

Список литературы

- 1 Нихайчик Г.Ю. Биологические особенности сортов яблони в стланцево-кустовидной форме в условиях умеренно-засушливой и колючей степей Алтайского Приобья: диссертация ... кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.05 / Г.Ю. Нихайчик : [Место защиты: Алт. гос. аграр. ун-т]. Барнаул. 2011. 132 с.
- 2 Челебиев Э. Ф., Хозяйственно-биологическая оценка сортов и форм яблони для селекции и промышленного выращивания : автореферат дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.05 / Э.Ф. Челебиев; [Место защиты: Ордена Трудового Красного знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН]. Ялта, 2021. 23 с.
- 3 Седов Е.Н., Красова Н.Г., Янчук Т.В., Корнеева С.А., Галашева А.М. Сорта яблони народной селекции и их роль в совершенствовании сортимента. Садоводство и виноградарство. 2020;(2):14–20. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2020-2-14-20>
- 4 Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф., Моксина Н.В., Репях М.В. Селекция яблони в Ботаническом саду им. Вс.М. Крутовского. Красноярск: СибГТУ, 2006. 357 с.
- 5 Кириллов М.В. Природа Красноярск и его окрестностей. Красноярск. Красноярское книжное издательство, 1988, 149 с.
- 6 Мамаев А.С. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства *Pinaceae* на Урале) // Успех интродукции растений. М.: Наука, 1973. 283 с.
- 7 Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. (Под общей редакцией академика РАСХН Е. Н. Седова и доктора сельскохозяйственных наук Т.П. Огольцовой.) Орел: Изд-во Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур, 1999. С. 608.

DOI 10.18699/GPB2024-57

Адаптивная селекция пшеницы мягкой яровой для условий Западной Сибири и Омской области

*Мухордова М.Е. *, Белан И.А., Россеева Л.П., Блохина Н.П., Мухина Я.В., Пахотина И.В., Пугачева Н.С.*

Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

**email: mukhordova@anc55.ru*

В статье отражены результаты испытания сортообразцов пшеницы мягкой яровой «Омский АНЦ» питомника КСИ 2020–2022 гг. Выделены генотипы, превышающие стандарты по хозяйственно ценным признакам. Методом ПЦР выявлены гены короткостебельности, устойчивости к ржавчине и качества зерна.

Ключевые слова: селекция, мягкая пшеница, короткостебельность.

Adaptive breeding of spring bread wheat for the conditions of Western Siberia and Omsk region

*Mukhordova M.E. *, Belan I.A., Rosseeva L.P., Blokhina N.P., Mukhina Ya.V., Pakhotina I.V., Pugacheva N.S.*

Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russia

**email: mukhordova@anc55.ru*

The article reflects the results of testing of varietal samples of soft spring wheat "Omsk ASC" of the KSI nursery 2020-2022. Genotypes exceeding the standards for economically valuable traits have been identified. The PCR method revealed the genes of short-stem, rust resistance and grain quality.

Key words: selection, soft spring wheat, short-stem.

Пшенице принадлежит одно из ведущих мест в зерновом балансе России. Выведение и внедрение в производство новых сортов пшеницы, сочетающих высокую урожайность и качество зерна, устойчивость к засухе и болезням, является наиболее дешевым и эффективным средством повышения урожайности данной культуры. Сочетание этих свойств в одном генотипе достигается планомерной селекционной работой – от подбора исходного материала для включения в гибридизацию до выделения лучших сортообразцов в питомнике КСИ, используя комплекс методов для анализа полученных данных [1–5].

Полевые исследования (2020–2022 гг.) выполнены на полях лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы на базе ФГБНУ «Омский АНЦ» в зоне южной лесостепи Омской области.

По метеорологическим условиям 2020 и 2021 гг. характеризовались сухими по увлажнению (ГТК май-август = 0,59 и 0,60 соответственно), а 2022 г. – засушливым (ГТК май-август = 1,00). Погодные условия 2021 и 2022 гг. были неблагоприятным для развития бурой и стеблевой ржавчины.

Объектом исследований служили 14 сортообразцов пшеницы мягкой яровой. По продолжительности периода вегетации генотипы разделены: среднеранние – 4 сортообразца (St – Памяти Азиева), по 5 сортообразцов среднеспелых (St – Дуэт) и среднепоздних (St – Элемент 22).

Наблюдения и учёты проводились в соответствии с Методикой ГСИ [6]. Поражаемость форм в полевых условиях к листостебельным патогенам оценивали по международной шкале [7]. Учеты проводили в динамике и рассчитывали индекс устойчивости (ИУ) [8].

