

УДК 633.111.1:575.22

В.В. ПИСКАРЕВ, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией,
Н.И. БОЙКО, младший научный сотрудник

*Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции –
филиал Института цитологии и генетики СО РАН*

630501, Новосибирская область, пос. Краснообск

e-mail: piskaryov_v@mail.ru

ПОЛИМОРФИЗМ ГЛИАДИНКОДИРУЮЩИХ ЛОКУСОВ СОРТООБРАЗЦОВ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ СИБИРСКОГО ГЕНОФОНДА

Составлены индивидуальные белковые формулы глиадинкодирующих локусов сортов мягкой яровой пшеницы, сохраняемых в сибирском генофонде, на основе полученных спектров запасных белков. Материалом для исследования служили 139 сортов и линий, сохраняемые в коллекции Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции. Образцы изучали по выраженности количественных признаков в 2011–2013 гг. Среди изученных сортов 14 характеризуются отсутствием полиморфизма в локусах, что свидетельствует о линейности сортов. У остальных сортов по ряду локусов наблюдали полиморфизм. Сорта Омская 20, Омская 24, Саратовская 29 и Саратовская 58 состояли из двух биотипов. В результате оценки урожайности и выраженности количественных признаков изученных сортобразцов выделены источники высокой выраженности признаков: массы 1000 зерен – Тюменская 80; массы зерна колоса – Омская 24; длины стебля – Новосибирская 67, Омская 20, Саратовская 68; урожайности – Омская 29. Сорт Омская 24 достоверно превысил средние значения по 5 изученным признакам (масса зерна колоса, число зерен колоса, число колосков колоса, число зерен и число зерен колоска). Сорт Саратовская 68 достоверно превысил средние значения по 5 признакам (длина стебля, число продуктивных стеблей, масса зерна растения, число зерен растения, число зерен колоска). При сопоставлении белковых формул сортов и выраженности количественных признаков изученных сортов не выявлены взаимосвязи аллелей глиадинкодирующих локусов с выраженностью изученных признаков.

Ключевые слова: мягкая яровая пшеница, глиадин, локус, белковая формула, генофонд, паспортизация сортов.

В результате многолетнего изучения мировой коллекции ВИР, селекционных линий и сортов, созданных в научно-исследовательских учреждениях Сибири и Дальнего Востока, а также сборов местных видов дикорастущих растений в Сибирском научно-исследовательском институте растениеводства и селекции (СибНИИРС) сформирован уникальный сибирский генофонд наиболее адаптированных к местным условиям сортобразцов сельскохозяйственных растений, обладающих рядом хозяйственно ценных признаков, обеспечивающих стабильное получение высокого урожая. В настоящее время в генофонде сохраняется более 9 тыс. образцов зерновых и зернобобовых культур [1].

Паспортизация и идентификация генотипов – актуальная задача в селекционной работе. Основа классификации и идентификации – наличие изменчивости, т.е. генетического полиморфизма. В большинстве случаев идентификацию сортов, линий и гибридов проводят по морфологическим признакам. Но по ним не всегда удастся дифференцировать близкие по происхождению образцы, выявить скрытую генетическую изменчивость и осуществить контроль однородности исходного материала. Кроме того, число морфологических признаков ограничено и они не всегда стабильны [2].

Для паспортизации сортов пшеницы можно использовать как ДНК маркеры, наиболее информативные SSRP маркеры (Simple Sequence Repeat

Polymorphism) [3–5], так и белковые маркеры [6–9]. Нами начаты работы по паспортизации генофонда мягкой яровой пшеницы с составлением белковых формул сортообразцов.

