

УДК 633.111.1 : 631.559.2 : 631.671.3

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ЗАСУХИ НА УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ СЕЛЕКЦИИ САМАРСКОГО НИИСХ

© 2024 Д.О. Долженко, А. А. Сухоруков, Н.Э. Бугакова

Самарский федеральный исследовательский центр РАН,
Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н. М. Тулайкова

Статья поступила в редакцию 14.06.2024

Представлены результаты испытания восьми сортов озимой мягкой пшеницы селекции Самарского НИИСХ – филиала СамНИЦ РАН в условиях степной зоны Среднего Поволжья в 2019-2021 гг. Цель исследований – оценка изменчивости урожайности, натуры зерна, массы 1000 зёрен в различных условиях внешней среды, выделение сортов устойчивых к абиотическому стрессу, вызванному засухой. Годы испытания были контрастными по гидротермическому режиму. 2019 год характеризовался засушливым весенне-летним периодом и средним уровнем урожайности 1,95 т/га. 2020 год был благоприятным, с уровнем урожайности 5,20 т/га. В 2021 году были воздушная засуха и жара в конце периода налива зерна, средняя урожайность составила 3,76 т/га. На проявление всех признаков достоверно ($p = 0,01$) влияли факторы «сорт», «год» и их взаимодействие. Ведущим в дисперсии урожайности зерна и натуры был фактор «год» с долей влияния 93,6 и 71,3 % соответственно, а в дисперсии признака «масса 1000 зёрен» – фактор «сорт» (73,4 %). Приведена оценка влияния различных типов засухи на формирование урожайности, натуры зерна и массы 1000 зёрен у изученных сортов. В условиях устойчивой сильной засухи 2019 года все сорта снижали урожайность зерна на 58...69 % по сравнению с благоприятным 2020 годом. В этот год выделены сорта Светоч и Вьюга со средней урожайностью зерна соответственно 2,25 и 2,16 т/га, что выше среднесортного уровня на 15 % и 11 % соответственно, и с депрессией урожайности 59 % и 61 %. В условиях комплексного воздействия жары и засухи в период налива зерна в 2021 году озимая пшеница снижала урожайность на 22...33 %. Выделены сорта Светоч и Базис с урожайностью соответственно 4,22 т/га и 4,26 т/га (на 12 и 13 % выше среднесортного уровня) и с депрессией урожайности 22 % и 24 %. Все сорта снижали натуру зерна при засухе от 2...5 % в 2021 г. до 3...8 % в 2019 г. Наибольшей общей адаптивностью по признаку «натура зерна» характеризовались сорта Безенчукская 380 и Вьюга со средними значениями 785 и 788 г/л соответственно. Максимальную депрессию признака «натура зерна» (8 %) имел сорт Бирюза в 2019 г. По массе 1000 зёрен депрессия признака имела место только в острозасушливом 2019 году и составила от 0 до 14 %. Наименьшей депрессия была у мелкозёрных сортов Безенчукская 380 и Альтернатива, наибольшей – у крупнозёрных Светоч, Базис и Малахит. При этом в изученном наборе сортов у сортов Светоч, Базис и Малахит превышение среднесортных значений было устойчиво по годам, свидетельствуя об их высоком потенциале устойчивости к стрессу, вызванному засухой.

Ключевые слова: пшеница мягкая озимая (*Triticum aestivum* L.), сорт, засуха, урожайность, натура зерна, масса 1000 зёрен

DOI: 10.37313/2782-6562-2024-3-2-12-21

EDN: MNKCYR

ВВЕДЕНИЕ

Озимая пшеница в условиях континентального климата Среднего Поволжья является ведущей зерновой продовольственной культурой. Однако её урожайность во многом определяется влиянием повторяющихся засух. Так, по дан-

ным Е.С. Улановой и А. И. Стражной, повторяемость очень сильных ($ГТК \leq 0,3$) и сильных ($ГТК \leq 0,6$) засух в областях Среднего Поволжья составляет в мае от 34 до 38%, в июне от 20 до 30%, а среднем за май – июнь от 22 до 26% [1]. За последние 30 лет в регионе существенно усилилась аридность климата вегетационного периода [2], сходные явления отмечаются и в других регионах России и мира, что обычно связывают с глобальными и локальными изменениями климата [3,4]. Влияние засух на урожайность озимой пшеницы в различных исследованиях оценивают по-разному. Так, в лесостепи Среднего Поволжья урожайность зерна озимой пшеницы в засушливые годы была на 50% ниже, чем в типичные, и на 61 % ниже, чем в годы с хорошей влагообеспеченностью [5]. По исследованиям,

Долженко Дмитрий Олегович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и генетики мягкой пшеницы.

E-mail: ddolzhenko75@yandex.ru

Сухоруков Андрей Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и генетики мягкой пшеницы

Бугакова Надежда Эдуардовна, младший научный сотрудник лаборатории селекции и генетики мягкой пшеницы.

E-mail: bugakova1987@yandex.ru

проведённым в Центрально-Чернозёмном регионе, засуха снижала урожайность сортов озимой пшеницы на 26,9-37,8 % [6], на 45,2-56,1% и более [7]. В сухостепной зоне Ставрополья трёхмесячные весенне-летние засухи снижали урожайность озимой пшеницы в 2,2-2,3 раза по сравнению с среднемноголетним уровнем урожайности [8].

Таким образом, стабилизация валовых сборов зерна озимой пшеницы связана с усилением признаков адаптивности сортов к засухе [9]. Необходимо создание экологически пластичных сортов, способных давать высокий урожай в благоприятные годы и не снижать его при стрессовом воздействии [10]. В процессе целенаправленной селекции на засухоустойчивость удаётся выделять сорта озимой мягкой пшеницы с более стабильной урожайностью по сравнению с другими сортами за счёт усиления продуктивных и адаптивных свойств [6, 7, 11, 12].

Предложены различные критерии для селекции на засухоустойчивость мягкой пшеницы, в частности, показатели силы начального роста корней, количество колосьев и зёрен на растении, биомасса корней и количество колосьев на растение как маркеры устойчивости к ранней засухе, высокая масса 1000 зёрен и площадь флагового листа – к поздней засухе [13], горизонтальное расположение листьев, длина верхнего междоузлия [4], ценогические показатели, высота растений, озернённость колоса и растения [14] и многие другие. Но наиболее надёжным критерием уровня адаптации сорта к засухе является интегральный показатель – масса зерна с единицы площади [4, 11].

