке увеличения периода следующим образом: Безенчукская 205, Луч 25, Безенчукская 200, Безенчукская Нива, Безенчукская 209. Сорт Безенчукская 209 несет сильный ген редукции высоты растений RhtB1b и относится к низкорослому морфотипу. Все остальные сорта не имеют сильных генов, контролирующих высоту растений, ее величина у них зависит от продолжительности вегетации и условий среды в период роста междоузлий и их количества.

Закладку и оформление опытов, наблюдения и учеты в период вегетации, уборку и учет урожая вели согласно методике государственного сортоиспытания. Математическую обработку данных проводили по Доспехову. Агротехника возделывания была общепринятая для Чувашской Республики: осенью вспашка на глубину 25–27 см, весной боронование и предпосевная культивация. Предшественник – картофель. Посев проводился в мае при температуре почвы на глубине заделки семян 8–10 °С, при норме 5 млн шт. всхожих семян на 1 га.

Погодные условия 2015 г. в целом были благоприятны для роста и развития растений яровой твердой пшеницы. Вторая декада мая характеризовалась умеренно теплой погодой с частым выпадением осадков. Сумма их превысила две многолетние нормы. Средняя месячная температура воздуха оказалась на 3,8 °С выше многолетней. В июне на фоне повышенных температур наблюдался дефицит осадков. Формирование колоса проходило в условиях недостаточной влагообеспеченности. В июле удерживалась прохладная для этого сезона погода с частыми и обильными дождями. Восковая спелость зерновых отмечена в середине августа. В целом за период активной вегетации (май–август) средняя температура воздуха превысила многолетний показатель на 1,8 °С

и составила 18,2 °С, сумма осадков – 249 мм, или 115% от многолетней нормы.

В 2017 году посев был проведен во второй декаде мая. Рост и развитие растений твердой пшеницы в начале вегетации (май, июнь) проходили в условиях избытка влаги на фоне пониженных температур. Вторая половина вегетации (июль–август) по температурному режиму и осадкам мало отличалась от среднеемноголетних норм. Период созревания урожая (третья декада августа) совпал с обильными осадками, сопровождавшимися сильными ветрами, что вызвало полегание посевов. В целом за период вегетации твердой пшеницы (май–август) величина среднесуточной температуры (15,8 °С) была ниже среднеемноголетних значений на 0,6 °С. Эти обстоятельства и относительно поздний срок посева привели к удлинению вегетационного периода и поздним срокам уборки урожая. По величине урожая зерна и валовому доходу с единицы посевной площади твердая пшеница в оба года была относительно других яровых зерновых культур (яровая мягкая пшеница, ячмень) вполне конкурентоспособной.

Результаты и их обсуждение. Анализ структуры урожая проводили по пробным снопам, взятым перед уборкой. Биометрический анализ растений яровой твердой пшеницы (табл. 1) показали, что их высота по сортам составила от 74,6 до 104,8 см. Наиболее высокорослые растения достоверно отмечены у сорта Безенчукская 205 и низкорослые – у Безенчукской 200.

Также в своих исследованиях мы определяли количество междоузлий стебля твердой пшеницы. Однако большую роль в прочности стебля многие исследователи отводят не столько количеству междоузлий, сколько толщине стенок междоузлий и их анатомическому строению (Ложкин и др. 2017). В наших исследованиях количество междоузлий по сортам в среднем за два года варьировало в пределах 3,5–3,8, однако разницу по вариантам нельзя считать достоверной, так как изменения находились в пределах ошибки полевого опыта. Количество побегов, которые образуют растения пшеницы, принято называть кустистостью, а сам процесс – энергией кущения.

1. Биометрические показатели сортов яровой твердой пшеницы (в среднем за 2015 и 2017 гг.) 1. Biometric indexes of spring durum wheat varieties on average (2015–2017)

№ п/п	Сорта	Кол-во растений перед уборкой, шт./м ²	Высота растения, см	Кустистость		Количество междоузлий, шт.
				общая	продуктивная	
1	Безенчукская 200	349	76,6	2,0	1,9	3,8
2	Безенчукская 205	314	104,8	2,1	2,1	3,8
3	Безенчукская 209	343	74,6	2,4	2,3	3,5
4	Безенчукская Нива	357	93,2	2,4	2,3	3,5
5	Луч 25	370	94,4	2,0	1,7	3,6
	НСР ₀₅	8,9	6,5	0,3	0,3	0,4

Однако не все побеги дают колосоносные стебли, поэтому различают общую кустистость (число побегов на растении) и продуктивную (число колосоносных стеблей на растении), что является важным фактором, формирующим продуктивность растений. В изучаемом нами опыте показатели общей и продуктивной кустистости варьировали в пределах 2,0–2,4 и 1,7–2,3 соответственно. Полученные результаты достоверно свидетельствуют, что наилучшие результаты общей и продуктивной кустистости сформировали растения сортов Безенчукская Нива – 2,4–2,2 и Безенчукская 209 – 2,4–2,3. Самое слабое кущение отмечено у сорта Луч 25, где показатель продуктивной кустистости составил 1,7.

Анализ структуры урожая – важный метод оценки развития культурных растений: он позволяет установить закономерности формирования урожая и проследить его зависимость от многообразия факторов внешней среды (Алтынова и Мефодьев, 2017). Результаты анализа структуры урожая приведены в таблице 2. Из них следует, что число и масса се-

мян в колосе в зависимости от сорта изменялись пропорционально длине колоса. Наилучшие показатели структуры урожая достоверно отмечены у сорта Безенчукская Нива, где длина колоса составила 5,1 см, количество семян в колосе – 22,9 шт., а масса семян в колосе – 1,1 г. Наименьшие показатели отмечены у сорта Безенчукская 205: длина колоса – 3,4 см, число семян в колосе – 16,8 шт., а масса семян – 0,7 г.

На формирование зерна в колосе влияет множество факторов, таких как, например, температура. При невысоких температурах, недостатке влаги или при ее избытке формируется щуплое зерно, соответственно, уменьшается масса 1000 семян (Ларионов и Ягодкина, 2017; Ларионов, 2006). В изучаемом 2015 г. погода была наиболее благоприятной для выращивания твердой пшеницы, чем условия 2017 г., характеризующиеся обилием осадков и более низкой температурой за вегетационный период. В итоге в условиях 2015 г. растения пшеницы сформировали более полновесное зерно с наилучшим показателем массы 1000 семян.

2. Структура урожая и урожайность сортов яровой твердой пшеницы (в среднем за 2015 и 2017 гг.) 2. Yield structure and productivity of spring durum wheat varieties on average (2015–2017).

№ п/п	Сорта	Длина колоса, см	Число зерен в главном колосе, шт.	Масса зерен в главном колосе, г	Масса 1000 семян, г	Урожайность, т/га
1	Безенчукская 200	4,6	20,2	0,9	48,1	2,63
2	Безенчукская 205	3,4	16,8	0,7	42,3	1,96
3	Безенчукская 209	4,4	21,8	1,0	46,7	2,96
4	Безенчукская Нива	5,1	22,9	1,1	52,4	3,41
5	Луч 25	5,0	18,6	1,0	53,3	2,98
	НСР ₀₅	0,7	5,4	0,2	5,5	4,7

К примеру, данный показатель по сортам в условиях 2015 г. варьировал от 45 до 60 г, а в 2017-м – от 38 до 46 г соответственно. Масса 1000 семян составила

по вариантам в среднем за два года от 42,3 до 53,3 г. Сорта Безенчукская Нива и Луч 25 достоверно превышали остальные варианты по данному показателю.

Учет биологической урожайности выявил преимущество сортов Безенчукская Нива (3,41 т/га), Луч 25 (2,98 т/га) и Безенчукская 209 (2,96 т/га). Наименьший показатель урожайности сформировали сорта Безенчукская 205 и Безенчукская 200 – соответственно 1,96 и 2,63 т/га.

Выводы

Таким образом, по результатам двухлетних исследований можно заключить, что климатические условия Чувашской Республики в целом могут соответствовать биологическим требованиям твердой пшеницы. Все

изученные в течение двух лет сорта сформировали полноценный урожай зерна. По величине урожайности, ее структуре выделен перспективный для производства и дальнейших исследований (технология возделывания, селекция) сорт Безенчукская Нива. Перспективы коммерческого использования новых сортов твердой пшеницы в целом в Чувашской Республике оцениваются как 50–75 тыс. га, что позволит обеспечить потребности местных макаронных и крупяных предприятий и вывозить зерно в другие регионы.

