

ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ
В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯTHE SOURCES FOR SPRING SOFT WHEAT BREEDING
UNDER THE CONDITIONS OF THE ALTAI REGION

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, исходный материал, селекция, элементы структуры урожая.

Keywords: spring soft wheat, source, plant breeding, yield formula elements.

Работа направлена на изучение 95 образцов яровой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения по основным агрономическим характеристикам в условиях Алтайского края. Исследования проведены в 2018 и 2019 г. на опытном поле ФГБНУ ФАНЦА. Изучали следующие признаки: период «всходы-колошение», коэффициент продуктивной кустистости, высоту растения, количество колосков в колосе, озёрность главного колоса, массу 1000 зёрен, массу зерна главного колоса, Кхоз, урожайность, устойчивость к бурой ржавчине, устойчивость к полеганию. В результате изучения образцов яровой мягкой пшеницы выделено 6 перспективных форм с комплексом хозяйственно ценных признаков: Javelin 48, Joffre, Yandilla King, Robin's Rust Resistant, (Австралия), Самгау и Дельфи 400 (Казахстан). К главным недостаткам инорайонных генотипов в изученной коллекции следует отнести скороспелость, низкорослость, мелкозёрность и низкий Кхоз.

The research goal was to study the economic and valuable features of 95 genotypes of spring soft wheat of different eco-geographical origin under the conditions of the Altai Region. The study was carried out on the experimental field of the Federal Altai Research Center of Agro-Biotechnologies in 2018 and 2019. The following traits were studied: the days before heading stage, productive tillering, plant height, spikelets per spike, kernels per spike, thousand kernel weight, grain weight per main spike, harvest index, yield, leaf rust resistance and lodging resistance. The following six promising varieties with the complex of economic and valuable features were identified: Javelin 48, Joffre, Yandilla King, Robin's Rust Resistant (Australia), Samgau and Delphy 400 (Kazakhstan). The main disadvantages of foreign varieties are as following: earliness, low height, low thousand kernel weight and low harvest index.

Лепехов Сергей Борисович, к.с.-х.н., вед. н.с., молекулярно-генетическая лаб., Федеральный Алтайский научный центр агроботехнологий, г. Барнаул. E-mail: sergei.lepehov@yandex.ru.

Lepekhov Sergey Borisovich, Cand. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Molecular Genetic Lab., Federal Altai Research Center of Agro-Biotechnologies, Barnaul. E-mail: sergei.lepehov@yandex.ru.

Воротынцева Мария Васильевна, м.н.с., молекулярно-генетическая лаб., Федеральный Алтайский научный центр агроботехнологий, г. Барнаул. E-mail: masha.vorotintseva@yandex.ru.

Vorotyntseva Mariya Vasilyevna, Junior Staff Scientist, Molecular Genetic Lab., Federal Altai Research Center of Agro-Biotechnologies, Barnaul. E-mail: masha.vorotintseva@yandex.ru.

Ерещенко Дарья Владимировна, м.н.с., молекулярно-генетическая лаб., Федеральный Алтайский научный центр агроботехнологий, г. Барнаул. E-mail: darya.yereshchenko@mail.ru.

Yereshchenko Darya Vladimirovna, Junior Staff Scientist, Molecular Genetic Lab., Federal Altai Research Center of Agro-Biotechnologies, Barnaul. E-mail: darya.yereshchenko@mail.ru.

Введение

За последние два десятилетия в Алтайском крае достигнуты существенные результаты в плане создания лучших сибирских сортов пшеницы, отличающихся повышенным потенциалом урожайности и качеством зерна [1]. Однако контрастность климатических факторов в Приобской

лесостепи Алтайского края и их непредсказуемость в период вегетации растений являются одними из главных причин нестабильной урожайности яровой пшеницы с колебанием от 6,3 ц/га в 1997 г. до 15,7 ц/га в 2009 г. [2, 3]. В связи с этим возникает необходимость поиска сортов-доноров, несущих значительную выраженность отдельных

признаков или их сочетания, которые будут иметь особую ценность в селекции и служить в качестве исходного материала по дальнейшему совершенствованию местных форм пшеницы [4].