Цель исследований – оценка изменчивости урожайности, природы зерна, массы 1000 зёрен сортов озимой пшеницы в варьирующих условиях внешней среды, выделение сортов устойчивых к абиотическому стрессу, вызванному засухой.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 2019–2021 гг. на опытном поле Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН. Материалом для исследования служили восемь сортов пшеницы мягкой озимой селекции Самарского НИИСХ, включённые в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию [15].

Безенчукская 380 – среднепоздний высокорослый (100...120 см) сорт. Разновидность *lutescens*. Зимостойкость высокая, засухоустойчивость выше средней. Сильная по качеству пшеница. Допущен к использованию по Центральному, Центрально-Чернозёмному, Волго-Вятскому, Средневолжскому и Уральскому регионам госреестра РФ с 1994 года.

Альтернатива – среднепоздний высокорослый (100...120 см) сорт. Разновидность *lutescens*. Зимостойкость повышенная, засухоустойчивость высокая. Сильная по качеству пшеница. Допущен к использованию по Средневолжскому региону с 2001 года.

Малахит – среднеранний среднерослый (90...100 см) сорт. Разновидность *erythrospertum*. Зимостойкость сорта выше средней. Засухоустойчивость в межфазный период «выход в трубку–колошение» повышенная, в фазу налива зерна умеренно высокая. Допущен к использованию в Среднем Поволжье с 2000 года.

Светоч – среднеранний среднерослый (90...100 см) сорт. Разновидность *erythrospertum*. Зимостойкость высокая. Обладает повышенной устойчивостью к ранневесенней и летней типам засух. Жаростоек. Допущен к использованию в Среднем Поволжье с 2004 года.

Базис – среднеранний среднерослый (90...100 см) сорт. Разновидность *erythrospertum*. Зимостойкость высокая, засухоустойчивость в период «возобновление весенней вегетации – колошение» высокая, в период «колошение – созревание» – средняя. Допущен к использованию в Среднем Поволжье с 2018 года. Отзывчив на факторы интенсификации.

Бирюза – среднеспелый низкорослый (80...90 см) сорт. Разновидность *lutescens*. Зимостойкость высокая. Жаростойкость и засухоустойчивость в критические фазы вегетации высокие. Сорт ценной пшеницы. Допущен к использованию по Центрально-Чернозёмному и Средневолжскому регионам с 2008 года. Сорт интенсивного типа.

Вьюга – среднеранний низкорослый (70...85 см) сорт. Разновидность *lutescens*. Зимостойкость и засухоустойчивость высокие. Допущен к использованию в Среднем Поволжье с 2021 года. Интенсивный сорт.

Эстафета – среднеранний низкорослый (70...80 см) сорт. Разновидность *lutescens*. Зимостойкость и засухоустойчивость высокие, жаростойкость средняя. Допущен к использованию в Среднем Поволжье с 2022 года. Интенсивный сорт.

Почва опытного участка – чернозём обыкновенный. Содержание гумуса в слое почвы 0–30 см – 3,8 % (ГОСТ 2613-91), легкогидролизуемого азота – 45 мг/кг почвы (ГОСТ 2951-86), подвижного фосфора 220 мг/кг, обменного калия – 150 мг/кг почвы (ГОСТ 29205-91). Учетная площадь делянок 25 м². Повторность четырёхкратная. Обработка поля основная проведена дисковым лушильником на глубину 8–10 см, летняя обработка почвы – культиватором на 6–7 см. Посев сеялкой СН-10 с нормой высева 5 миллионов всхожих зёрен на гектар. Уборка урожая комбайном «Сампо-130». Урожайные данные при-

ведены к 14% влажности. Учёты и наблюдения проведены по методике государственного сортоиспытания [8].

Натуру зерна определяли по ГОСТ 54895-2012, массу 1000 зёрен – по ГОСТ 10842-89, технические условия при заготовке зерна – по ГОСТ 9353-2016. Полученные экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [16] с использованием MS Excel. Отклонение экспериментальных данных от среднесортных значений выполнены по Л.А.Животкову[17]. Метеорологические условия приведены по данным Безенчукской агроэкологической станции.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

Характеристика агрометеоусловий сезона 2018/2019 гг. Осенью 2018года условия периода «посев – всходы» были неблагоприятными, с дефицитом осадков по сравнению со среднемноголетней величиной, что вызвало задержку появления всходов, слабое развитие и изреженность всходов. Период «всходы – прекращение осенней вегетации» также протекал на фоне дефицита осадков. Зимний период 2018/19гг. был благоприятным, с превышением осадков против нормы в два раза. Минимальная температура воздуха в ноябре опускалась до минус 13,7 °С, в декабре до минус 3,5 °С, в январе до минус 1,5 °С.

Запасы продуктивной влаги в начале весенней вегетации 2019 года составили 158мм против среднемноголетнего значения 130мм.

Из 51дняпериода «возобновление весенней вегетации – колошение» 29 дней были с относительной влажностью воздуха менее 30 %, то есть с выраженной воздушной засухой. Дефицит осадков составил 12мм против нормы. Гидротермический коэффициент (ГТКпо Г.Т. Селянину) периода был 0,6, при среднемноголетней норме 0,9.

Период «колошение – созревание» был острозасушливым, с ГТК 0,26(норма – 0,7). Сумма осадков за 45 дней периода составила 19 мм, 30 % от среднемноголетней нормы. Из 96 дней весенне-летней вегетации 2019 воздушная засуха различной интенсивности наблюдалась в60 днях, относительная влажность воздуха опускалась до 12%.

Таким образом, 2018/2019 сельскохозяйственный год отличался комплексом неблагоприятных абиотических факторов, в том числе связанных с засухой на протяжении всего весенне-летнего отрезка вегетации пшеницы. Средняя урожайность сортов в опыте составила 1,95 т/га.

Характеристика агрометеоусловий сезона 2019/2020 гг. В 2019 году условия периода «посев – всходы» были неблагоприятные. Дефи-

цит осадков и сухость посевного слоя почвы вызвали задержку и изреживание всходов. Период «всходы – прекращение осенней вегетации» по продолжительности превысил среднемноголетнюю норму на 10 дней. Дефицит осадков в сентябре отрицательно повлиял на формирование вторичной корневой системы растений озимой пшеницы. Условия зимнего периода 2019/20гг. соответствовали среднемноголетнему уровню по отрицательным температурам с превышением суммы осадков за период на 76 мм против среднемноголетней нормы.