Библиографические ссылки

1. Алтынова Н., Мефодьев Г. Тритикале яровая – перспективная культура для Чувашии // Молодежь и инновации: мат. XIII Всерос. науч.-практ. конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Чебоксары, 2017. С. 3–7.
2. Ложкин А., Каюкова О., Нестерова О. Экологическое испытание сортов яровой твердой пшеницы в агроклиматических условиях Чувашской Республики // Агроэкологические и организационно-экономические аспекты создания и эффективного функционирования экологически стабильных территорий: мат. Всерос. науч.-практ. конференции. Чебоксары, 2017. С. 101–104.
3. Ложкин А., Дмитриев В., Елисеев И. Яровая твердая пшеница в Чувашской Республике // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 3(3). С. 22–26.
4. Мальчиков П., Вьюшков М., Мясникова М. Формирование моделей сортов твердой пшеницы для Средневолжского региона России: монография. Самара: СамНЦ РАН, 2012. 112 с.
5. Мальчиков П., Мясникова М. Сорта яровой твердой пшеницы для Средневолжского и Уральского регионов Российской Федерации // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29, № 10. С. 58–62.
6. Шевченко С., Корчагин В., Горянин О., Мальчиков П., Вьюшков А., Чичкин А. Производство высококачественного зерна яровой твердой пшеницы в Среднем Поволжье: науч.-практ. руководство. Самара: СамНЦ РАН, 2010. 75 с.
7. Shamanin V., Abugaliyeva A., Akhmetova A., Ashirbayeva S., Baymagambetova K., Bekenova L., Belan I., Berdagulov M., Eroshenko L., Chudinov V., Fomina I., Ganeyev V., Kazak A., Korobeynikov N., Likhenko I., Malchikov P., Maltseva L., Rozova M., Rsaliyev F., Salina Ye. [et al.]. Kazakhstan-Siberia network on spring wheat improvement // Proceedings of the 13th International Wheat Genetics Symposium. 2017. 470.

References

1. Altynova N., Mefod'ev G. Triticale yarovaya – perspektivnaya kul'tura dlya Chuvashii [Spring triticale is a promising grain crop for the Chuvash Republic] // Molodezh' i innovacii: mat. XIII Vseros. nauch.-prakt. konferencii molodyh uchenyh, aspirantov i studentov. Cheboksary. 2017. S. 3–7.
2. Lozhkin A., Kayukova O., Nesterova O. Ehkologicheskoe ispytanie sortov yarovoj tverdoj pshenicy v agroklimaticheskikh usloviyakh Chuvashskoj Respubliki [Ecological testing of spring durum wheat varieties in the agroclimatic conditions of the Chuvash Republic] // Agroehkologicheskie i organizacionno-ehkonomicheskie aspekty sozdaniya i ehffektivnogo funkcionirovaniya ehkologicheskii stabil'nyh territorij: mat. Vseros. nauch.-prakt. konferencii. Cheboksary, 2017. S.101–104.
3. Lozhkin A., Dimitriev V., Eliseev I. Yarovaya tverdaya pshenica v Chuvashskoj Respublik [Spring durum wheat in the Chuvash Republic] // Vestnik Chuvashskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2017. № 3(3). S. 22–26.
4. Mal'chikov P., V'yushkov M., Myasnikova M. Formirovanie modelej sortov tverdoj pshenicy dlya Srednevolzhskogo regiona Rossii [Formation models of durum wheat varieties for the Middle Volga region of Russia]: monografiya. Samara: SamNC RAN, 2012. 112 s.
5. Mal'chikov P., Myasnikova M. Sorta yarovoj tverdoj pshenicy dlya srednevolzhskogo i ural'skogo regionov rossijskoj federacii [Spring durum wheat varieties for the Middle Volga and Ural regions of the Russian Federation] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2015. T. 29, № 10. S. 58–62.
6. Shevchenko S., Korchagin V., Goryanin O., Mal'chikov P., V'yushkov A., Chichkin A. Proizvodstvo vysokokachestvennogo zerna yarovoj tverdoj pshenicy v Srednem Povolzh'e [Production of high-quality grain of spring durum wheat in the Middle Volga region]: nauch.-prakt. rukovodstvo. Samara: SamNC RAN, 2010. 75 s.
7. Shamanin V., Abugaliyeva A., Akhmetova A., Ashirbayeva S., Baymagambetova K., Bekenova L., Belan I., Berdagulov M., Eroshenko L., Chudinov V., Fomina I., Ganeyev V., Kazak A., Korobeynikov N., Likhenko I., Malchikov P., Maltseva L., Rozova M., Rsaliyev F., Salina Ye. [et al.]. Kazakhstan-Siberia network on spring wheat improvement // Proceedings of the 13th International Wheat Genetics Symposium. 2017. 470.

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 633.31:631.559

DOI 10.31367/2079-8725-2018-58-4-62-66

РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ЛЮЦЕРНЫ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ

С.А. Игнатьев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства многолетних трав, mноголетnie.travy@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0715-2982;

Т.В. Грязева, кандидат сельскохозяйственных наук, агроном лаборатории селекции и семеноводства многолетних трав, mноголетnie.travy@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6846-1108

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3, email: vniizk30@mail.ru

Основным направлением селекционной работы с люцерной в АНЦ «Донской» является повышение кормовой и семенной продуктивности. Селекционную работу проводили с привлечением за многие годы 500–860 коллекционных образцов, гибридных и селекционных линий местного происхождения нескольких видов люцерны. Основным методом селекционной

работы являлся поликросс. Его особенностью являлось многократное повторение отборов лучших растений из популяций, их самоопыление и скрещивание свободным переопылением в питомниках поликросса. Это приводило к накоплению и концентрации благоприятных признаков в популяции. Отбор способствовал систематическому улучшению состава синтетических популяций по ряду хозяйственно ценных признаков, и прежде всего по кормовой и семенной продуктивности. В среднем за время выполнения исследований урожайность зеленой массы стандарта Ростовская 90 составляла 28,2 т/га в первом и 19,0 т/га во втором укосах, у сортов Люция и Селянка – соответственно 30,6 и 19,8; 32,1 и 20,4 т/га. В сумме за два укоса у стандарта урожайность зеленой массы составила 47,2 т/га, у сорта Люция – 50,5, Селянка – 53,1, что на 7,0 и 12,5% выше, чем у стандарта. Аналогичным образом складывалась по годам у изучаемых сортов и урожайность сухого вещества. Суммарно за два укоса у стандарта она составила 11,6 т/га, у сортов Люция и Селянка соответственно 12,6 и 12,8 т/га, или на 8,6 и 10,3% выше стандарта. Оценка селекционных номеров люцерны в селекционных питомниках 1-го и 2-го годов в предварительном и конкурсном сортоиспытаниях позволила выделить и передать на Государственное сортоиспытание новый сорт люцерны Голубка. В конкурсном сортоиспытании (2012–2016 гг.) он формировал достоверно большую, чем стандарт, урожайность в пяти учетах первого укоса. При средней урожайности зеленой массы (31,9 т/га) превышал стандарт на 13,1%. Во втором укосе он с урожайностью зеленой массы 20,9 т/га превосходил стандарт на 10,9%. При средней урожайности сорта Голубка 8,0 т/га в первом и 4,9 т/га во втором укосах он превосходил стандарт по этому признаку на 12,7 и 8,9%. В сумме двух укосов урожайность зеленой массы сорта Голубка составила 52,8; сухого вещества – 12,8, что на 11,9 и 10,3% выше стандарта Ростовская 90. Урожайность семян стандарта за эти годы в среднем составила 0,23; сортов Люция и Селянка – 0,25, нового сорта Голубка – 0,29 т/га что соответственно на 8,7 и 26,1% выше, чем у стандарта.

Ключевые слова: люцерна, сорт, селекция, урожайность сухого вещества, урожайность зеленой массы, урожайность семян.



RESULTS OF ALFALFA BREEDING ON PRODUCTIVITY

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

T.V. Gryazeva, Candidate of Agricultural Sciences, agronomist of the laboratory for breeding and seed-growing of perennial grasses, mноголетnie.travy@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6846-1108

FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3, email: vniizk30@mail.ru

The main parameter of the breeding work with alfalfa in the ARC "Donskoy" is the improvement of fodder and seed productivity. Through the years the breeding work was carried out with 500–860 collection samples of alfalfa, alfalfa hybrids and alfalfa lines of the local origin. The main method of the breeding work was poly-crossing. It's characterized with a multiple repetition of selections of the best plants from the populations, their self-pollination and crossing by free pollination in the plots of poly-crossing. It resulted in accumulation and concentration of favourable traits in the population. The selection promoted systematic improvement of synthetic populations according to economic-valuable traits, especially fodder and seed productivity. During the research, productivity of green mass of the standard variety 'Rostovskaya 90' was 28.2 t/ha in the first cutting and 19.0 t/ha in the second one on average. The varieties 'Lyutsiya' and 'Selaynka' produced 30.6 t/ha, 19.8 t/ha and 32.1 t/ha, 20.4 t/ha respectively. The sum of the harvested green mass of the standard variety was 47.2 t/ha, while 'Lyutsiya' produced 50.5 t/ha and 'Selaynka' 53.1 t/ha, that is on 7.0% and 12.5% larger than the standard. The similar result was obtained in productivity of dry matter. The total quantity of dry matter produced by the standard variety was 11.6 t/ha (two cuttings), the varieties 'Lyutsiya' and 'Selaynka' gave 12.6 t/ha and 12.8 t/ha that is on 8.6% and 10.3% more than the standard. The estimation of the breeding work with alfalfa in the preliminary and competitive variety testing allowed to identify the new alfalfa variety 'Golubka' and to send it to the State Variety Testing. In the competitive variety testing (2012–2016) the variety produced larger yields than the standard variety (productivity of all five 1-st cutting). With its average productivity of green mass (31.9 t/ha) it exceeded the standard on 13.1%. In the 2-d cutting its green mass productivity was 20.9 t/ha that is on 10.9% more than the standard. With the average productivity of green mass the variety 'Golubka' produced 8.0 t/ha in the 1-st cutting and 4.9 t/ha in the 2-d, that is on 12.7% and 8.9% larger than that of the standard. The variety 'Golubka' produced 52.8 t/ha green mass for two cuttings and 12.8 t/ha dry matter that is on 11.9% and 10.3% larger than the standard variety 'Rostovskaya 90'. Seed productivity of the standard variety was 0.23 t/ha on average, the varieties 'Lyutsiya' and 'Selaynka' gave 0.25 t/ha, the new variety 'Golubka' produced 0.29 t/ha, that is on 8.7 and on 26.1% more than the standard.