Целью работы являлось изучение образцов яровой мягкой пшеницы, поступившей из коллекции ВИР, по основным агрономическим характеристикам для включения их в рабочую коллекцию и осуществления селекции этой культуры в условиях Алтайского края.

Материалы и методы

Исследования проведены в 2018 и 2019 гг. на опытном поле ФГБНУ ФАНЦА. В 2018 г. изучен 51 образец яровой мягкой пшеницы из России, Киргизии, Таджикистана, Туркменистана, Узбекистана, Казахстана, Пакистана, Индии, Марокко, США, Канады, Аргентины, Чили и Австралии, в 2019 – 44 образца из России, Казахстана, Таджикистана, бывшей Югославии, Финляндии, Германии, Швеции, Италии, Португалии, Болгарии, Кении, США и Перу. Дополнительно в опыт включены 3 стандартных сорта: среднеранний Алтайская 70, среднеспелый Алтайская 100 и среднепоздний Алтайская 105 – в 2018 г. и среднеранний Алтайская 70, среднеспелый Алтайская жница и среднепоздний Степная нива – в 2019 г.

Посев осуществляли ручной сеялкой РС-1 во второй декаде мая по паровому предшественнику. Норма высева – 500 зёрен на 1 м². Ширина междурядий 0,2 м. Площадь деланки 0,36 м². Повторность однократная. Наблюдение и оценка сортов проводилась по методике ВИР [5]. Устойчивость к бурой ржавчине оценена по шкале Русакова (градация: 1, 5, 10, 25, 50, 75%). Уборка образцов осуществлялась в третьей декаде августа путём извлечения растений из почвы в фазе полной спелости. Элементы структуры урожая определяли по общепринятой методике у 10 растений каждого образца. Изучали следующие признаки растений: коэффициент продуктивной кустистости (Ккуст), высоту растения (ВР), количество колосков в колосе (ККК), озернённость главного колоса (ОЗГК), массу 1000 зёрен (МТЗ), массу зерна главного колоса (МЗГК), Кхоз, урожайность.

В целом 2018 г. можно охарактеризовать как влажный с достаточным и избыточным количеством осадков. Аномально холодный и дождливый май сменился влажным и тёплым июнем. В июле, несмотря на отсутствие дождей во второй декаде, растения не проявляли признаков угнетения от засухи. Август характеризовался небольшим дефицитом осадков в первых двух декадах. Главными лимитирующими факторами являлись полегание и интенсивное развитие листостебельных болезней. В 2019 г. наблюдался дефицит осадков в период выход в трубку – начало молочной спелости. В мае количество осадков было близко к среднемноголетнему значению. Август характеризовался высокими температурами и небольшим дефицитом осадков, что способствовало быстрому созреванию растений. Полегание посевов произошло лишь в 1-й декаде августа. Сухая и тёплая погода в середине лета подавляла развитие листостебельных болезней.

Результаты и обсуждение

Принимая во внимание тот факт, что при выборе компонента для скрещивания яркая выраженность интересующего признака будет ценна только в случае, если ею обладает форма, сформировавшая урожайность не ниже 70% к стандарту [6], в таблицах 1 и 2 представлены и обсуждаются только такие генотипы.

Длительность межфазных периодов принадлежит к одному из мощных средств приспособления растений к условиям среды. В Сибири среднеспелые и среднепоздние генотипы имеют более высокий потенциал продуктивности, чем скороспелые [7]. В нашем исследовании практически все скороспелые и среднеранние образцы инорайонного происхождения, за исключением сорта Indexa в 2018 г., Лютесценс 1094/д 569, Лютесценс 96, Лютесценс 1050, Лютесценс 544, Лютесценс 713 в 2019 г., обладали рядом неудовлетворительных особенностей (невысокая биомасса, изреженность, низкая продуктивность колоса) и, в конечном счёте, низкой урожайностью. В связи с этим такие образцы имеют невысокую ценность в селекционных программах на скороспелость.