В 2020 году весенняя вегетация началась на 10 дней раньше среднемноголетних сроков и по продолжительности превысила норму на 17 дней. Пониженная по сравнению со среднемноголетней нормой температура воздуха способствовала хорошему укоренению и продуктивному кущению. ГТК периода «возобновление весенней вегетации – колошение» составил 2,9 против 0,9 по норме, что послужило главным фактором, определившим высокую урожайность озимой пшеницы в 2020году.

Гидротермические условия периода «колошение – созревание» в 2020 году с ГТК 0,8 в целом соответствовали среднемноголетней норме, температурный режим был пониженным, с незначительным количеством суховейных дней, что увеличило продолжительность периода налива зерна.

Сезон 2019/2020 года был наиболее благоприятным для роста и развития растений озимой пшеницы, что отразилось в средней величине урожайности зерна – 5,20 т/га.

Характеристика агрометеоусловий сезона 2020/2021 гг. В 2020 году условия осенней вегетации озимой пшеницы были благоприятными. Посевы ушли в зиму в отличном состоянии. Условия зимнего периода также были благоприятные; температура на глубине залегания узлов кущения не опускалась ниже минус 8,2 °С.

Период «возобновление весенней вегетации – колошение» в 2021 году оценивается как засушливый с ГТК 0,55(против 0,9 по среднемноголетней норме). Сумма осадков за период составила 31,8мм, что составляет 61% от среднемноголетней нормы. Из 45 дней периода в течение 30 дней относительная влажность воздуха опускалась до 30 % и ниже, дневной максимум температур достигал 37 °С. Как результат наблюдался сброс побегов кущения и ранний (на 3–7 суток) переход к генеративной фазе развития растений пшеницы.

Межфазный период «колошение – созревание» в 2021 году был контрастным: с высокими температурами воздуха и суховеями в начале периода; ливневыми осадками и благоприятным температурным режимом в середине (что позволило до определённой степени компенсировать

ровать негативные явления майской погоды); и в конце периода острозасушливым, с высокими среднесуточной и максимальной дневной температурами воздуха и суховеями. Несмотря на итоговый ГТК периода 1,23, условия его были неблагоприятными, и вызвали явление «захвата» зерна и преждевременное окончание вегетации озимой пшеницы.

Сезон 2021/2021 года сопровождался явлениями воздушной засухи в период «возобновление весенней вегетации – колошение» и во время налива зерна озимой мягкой пшеницы. Средняя урожайность в опыте составила 3,76 т/га.

Урожайность. Величина урожайности с единицы площади – основной показатель устойчивости сорта к абиотическим условиям внешней среды [5]. Дисперсионный анализ показал, что на варьирование величины урожайности влияли сорт, год и их взаимодействие, причём это доказано статистически на очень высоком уровне значимости $p = 0,001$ % (таблица 1).

Наибольший вклад в дисперсию урожайности оказал фактор «год» (93,6 %), доля влияния фактора «сорт» составила 3,8 %. Сорта реагировали на изменения условий среды в целом одинаково, но влияние взаимодействия «сорт × год» статистически доказано и составило 1,9 %.

Средняя урожайность всех сортов в наиболее благоприятный 2020 год составила 5,20 т/га. В острозасушливый 2019 год урожайность зерна снизилась на 58...69 % (в среднем на 62,5 %), в засушливый на наливе зерна 2021 год – на 22...33 % (в среднем на 27,7 %). Тем не менее, некоторые сортовые различия существуют (таблица 2).

В сезон 2019/20гг., характеризовавшийся наиболее благоприятными условиями периода «возобновление весенней вегетации – колошение» (ГТК 2,9) и близкими к среднесортными условиями периода «колошение – созревание» (ГТК 0,8), ряд сортов интенсивного типа сформировал урожайность выше 5 т/га, что в два с половиной раза выше уровня урожайности 2019 года. Это сорта Бирюза, Светоч, Базис, Вьюга и Малахит. Прибавка урожайности этих сортов к высокорослому сорту Безенчукская 380 составила 0,99...1,15 т/га.

Отклонение урожайности сорта от среднесортного уровня в процентах даёт дополнительную и наглядную оценку устойчивости сорта к абиотическому стрессу и показывает генетические возможности сорта по урожайности в благоприятных условиях. В 2020 году данный показатель составил по сорту Бирюза 5 %, Светоч – 4 %, Базис – 8 %, Вьюга – 5 % и Малахит 7 %.

В условиях комплексного воздействия абиотических факторов, главным образом, засухи, на формирование урожайности зерна озимой пшеницы в сезоне 2018/19гг. по урожайности выделились сорта Светоч и Вьюга с урожайностью соответственно 2,25 и 2,16 т/га, что выше среднесортного уровня на 0,30 и 0,21 т/га или на 15 и 11 % соответственно.

Следует отметить, что сорт Светоч входит в группу среднерослых, а сорт Вьюга – короткостебельных сортов. Они в равной степени противостояли засухе и суховеям всего весенне-летнего отрезка вегетации. Прибавка урожая к сорту Бирюза, принятому за стандарт в госсортоиспытании

Таблица 1. Результаты дисперсионного анализа урожайности, природы и массы 1000 зёрен мягкой пшеницы (двухфакторный равномерный комплекс), 2019–2021 гг.

Источник вариации	Суммы квадратов	Степени свободы	Средние квадраты	F_{ϕ}	Влияние фактора, %
Урожайность зерна, ц/га					
Фактор А (сорт)	6,887	7	0,984	52,43**	3,8
Фактор В (год)	169,116	2	84,558	4505,75**	93,6
Взаимодействие А×В	3,421	14	0,244	13,02**	1,9
Случайные отклонения	1,351	72	0,019		0,7
Натура зерна, г/л					
Фактор А (сорт)	1786	7	255,1	2,91*	4,1
Фактор В (год)	30981	2	15490,7	176,64**	71,3
Взаимодействие А×В	4368	14	312,0	3,56**	10,1
Случайные отклонения	6314	72	87,7		14,5
Масса 1000 зёрен, г					
Фактор А (сорт)	957	7	136,7	222,14**	73,4
Фактор В (год)	200	2	100,0	162,49**	15,3
Взаимодействие А×В	102	14	7,3	11,82**	7,8
Случайные отклонения	44	72	0,6		3,4

Примечание:

* - F_{ϕ} достоверно отличается от F_{st} при $p=0,05$ и $0,01$

** - F_{ϕ} достоверно отличается от F_{st} при $p=0,001$

Таблица 2. Урожайность сортов озимой мягкой пшеницы, 2019...2021 гг.