Keywords: alfalfa, variety, dry matter productivity, green mass productivity, seed productivity.

Введение. Для юга России практически невозможно подобрать равнозначную люцерне высокобелковую, богатую витаминами, минеральными солями и микроэлементами кормовую культуру, способную многократно интенсивно отрастать после скашивания или скармливания животными. Поэтому хозяйства, занимающиеся животноводством, строят эффективное кормопроизводство на возделывании люцерны и использовании ее для получения разных видов продукции (Косолапов, 2014; Горлов, 2014).

По содержанию незаменимых кислот белок люцерны превосходит белок других трав. Генетические особенности, условия выращивания, сроки и способы уборки зеленой массы люцерны оказывают существенное влияние на содержание элементов питания и их динамику. Наиболее ценен белок у люцерны, когда травостой скашивается в начале фазы бутонизации (Благовещенский, 2011; Игнатьев, 2016).

Важность проблемы обеспечения животных кормовым растительным белком за счет расширения

площадей многолетних бобовых трав осознается не только в России, но и в неизмеримо лучше технически и материально обеспеченных европейских странах (Стародубцева, 2014; Благовещенский, 2016).

Многие селекционные компании в Европе расширяют свои работы с многолетними бобовыми травами не только для получения кормового белка, но и потому, что бобовые обогащают почвы биологическим азотом. Биологический азот в сотни раз дешевле технического, применение же азота в высоких дозах считается очень затратным (Благовещенский, 2016) и экологически не безопасным (Жученко, 2004).

В АНЦ «Донской» в результате многолетней селекционной работы создан ряд высокоурожайных, адаптированных к условиям недостаточного увлажнения, высоким среднесуточным температурам воздуха и низкой относительной влажности воздуха в вегетационный период сортов люцерны, которые внесены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в разных регионах РФ.

На современном этапе селекции люцерны исследования направлены прежде всего на повышение кормовой и семенной продуктивности, улучшение кормовых достоинств продукции, адаптацию новых сортов люцерны к многообразию почвенных и климатических условий юга России.

Материалы и методы исследований. Селекционную работу по люцерне проводили с привлечением за многие годы 500–860 коллекционных образцов, гибридных и селекционных линий местного происхождения – посевной, изменчивой, тяньшанской, разноцветной, серпообразной. Эти формы разных видов люцерны имеют широкий диапазон полиморфизма качественных и количественных признаков, что позволяло 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 различным стресс-факторам среды.

Основным методом селекционной работы является поликросс. Его особенностями являются многократное повторение отборов лучших растений из популяций, их самоопыление и скрещивание свободным переопылением в питомниках поликросса. К участию в переопылении привлекали лишь компоненты, имеющие высокую общую комбинационную способность, которую проверяли в питомниках поликросса. Это приводило к накоплению и концентрации благоприятных признаков в популяции. Отбор способствовал систематическому улучшению состава синтетических популяций по ряду хозяйственно ценных признаков, и в первую очередь по кормовой и семенной продуктивности. Оценку образцов по основным хозяйственно ценным признакам проводили в селекционных питомниках 1-го и 2-го годов, контрольных питомниках, в предварительном и конкурсном сортоиспытаниях.

Почвенный покров места проведения опыта представлен черноземом обыкновенным карбонатным тяжелоуглинистым. Реакция почвенного раствора близка к нейтральной (рН – 7,0–7,1). Сумма поглощенных оснований – 33–39 мг-экв./100 г почвы. В почвенном поглощающем комплексе преобладает кальций.

Содержание общего азота в слое почвы 0–25 см – 0,23–0,26%, подвижного фосфора – 18–20 мг/кг почвы, обменного калия – 324–336 мг/кг почвы.

Погодные условия в период изучения новых сортов люцерны (2012–2016 гг.) в конкурсном сортоиспытании значительно различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков, что позволило объективно оценить изучаемые сорта. В вегетационный период количество выпавших осадков составляло 83–89% от нормы. На этом фоне среднемесячные температуры воздуха в летний период были на 0,3–3,5 °С выше среднесезонных. Растения люцерны формировали урожайность зеленой массы в основном за счет зимне-весенних осадков. Урожай второго укоса формировался на остатках зимне-весенних осадков, дополненных влагой летних, как правило носящих ливневый характер.

Посев конкурсному сортоиспытанию люцерны проводили весной, беспокровно. Норма высева – 5 млн всхожих семян на 1 га. Стандарт – сорт люцерны Ростовская 90.

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

Результаты и их обсуждение. Изучаемые сорта люцерны несущественно различались между собой по основным хозяйственно ценным признакам (табл. 1).

1. Хозяйственная характеристика сортов люцерны (среднее за 2012–2016 гг.) 1. Economic characteristics of alfalfa varieties (average in 2012–2016)

Сорта (год включения в реестр)	Начало весеннего отрастания	Продолжительность периода, дней				Высота растений (начало цветения), см		Облиственность, %	
		от начала весеннего отрастания до 1-го укоса	от 1-го до 2-го укоса	от начала весеннего отрастания до созревания семян	от 1-го укоса до созревания семян	1-го укоса	2-го укоса	1-го укоса	2-го укоса
Ростовская 90 (1999), стандарт	26.03	74	45	136	118	101	56	48	51
Люция (2010)	25.03	75	45	136	119	99	58	49	52
Селянка (2013)	26.03	75	45	138	119	100	59	49	52
Голубка (2015)*	24.03	76	45	138	118	103	58	49	52

*Год передачи сорта на Государственное сортоиспытание.

Наиболее ранним весенним отрастанием (24.03) выделялся новый сорт Голубка, который с 2015 г. находится на Государственном сортоиспытании. Стандарт Ростовская 90, сорта Селянка и Люция отрастали в эти годы соответственно 26.03 и 25.03. Продолжительность периода от начала весеннего отрастания до 1-го укоса была короче (74 дня) у стандарта. У сорта Люция и стандарта продолжительность периода от начала весеннего отрастания до созревания семян составляла 136 дней, у сортов Селянка и Голубка она была на два дня длительнее. При получении семян со 2-го укоса, их период созревания у сортов составлял 118–119 дней. Сорта также практически не различались и по таким признакам, как высота и облиственность растений по укосам.

Высокая адаптивная способность, потенциал продуктивности сортов люцерны АНЦ «Донской», правильный подбор приспособленных к конкретным

условиям выращивания дают возможность получать высокие урожаи кормовой продукции (табл. 2).

Стандарт Ростовская 90 в первом укосе по годам формировал урожайность зеленой массы 25,7–33,2 т/га, во втором укосе урожайность ее составила 18,3–19,9 т/га. Коэффициент вариации признака был незначительным и составлял 9,7 и 3,5%.

Сорта Люция и Селянка в первом укосе в пяти учетах зеленой массы достоверно превосходили стандарт. Во втором укосе у сорта Люция только в трех учетах из шести достоверно урожайность зеленой массы была выше, чем у стандарта, при этом урожайность зеленой массы сорта Селянка достоверно превосходила стандарт в пяти учетах. Коэффициент вариации признака этих сортов по укосам был незначительным: у Люции – 6,5 и 6,2%, у Селянки – 10,8 и 4,6%.

2. Урожайность зеленой массы и сухого вещества различных сортов люцерны, т/га (2013–2016 гг.)
2. Productivity of green mass and dry matter of various alfalfa varieties, t/ha (2013–2016)