Основная масса испытываемых образцов характеризовалась меньшими, по сравнению со стандартами, коэффициентами продуктивной кустистости. К образцам, превзошедшим стандарт по данному признаку хотя бы на 15%, в 2018 г. относились: KG PF 4613 (2,96), Самгау (2,74), в 2019 г. – Minn 2059 (3,39), Лютесценс 544 (2,92), Лютесценс 713 (2,87), Первенец (2,71), Целиноградка (2,28), Читинская 1 (2,47), Дельфи 400 (3,26) (табл. 1, 2).

При засухе в первой половине вегетации, часто проявляющейся в Сибири, высота растения обычно тесно коррелирует с засухоустойчивостью сорта, а низкорослые и карликовые сорта имеют ограниченную ценность при создании засухоустойчивых сортов. Вместе с короткостебельностью, обусловленной одним из генов Rht, расте-

ниям яровой мягкой пшеницы привносится меньшая приспособленность к условиям выращивания в Западной Сибири [8]. Высота растения может быть ассоциирована с более глубокой и разветвлённой корневой системой [9]. Лишь сорт Славгородская 6 (106 см) достоверно превзошёл стандарт по высоте растения в 2019 году. Все остальные сортообразцы были либо на уровне, либо ниже стандартов (табл. 1, 2).

С высотой растений тесно связана устойчивость к полеганию. Максимальная устойчивость к полеганию (5 баллов) в 2018 г. отмечена у к-40623 и Robin's Rust Resistant, в 2019 г. – у Hybrid Comodoro×Acciaio и 57/1 A2 22. Однако данные сортообразцы характеризовались низкорослостью и достоверно уступали стандартам по высоте растения.

Таблица 1

Морфобиологические параметры лучших образцов яровой мягкой пшеницы коллекции ВИР, поступившей в 2018 г.

Сорт	Ккуст	ВР, см	ККК, шт.	ОЗГК, шт.	МТЗ, г	МЗГК, г	Кхоз, %	Урожайность, г/м ²
Среднеранние и скороспелые сорта								
Алтайская 70, стандарт	1,96	96	16,2	25,1	38,6	0,96	34,2	619
Indexa	1,98	84	12,4	27,1	32,5	0,88	36,1	512
Среднеспелые сорта								
Алтайская 100, стандарт	2,30	106	14,0	24,6	34,5	0,85	31,9	427
Minister Red A	2,28	97	14,9	26,2	30,3	0,83	35,1	438
к-25183	2,31	62	13,5	25,3	32,4	0,80	42,4	450
Tipo Duro Grado 1	1,88	98	13,6	22,4	27,7	0,63	27,3	343
KG PF 4613	2,96	86	15,4	25,0	30,1	0,76	31,6	324
к-40623	2,09	60	12,6	30,6	23,0	0,71	38,5	363
Мильтурум 45	2,40	106	16,2	24,6	20,5	0,53	24,3	463
Javelin 48	1,84	108	17,0	29,1	31,6	0,98	26,7	428
Vokal	1,93	66	12,2	23,2	33,2	0,77	42,4	375
Карагандинская 60	2,33	100	14,3	21,8	32,3	0,72	30,7	505
Самгау	2,74	90	14,6	28,2	38,7	1,11	38,5	568
Среднепоздние сорта								
Алтайская 105, стандарт	2,87	111	17,6	28,1	37,0	1,05	32,5	508
Joffre	2,52	107	17,1	34,2	41,0	1,42	34,9	729
Pusa 50-5	1,75	118	16,0	27,3	36,8	1,03	27,9	566
Yandilla King	1,85	102	17,0	35,9	37,4	1,36	36,2	504
Robin's Rust Resistant	2,13	82	13,6	26,7	41,1	1,11	42,7	512
Summit	2,60	92	14,1	24,5	36,7	0,91	36,5	542
НСР₀₅	-	8	1,3	5,7	5,2	0,24	-	-

Морфобиологические параметры лучших образцов яровой мягкой пшеницы коллекции ВИР, поступившей в 2019 г.