С целью объективной характеристики сортообразцов по урожайности рассчитывали показатели: реализация потенциала продуктивности, фактор стабильности (S.F.) и размах урожайности (d) [9].

Для идентификации генов устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине, аллелям генов фотопериода и короткостебельности использовали методы молекулярной генетики. Технологические свойства определяли в лаборатории качества зерна.

Период вегетации у среднеранних сортообразцов, независимо от условий выращивания, равнялся 81 суткам. В 2020 г. (массовое развитие листостебельных патогенов), короткий вегетационный период (72 суток) был у восприимчивого стандарта Памяти Азиева (ИУ=0,9–1,0). Сортообразцы, характеризующиеся высоким уровнем устойчивости к этим патогенам (ИУ=0,05–0,31), созрели на 8–10 суток

позднее. В 2021 и 2022 гг. (поражение ржавчинными патогенами не наблюдалось) стандарт созрел на 5 суток позже (77 суток), а у сортообразцов период вегетации был значительно меньше.

В группе среднеспелых генотипов по вегетационному периоду самым коротким в 2020 г. был стандарт Дуэт (75 суток), который восприимчивый к стеблевой ржавчине, а в 2021 и 2022 гг. его продолжительность равнялась 82 и 81 суткам соответственно. У сортообразцов, характеризующихся устойчивостью к ржавчинным патогенам (ИУ=0,05–0,27), период вегетации составил 78–85 суток.

В группе среднепоздних сортообразцов по вегетационному периоду самым продолжительным в 2020 г. был стандарт Элемент 22 (84 суток), который проявлял высокий уровень устойчивости к стеблевой ржавчине, а в 2021 и 2022 гг. его продолжительность равнялась 88 суткам. У выделенных сортообразцов, характеризующихся устойчивостью к ржавчинным патогенам (ИУ=0,08–0,35), независимо от года период вегетации варьировал от 84–88 суток.

За годы исследований урожайность генотипов зависела как от метеорологических условий, так и устойчивости к заболеваниям (см. таблицу).

Показатели урожайности и стабильности сортообразцов пшеницы мягкой яровой, питомник КСИ, 2020–2022 гг.

Сортообразец /Год	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Средняя	Коэффициент вариации (Cv), %	Реализация потенциала продуктивности, %	Фактор стабильности (S.F.)	Размах урожайно- сти (d), %
Среднеранняя группа спелости								
Памяти Азиева	2,52	4,49	2,57	3,19	35,1	71,2	1,8	43,8
Лют. 7/10-5	6,22	5,17	3,70	5,03	25,1	80,9	1,7	40,5
Лют. 15/10-4	5,67	5,37	3,71	4,92	21,5	86,7	1,5	34,6
Лют. 71/10-5	5,51	4,86	3,22	4,53	26,1	82,2	1,7	41,6
Лют. 234/10-1-9	5,80	5,24	3,23	4,76	28,4	82,1	1,8	44,3
Средняя	5,80	5,16	3,47	4,81				
НСР	0,58	0,56	0,36					
Среднеспелая группа спелости								
Дуэт	2,09	4,36	3,08	3,17	35,8	72,9	2,1	52,0
ДГ. 50-23	5,22	4,90	2,76	4,29	31,2	82,2	1,9	47,1
Лют. 205/12-5	6,32	5,43	3,58	5,11	27,3	80,9	1,8	43,3
Лют. 242/13-10	5,86	5,57	3,20	4,88	29,9	83,2	1,8	45,3
Лют. 243/13-4	5,57	5,11	3,21	4,63	27,0	83,2	1,7	42,3
Лют. 87/16-2	5,53	4,68	3,26	4,49	25,5	81,2	1,7	41,0
Средняя	5,70	5,14	3,20	4,68				
НСР	0,27	0,43	0,41					
Среднепоздняя группа спелости								
Элемент 22	4,63	4,42	3,12	4,06	20,20	87,6	1,5	32,7
Лют. 15/10-1-24	6,59	4,90	2,87	4,79	38,88	72,6	2,3	56,4
Лют. 152/10-5	5,56	4,33	2,81	4,23	32,58	76,1	2,0	49,5
Лют. 224/13-1	5,84	3,99	2,46	4,10	41,28	70,2	2,4	57,8
Лют. 15/16-17	7,27	6,09	4,27	5,88	25,77	80,8	1,7	41,3
Лют. 188/16-9	6,63	5,99	3,55	5,39	30,18	81,3	1,9	46,5
Средняя	6,00	4,41	2,71	4,37				
НСР	0,37	0,45	0,47					