В настоящее время известны семь основных глиадинкодирующих локусов (*Gli-A1*, *Gli-B1*, *Gli-D1*, *Gli-A2*, *Gli-B2*, *Gli-D2* и *Gli-3 (Gli-A3)*), а также четыре дополнительных локуса (*Gli-A5*, *Gli-B5*, *Gli-6 (Gli-A6)*), *Gli-7 (Gli-D7)*), которые тесно сцеплены (0–5 % рекомбинации) с основными. Каждому аллельному варианту глиадинкодирующего локуса, внесенному в каталог, присваивается буква латинского алфавита. Записывая глиадинкодирующие локусы в определенном порядке, а именно: *Gli-A1*, *Gli-B1*, *Gli-D1*, *Gli-A2*, *Gli-B2*, *Gli-D2*, получают глиадиновую формулу сорта, которая используется как одна из его характеристик. Наличие глиадиновых формул позволяет легко формализовать экспериментальные данные и составлять обширные базы данных, организуя их желаемым образом [6].

Цель работы – составить индивидуальные белковые формулы глиадинкодирующих локусов сортов мягкой яровой пшеницы, сохраняемых в сибирском генофонде, на основе полученных спектров запасных белков.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для исследования служили 139 сортов и линий, сохраняемые в коллекции СибНИИРСа. Сорта и линии изучали по выраженности количественных признаков в 2011–2013 гг. Экспериментальную часть работ проводили в лесостепи Приобья на опытном участке лаборатории генофонда растений СибНИИРСа. Опытное поле расположено в Новосибирском районе Новосибирской области на левом берегу Оби в приобском районе черноземов. Посев проводили вручную в двукратной повторности по 2 ряда длиной 1 пог. м в 2011 г. 14 мая, 2012 г. 12 мая, 2013 г. 20 мая. Предшественник – чистый пар. В течение вегетации проводили фенологические наблюдения, уход за посевами и определяли сортотипичность по апробационным признакам. В фазу восковой спелости растения убирали в снопы и высушивали, после проводили структурный анализ, где учитывали элементы продуктивности растения. Математическую обработку результатов оценки урожайности и количественных признаков проводили по Б.А. Доспехову [10].

В 2011 г. погодные условия были близки к среднемноголетним значениям. Гидротермический коэффициент по Селянинову 1,22, среднемноголетнее значение его – 1,20. В 2012 г. отмечен дефицит по влагообеспеченности на фоне высоких температур; ГТК по Селянинову 0,59. В 2013 г. наблюдался дефицит тепла на фоне избыточного увлажнения; ГТК по Селянинову 2,86.

Для проведения электрофореза глиадина взяты семена образцов, выращенных в условиях лесостепи в 2012 г. Использовали средние пробы с 20 зерен по каждому образцу. Электрофорез проводили в блоках полиакриламидного геля размером 70 × 80 × 1 мм, используя прибор для электрофореза Mini-PROTEAN II Electrophoretic Cell фирмы BIO-RAD (США). Для исследования запасных белков (глиадинов) эндосперма зерновок использовали метод одномерного электрофореза [11]. Идентификацию аллелей глиадинкодирующих локусов проводили в соответствии с каталогом аллелей [12, 13].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам оценки электрофоретических спектров глиаина сортообразцов из коллекции СибНИИРСа были составлены их индивидуальные белковые формулы (табл. 1). По локусу *Gli-A1* чаще других у изученных сортов встречается аллель *f*, в том числе у стандартного по качеству сорта Саратовская 29.

По локусу *Gli-B1* у сортов отмечено низкое варьирование. Так, почти все изученные сорта характеризуются наличием аллеля *e*, реже аллеля *b* и лишь у одного сорта Chinese spring присутствует аллель *a*. Наибольший полиморфизм среди изученных сортов отмечен по локусу *Gli-B2*, из 25 возможных аллельных вариантов выявлено 9.

Среди изученных сортов 14 характеризуются отсутствием полиморфизма в локусах, что свидетельствует о линейности сортов. У остальных сортов по ряду локусов наблюдали полиморфизм. Сорта Омская 20, Омская 24, Саратовская 29 и Саратовская 58 состояли из двух биотипов.