Сорт	Ккуст	ВР, см	ККК, шт.	ОЗГК, шт.	МТЗ, г	МЗГК, г	Кхоз, %	Урожайность, г/м ²
Среднеранние и скороспелые сорта								
Алтайская 70, стандарт	2,46	95	13,7	27,8	45,3	1,26	39,3	350
Minn 2059	3,39	78	11,8	27,6	41,3	1,14	37,1	251
Лютесценс 96	2,24	92	11,6	21,8	39,9	0,87	37,9	419
Лютесценс 1050	2,41	92	11,5	26,2	39,9	1,05	38,5	397
Лютесценс 544	2,92	91	11,2	19,3	43,5	0,84	35,4	266
Лютесценс 713	2,87	90	12,0	26,4	40,6	1,07	39,1	307
Среднеспелые сорта								
Алтайская жница, стандарт	1,95	96	13,3	27,4	39,0	1,07	38,0	456
Первенец	2,71	94	14,7	30,0	32,7	0,98	27,3	371
Целиноградка	2,28	95	13,9	24,7	39,0	0,96	35,4	409
Славгородская 6	2,15	106	11,9	21,3	43,1	0,92	30,4	372
Читинская 1	2,47	92	12,7	23,0	34,1	0,78	34,0	323
Дельфи 400	3,26	91	12,8	25,9	42,2	1,09	33,1	364
Среднепоздние сорта								
Степная нива, стандарт	2,03	94	13,4	25,6	42,4	1,09	37,1	531
Hybrid Compodoro×Acciaio	1,38	60	16,7	44,7	31,1	1,39	36,6	264
57/1 A2 22	1,86	57	13,6	34,1	35,9	1,23	32,6	263
НСР₀₅	-	8	1,3	6,2	5,6	0,26	-	-

Признак «количество колосков в колосе» тесно связан с его озернённостью, и с каждым новым периодом сортосмены величина первого признака увеличивается [10]. Достоверно превзошли стандарты по количеству колосков в колосе в 2018 г. KG PF 4613 (15,4 шт.), Мильтурум 45 (16,2 шт.) и Javelin 48 (17,0 шт.), в 2019 г. – Первенец (14,7 шт.) и Hybrid Compodoro×Acciaio (16,7 шт.).

Преимущество лучших сортов по продуктивности главного колоса в засушливых условиях в значительной мере обусловлено его озернённостью [11]. Достоверно превзошли стандарты по озернённости главного колоса в 2018 г. к-40623 (30,6 шт.), Joffre (34,2 шт.) и Yandilla King (35,9 шт.), в 2019 г. – Hybrid Compodoro×Acciaio (44,7 шт.) и 57/1 A2 22 (34,1 шт.).

Ни один из рассматриваемых сортов статистически значимо не превысил значение стандартов

по массе 1000 зёрен. Тем не менее к наиболее крупнозёрным образцам можно отнести Самрай (38,7 г), Joffre (41,0 г), Yandilla King (37,4 г), Robin's Rust Resistant (41,1 г), Целиноградку (39,0 г), Славгородскую 6 (43,1 г).

В условиях засухи масса зерна главного колоса вносит решающий вклад в продуктивность растения, так как дополнительные побеги кущения «сбрасываются» либо оказываются непродуктивными [6]. В средах с дефицитом осадков трудно обнаружить генетическое разнообразие и выделить источники высокого значения данного признака по причине его значительной модификационной изменчивости. В изучаемом наборе генотипов зафиксировано достоверное превышение над стандартами в 2018 г. у Самрай (1,11 г), Joffre (1,42 г) и Yandilla King (1,36 г), а в 2019 г. – у Hybrid Compodoro×Acciaio (1,39 г).

Коэффициент хозяйственного использования фотосинтеза (Кхоз) может служить косвенным показателем засухоустойчивости испытываемых форм. Если тот или иной генотип обнаруживает высокий Кхоз по сравнению с аналогичным по спелости стандартом, то это служит указанием на более активную работу растения и прежде всего его ассимиляционного аппарата в период налива [12]. К сортообразцам с уборочным индексом более 40% принадлежат к-25183, Vokal, Robin's Rust Resistant (табл. 1).