Сорт (год внесения в реестр)	Годы посева						Средняя по укосам и сумме за два укоса
	2012		2013		2014		
	1	2	1	2	1	2	
1-й укос							
Ростовская 90 (1999), стандарт	<u>29.2</u> 7,1	<u>33.2</u> 7,9	<u>27.4</u> 6,9	<u>25.7</u> 6,8	<u>26.2</u> 6,9	<u>27.5</u> 6,9	<u>28.2</u> 7,1
Люция (2010)	<u>29.6</u> 7,4	<u>34.1</u> 8,5	<u>29.4</u> 7,9	<u>29.0</u> 7,6	<u>31.9</u> 7,9	<u>29.8</u> 7,4	<u>30.6</u> 7,8
Селянка (2013)	<u>31.2</u> 7,8	<u>29.8</u> 7,3	<u>35.0</u> 8,8	<u>36.8</u> 9,2	<u>30.2</u> 7,6	<u>29.5</u> 7,4	<u>32.1</u> 8,0
Голубка (2015)	<u>33.0</u> 8,2	<u>30.2</u> 7,6	<u>31.1</u> 7,8	<u>35.6</u> 8,9	<u>30.3</u> 7,6	<u>31.2</u> 7,8	<u>31.9</u> 8,0
НСР ₀₅	<u>1.38</u> 0,26	<u>1.13</u> 0,31	<u>1.42</u> 0,27	<u>1.19</u> 0,18	<u>1.32</u> 0,29	<u>1.23</u> 0,23	
2-й укос							
Ростовская 90 (1999), стандарт	<u>18.6</u> 4,4	<u>18.3</u> 4,3	<u>19.3</u> 4,4	<u>19.7</u> 4,6	<u>19.9</u> 4,7	<u>18.5</u> 4,4	<u>19.0</u> 4,5
Люция (2010)	<u>21.8</u> 5,2	<u>18.3</u> 4,9	<u>20.1</u> 4,6	<u>19.8</u> 4,7	<u>18.7</u> 4,5	<u>20.3</u> 5,3	<u>19.8</u> 4,9
Селянка (2013)	<u>19.7</u> 4,7	<u>21.8</u> 4,8	<u>20.5</u> 4,6	<u>19.4</u> 4,7	<u>21.2</u> 5,1	<u>19.8</u> 4,9	<u>20.4</u> 4,8
Голубка (2015)	<u>20.4</u> 4,9	<u>22.9</u> 5,1	<u>21.1</u> 4,8	<u>19.1</u> 4,5	<u>21.5</u> 5,0	<u>20.3</u> 4,9	<u>20.9</u> 4,9
НСР ₀₅	<u>0.54</u> 0,16	<u>0.55</u> 0,17	<u>0.42</u> 0,13	<u>0.43</u> 0,12	<u>0.45</u> 0,13	<u>0.52</u> 0,14	
В сумме за два укоса							
Ростовская 90 (1999), стандарт	<u>47.8</u> 11,5	<u>51.5</u> 12,3	<u>46.7</u> 11,3	<u>45.4</u> 11,4	<u>46.1</u> 11,6	<u>46.0</u> 11,3	<u>47.2</u> 11,6
Люция (2010)	<u>51.4</u> 12,6	<u>52.4</u> 13,4	<u>49.5</u> 12,5	<u>48.8</u> 12,3	<u>50.6</u> 12,4	<u>50.1</u> 12,7	<u>50.5</u> 12,6
Селянка (2013)	<u>52.9</u> 12,5	<u>51.6</u> 12,1	<u>56.5</u> 13,4	<u>56.2</u> 13,9	<u>51.4</u> 12,6	<u>49.8</u> 12,3	<u>53.1</u> 12,8
Голубка (2015)	<u>53.4</u> 13,1	<u>53.1</u> 12,7	<u>52.2</u> 12,6	<u>54.7</u> 13,4	<u>51.8</u> 12,6	<u>51.5</u> 12,7	<u>52.8</u> 12,8

Примечание: 1 – первый год использования посева; 2 – второй год использования посева; в числителе – урожайность зеленой массы, в знаменателе – урожайность сухого вещества.

В среднем за время выполнения исследований урожайность зеленой массы стандарта составляла 28,2 т/га в первом и 19,0 т/га во втором укосах. У сортов Люция и Селянка соответственно 30,6 и 19,8; 32,1 и 20,4 т/га.

В сумме за два укоса у стандарта урожайность зеленой массы составляла 47,2; у сорта Люция – 50,5, Селянка – 53,1 т/га, что на 7,0 и 12,5% выше, чем у стандарта.

Аналогичным образом складывалась по годам и укосам у изучаемых сортов и урожайность сухого вещества.

Суммарно за два укоса урожайность сухого вещества у стандарта была 11,6 т/га, у сортов Люция и Селянка соответственно 12,6 и 12,8 т/га, или на 8,6 и 10,3% выше стандарта.

Оценка селекционных номеров люцерны в селекционных питомниках первого и второго года, в предварительном и конкурсном сортоиспытаниях позволила выделить и передать на Государственное сортоиспытание новый сорт люцерны Голубка. В конкурсном сортоиспытании (2012–2016 гг.) он формировал достоверно большую, чем стандарт Ростовская 90, урожайность зеленой массы в пяти учетах 1-го укоса. При средней урожайности зеленой массы (31,9 т/га) он превышал стандарт на 13,1%. Во 2-м укосе он с урожайностью зеленой массы 20,9 т/га превосходил стандарт на 10,9%.

Урожайность сухого вещества сорта Голубка в пяти учетах 1-го и 2-го укосов была выше, чем у стандарта. При средней урожайности 8,0 т/га в 1-м и 4,9 т/га во 2-м укосах он превосходил стандарт по этому признаку на 12,7 и 8,9%.

В сумме двух укосов урожайность зеленой массы сорта Голубка составила 52,8; сухого вещества – 12,8 т/га, что на 11,9 и 10,3% выше стандарта Ростовская 90.

Потенциальная семенная продуктивность стандарта Ростовская 90 и изучаемых сортов, как показывают длительные наблюдения, достаточно высока. Так, на изолированных участках размножения на площади по 0,1 га в отдельные годы наибольшая урожайность семян сортов Ростовская 90 и Голубка достигала 0,9 т/га. В конкурсных сортоиспытаниях изучаемые сорта показывали более низкую урожайность семян (табл. 3).

Стандарт Ростовская 90 за 2012–2016 гг. в среднем формировал урожайность семян 0,23 т/га. Сорта Люция и Селянка – 0,25 т/га, новый сорт Голубка – 0,29, что на 8,7 и 20,1% выше, чем у стандарта.

Выводы. Работа с привлечением коллекционных образцов, гибридов и селекционных линий местного происхождения на основе метода поликросса и многократного последующего отбора способствовала систематическому улучшению состава синтетических популяций по ряду хозяйственно ценных признаков. В полученных новых сортах люцерны удалось совместить признаки высокой урожайности зеленой массы, сухого вещества и семян. По сумме двух укосов сорта Люция и Селянка по урожайности зеленой массы превышали стандарт на 7,0 и 12,5%, по урожайности сухого вещества – на 8,6 и 10,3%, семян – на 8,7%. Новый сорт люцерны Голубка, переданный на Государственное сортоиспытание в 2015 г., превышал стандарт соответственно на 11,9; 10,3 и 26,1%.

3. Урожайность семян различных сортов люцерны, т/га (2013–2016 гг.)
3. Productivity of seeds of various alfalfa varieties, t/ha (2013–2016)

Сорт (год включения в реестр)	Годы посева						Средняя за три цикла
	2012		2013		2014		
	1	2	1	2	1	2	
Ростовская 90 (1999), стандарт	0,25	0,24	0,24	0,21	0,22	0,20	0,23
Люция (2010)	0,27	0,26	0,25	0,23	0,23	0,24	0,25
Селянка (2013)	0,29	0,29	0,25	0,24	0,23	0,22	0,25
Голубка (2015)	0,32	0,31	0,28	0,29	0,27	0,28	0,29
НСР ₀₅	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02

Примечания: 1 – первый год использования посева; 2 – второй год использования посева.

Библиографические ссылки

1. Благовещенский Г.В. Производство объемистых кормов в изменяющемся мире // Кормопроизводство. 2011. № 5. С. 3–5.
2. Благовещенский Г.В. 18-й Международный симпозиум Европейской федерации луговодов // Кормопроизводство. 2016. № 6. С. 9–13.
3. Горлов И.Ф., Шабазова О.П., Губарев В.В. Оптимизация производства для обеспечения молочного скотоводства кормами собственного производства // Кормопроизводство. 2014. № 4. С. 4–7.
4. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. М.: Агрорус, 2004. 1109 с.
5. Игнатъев С.А., Грязева Т.В., Игнатъева Н.Г. Влияние сроков скашивания зеленой массы люцерны на продуктивность и ее кормовую ценность // Зерновое хозяйство России. 2016. №5 (47). С. 54–58.
6. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С. Кормопроизводство в сельском хозяйстве, экологии и рациональном природопользовании (теория и практика). М., 2014. 135 с.
7. Стародубцева А.М. 25-е Генеральное собрание Европейской федерации лугов: юбилейный конгресс к 50-летию организации // Кормопроизводство. 2014. № 10. С. 3–10.

References

1. Blagoveshchenskij G.V. Proizvodstvo ob'emistyh kormov v izmenyayushchemsya mire [The production of bulky feed in a changing world] // Kormoproizvodstvo. 2011. № 5. S. 3–5.
2. Blagoveshchenskij G.V. 18-j Mezhdunarodnyj simpozium Evropejskoj federacii lugovodov [18th International Symposium of the European Federation of Grassland Farmers] // Kormoproizvodstvo. 2016. № 6. S. 9–13.
3. Gorlov I.F., Shabazova O.P., Gubarev V.V. Optimizaciya proizvodstva dlya obespecheniya molochnogo skotovodstva kormami sobstvennogo proizvodstva [Optimization of production to ensure dairy cattle breeding with own feed] // Kormoproizvodstvo. 2014. № 4. S. 4–7.
4. Zhuchenko A.A. Resursnyj potencial proizvodstva zerna v Rossii [Resource potential of grain production in Russia]. M.: Agrorus, 2004. 1109 s.
5. Ignat'ev S.A., Gryazeva T.V., Ignat'eva N.G. Vliyanie srokov skashivaniya zelenoj massy lyucerny na produktivnost' i ee kormovuyu cennost' [Effect of the terms of green alfalfa mass cutting on productivity and its fodder value] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 5(47). S. 54–58.
6. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S. Kormoproizvodstvo v sel'skom hozyajstve, ehkologii i racional'nom prirodopol'zovanii (teoriya i praktika) [Fodder production in agriculture, ecology and environmental management]. M., 2014. 135 s.
7. Starodubceva A.M. 25-e General'noe sobranie Evropejskoj federacii lugov: yubilejnyj kongress k 50-letiyu organizacii [25th General Assembly of the European Meadow Federation: jubilee congress for the 50th anniversary of the organization] // Kormoproizvodstvo. 2014. № 10. S. 3–10.