У изученных сортообразцов выделены источники высокой выраженности признаков (табл. 2). При сопоставлении белковых формул сортов и выраженности количественных признаков нами не выявлены возможные взаимосвязи аллелей глиадинкодирующих локусов и выраженности изу-

Таблица 1
Аллели глиадинкодирующих локусов сортообразцов мягкой яровой пшеницы, сохраняемых в СибНИИРСе

Сортообразец	<i>Gli-A1</i>	<i>Gli-B1</i>	<i>Gli-D1</i>	<i>Gli-A2</i>	<i>Gli-B2</i>	<i>Gli-D2</i>
Саратовская 29 (стандарт)	<i>f, i</i>	<i>e</i>	<i>a</i>	<i>q</i>	<i>s</i>	<i>e</i>
Chinese spring	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>n</i>
Диас 2	<i>f</i>	<i>e</i>	<i>i</i>	<i>q</i>	<i>o</i>	<i>a</i>
Новосибирская 67	<i>f</i>	<i>e</i>	<i>a</i>	<i>q</i>	<i>o</i>	<i>a</i>
Новосибирская 15	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>g</i>	<i>e</i>	<i>g</i>
Новосибирская 29	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>g</i>	<i>m</i>	<i>i</i>	<i>c</i>
Омская 20	<i>k, o</i>	<i>b, l</i>	<i>a</i>	<i>k</i>	<i>b</i>	<i>a</i>
Омская 23	<i>o</i>	<i>e</i>	<i>i</i>	<i>q</i>	<i>o</i>	<i>a</i>
Омская 24	<i>f, o</i>	<i>e</i>	<i>b</i>	<i>q</i>	<i>q</i>	<i>e</i>
Омская 29	<i>k</i>	<i>e</i>	<i>a</i>	<i>k</i>	<i>s</i>	<i>a</i>
Омская 36	<i>f</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>c</i>	<i>o</i>	<i>g</i>
Целиная 3с	<i>f</i>	<i>e</i>	<i>a</i>	<i>q</i>	<i>d</i>	<i>e</i>
Тюменская 80	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>a</i>
Саратовская 50	<i>f, i</i>	<i>e</i>	<i>a</i>	<i>k, q</i>	<i>q, c</i>	<i>e, s</i>
Саратовская 51	<i>f</i>	<i>e</i>	<i>a</i>	<i>q</i>	<i>q, o, s</i>	<i>e</i>
Саратовская 58	<i>i</i>	<i>e</i>	<i>a</i>	<i>q</i>	<i>q, w</i>	<i>e</i>
Саратовская 60	<i>m</i>	<i>e</i>	<i>a</i>	<i>o</i>	<i>q, s</i>	<i>e, m</i>
Саратовская 68	<i>m</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>o</i>	<i>d</i>	<i>e</i>
Авиада	<i>m</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>c</i>	<i>o</i>	<i>b</i>
Тулунская 12	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>c</i>	<i>g</i>
Чернява 13	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>f</i>	<i>j</i>	<i>o</i>	<i>e</i>

Таблица 2

Оценка урожайности и выраженности количественных признаков сортообразцов мягкой яровой пшеницы

Сортообразец	Признак								
	Длина стебля, см	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна колоса, г	Урожайность	Число зерен колоса	Число колосков в колосе	Масса зерна растения, г	Число зерен растения	Число зерен колоска
<i>Среднеранние и ранние</i>									
Новосибирская 15	–	–	–	–	–	–	–	–	2,1
Тюменская 80	–	33,1	–	–	–	–	–	–	–
Среднее по группе	–	29,6	–	–	–	–	–	–	1,9
НСР ₀₅	–	3,0	–	–	–	–	–	–	0,3
<i>Среднеспелые</i>									
Диас 2	–	–	–	–	–	15,1	–	–	–
Новосибирская 67	74,9	–	–	–	–	15,0	–	–	–
Омская 29	–	–	–	231,6	–	–	–	–	–
Омская 20	75,6	–	–	–	–	–	–	–	–
Саратовская 68	75,9	–	–	–	–	–	2,38	68,9	2,0
Среднее по группе	67,3	–	–	174,3	–	13,7	1,51	44,6	1,8
НСР ₀₅	6,4	–	–	56,1	–	1,2	0,40	11,9	0,3
<i>Среднепоздние</i>									
Омская 24	–	–	1,14	–	32,8	16,9	–	52,0	2,0
Среднее по группе	–	–	0,89	–	26,21	14,5	–	45,4	1,8
НСР ₀₅	–	–	0,20	–	4,3	1,2	–	10,3	0,3