Сорт	Урожайность, т/га				Доля урожайности сорта относительно среднесортовой величины признака, %			Депрессия урожайности по сравнению с 2020 г.	
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Средне-годо-вая	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2021 г.
Безенчукская 380	1,75	4,44	3,27	3,15	90	85	87	61	26
Альтернатива	2,03	4,83	3,46	3,44	104	93	92	58	28
Малахит	1,97	5,55	4,12	3,88	101	107	110	65	26
Светоч	2,25	5,43	4,22	3,97	115	104	112	59	22
Базис	1,73	5,59	4,26	3,86	89	108	113	69	24
Бирюза	1,87	5,44	3,62	3,64	96	105	96	66	33
Вьюга	2,16	5,47	3,75	3,79	111	105	100	61	31
Эстафета	1,89	4,85	3,44	3,39	97	93	91	61	29
<i>Среднесортовая</i>	<i>1,95</i>	<i>5,20</i>	<i>3,76</i>	<i>3,64</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>63</i>	<i>28</i>
<i>НСР₀₅ для фактора «А» (сорт)</i>				0,11					
<i>НСР₀₅ для фактора «В» (год)</i>				0,07					
<i>НСР₀₅ частных средних</i>				0,19					

нии по Самарской области, по сорту Светоч составила 0,38 т/га, по сорту Вьюга – 0,29 т/га.

Депрессия урожайности в засуху 2019 года по сравнению с благоприятным 2020 годом составила у сорта Светоч 59 %, у сорта Вьюга – 61 %. Сравнительно невысокой депрессия урожайности была также у сортов Безенчукская 380 (61 %), Альтернатива (58 %) и Эстафета (61 %), но такой показатель достигнут в первую очередь за счёт самой низкой урожайности зерна в благоприятном 2020 году.

В 2021 году, в условиях воздействия повышенных температур воздуха (до 37 °С) и засухи, вызвавших преждевременное созревание, изреженность стеблестоя и «захват» зерна), сорта озимой пшеницы Светоч, Базис, Малахит сформировали урожайность 4,22 т/га, 4,26 т/га и 4,12 т/га соответственно и превысили среднесортовой уровень урожайности соответственно на 0,46; 0,50; 0,36 т/га, или на 12; 13 и 10 % соответственно. По величине депрессии урожайности по сравнению с благоприятным 2020 годом особенно выделяются Светоч и Базис (22 и 24 % соответственно).

Таким образом, на основании интегрального показателя «урожайность зерна» устойчивыми к сильной продолжительной засухе можно считать сорта Светоч и Вьюга, по устойчивости к засухе во вторую половину весенне-летней вегетации выделяются сорта Светоч, Вьюга и Базис.

Натура зерна – важный признак, характеризующий устойчивость сорта пшеницы к абиотическому стрессу, вызванному засухой [19, 20]. Дисперсионный анализ показал, что влияние фактора «сорт» доказано на уровне значимости

1 %, а фактора «год» и взаимодействия «сорт × год» – на 0,01% уровне значимости. Доли влияния факторов «год», «сорт» и их взаимодействия составили соответственно 4 %, 71 % и 10 % (таблица 1).

Из данных таблицы 3 следует, что наивысший показатель натуры зерна, соответствующий показателям ГОСТа к пшенице первого класса, по всем сортам получен в благоприятных условиях 2020 года (798...812 г/л). Сорта слабо дифференцировались по данному признаку, но по абсолютным показателям выделились сорта Вьюга и Малахит со значениями 812 г/л и 810 г/л соответственно.

Самый низкий показатель натуры зерна получен в условиях абиотического стресса засухи 2019 года (740...778 г/л). Среднесортовое значение натуры зерна в 2019 году превысили сорта Безенчукская 380 и Вьюга с выраженностью признака 776 и 778 г/л соответственно, или по 102 % по отношению к среднесортовой величине, что характеризует их повышенную по сравнению с другими сортами устойчивость к стрессу, вызванному засухой. Депрессия по натуре зерна у них также была самой низкой – 3 и 4 % соответственно. Самую низкую натуру в этот год имел сорт Бирюза (740 г/л), на 3 % меньше среднесортового значения, с максимальной депрессией натуры зерна 8 %. Сорт Бирюза был единственным, который не сформировал показатель натуры зерна, соответствующий первому классу ГОСТа.

В 2021 году в условиях абиотического стресса, вызванного высокой температурой воздуха, изученные сорта имели практически равную

Таблица 3. Натура зерна сортов озимой мягкой пшеницы, 2019...2021 гг.

Сорт	Натура зерна, г/л				Доля сорта относительно среднесортовой величины признака, %			Депрессия признака по сравнению с 2020 г.	
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Средне-годовая	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2021 г.
Безенчукская 380	776	798	780	785	102	99	101	3	2
Альтернатива	770	798	772	780	101	99	99	4	3
Малахит	756	810	776	781	99	101	100	7	4
Светоч	756	802	782	780	99	100	101	6	2
Базис	754	798	780	777	99	99	101	6	2
Бирюза	740	806	774	773	97	100	100	8	4
Вьюга	778	812	774	788	102	101	100	4	5
Эстафета	752	806	772	777	99	100	99	7	4
<i>Среднесортовая</i>	760	803	776	780	100	100	100	5	3
<i>НСР₀₅ для фактора «А» (сорт)</i>				7,6					
<i>НСР₀₅ для фактора «В» (год)</i>				4,7					
<i>НСР₀₅ частных средних</i>				13,2					

натуру зерна, отвечающую требованиям ГОСТ к пшенице первого класса (772...782 г/л). Учитывая практически равные величины признака «натура зерна», существенных различий между сортами в 2021 году по доли среднесортовой величины признака не обнаружено; значения депрессии также были близкими (от 2 до 5 % по сравнению с 2020 годом).