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: 633.161:632.938.1(470.61)

DOI 10.31367/2079-8725-2018-58-4-66-69

ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИИ ГОЛОЗЕРНОГО ЯЧМЕНЯ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ЛИСТОВЫМ БОЛЕЗНЯМ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЗОНЫ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.С. Дорошенко, младший научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, katyalevchenko1@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6015-5616;

Э.С. Дорошенко, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимого ячменя, ORCID ID: 0000-0002-0787-9754

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

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

В условиях искусственного инфекционного фона лаборатории иммунитета и защиты растений Аграрного научного центра «Донской» проведена иммунологическая оценка образцов голозерного ячменя коллекции ВИР. Оценивалась устойчивость к следующим патогенам: мучнистой росе (возбудитель – грибок *Erysiphe graminis f. hordei*) и гельминтоспориозным пятнистостям: сетчатой (*Pyrenophora teres* (Died.) Drechsler [Drechslera teres (Sacc.) Shoemaker]) и темно-бурой (*Bipolaris sorokiniana*

(Sacc.) Shoemaker [Cochliobolussativus (S. Ito & Kurib) Drechsler ex Dastur, Helminthosporium sativum Pammel, C.M. King & Bakke]). Наблюдения за проявлением болезней проводились в период 2016–2017 гг. Они позволяют оценить устойчивость сортов в экстремальных по инфекционной нагрузке условиях, сходных с эпифитотийным проявлением болезней. В результате исследования выявлены образцы, проявившие устойчивость и слабую восприимчивость к мучнистой росе: Дублет (Беларусь), Омский голозерный 1 (РФ), K-26648 (Пакистан), Back CDC, CDC VC Ywire, CDC Dawn (Канада), K-3038 (Дай-Май), Orgeniepetite (Франция), NB-OWA (Непал), и другие. К гельминтоспориозным пятнистостям устойчивы Back CDC, Bowman (Канада), 84469/70, K-3038 (Дай-Май), Дублет (Беларусь), Brune (Эфиопия), Orgeniepetite (Франция) и другие. Комплексную устойчивость к обоим патогенам проявили образцы: Дублет, Омский голозерный 1, Омский голозерный 2, Юдинский 1, K-26648, 84469/70, Orgeniepetite, CDC Dawn, NB-OWA, K-3038, CDC VC Ywire, E.E.B.N.46, которые рекомендуются для участия в селекционных программах на иммунитет.

Ключевые слова: голозерный ячмень, образец, сорт, балл, устойчивость, мучнистая роса, гельминтоспориозные пятнистости.



IMMUNOLOGICAL ASSESSMENT OF THE HULLED BARLEY COLLECTION ACCORDING TO ITS RESISTANCE TO LEAF DISEASES IN THE SOUTHERN PART OF THE ROSTOV REGION

E.S. Doroshenko, junior researcher of the laboratory of plant immunity and protection, ORCID ID: 0000-0002-6015-5616;

Ed.S. Doroshenko, junior researcher of the laboratory of winter barley breeding and seed-growing, katyalevchenko1@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-0787-9754

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

In the conditions of artificial infectious background of the laboratory of plant immunity and protection (Agricultural Research Center "Donskoy") there has been conducted an immunologic estimation of hulled barley samples of ARIR collection. There has been estimated resistance to the following pathogens: powdery mildew (pathogen *Erysiphegraminis f. hordei*), barley net blotch (*Pyrenophorateres* (Died.) Drechsler [Drechslerateres (Sacc.) Shoemaker]) and barley dark-brown blotch (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.), Shoemaker [Cochliobolussativus (S. Ito & Kurib) Drechsler ex Dastur, Helminthosporiumsativum Pammel, C.M. King & Bakke]). The study of disease manifestation was done in 2016–2017. The results allow estimating variety resistance in the extreme infectious conditions similar to epiphytotoxic conditions. As a result there have been identified the samples 'Dublet' (Belorussia), 'Omsky golozerny 1' (Russia), 'K-26648' (Pakistan), 'Back CDC', 'CDC VC Ywire', 'CDC Dawn' (Canada), 'K-3038' (Dai Mai), 'Orgeniepetite' (France), 'NB-OWA' (Nepal) and others that showed resistance and slight susceptibility to powdery mildew. The samples 'Back CDC', 'Bowman' (Canada), '84469/70', 'K-303' (Dai Mai), 'Dublet' (Belorussia), Brune (Ethiopia), 'Orgeniepetite' (France) and others showed resistance to barley net blotch. The samples 'Dublet', 'Omsky golozerny 1', 'Omsky golozerny 2', 'Yudinsky 1', 'K-26648', '84469/70', 'Orgeniepetite', 'CDC Dawn', 'NB-OWA', 'K-3038', 'CDC VC Ywire', 'E.E.B.N.46' demonstrated a complex resistance to both pathogens and they are recommended for use in the breeding programs on immunity.

Keywords: hulled barley, sample, variety, point, resistance, tolerance, powdery mildew, barley net blotch.

Введение. На долю Южного федерального округа, в котором расположена Ростовская область, приходится 12–15% общероссийского производства ячменя. В решении проблемы прироста урожайности и повышения качественных показателей зерна приоритет принадлежит сорту. Вклад селекции в повышение урожайности зерновых культур за последнее десятилетие оценивается в 50%, а с учетом изменения климата ее роль будет только возрастать (Алабушев, 2012).

Главной задачей селекции в условиях Ростовской области выступает создание сортов с высокой потенциальной продуктивностью, адаптированных к неблагоприятным факторам внешней среды, в том числе и фитопатогенам (Филиппов и Дорошенко, 2015).

В последние годы в Госреестр селекционных достижений РФ наряду с традиционными пленчатыми сортами внесены и сорта голозерного ячменя. Зерно таких сортов более питательно, так как в нем повышенное содержание белков, витаминов, суммарное содержание аминокислот и др. В Госреестре РФ по 6-му региону отсутствуют сорта голозерного ячменя. В связи с этим особое значение приобретает вопрос о новом направлении в селекции сортов (Дорошенко и Филиппов, 2018).

По посевным площадям и объемам производства ячмень остается второй зерновой культурой после пшеницы в Ростовской области, несмотря на сложившиеся проблемы на рынке фуражного зерна. Сорта ярового ячменя селекции Аграрного научного центра «Донской» по посевным площадям в области занимают первое место (Донцова и др., 2014).

Большое значение для селекции сельскохозяйственных культур имеет тщательно подобранный и комплексно изученный исходный материал. Изучение коллекции голозерного ячменя в условиях инфекционного фона позволит выделить образцы, сочетающие в себе устойчивость как к определенным патогенам, так и к их комплексу, которые в дальнейшем будут использованы в практической селекции.

Проблема иммунитета к патогенам остается острым вопросом в современных селекционных программах. Основной сложностью является высокая изменчивость популяций паразитов по вирулентности. Патогены «преодолевают» гены эффективной расо-специфической устойчивости в течение 2–3 лет.

Оценка коллекционного материала на искусственном инфекционном фоне позволяет отобрать устойчивый материал на ранних стадиях селекционного процесса, правильно подобрать родительские пары для скрещивания. Наблюдение за проявлением болезней в эпифитотийных условиях дает возможность оценить риски потерь и ценность селекционного материала (Дорошенко и Дорошенко, 2016).

Материалы и методы исследований. Объектом исследований являлись образцы голозерного ячменя коллекции ВИР. В условиях инфекционного фона мучнистой росы и гельминтоспориозных пятнистостей образцы высевали двух рядковыми деланками длиной 1 м в ярусы длиной 15 м. Площадь деланок составила 0,3 м², в одной повторности с высевом через каждые 20 испытуемых номеров восприимчивого тест-сорта. Для усиления проявления патогенов питомники обсе-

вались восприимчивыми сортами. В период осеннего кушения в питомнике гелиминтоспориозных пятнистостей равномерно разбрасывались пораженные пожнивными остатками для инокуляции всходов.

Оценку образцов проводили 2–3 раза за период вегетации начиная с фазы выхода в трубку. Тип реакции оценивали по шкале (Афанасенко, 1987):

- 0 – иммунный (отсутствие симптомов);
 - 1 – высокоустойчивый (пятна мелкие, точечные без хлороза);
 - 2 – относительно устойчивый (пятна мелкие, в виде коричневых тонких штрихов, с хлорозом или без него);
 - восприимчивый (типично сетчатые пятна или коричневые полосы с хлоротичным окаймлением);
 - высоковосприимчивый (сетчатые пятна или полосы по всей поверхности листа, листья отмирают).
- Степень устойчивости к мучнистой росе определяли по шкале (Mains and Dietz, 1930):
- иммунный;
 - устойчивый;
 - умеренно устойчивый;
 - восприимчивый;
 - 4 – высоко восприимчивый.