ченных признаков [14, 15]. Так, в работе А.А. Хрунова [16] показано, что биотип сорта пшеницы Приокская с аллелем *Gli-B1b* характеризуется повышенной массой 1000 зерен. В нашем исследовании данная взаимосвязь наблюдалась лишь по сорту Тюменская 80, тогда как остальные сорта (Новосибирская 15, Новосибирская 29, Омская 20, Авиада, Тулунская 12 и Чернява 13) формировали зерно средней крупности или мелкое (в сравнении со средним значением по группе спелости).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам анализа спектров глиадинкодирующих локусов сортообразцов мягкой яровой пшеницы коллекции СибНИИРСа составлены белковые формулы с целью их паспортизации. В результате изучения сортообразцов по выраженности количественных признаков выделены источники хозяйственно ценных признаков. Сопоставление белковых формул сортов и выраженности количественных признаков не выявили возможных сцеплений аллелей глиадинкодирующих локусов с высокой выраженностью изученных количественных признаков сортообразцов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лихенко И.Е., Артёмова Г.В., Стеёпочкин П.И., Сотник А.Я., Гринберг Е.Г. Генофонд и селекция сельскохозяйственных растений // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2014. – № 5. – С. 35–41.
2. Идентификация сортов и регистрация генофонда культурных растений по белкам семян / под ред. В.Г. Конарева. – СПб.: ВИР, 2000. – 186 с.
3. Календарь Р.Н., Глазко В.И. Типы молекулярно-генетических маркеров и их применение // Физиология и биохимия культурных растений. – 2002. – Т. 34, № 4. – С. 279–296.
4. Спиридович Е.В., Молканова О.И., Коротков О.И., Власова А.Б. Молекулярно-генетические методы в сохранении и изучении генофонда ботанических коллекций // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры: материалы Междунар. конф., посвященной 80-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси (19–22 июня 2012 г., Минск). – Минск, 2012. – Ч. 2. – С. 463–467.
5. Бобошина И.В., Боронникова С.В. Изучение генетического полиморфизма некоторых сортов *Triticum Aestivum* L. с использованием ISSR-маркеров // Аграр. вестн. Урала. – 2012. – № 5 (97). – С. 19–20.
6. Конарев В.Г. Молекулярно-биологические исследования генофонда культурных растений в ВИРе (1967–2007 гг.); 2-е изд., доп. / сост. В.В. Сидорова, А.В. Конарев. – СПб.: ВИР, 2007. – 134 с.
7. Павловская Н.Е., Гагарина И.Н. Молекулярные маркеры в решении сохранения биологического разнообразия и паспортизации сортов сельскохозяйственных культур / Вестн. ОрелГАУ. – 2007. – Ч. 1, № 4. – С. 30–32.
8. Попереля Ф.А., Собко Т.А. Генетика гиадина мягкой пшеницы // Вопросы генетики и селекции зерновых культур. – Одесса; Прага, 1987. – Вып. 3. – С. 231–242.
9. Абуталиева А.И., Моргунюв А.И., Пеня Х., Волковинская Н.Б., Савин Т.В. Идентификация генотипов яровой мягкой пшеницы казахстанско-сибирской сети питомников по составу субъединиц глютеина и гиадина // Вавилов. журн. генетики и селекции. – 2015. – Т. 19, № 1. – С. 74–82.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М., 1985. – 351 с.
11. Идентификация сортов пшеницы и ячменя методом электрофореза, методические указания / сост. И.П. Гаврилюк, Н.В. Гайденова, Н.К. Губарева, Н.Е. Павлова, Л.Е. Щипкова; под ред. В.Г. Конарева. – СПб.: ВИР, 1989. – 15 с.
12. Metakovsky E.V. Gliadin allele identification in common wheat. II Catalogue of gliadin allele in common wheat // J. Gen. & Breed. – 1991. – Vol. 45. – P. 325–344.
13. Драгович А.Ю., Драгович А.Ю., Зима В.Г. и др. Сопоставление двух существующих каталогов аллелей гиадинкодирующих локусов у озимой мягкой пшеницы // Генетика. – 2006. – Т. 42, № 8. – С. 1107–1116.
14. Фисенко А.В., Кузьмина Н.П. Изучение взаимосвязи между составом запасных белков (гиадинов) и хозяйственно ценными качествами сорта мягкой пшеницы Рубежная // Аграр. наука. – 2014. – № 7. – С. 15–17.
15. Хрунов А.А., Фисенко А.В., Белецкий С.Л., Драгович А.Ю. Изучение взаимосвязи состава гиадинов и хозяйственно ценных признаков мягкой пшеницы // Изв. ТСХА. – 2011. – Вып. 2. – С. 11–18.
16. Хрунов А.А. Связь между составом гиадинов и показателями продуктивности и технологических свойств зерна у генотипов мягкой пшеницы с разными аллелями гиадинкодирующих локусов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2013. – 19 с.