По результатам изучения среднеранних форм выявлено, что урожайность стандарта Памяти Азиева сильно варьировала по годам ($C_v=35,1\%$), реализация потенциала продуктивности составила $71,2\%$. Сортообразцы характеризовались более высоким уровнем потенциальной продуктивности $80,9\text{--}86,7\%$, а также имели меньшую изменчивость этого признака $21,5\text{--}28,4\%$. При расчете показателей фактора стабильности (S.F.) и размаха урожайности (d) установлено, что Лютесценс 7/10-5 и Лютесценс 15/10-4 имели минимальные значения 1,7 и 1,5; 40,5 и 34,6 % соответственно.

В группе среднеспелых генотипов урожайность стандарта Дуэт сильно варьировала ($C_v=35,8\%$), реализация потенциала продуктивности составила $87,6\%$. Сортообразцы Лютесценс 205/12-5 и Лютесценс 242/13-10 за годы изучения превысили стандарт Дуэт на 1,94 т/га и 1,71 т/га соответственно. При расчете показателей фактора стабильности (S.F.) и размаха урожайности (d) установлено, что сортообразцы Лютесценс 205/12-5 и Лютесценс 242/13-10 имели самые минимальные значения 1,8; 43,5 и 45,3 % соответственно.

В группе среднепоздних сортообразцы превысили по урожайности стандарт Элемент 22 на $0,73\text{--}1,82$ т/га. Урожайность стандарта характеризовалась средним варьированием ($CV = 20,2\%$), и реализация потенциала продуктивности составила $87,6\%$. При расчете показателей фактора стабильности (S.F.) и размаха урожайности (d) выявлено, что сортообразцы Лютесценс 15/16-17 и Лютесценс 188/16-9 имели минимальные значения 1,7 и 1,9; 41,3 и 46,5 % соответственно.

Таким образом, анализ данных урожайности показал, что среднеранние генотипы Лютесценс 7/10-5 и Лютесценс 15/10-4, среднеспелые Лютесценс 205/12-5 и Лютесценс 242/13-10, среднепоздние Лютесценс 15/16-17 и Лютесценс 188/16-9 обладают более высоким уровнем экологической устойчивости.

По результатам ПЦР-анализа сортообразцов было установлено Лютесценс 205/12-5 и Лютесценс 188/16-9 имеют в своем генотипе аллель *Rht8b* (174 п.н.), что указывает на среднестебельность данных образцов. Изучаемые генотипы также были протестированы на фотонейтральность (гены *Ppd-1*). Во всех испытуемых формах в геноме А была выявлена аллель нечувствительности *Ppd Ala* (338 п.н.). Три сортообразца имели в генетическом профиле гетерозиготное состояние аллелей *Ppd D1*, которые не проявляли максимальную экспрессию. Лютесценс 242/13-10 содержал в своем генотипе аллель чувствительности к фотопериоду (*Ppd D1b*). В связи с этим анализируемые сортообразцы адаптированы к длинному дню зоны Западной Сибири.

Генотипы были диагностированы на наличие аллельных состояний локусов генов качества клейковины *Glu-1*. По всем трем геномам данные образцы показали присутствие аллелей высокомолекулярных глютеинов, ассоциированных с высоким качеством зерна и имели набор аллелей *Glu-A1b*, *Glu-B1b*, *Glu-D1d*. Такое соче-

тание субъединиц ВМСГ указывает на то, что данные сортообразцы могут быть донорами высокого хлебопекарного качества.

Идентификация перспективных форм на наличие генов *Sr25*, *Sr31* и *Sr32* показала, что три изученных сортообразца Лютесценс 205/12-5, Лютесценс 242/13-10 и Лютесценс 15/16-1 имели в своих геномах сочетание сразу двух траслокаций – пшенично-ржаную *IRS.1BL* с генами устойчивости *Lr26/Sr31* и пшенично-пырейную *7DL-7Ai* с генами *Lr19/Sr25*. Лютесценс 188/16-9 содержал один комплекс генов *Lr26/ Sr 31*. В этих генотипах имеется ген *Sr32*.