Результаты и их обсуждение. В годы проведения исследований сложились благоприятные погодные условия для проявления всех изучаемых патогенов, что дало возможность достоверно оценить коллекцию.

В 2016 г. в изучении находилось 72 образца голозерного ячменя. Восприимчивый тест-сорт поражен мучнистой росой на 2 балла. Из изученных образцов 94,4% проявили иммунность к данному патогену. Образцы Kitaki-hadaka (Япония) и Юдинский 1 (РФ) показали высокую устойчивость (поражение до 1 балла). Два образца проявили умеренную устойчивость – K-26648 (Пакистан) и Bask CDC (Канада).

В 2017 г. запас естественной инфекции был выше, поражение восприимчивого тест-сорта составило 2,5–3 балла. Из изученных 96 образцов пять проявили иммунность: K-26648 (Пакистан), K-3038 (Дай-Май), Дублет (Беларусь), CDC VC Ywire (Канада), Orgeniepetite (Франция), что составило 5,2%. Высокоустойчивых к мучнистой росе выявлено 24 образца, что составляет 25%: NB-OWA (Непал), Омский голозерный 1 (РФ), CDC Dawn, Bask CDC (Канада) и другие. Умеренно устойчивых образцов с проявлением патогена до 2 баллов выявлено 36, что составило 37,5%: Омский голозерный 2 (РФ), Brune (Эфиопия), 1218-524 (Чехия), S-264 (Мексика) и другие. Восприимчивых образцов выделено 28 (29,2%). Высокую восприимчивость к патогену проявили три образца: K-3115 (Таджикистан), K-3800 (Украина) и K-11082 (РФ), проявление инфекции на них было на уровне восприимчивого сорта 2,5–3 балла. Распределение образцов голозерного ячменя по устойчивости к мучнистой росе в годы исследований приведено на рисунке 1.

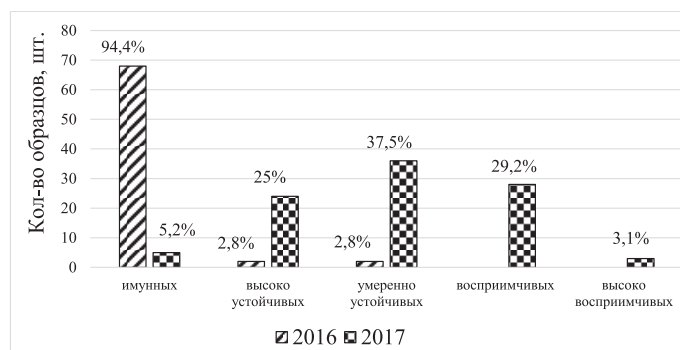


Рис. 1. Распределение образцов голозерного ячменя по устойчивости к мучнистой росе

Fig. 1. Distribution of hulled barley samples according to their tolerance to powdery mildew

В последнее время на посевах ячменя наблюдается преобладание в распространении темно-бурой пятнистости (возбудитель – *Bipolaris sorokiniana*) над сетчатой (возбудитель – *Pyrenophora teres*). Эта тенденция сохранилась и в годы исследований.

В условиях 2016 г. отмечалось позднее проявление гелиминтоспориозных пятнистостей, восприимчивый тест-сорт имел поражение на уровне 2 баллов. Из 72 изученных образцов иммунность к патогенам проявили 12 образцов: Bask CDC (Канада), Голозерный (РФ), 84469/70 (Чехия), K-3038 (Дай-Май), Kitaki-hadaka (Япония) и другие, что в процентном соотношении к общему числу составило 16,6%. Высокоустойчивых выявлено 26 образцов (36,1%): Дублет (Беларусь), Омский голозерный 1 (РФ), Юдинский 1 (РФ), S-264 (Мексика) и другие. Относительную устойчивость проявили 16 образцов, что составило 22,2%: Orgeniepetite (Франция), Нудум 265 (Монголия), E.E.V.N.46 (Боливия), 1057-1923 и 1218-524 (Чехия) и другие. Восприимчивыми к патогену в 2016 г. были 17 образцов (23,7%), и один образец высоко восприимчив – K-19109 (Индия).

В 2017 г. восприимчивый тест-сорт поражен гелиминтоспориозными пятнистостями на уровне 2–3 балла, из изученных 96 сортов 35 проявили иммунность к этому патогену, что составило 36,5% изученного материала. Сохранили свою устойчивость сорта Омский

голозерный 1 (РФ), Юдинский 1 (РФ) и некоторые другие. Высокую устойчивость в условиях сильного развития болезни проявили 40 сортов (41,6%): Дублет (Беларусь), Brune (Эфиопия), Orgeniepetite (Франция), Bowman (Канада) и другие. Относительно устойчивых выявлено 16 (16,6%): K-26648 (Пакистан), S-264 (Мексика), K-6497 (Афганистан) и другие. Восприимчивыми к патогену являлись три образца (4,2%): K-3426 (Япония), K-30173 (Дагестан), K-6099 (Афганистан). Высокую восприимчивость проявил один образец – K-23858 (Таджикистан) (рис. 2).

Выводы

На основании проведенных оценок можно выделить образцы, ценные для селекции на иммунитет к мучнистой росе и гелиминтоспориозным пятнистостям, обладающие как устойчивостью к одному из патогенов, так и комплексной устойчивостью к обоим (см. табл.).

Выделены сорта, проявившие иммунность и высокую устойчивость к мучнистой росе: Дублет (Беларусь), Омский голозерный 1 (РФ), K-26648 (Пакистан), Bask CDC, CDC Dawn, CDC VC Ywire (Канада), K-3038 (Дай-Май), Orgeniepetite (Франция), NB-OWA (Непал) и другие.

По устойчивости к гелиминтоспориозным пятнистостям выделены сорта Bask CDC, 84469/70, K-3038 (Дай-Май), Дублет (Беларусь), Brune (Эфиопия), Orgeniepetite (Франция), Bowman (Канада) и другие.

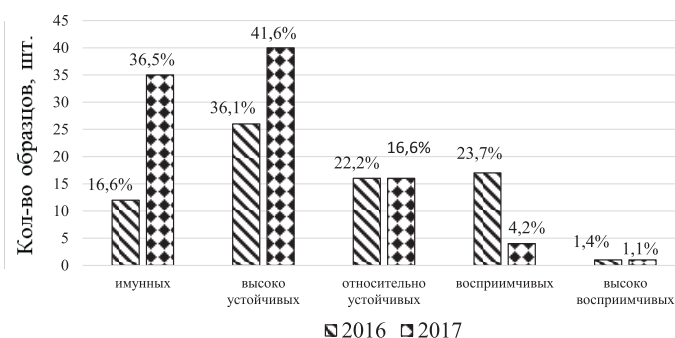


Рис. 2. Распределение образцов голозерного ячменя по устойчивости к гельминтоспориозным пятнистостям

Fig. 2. Distribution of hulled barley samples according to their resistance to barley net blotch

Характеристика сортов голозерного ячменя, проявивших комплексную устойчивость к мучнистой росе и гельминтоспориозным пятнистостям

Characteristics of hulled barley varieties with complex resistance to powdery mildew and barley net blotch

Образец/Сорт	Страна происхождения	Мучнистая роса, балл		Гельминтоспориозные пятнистости, балл	
		2016	2017	2016	2017
Дублет	Беларусь	0–1	1–1,5	1–1,5	1–1,5
Омский голозерный 1	РФ	0–1	1–1,5	1–1,5	1
Омский голозерный 2	РФ	0–1	1,5–2	1–1,5	1
Юдинский 1	РФ	0–1	1–1,5	1–1,5	1
К-26648	Пакистан	0–1	1	1,5–2	1–1,5
84469/70	Чехия	0–1	1–1,5	1	1
Orgenietepite	Франция	0–1	1–1,5	1,5–2	1
CDC Dawn	Канада	0–1	1–1,5	1–1,5	1
NB-OWA	Непал	0–1	1–1,5	1–1,5	1
К-3038	Дай-Май	0–1	1	1	1–1,5
CDC VC Ywire	Канада	0–1	1	1	1
Е.Е.В.Н.46	Боливия	0–1	1–1,5	1,5–2	1

Библиографические ссылки

1. Алабушев А.В. Состояние и пути эффективной отрасли растениеводства (избранные труды). Ростов н/Д.: Книга 2012. 234 с.
2. Донцова А.А., Филиппов Е.Г., Раева С.А. Состояние производства и сортовой состав ячменя в Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2014. № 4. С. 40–44.
3. Дорошенко Э.С., Филиппов Е.Г. Характеристика сортов голозерного ячменя по хозяйственно-ценным признакам // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1 (55). С. 61–66. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-55-1-61-65>.
4. Дорошенко Е.С., Дорошенко Э.С. Оценка коллекции голозерного ячменя на устойчивость к листовым болезням в эпифитотийных условиях // Сборник мат. Междунар. науч.-практ. конференции молодых ученых и специалистов «Наука, инновации и международное сотрудничество молодых ученых-аграриев ФГБНУ ВНИИЗБК». Орел, 2016. С. 85–87.
5. Филиппов Е.Г., Дорошенко Э.С. Особенности формирования урожайности коллекционных образцов голозерного ячменя // Аграрный вестник Урала. 2015. № 10(140). С. 15–18.