Таким образом, из-за высокой доли влияния эффектов взаимодействия «генотип × среда» не удалось выявить чётких закономерностей в сортовой реакции на засуху, за исключением общей тенденции к снижению натуры зерна при засухе у всех сортов. Наибольшим средними значениями при этом характеризовались сорта Безенчукская 380 (785 г/л) и Вьюга (788 г/л), относящиеся к различным сортотипам: первый сорт высокорослый, позднезрелый, экстенсивного типа, второй – низкорослый, среднеранний, отзывчивый на факторы интенсификации.

Масса 1000 зёрен – один из важных признаков, формирующих урожайность сорта зерновых культур и, в частности, озимой пшеницы. По величине массы 1000 зёрен в условиях абиотического стресса определяется устойчивость сорта к стрессовым условиям [21,22].

На проявление признака влияли год, сорт и их взаимодействие, что доказано на очень высоком уровне значимости 0,1 % (таблица 1). В литературе встречаются различные данные о влиянии генотипа и среды на дисперсию признака «масса 1000 зёрен» у мягкой пшеницы – от преобладания вклада генотипа при полном от-

сутствии или минимуме влияния среды [24] до преобладания средовых эффектов [14], что, вероятно, объясняется спецификой используемого набора как сред, так и сортов. В нашем исследовании ведущим фактором был «сорт» с долей влияния 73,4 %, доля фактора «год» была равной 15,3 %, а доля влияния взаимодействия факторов составила 7,8 %.

Значения массы 1000 зёрен всех сортов в годы исследований приведены в таблице 4.

Ежегодно наиболее мелкозёрными были короткостебельные сорта Эстафета (31,1...35,4 г) и Вьюга (31,8...35,4 г), а наиболее крупнозёрными – среднестебельные Светоч (39,4...44,8 г), Малахит (38,5...42,6 г) и Базис (35,7...42,1 г). Обращает на себя внимание тот факт, что признак масса 1000 зёрен у высокорослых сортов Безенчукская 380 и Альтернатива проявил почти абсолютную стабильность – 34,4...35,6 г и 35,6...36,0 г соответственно (коэффициенты вариации 0,2 и 0,7 %).

Изменение величины массы 1000 зёрен у сортов озимой пшеницы в засушливые 2019 и 2021 годы по сравнению с благоприятным 2020 годом не представляет такой однозначной картины, как динамика урожайности зерна и натуры. Так, в условиях абиотического стресса, вызванного засухой (ГТК периода «колошение – созревание» 0,26), все сорта, кроме стабильных Безенчукской 380 и Альтернативы, снизили массу 1000 зёрен по сравнению с благоприятным годом на 6...14 %.

В благоприятном 2020 году и в условиях высокой температуры воздуха, вызвавшей «за-

Таблица 4. Масса 1000 зёрен сортов озимой мягкой пшеницы, 2019...2021 гг.

Сорт	Масса 1000 зёрен, г				Доля сорта относительно среднесортовой величины признака, %			Депрессия признака в 2019 г. по сравнению с 2020 г.
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	средне-годовая	2019 г.	2020 г.	2021 г.	
Безенчукская 380	34,4	35,6	35,6	35,2	98	94	93	3
Альтернатива	36,0	35,6	36,0	35,9	103	94	94	0
Малахит	38,5	42,6	42,1	41,1	110	112	110	10
Светоч	39,4	44,8	42,0	42,1	113	118	110	12
Базис	35,7	41,5	42,1	39,8	102	109	110	14
Бирюза	33,3	35,7	37,9	35,6	95	94	99	7
Вьюга	31,8	33,7	35,3	33,6	91	89	92	6
Эстафета	31,4	33,8	35,4	33,5	90	89	92	7
<i>Среднесортовая</i>	35,0	37,9	38,3	37,1	100	100	100	8
<i>НСР₀₅ для фактора «А» (сорт)</i>				0,64				
<i>НСР₀₅ для фактора «В» (год)</i>				0,39				
<i>НСР₀₅ частных средних</i>				1,11				

хват» зерна, в 2021 году показатели массы 1000 зёрен были близкими, составив в среднем 37,9 и 38,3 г соответственно. Стоит отметить, что короткостебельные интенсивные сорта Бирюза, Вьюга и Эстафета даже увеличили массу 1000 зёрен в 2021 году на 1,6...2,2 г, или на 5–6 %. То есть их потенциал по массе 1000 зёрен лучше раскрылся в условиях 2021 года, несмотря на засуху. Возможно, что в 2020 году интенсивным сортам просто не хватило уровня естественного плодородия почв для налива большого количества зёрен на единице площади при уровне урожайности зерна 4,85...5,47 т/га.

Если рассматривать проявление признака «масса 1000 зёрен» у сортов в сравнении со среднесортowymi значениями, то здесь выделяются сорта Светоч и Малахит. Они превысили среднесортовой показатель массы 1000 зёрен на 4,4 и 3,5 г в 2019 году соответственно, на 6,9 и 4,7 г – в 2020 году и на 3,7 и 3,8 г – в 2021 году. Превышение в процентах составило 10...18 % по сорту Светоч, 10...12 % по сорту Малахит. Это характеризует высокий потенциал устойчивости сортов Светоч и Малахит к стрессу, вызванному засухой, при формировании признака «масса 1000 зёрен», обусловленный в значительной мере генетически закреплённым свойством крупнозёрности, отмеченным выше. По данным 2020 и 2021 гг. к сортам Светоч и Малахит добавился сорт Базис, превысивший среднесортовой уровень на 3,6 и 3,8 г, или на 9 и 10 % соответственно. В острозасушливом 2019 году масса 1000 зёрен у сорта Базис была примерно равной среднесортовому значению.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В 2019...2021 гг. изучены восемь сортов озимой мягкой пшеницы селекции Самарского НИИ-ИСХ по признакам «урожайность зерна», «натура зерна», «масса 1000 зёрен». Годы были контрастными по гидротермическому режиму. 2019 год характеризовался засушливым весенне-летним периодом и средним уровнем урожайности 1,95 т/га. 2020 год был благоприятным, с уровнем урожайности 5,20 т/га. В 2021 году были воздушная засуха и жара в конце периода налива зерна, что вызывало «захват» зерна и преждевременное окончание вегетации пшеницы; средняя урожайность составила 3,76 т/га.

На проявление изученных признаков достоверно влияли факторы «сорт», «год» и их взаимодействие. Ведущим в дисперсии урожайности зерна и натуры был фактор «год» с долей влияния 93,6 и 71,3 % соответственно, тогда как для признака «масса 1000 зёрен» ведущим оказался фактор «сорт» (73,4 %).