В 2018 г. наблюдалась эпифитотия бурой ржавчины, что позволило оценить устойчивость сортов мягкой пшеницы к этой болезни. Наибольшей полевой устойчивостью обладали: Minister Red A, Pusa 50-5, Robin's Rust Resistant, Summit (10%), Tipo Duro Grado 1 (5%) и Joffre (1%).

Заключение

В результате изучения 95 образцов яровой мягкой пшеницы по основным морфобиологическим характеристикам выделено 6 перспективных форм, которые можно использовать как для включения в рабочую коллекцию для дальнейшего изучения, так и в качестве источников селекционно-ценных признаков при создании новых сортов. К таким сортообразцам, сочетающим комплекс хозяйственно ценных признаков, относятся: Javelin 48, Joffre, Yandilla King, Robin's Rust Resistant, (Австралия), Самгау и Дельфи 400 (Казахстан). К главным недостаткам инорайонных генотипов в изученной коллекции, значительно снижающих их пригодность для селекции, следует отнести скороспелость, низкорослость, мелкозёрность и низкий Кхоз.

Библиографический список

1. Коробейников Н. И. Сорта и линии Казахстанско-Сибирского питомника (КАСИБ) как перспективный исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы в Алтайском крае / Н. И. Коробейников. – Текст: непосредственный // *Аграрная наука – сельскому хозяйству: XI Международная научно-практическая конференция*

(4-5 февр. 2016 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2016. – Кн. 2. – С. 125-128.

2. Валекжанин, В. С. Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Приобской лесостепи Алтайского края / В. С. Валекжанин. – Текст: непосредственный // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2019. – № 1 (171). – С. 5-10.

3. Зиборов, А. И. Исходный материал в селекции яровой мягкой и твёрдой пшеницы на адаптивность / А. И. Зиборов, В. С. Валекжанин. – Текст: непосредственный // *Достижения науки и техники АПК*. – 2015. – Т. 29. – № 6. – С. 31-34.

4. Пискарев, В. В. Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Новосибирской области / В. В. Пискарев, Е. В. Зуев, А. Н. Брыкова. – Текст: электронный // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2018. – № 22 (7). – С. 784-794. – doi: 10.18699/VJ18.422.

5. Изучение мировой коллекции пшеницы: методические указания / под редакцией В. Ф. Дорофеева. – Ленинград, 1984. – 25 с. – Текст: непосредственный.

6. Ильина, Л. Г. Селекция яровой мягкой пшеницы на Юго-Востоке / Л. Г. Ильина. – Саратов, 1989. – 134 с. – Текст: непосредственный.

7. Morgounov A., Trethowan R. (2008). Avenues to increase yield potential of short season, high latitude wheat in Northern Kazakhstan and Siberia. *International symposium on wheat yield potential: Challenges to international wheat breeding*. Mexico, D.F.: CIMMYT. P. 161-166.

8. Лихенко, И. Е. Отрицательные эффекты некоторых генов (признаков) мягкой пшеницы / И. Е. Лихенко, Н. Н. Лихенко. – Текст: непосредственный // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. – 2009. – № 5 (197). – С. 27-33.

9. Mwadzingeni L., Shimelis H., Tesfay S., Tsilo T.J. (2016). Screening of Bread Wheat Genotypes for Drought Tolerance Using Phenotypic and Proline Analyses. *Front. Plant Sci.* 7 (1276). doi: 10.3389/fpls.2016.01276.

10. Захаров В. Г. Изменение урожайности и элементов ее структуры у сортов яровой пшеницы разных периодов сортосмены / В. Г. Захаров,

О. Д. Яковлева. – Текст: непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29, № 10. – С. 53-57.