References

1. Alabushev A.V. Sostoyaniye i puti ehffektivnoy otrasli rastenievodstva (izbrannyye trudy) [The state and ways of an effective grain crop industry (selected works)]. Rostov n/D.: Kniga, 2012. 234 s.
2. Doncova A.A., Filippov E.G., Raeva S.A. Sostoyaniye proizvodstva i sortovoy sostav yachmenya v Rostovskoy oblasti [The state of production and varietal composition of barley in the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 4. S. 40–44.
3. Doroshenko Ed.S., Filippov E.G. Harakteristika sortov golozernogo yachmenya po hozyajstvenno-cennym priznakam [Characteristics of the hulled barley varieties on economically valuable traits] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 61–66. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-55-1-61-65>.
4. Doroshenko E.S., Doroshenko Ed.S. Ocenka kolekcii golozernogo yachmenya na ustojchivost' k listovym boleznyam v ehpfifotijnyh usloviyah [Evaluation of the hulled barley collection for resistance to leaf diseases in epiphytotic conditions] // Sbornik mat. Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii molodyh uchenykh i specialistov "Nauka, innovacii i mezhdunarodnoye sotrudnichestvo molodyh uchenykh-agrariyev FGBNU VNIIZBK". Orel, 2016. S. 85–87.
5. Filippov E.G., Doroshenko Ed.S. Osobennosti formirovaniya urozhajnosti kolekcionnykh obrazcov golozernogo yachmenya [Peculiarities of the yield formation of the hulled barley collection] // Agrarnyj vestnik Urals. 2015. № 10(140). S. 15–18.

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.

СРОКИ ОБРАБОТКИ ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ФУНГИЦИДАМИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАЗВИТИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ БУРОЙ РЖАВЧИНЫ

Н.Н. Дубровская, научный сотрудник лаборатории патофизиологии растений,
natalya.dubrovskaya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8629-848X;

О.И. Корабельская, младший научный сотрудник лаборатории патофизиологии растений,
olga.korabelskaya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-7086-1151;

В.В. Чекарчев, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией патофизиологии растений,
tchecmarev.viktor@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-4183-3514;

Г.Н. Бучнева, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории патофизиологии растений,
galina.buchnewa2017@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8294-6216

Среднерусский филиал ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина»

392553, Тамбовская обл., Тамбовский р-н, п/о Новая Жизнь ул. Молодежная, 1; тел.: 8(4752) 62-90-60;

Сроки обработки растений озимой пшеницы против возбудителя бурой ржавчины (*Puccinia recondite* Rob. ex Desm f. sp. tritici) в зависимости от климатического региона и применяемых средств могут сильно отличаться. Для условий Тамбовской области этот вопрос недостаточно изучен. В производственных условиях фунгициды для контроля развития бурой ржавчины пшеницы часто используют в ранние фазы развития растений (кущение, выход в трубку). Это приводит к необходимости проведения второй обработки, так как действие препарата заканчивается к моменту максимального проявления заболевания (фаза развития растений – молочная спелость зерна). В Тамбовской области на растениях озимой пшеницы первые пустулы бурой ржавчины появляются в фазу начала колошения культуры. Данный период приходится на конец мая – начало июня. Логично предположить, что максимальное подавление развития заболевания будет достигнуто при опрыскивании посевов пшеницы именно в эти сроки. С целью проверки данного предположения были проведены полевые опыты с использованием препаратов «Рекс дуо» и «Абакус». Их применяли в фазы стеблевания и колошения озимой пшеницы. Биологическая эффективность фунгицидов при опрыскивании растений пшеницы в фазу колошения была существенно выше и составила 98,2–98,8%. При обработке посевов в фазу стеблевания этот показатель находился на уровне 85,6–86,5%. Величина сохраненного урожая в опыте составила 0,60–0,81 т/га (14,2–19,1%). Максимального значения (5,05 т/га) урожайность озимой пшеницы достигла в варианте опыта, где препарат «Абакус» применяли в фазу колошения.

С экономической точки зрения обработка посевов пшеницы в фазу колошения была более эффективной: уровень рентабельности препаратов «Рекс дуо» и «Абакус» составил 130,9 и 55,0%, в фазу стеблевания – 109,2 и 35,4% соответственно.

Результаты проведенного эксперимента позволяют сказать, что применение фунгицидов в фазу колошения является наиболее оптимальным.

Ключевые слова: озимая пшеница, бурая ржавчина, фунгициды, сроки обработки, биологическая эффективность, урожайность, рентабельность.



TERMS OF WINTER WHEAT TREATMENT BY FUNGICIDES TO CONTROL DEVELOPMENT OF BROWN RUST PATHOGEN

N.N. Dubrovskaya, researcher of the laboratory of pathophysiology of plants,
natalya.dubrovskaya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8629-848X;

O.I. Korabelskaya, junior researcher of the laboratory of pathophysiology of plants,
olga.korabelskaya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-7086-1151;

V.V. Chekmarev, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory of pathophysiology of plants,
tchecmarev.viktor@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-4183-3514;

G.N. Buchneva, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory of pathophysiology of plants,
galina.buchnewa2017@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8294-6216.

Middle-Russian affiliate of the Federal State Budgetary Research Institution

“Federal Research Center named after I.V. Michurin”

392553, Tambov region, Tambov district, village of Novaya Zhizn, Molodezhnaya Str., 1; tel.: 8(4752) 62-90-60

The terms of winter wheat treatment against brown rust pathogens (*Puccinia recondite* Rob. ex Desmf. sp. tritici) can greatly differ depending on climatic conditions and applied materials. The question is not studied enough for the Tambov region. In the production brown rust control fungicides are often used at the early periods of plant development (tillering, stem-extension stage). It makes the second treatment necessary as the preparation effect finishes at the maximum manifestation of disease (plant development phase-milky ripeness of kernels). In the Tambov region, the first pustules of brown rust appear on winter wheat plants in the beginning of the earing phase. This period occurs at the end of May/beginning of June. It is logical to assume that the maximum suppression of the disease on wheat will be achieved by spraying precisely at these times. To test this assumption, the field trials were conducted using the preparations 'Reks duo' and 'Abakus'. They were used in the stem-extension stage and earing phase of winter wheat. Biological efficiency of fungicide spraying in earing phase of wheat was significantly larger (98.2–98.8%). Application of fungicides spraying in stem-extension stage was 85.6–86.5%. The amount of the saved yield was 0.60–0.81 t/ha (14.2–19.1%). Maximum values of winter wheat productivity (5.05 t/ha) was obtained when the preparation 'Abakus' was applied in earing phase. Wheat treatment by the preparations 'Reks duo' and 'Abakus' in earing phase was found more economically profitable, and the level of profitability was 130.9 and 55.0%, in stem-extension stage it was 109.2 and 35.4% respectively. The results of the trials showed that fungicides spraying in earing phase is the most optimal.

Keywords: winter wheat, brown rust, fungicides, terms of treatment, biological efficiency, productivity, profitability.

Введение. Различные виды ржавчинных заболеваний имеют достаточно широкое распространение на посевах зерновых культур (Волкова и др., 2018; Дерова и др., 2015). В Тамбовской области на растениях пшеницы наиболее часто встречается возбудитель бурой ржавчины *Puccinia recondite* Rob. ex Desm f. sp. tritici. При достаточно высокой

интенсивности поражения листьев он способен существенно снижать их ассимиляционную способность и, соответственно, урожайность культуры. Для контроля развития этого возбудителя применяется широкий спектр различных фунгицидов из групп триазолов, стробилуринов, бензимидазолов. Сроки их применения, в зависимости от климатического

региона и складывающейся фитосанитарной обстановки, тоже различны. Опрыскивание в ранний срок (кущение, выход в трубку) приводит в дальнейшем к ослаблению действия препарата в фазу молочной спелости зерна, когда наблюдается наиболее интенсивное развитие ржавчины. Обработка в поздний срок, когда степень поражения растений пшеницы возбудителем заболевания достаточно высока, также нецелесообразна, так как он уже нанес вред – ассимиляционная поверхность листьев существенно сократилась. По этой причине для регионов возделывания пшеницы актуальным является вопрос о сроках применения химических препаратов для контроля развития возбудителя бурой ржавчины. Целью наших исследований было изучение биологической, хозяйственной и экономической эффективности фунгицидов «Рекс дуо» и «Абакус» на озимой пшенице при различных сроках их применения в климатических условиях Тамбовской области.

Материалы и методы исследования. В качестве материала исследований использовали посевы озимой пшеницы сорта Мироновская 808. Опыты закладывали в соответствии с методикой полевого опыта (Доспехов, 1985). Площадь опытной делянки – 15 м², повторность четырехкратная. Обработку посевов пшеницы фунгицидами проводили в фазы 37–39 (стеблевания) и 51–59 (колошение). Интенсивность поражения растений возбудителем бурой ржавчины определяли по шкале Петерсона. Оценку биологической, хозяйственной и экономической эффективности проводили по общепринятой методике (Ченкин и др., 1990). При анализе полученных данных использовали компьютерную технику, программы Excel и «Статистика».