Проведённые исследования позволили оценить влияние различных типов засухи на формирование урожайности, натуры зерна и массы 1000 зёрен у изученных сортов.

В условиях устойчивой сильной засухи 2019 года все сорта снижали урожайность зерна на 58...69 % по сравнению с благоприятным 2020 годом. В этот год выделены сорта Светоч и Вьюга со средней урожайностью зерна соответственно 2,25 и 2,16 т/га, что выше среднесортowego уровня на 15 % и 11 % соответственно, и с депрессией урожайности 59 % и 61 %.

В условиях комплексного воздействия жары и засухи в период налива зерна в 2021 году озимая пшеница снижала урожайность на 22...33 %. Выделены сорта Светоч и Базис с урожайностью соответственно 4,22т/га и 4,26т/га (на 12 и 13 % выше среднесортного уровня) и с депрессией урожайности 22 % и 24 %.

Все сорта снижали натуру зерна при засухе от 2...5 % в 2021 г. до 3...8 % в 2019 г. При этом данный показатель оставался в пределах норматива ГОСТ 9353-2016 на пшеницу первого класса, за исключением сорта Бирюза в 2019 году с максимальной депрессией натуры – 8 %. Наибольшей общей адаптивностью по признаку «натура зерна» характеризовались сорта Безенчукская 380 (в среднем 785 г/л) и Вьюга (788 г/л).

По массе 1000 зёрен депрессия признака имела место только в острозасушливом 2019 году и составила от 0 до 14 %. Наименьшей депрессия была у мелкозёрных сортов Безенчукская 380 и Альтернатива, наибольшей – у крупнозёрных Светоч, Базис и Малахит. При этом в изученном наборе сортов у сортов Светоч, Базис и Малахит превышение среднесортных значений было стабильно по годам, что характеризует их высокий потенциал устойчивости к стрессу, вызванному засухой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уланова, Е.С. Методы агрометеорологических прогнозов / Е. С. Уланова, А. И. Страшная – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1987. – 289 с.
2. Горянин, О. И. Влияние климата и погодных условий на урожайность зерновых культур в засушливых условиях Поволжья / О. И. Горянин // Земледелие. – 2024. – № 4. – С. 19-24. – DOI: 10.24412/0044-3913-2024-4-19-24
3. Johansson, E. Plant Breeding to Mitigate Climate Change—Present Status and Opportunities with an Assessment of Winter Wheat Cultivation in Northern Europe as an Example / Johansson E., Muneer F., Prade T. // Sustainability. – 2023. – V. 15. – No. 16. – 12349. – DOI:10.3390/su151612349
4. Грабовец, А. И. Изменение климата и особенности селекции озимой мягкой пшеницы на продуктивность и адаптивность к нему / А. И. Грабовец, М. А. Фоменко // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2023. – № 1. – С. 20-25. – DOI: 10.31857/2500-2082/2023/1/20-25
5. Косенко, С. В. Адаптивный потенциал сортов озимой мягкой пшеницы в условиях Пензенской области / С. В. Косенко // Зерновое хозяйство России. – 2024. – Т. 16. – № 2. – С. 75-79. – DOI: 10.31367/2079-8725-2024-91-2-75-79
6. Дорохов, Б. А. Засуха 2018 г.: особенности и воздействие на озимую пшеницу в условиях Юго-Востока ЦЧЗ / Б. А. Дорохов, Н. М. Васильева // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4. – С. 76-80.
7. Дорохов, Б. А. Современные погодные условия и их воздействие на хозяйственные показатели озимой пшеницы / Б. А. Дорохов, Н. М. Васильева // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 11-2(38). – С. 106-111. – DOI: 10.24411/2500-1000-2019-11762
8. Морозов, Н. А. Весенне-летние засухи и урожайность озимой пшеницы в сухостепной полосе Ставрополья / Н. А. Морозов, А. И. Хрипунов // Известия Оренбургского Государственного аграрного университета. – 2022. – №4(96). – С.30-36. – DOI: 10.37670/2073-0853-2022-96-4-30-36.
9. Жученко, А. А. Экологическая генетика культурных растений как самостоятельная научная дисциплина / А. А. Жученко. – Краснодар: Просвещение–Юг. – 2010. – 485 с.
10. Рыбась, И. А. Влияние условий среды на формирование урожайности сортов озимой пшеницы / И. А. Рыбась, М. М. Иванисов, Д. М. Марченко, А. В. Кирич // Таврический вестник аграрной науки. – 2024. – № 2 (38). – С. 129-139. – DOI: 10.5281/zenodo.12200256
11. Фоменко, М. А. Особенности трансгрессивной селекции озимой пшеницы в условиях засух / М. А. Фоменко, А. И. Грабовец, Т. А. Олейникова, Е. А. Железняк // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. – №5. – С. 28-32. – DOI: 10.24411/0235-2451-2021.-10504.
12. Сухоруков, А. А. Создание и оценка сорта озимой пшеницы Альтернатива / А. А. Сухоруков, Н. Э. Бугакова, Д. О. Долженко // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36. – № 12. – С. 40-44. – DOI: 10.53859/02352451_2022_36_12_40
13. Lan, Y. Climate Change Impact on Wheat Performance—Effects on Vigour, Plant Traits and Yield from Early and Late Drought Stress in Diverse Lines. / Lan, Y., Chawade, A., Kuktaitte, R., Johansson, E. // Int. J. Mol. Sci. – 2022. – V. 23. – 3333. – DOI: 10.3390/ijms23063333
14. Самофалов, А. П. Изменение урожайности и составляющих ее элементов структуры мягкой озимой пшеницы в зависимости от условий влагообеспеченности и генотипа / А. П. Самофалов, С. В. Подгорный, О. В. Скрипка и др. // Аграрная наука. – 2023. – № 7. – С. 85-91. – DOI: 10.32634/0869-8155-2023-372-7-85-91
15. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сортарастений [Официальное издание]. – М.: Росинформагротех, 2023. – 508 с.
16. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: «Колос», 1979. – 415 с.
17. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Под редакцией М. А. Федина. – М.: «Колос», 1985. – 267 с.
18. Животков, Л. А. Биологические резервы повышения урожайности зерновых колосковых культур / Л. А. Животков. – Мироновка, 1989. – 171 с.
19. Сухоруков, А. Ф. Методы и результаты селекции пшеницы мягкой озимой на продуктивность / А. Ф. Сухоруков, А. А. Сухоруков // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17. – № 4-3. – С. 479-484.
20. Мальцева, Л. Т. Влияние засухи на хозяйственно ценные признаки яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепной зоны курганской области / Л. Т. Мальцева, Е. А. Филиппова, Н. Ю. Банникова,