11. Коробейников, Н. И. Основные параметры моделей сортов яровой мягкой пшеницы для степных зон Алтайского края / Н. И. Коробейников. – Текст: непосредственный // Современные проблемы и достижения аграрной науки в животноводстве и растениеводстве: юбилейная Международная научно-практическая конференция. – Барнаул, 2003. – С. 27-31.

12. Кумаков, В. А. Некоторые физиологические особенности засухоустойчивых сортов яровой пшеницы и проса саратовской селекции / В. А. Кумаков, К. М. Кузьмина, Е. В. Кожемякин, В. В. Каменский. – Текст: непосредственный // Повышение засухоустойчивости зерновых культур: сборник научных трудов. – Москва: Колос, 1970. – 223 с.

References

1. Korobeynikov N.I. Sorta i linii Kazakhstansko-Sibirskogo pitomnika (KASIB) kak perspektivnyy iskhodnyy material dlya selektsii yarovoy myagkoy pshenitsy v Altayskom krae // Agrarnaya nauka – selskomu khozyaystvu: sbornik statey: v 3 kn. / XI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (4-5 fevralya 2016 g.). – Barnaul: RIO Altayskogo GAU, 2016. – Kn. 2. – S. 125-128.

2. Valekzhanin V.S. Iskhodnyy material dlya selektsii yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh Priobskoy lesostepi Altayskogo kraya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – No. 1 (171). – S. 5-10.

3. Ziborov A.I., Valekzhanin V.S. Iskhodnyy material v selektsii yarovoy myagkoy i tverdoy pshenitsy na adaptivnost // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2015. – Т. 29. – No. 6. – С. 31-34.

4. Piskarev V.V., Zuev E.V., Brykova A.N. Iskhodnyy material dlya selektsii yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh Novosibirskoy oblasti // Vavi-

lovskiy zhurnal genetiki i selektsii. – 2018. – No. 22 (7). – S. 784-794. – doi: 10.18699/VJ18.422.

5. Izuchenie mirovoy kollektzii pshenitsy // metodicheskie ukazaniya pod red. V.F. Dorofeeva. – L., 1984. – 25 s.

6. Ilina L.G. Seleksiya yarovoy myagkoy pshenitsy na Yugo-Vostoke. – Saratov, 1989. – 134 s.

7. Morgounov A., Trethowan R. (2008). Avenues to increase yield potential of short season, high latitude wheat in Northern Kazakhstan and Siberia. International symposium on wheat yield potential: Challenges to international wheat breeding. Mexico, D.F.: CIMMYT. P. 161-166.

8. Likhenko I.E., Likhenko N.N. Otritsatelnye efekty nekotorykh genov (priznakov) myagkoy pshenitsy // Sibirskiy vestnik selskokhozyaystvennoy nauki. – 2009. – No. 5 (197). – S. 27-33.

9. Mwadzingeni L., Shimelis H., Tesfay S., Tsilo T.J. (2016). Screening of Bread Wheat Genotypes for Drought Tolerance Using Phenotypic and Proline Analyses. *Front. Plant Sci.* 7 (1276). doi: 10.3389/fpls.2016.01276.

10. Zakharov V.G., Yakovleva O.D. Izmenenie urozhaynosti i elementov ee struktury u sortov yarovoy pshenitsy raznykh periodov sortosmeny // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2015. – Т. 29. – No. 10. – С. 53-57.

11. Korobeynikov N.I. Osnovnye parametry modeley sortov yarovoy myagkoy pshenitsy dlya stepnykh zon Altayskogo kraya // Sovremennye problemy i dostizheniya agrarnoy nauki v zhivotnovodstve i rastenievodstve: Yubil. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Barnaul, 2003. – С. 27-31.

12. Kumakov V.A., Kuzmina K.M., Kozhemyakin E.V., Kamenskiy V.V. Nekotorye fiziologicheskie osobennosti zasukhoustoychivyykh sortov yarovoy pshenitsy i prosa saratovskoy selektsii // Povyshenie zasukhoustoychivosti zernovykh kultur: Sb. nauch. tr. – M.: Kolos, 1970. – 223 s.