Результаты и их обсуждение. Интенсивность поражения растений озимой пшеницы возбудителем бурой ржавчины в контрольном варианте в среднем за два года (2008–2009 гг.) составила 34,1% (табл. 1). Наиболее высокого значения (41,2%) этот показатель

достиг в 2008 г. Опрыскивание посевов озимой пшеницы фунгицидами «Рекс дуо» и «Абакус» в фазу 37–39 снижало интенсивность поражения растений бурой ржавчиной на 85,6–86,5% по сравнению с контролем. Эффективность применения тех же средств в фазу 51–59 составила 98,2–98,8%.

Обработка посевов пшеницы препаратами «Рекс дуо» и «Абакус» оказала позитивное влияние на структуру урожая, и в частности на массу 1000 зерен (табл. 2). Использование данных средств позволило растениям сформировать более крупные семена. Масса 1000 зерен в вариантах опыта превосходила контроль на 4,7–5,6 г (11,8–14,1%). Наиболее высокого значения (44,9–45,3 г) данный показатель достиг там, где фунгициды применяли в фазу 51–59.

Повышение массы 1000 зерен сказалось и на продуктивности растений пшеницы (табл. 3). Величина сохраненного урожая в среднем за два года составила 0,60–0,81 т/га (14,2–19,1%). Следует отметить, что применение фунгицидов в различные сроки мало повлияло на их хозяйственную эффективность. Достоверное отличие от других вариантов опыта было выявлено там, где опрыскивание растений пшеницы проводили препаратом «Абакус» в фазу 51–59. Здесь урожайность составила 5,05 т/га и была наибольшей в опыте.

Оценка экономической эффективности показала, что сроки применения фунгицидов на озимой пшенице оказали существенное влияние на основные показатели – чистый доход и уровень рентабельности (табл. 4). Величина чистого дохода (в ценах 2009 г.) при обработке растений в фазу колошения (51–59) превосходила таковую при опрыскивании посевов в фазу стеблевания (37–39). По препарату «Абакус» эта разница составила 417,5, «Рекс дуо» – 290,5 руб./га. По уровню рентабельности наблюдалась аналогичная картина. Применение фунгицида «Абакус» в фазу колошения повысило данный показатель по сравнению с его использованием в фазу стеблевания на 19,6; «Рекс дуо» – на 21,7 %.

1. Биологическая эффективность фунгицидов «Рекс дуо» и «Абакус» в отношении возбудителя бурой ржавчины озимой пшеницы при различных сроках обработки растений

1. Biological efficiency of the fungicides 'Reks duo' and 'Abakus' to pathogen of brown rust of winter wheat at various terms of treatment

Варианты	Фазы развития растений при обработке	Поражение растений бурой ржавчиной в фазу молочной спелости зерна, %			Биологическая эффективность, %
		2008 г.	2009 г.	среднее	
«Рекс дуо» КС, 0,5 л/га	37–39	1,3	8,5	4,9	85,6
«Абакус» СЭ, 1,5 л/га	37–39	1,4	7,8	4,6	86,5
«Рекс дуо» КС, 0,5 л/га	51–59	0,4	0,8	0,6	98,2
«Абакус» СЭ, 1,5 л/га	51–59	0,3	0,6	0,45	98,8
Контроль	–	41,2	27,0	34,1	–

2. Влияние сроков обработки фунгицидами посевов озимой пшеницы на массу 1000 зерен

2. The effect of terms of winter wheat treatment by fungicides on 1000-kernel weight

Варианты	Фазы развития при обработке	Масса 1000 зерен, г			Прибавка массы 1000 зерен	
		2008 г.	2009 г.	среднее	г	%
«Рекс дуо» КС, 0,5 л/га	37–39	45,1	43,6	44,4	4,7	11,8
«Абакус» СЭ, 1,5 л/га	37–39	45,3	43,8	44,6	4,9	12,3
«Рекс дуо» КС, 0,5 л/га	51–59	45,9	43,9	44,9	5,2	13,1
«Абакус» ЭС, 1,5 л/га	51–59	46,0	44,6	45,3	5,6	14,1
Контроль	–	40,8	38,5	39,7	–	–
НСР				1,9		

3. Влияние обработки растений фунгицидами на урожайность озимой пшеницы

3. The effect of plant treatment by fungicides on winter wheat productivity

Варианты	Фазы развития при обработке	Урожайность, т/га			Сохраненный урожай	
		2008 г.	2009 г.	среднее	т/га	%
«Рекс дуо» КС, 0,5 л/га	37–39	5,68	3,99	4,84	0,60	14,2
«Абакус» СЭ, 1,5 л/га	37–39	5,83	4,03	4,93	0,69	16,3
«Рекс дуо» КС, 0,5 л/га	51–59	5,78	4,05	4,92	0,68	16,0
«Абакус» СЭ, 1,5 л/га	51–59	5,93	4,16	5,05	0,81	19,1
Контроль	–	4,95	3,52	4,24	–	–
НСР				0,35		

4. Влияние сроков применения фунгицидов на экономические показатели возделывания озимой пшеницы (среднее за 2008–2009 гг.)

4. The effect of terms of fungicide application on the economic indexes of winter wheat cultivation (average for 2008–2009)

Варианты	Фазы развития растений при обработке	Чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
«Рекс дуо» КС, 0,5 л/га	37–39	1261,0	109,2
«Абакус» СЭ, 1,5 л/га	37–39	743,5	35,4
«Рекс дуо» КС, 0,5 л/га	51–59	1551,5	130,9
«Абакус» СЭ, 1,5 л/га	51–59	1161,0	55,0

Выводы. Для защиты растений озимой пшеницы от возбудителя бурой ржавчины обработку посевов фунгицидами «Рекс дуо» и «Абакус» целесообразнее проводить в фазу колошения (51–59). Применение препаратов в этот срок позволяет существенно повысить биологическую, хозяйственную и экономическую эффективность по сравнению с опрыскиванием растений в фазу стеблевания (37–39). Величина чистого дохода (в ценах 2009 г.) при обработке растений в фазу коло-

шения была выше, чем в фазу стеблевания. По препарату «Абакус» эта разница составила 417,5; по «Рекс дуо» – 290,5 руб./га. По уровню рентабельности наблюдалась аналогичная картина. Применение фунгицида «Абакус» в фазу колошения повысило данный показатель по сравнению с его использованием в фазу стеблевания на 19,6; «Рекс дуо» – на 21,7%. Полученные результаты могут быть использованы в производстве при выборе оптимальных сроков обработки растений.

Библиографические ссылки

1. Волкова Г.В., Шуляковская Л.Н., Кудинова О.А., Матвеева И.П. Желтая ржавчина пшеницы на Кубани // Защита и карантин растений. 2018. № 4. С. 22–23.
2. Дерова Т.Г., Шишкин Н.В., Гричаникова Т.А., Войцукская Н.П. Устойчивость коллекционных образцов озимой пшеницы к листовым болезням в условиях Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2015. № 1(37). С. 62–65.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Ченкин А.Ф., Черкасов В.А., Захаренко В.А., Гончаров Н.Р. Справочник агронома по защите растений. М.: Агропромиздат, 1990. 367 с.

Reference

1. Volkova G.V., Shulyakovskaya L.N., Kudinova O.A., Matveeva I.P. Zheltaya rzhavchina pshenicy na Kubani [Yellow rust of wheat in Kuban] // Zashchita i karantin rastenij. 2018. № 4. S. 22–23.
2. Derova T.G., Shishkin N.V., Grichanikova T.A., Vojcuckaya N.P. Ustojchivost' kollekcionnyh obrazcov ozimoy pshenicy k listovym boleznyam v usloviyah Rostovskoj oblasti [Resistance of collection samples of winter wheat to leaf diseases in the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2015. № 1(37). S. 62–65.
3. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
4. Chenkin A.F., Cherkasov V.A., Zaharenko V.A., Goncharov N.R. Spravochnik agronoma po zashchite rastenij [Agronomist's guide in plant protection]. M.: Agropromizdat, 1990. 367 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.



22 августа 2018 года

ведущему научному сотруднику,
кандидату сельскохозяйственных наук,
заведующему лабораторией селекции и семеноводства многолетних трав
Игнатьеву Станиславу Александровичу исполнилось 70 лет.

А. Обиной

С.А. Игнатьев более 39 лет научной деятельности посвятил работе в Аграрном научном центре «Донской».

Его научные исследования посвящены актуальным проблемам технологии возделывания, агрохимии различных сельскохозяйственных культур, селекции и семеноводству многолетних трав, технологии их возделывания. Общие научные интересы касаются современных исследований в области земледелия, почвоведения, агрохимии, растениеводства. В соавторстве с ним разработана методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность эспарцета завказского, эспарцета песчаного, которая используется Государственной комиссией РФ по испытанию и охране селекционных достижений, а также разработано 11 рекомендаций по технологиям возделывания кукурузы, люцерны, эспарцета, кострца и житняка. Он является автором 64 печатных научных трудов, в том числе 6 авторских свидетельств и 4 патентов РФ на изобретения. Результаты научной деятельности С.А. Игнатьева были многократно отмечены наградами разного уровня.

**Коллектив ФГБНУ «АНЦ «Донской»
поздравляет Станислава Александровича с юбилеем
и желает крепкого здоровья, благополучия и успехов в научной деятельности!**