- Н.В. Катаева // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2021. – № 3 (43). – С. 25-35. – DOI: 10.48136/2222-0364_2021_3_25
21. Долженко, Д. О. Генетический анализ массы 1000 зёрен у ячменя/ Д.О.Долженко, С.В.Косенко, В.И.Бобаченко // Нива Поволжья. – 2018. – № 4 (49). – С. 26-33.
22. Некрасов, Е. И. Изучение адаптивного потенциала сортов озимой мягкой пшеницы селекции Аграрного научного центра «Донской» по признаку «масса 1000 зёрен» / Е.И.Некрасов, Д.М.Марченко, М.М.Иванисов // Аграрная наука. – 2022. № 7-8. С. 142-145. – DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-142-145
24. Волкова, Л. В. Изучение эффекта гетерозиса и прогноз перспективности гибридных популяций яровой пшеницы в селекции на продуктивность и засухоустойчивость / Л.В.Волкова, О.С.Амунова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2023. – Т. 184. – № 3. – С. 41-50. – DOI: 10.30766/2072-9081.2024.25.3.340-354

IMPACT OF DIFFERENT TYPES OF DROUGHT ON THE YIELD OF COMMON WINTER WHEAT CULTIVARS DEVELOPED AT SAMARA RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE

© 2024 D. O. Dolzhenko, A. A. Sukhorukov, N. E. Bugakova

Samara Research Institute of Agriculture named after N.M. Tulaykov –
Branch of Samara Federal Research Center RAS, Samara, Russia

The results of the study of eight cultivars of common winter wheat, developed at of Samara Research Institute of Agriculture named – Branch of Samara Federal Research Center RAS, in the conditions of the steppe zone of the Middle Volga region in 2019-2021 are presented. The aim of the research was to assess the variability of yield, volume weight and thousand kernel weight under different environmental conditions, and to identify varieties resistant to abiotic stress caused by drought. The test years were contrasting in terms of hydrothermal regime. 2019 was characterized by dry spring and summer periods and an average grain yield of 1.95 t/ha. 2020 was a favorable year, with a yield level of 5.20 t/ha. In 2021, there was an air drought and heat wave at the end of the grain filling period; average yields were 3.76 t/ha. The expression of all traits was significantly ($p = 0.01$) influenced by the factors 'cultivar', 'year' and their interaction. The leading factor in the variance of grain yield and volume weight was the factor 'year' with an influence share of 93.6 and 71.3 %, respectively, whereas in the variance of the trait 'thousand kernel weight' the leading factor was the factor 'cultivar' (73.4 %). The influence of different types of drought on the formation of yield, volume weight and thousand kernel weight in the studied cultivars is assessed. Under sustained severe drought conditions in 2019, all cultivars reduced grain yields by 58-69 % compared to the favorable 2020. This year, the cultivars 'Svetoch' and 'Vyuga' were identified with average grain yields of 2.25 and 2.16 t/ha, respectively, which were 15% and 11% higher than the average cultivar level, respectively, and with yield depressions of 59% and 61%. Under the combined effects of heat and drought during the grain filling period in 2021, winter wheat reduced yields by 22-33 %. The cultivars 'Svetoch' and 'Basis' were identified with yields of 4.22 t/ha and 4.26 t/ha, respectively (12 and 13 % above the average variety level) and with yield depression of 22 % and 24 %. All cultivars reduced volume weight under drought from 2-5% in 2021 to 3-8% in 2019. The highest overall adaptability of the trait 'volume weight' was characterized by 'Bezenchukskaya 380' and 'Vyuga' cultivars with average values of 785 and 788 g/l, respectively. The maximum depression of the trait 'volume weight' (8 %) had variety 'Biryuza' in 2019. Depression of the trait 'thousand kernel weight' was observed only in the acutely dry year 2019 and ranged from 0 to 14 %. Depression in small-grained cultivars 'Bezenchukskaya 380' and 'Alternativa' was the lowest, in large-grained cultivars 'Svetoch', 'Basis' and 'Malakhit' it was the highest. At the same time, cultivars 'Svetoch', 'Basis' and 'Malakhit' steadily exceeded the average variety values by years, indicating their high potential of resistance to drought stress.

Keywords: common winter wheat (*Triticum aestivum* L.), cultivar, drought, grain yield, volume weight, thousand kernel weight.

DOI: 10.37313/2782-6562-2024-3-2-12-21

EDN: MNKCYR

REFERENCE

1. Ulanova, E. S. Metody agrometeorologicheskikh prognozov/ E. S. Ulanova, A. I. Strashnaya – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1987. – 289 s.
2. Goryanin, O. I. Vliyaniye klimata i pogodnykh usloviy na ozhainost' zernovykh kul'tur v zasushlivykh usloviyakh Povolzh'ya / O. I. Goryanin // Zemledelie. – 2024. – No. 4. – P. 19-24. – DOI: 10.24412/0044-3913-2024-4-19-24
3. Johansson, E. Plant Breeding to Mitigate Climate Change-Present Status and Opportunities with an Assessment of Winter Wheat Cultivation in Northern Europe as an Example / Johansson E., Muneer F., Prade T. // Sustainability. – 2023. – V. 15. – No. 16. – 12349. – DOI: 10.3390/su151612349
4. Grabovets, A. I. Izmeneniye klimata i osobennosti selektsionnoy zimoimiyagkoipshenitsynaproduktivnost' i adaptivnost' k nemu/ A. I. Grabovets, M. A. Fomenko // Vestnik Rossiyskogo skokhozyaystvennoinauki [Vestnik of the Russian