Поступила в редакцию 30.11.2015

**V.V. PISKAREV, Candidate of Science in Agriculture, Laboratory Head,
N.I. BOYKO, Junior Researcher**

*Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology
and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences*

Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia

e-mail: piskaryov_v@mail.ru

POLYMORPHISM AT GLIADIN-ENCODING LOCI IN SPRING SOFT WHEAT SAMPLES FROM THE SIBERIAN GENE POOL

Based on the storage protein spectra obtained, the individual protein formulas for gliadin-encoding loci in spring soft wheat varieties from the Siberian gene pool were compiled. The material for research was 139 varieties and lines stored in the collection of the Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding. The samples were studied in view of expressivity of quantitative traits in 2011–2013. Among the varieties studied, 14 are characterized by the absence of polymorphism at loci that is significant of linearity of a variety. The other varieties were observed to have polymorphism at a number of loci. The cultivars Omskaya 20, Omskaya 24, Saratovskaya 29 and Saratovskaya 58 consisted of two biotypes. Resulting from evaluation of yielding capacity and expressivity of quantitative traits in the accessions studied, the sources of severe trait expressions were revealed as follows: thousand-kernel weight – Tyumenskaya 80; grain weight per spike – Omskaya 24; stem length – Novosibirskaya 67, Omskaya 20, Saratovskaya 68; yielding capacity – Omskaya 29. The cultivar Omskaya 24 significantly exceeded the average values of the five traits studied (grain weight per spike, the number of grains per spike, the number of spikelets per spike, the number of grains per spikelet). The cultivar Saratovskaya 68 significantly exceeded the average values of the five traits studied (stem length, the number of productive stems, grain weight per plant, the number of grains per plant, the number of grains per spikelet). When comparing the protein formulas and expressivities of quantitative traits in the varieties studied, no correlations between alleles of gliadin-encoding loci and trait expressivities were found.

Keywords: spring soft wheat, gliadin, locus, protein formula, gene pool, certification of varieties.

УДК 633.16:631.527:631.526.32(527.1)

**Н.И. АНИСЬКОВ, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,
П.В. ПОПОЛЗУХИН*, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,
П.Н. НИКОЛАЕВ*, заведующий лабораторией,
И.В. САФОНОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник**

Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова

190000, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42–44

e-mail: i.safonova@vir.nw.ru

**Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства*

664012, г. Омск, пр. Королева, 26

e-mail: sibniish@bk.ru

АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ОМСКИЙ ГОЛОЗЕРНЫЙ 1 И ОМСКИЙ ГОЛОЗЕРНЫЙ 2

Представлены результаты исследований по созданию среднеспелых устойчивых к полеганию, болезням и засухе сортов ярового голозерного ячменя, обладающих высокой и стабильной урожайностью с хорошими технологическими качествами зерна. Эксперимен-