Оценка образцов среднеранней группы на хлебопекарное качество выявила, что линии Лютесценс 7/10-5, 71/10-5 и 234/10-1-9 уступили стандарту Памяти Азиева на 26-32 г/л по натуре зерна. Лютесценс 15/10-4 достоверно превысил стандарт по содержанию белка в зерне на 0,35 %, силе муки на 117 10-4J и объёму хлеба на 87 см³. Максимальная сила муки у Лютесценс 234/10-1-9.

В среднеспелой группе выделилась линия 87/16-2, которая по содержанию белка и объёму хлеба оказалась на 2,6% и 287 см³ выше стандарта. Дигапроид 50-23 с максимально упругой (132 мм) и сильной клейковиной (618 10-4J) по объёму хлеба оказался на уровне стандарта. Лютесценс 205/12-5 и Лютесценс 242/13/10 с натурой зерна 1 класса, отличаясь лучшей реологией теста, превысили сорт Дуэт и по объёму хлеба на 167 см³.

Среднепоздние генотипы не достигли уровня сорта Элемент 22 по натуре и содержанию белка в зерне, но отличались лучшими физическими свойствами теста и качеством хлеба. Выделилась линия Лютесценс 188/16-9 с высокими реологическими свойствами теста и объёмом хлеба на 130–255 см³ выше сравниваемых образцов, за исключением линии Лютесценс 152/10-5. Лютесценс 15/16-17 с отличными реологическими свойствами теста уровня улучшителя, превысил Элемент 22 по объёму хлеба на 125 см³.

Финансирование: Исследование выполнено в рамках проекта Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания (№ 0797-2019-0008).

Список литературы

- 1 Койшибаев М. Болезни пшеницы. Анкара, 2018. 365с.
- 2 Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений как самостоятельная научная дисциплина. Теория и практика. Краснодар: Просвещение-Юг, 2010. 485 с.
- 3 Гончаров П.Л., Стёпочкин П.И., Немцев Б.Ф., Гончаров Н.П. Пути создания генотипов пшеницы, адаптированных к изменяющимся условиям климата Сибири. Наука и образование. 2013. № 2 (70). С. 112–116.
- 4 Першина Л.А., Белова Л.И., Трубочеева Н.В., Осадчая Т.С., Шумный В.К., Белан И.А., Россеева Л.П., Немченко В.В., Абакумов С.Н. Аллоплазматические рекомбинантные линии (*H. vulgare*)-*T. aestivum* с транслокацией *IRS.1BL*: исходные генотипы для создания сортов мягкой пшеницы. // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. № 22(5). С. 544–552. DOI 10.18699/VJ18.393

- 5 Хлесткина Е.К. Стратегия новой «зеленой революции» в селекции пшеницы: к юбилею академика РАН Людмилы Андреевны Беспаловой // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022. № 183(1). С. 254–258. DOI:10.30901/2227-8834-2022-1-254-258
- 6 Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. М. 1988. 121 с.
- 7 Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах членов СЭВ. Прага. 1988. 321 с.
- 8 Коваленко Е.Д., Коломиец Т.М., Киселева М.И., Жемчужина А.И., Смирнова Л.А., Щербик А.А. Методы оценки и отбора исходного материала при создании сортов пшеницы устойчивых к бурой ржавчине. Методические рекомендации ВНИИФ, М., 2012. 93 с.
- 9 Барковская Т.А., Гладышева О.В., Кокорева В.Г. Сравнительный анализ нового сорта яровой мягкой пшеницы Арсея с районированными сортами // Зерновое хозяйство России. 2022. № 1(79). С. 30–34. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-30-34.

DOI 10.18699/GPB2024-58

Характеристика waxy-линий озимой пшеницы в Центральном Нечернозёмном районе

Нагайцев Д.В.

*Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева
email: rainbowdash1818@yandex.ru*

В 2022 году на опытной полевой станции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева было проведена оценка урожайности, элементов структуры урожая и качество хлеба из зерна вакси сортов озимой пшеницы.

Ключевые слова: озимая пшеница, урожайность, структура урожая, показатели качества, вакси.

Characteristic of winter wheat waxy lines in the central region

Nagaytsew D.V.

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy
email: rainbowdash1818@yandex.ru*

In 2022, at the experimental field station of the Moscow Timiryazev Agricultural Academy, an assessment was carried out of the yield and elements of the structure of the harvest of waxy varieties of winter wheat.

Key words: winter wheat, yield, crop structure, quality indicators, waxy.

Качество клейковины и крахмала являются одними из многих факторов, определяющими хлебопекарные качества пшеницы. Физические свойства клейковины напрямую связаны с входящими в состав белками – глинами и глютелинами, относящиеся к запасным белкам [1].