- Agricultural Science]. – 2023. – No. 1. – P. 20-25. – DOI: 10.31857/2500-2082/2023/1/20-25
5. Kosenko, S. V. Adaptivnyi Potentsial sortovozimoim yagkoipshenitsy v usloviyakh Penzenskoi oblasti / S. V. Kosenko // Zernovoe khozyaistvo Rossii [Grain Economy of Russia]. – 2024. – T. 16. – No. 2. – P. 75-79. – DOI: 10.31367/2079-8725-2024-91-2-75-79
 6. Dorokhov, B. A. Zasukha 2018 g.: osobennosti i vozdeistviya na ozimuyu pshenitsu v usloviyakh Yugo-Vostoka TSCZH / B. A. Dorokhov, N. M. Vasil'eva // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [The Bulletin of Michurinsk State Agrarian University]. – 2018. – No. 4. – P. 76-80.
 7. Dorokhov, B. A. Sovremennyye pogodnyye usloviya i ikh vozdeystviya na khozyaistvennyye pokazateli ozimoipshenitsy / B. A. Dorokhov, N. M. Vasil'eva // Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk [International Journal of Humanities and Natural Sciences]. – 2019. – No. 11-2(38). – P. 106-111. – DOI: 10.24411/2500-1000-2019-11762
 8. Morozov, N. A. Vesenne-letnie zasukhi i urozhainost' ozimoipshenitsy v sukhostepnoy polose Stavropol'ye / N. A. Morozov, A. I. Khripunov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – No. 4(96). – S. 30-36. – DOI: 10.37670/2073-0853-2022-96-4-30-36.
 9. Zhuchenko, A. A. Ehkologicheskaya genetika kul'turnykh rasteniikaksamostoyatel'nayanauchnaya disciplinay / A. A. Zhuchenko. – Krasnodar: prosveshcheniye. – 2010. – 485 s.
 10. Rybas', I. A. Vliyaniye usloviy sredy na formirovaniye urozhainosti sortov ozimoipshenitsy / I. A. Rybas', M. M. Ivanisov, D. M. Marchenko, A. V. Kirin // Tavricheskii vestnik agrarnoy nauki [Taurida Herald of the Agrarian Sciences]. – 2024. – No. 2 (38). – S. 129-139. – DOI: 10.5281/zenodo.12200256
 11. Fomenko, M. A. Osobennosti transgressivnoy selektsii ozimoipshenitsy v usloviyakh zasukhi / M. A. Fomenko, A. I. Grabovets, T. A. Oleinikova, E. A. Zheleznyak // Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of Science and Technology of Agroindustrial Complex]. – 2021. – T. 35. – No. 5. – P. 28-32. – DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10504.
 12. Sukhorukov, A. A. Sozdaniye i otsenka sortov ozimoipshenitsy Al'ternativa / A. A. Sukhorukov, N. E. H. Bugakova, D. O. Dolzhenko // Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of Science and Technology of Agroindustrial Complex]. – 2022. – T. 36. – No. 12. – P. 40-44. – DOI: 10.53859/02352451_2022_36_12_40
 13. Lan, Y. Climate Change Impact on Wheat Performance-Effects on Vigour, Plant Traits and Yield from Early and Late Drought Stress in Diverse Lines. / Lan, Y., Chawade, A., Kuktaite, R., Johansson, E. // Int. J. Mol. Sci. – 2022. – V. 23. – 3333. – DOI: 10.3390/ijms23063333
 14. Samofalov, A. P. Izmeneniye urozhainosti i sostavlyayuyushchikh ee elementov struktury myagkoizimoipshenitsy v zavisimosti ot usloviy vlagi i obeshchennostiigenotipa / A. P. Samofalov, S. V. Podgornyi, O. V. Skripkai dr. // Agrarnaya nauka [Agrarian Science]. – 2023. – No. 7. – S. 85-91. – DOI: 10.32634/0869-8155-2023-372-7-85-91
 15. Gosudarstvennyy reestr selektsionnykh dostizhenii, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. T. 1. Sorta rastenii [Ofitsial'noe izdanie]. – M.: Rosinformagrotekh, 2023. – 508 s.
 16. Dospikhov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniya) / B. A. Dospikhov. – M.: «Kolos», 1979. – 415 s.
 17. Metodika gosudarstvennogo sortovoy pyatyanivki skokhozyaistvennykh kul'tur / Pod redaktsiei M. A. Fedina. – M.: «Kolos», 1985. – 267 s.
 18. Zhivotkov, L. A. Biologicheskoye zervopovysheniye urozhainosti zernovykh koloskovykh kul'tur / L. A. Zhivotkov. – Mironovka, 1989. – 171 s.
 19. Sukhorukov, A. F. Metody irezul'tatov selektsii pshenitsy myagkoizimoipshenitsy na produktivnost' / A. F. Sukhorukov, A. A. Sukhorukov // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk. – 2015. – T. 17. – No. 4-3. – S. 479-484.
 20. Mal'tseva, L. T. Vliyaniye zasukhi na khozyaistvennoye nnye priznaki yarovoy myagkoipshenitsy v usloviyakh lesostepnoy zony kurganskoj oblasti / L. T. Mal'tseva, E. A. Filippova, N. YU. Bannikova, N. V. Kataeva // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – No. 3 (43). – S. 25-35. – DOI: 10.48136/2222-0364_2021_3_25
 21. Dolzhenko, D. O. Geneticheskii analiz massy 1000 zeren u yachmenya / D. O. Dolzhenko, S. V. Kosenko, V. I. Bobachenko // Niva Povolzh'ya. – 2018. – No. 4 (49). – S. 26-33.
 22. Nekrasov, E. I. Izuchenie adaptivnogo potentsiala sortov ozimoim yagkoipshenitsy selektsii Agrarnogo nauchnogo tsentra «Donskoi» po priznaku «massa 1000 zeren» / E. I. Nekrasov, D. M. Marchenko, M. M. Ivanisov // Agrarnaya nauka [Agrarian Science]. – 2022. No. 7-8. – P. 142-145. – DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-142-145
 24. Volkova, L. V. Izuchenie ehffekta geterozisa i prognoz perspektivnosti gibridnykh populatsiy yarovoy pshenitsy v selektsii na produktivnost' i zasukhou stoichivost' / L. V. Volkova, O. S. Amunova // Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii [Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding]. – 2023. – T. 184. – No. 3. – P. 41-50. – DOI: 10.30766/2072-9081.2024.25.3.340-354

Dmitry Dolzhenko, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher at the Common Wheat Breeding and Genetics Department. E-mail: ddolzhenko75@yandex.ru

Andrei Sukhorukov, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher at the Common Wheat Breeding and Genetics Department

Nadezhda Bugakova, Junior Researcher at the Common Wheat Breeding and Genetics Department.

E-mail: bugakova1987@yandex.ru