

взаимодействия генов гибридного некроза, и данный сорт является носителем рецессивных аллелей гена *Ne1* (*ne1ne1*) согласно с исследованиями В.А. Пухальского (1998, 2002, 2008). В связи с этим можно утверждать, что аллель 162 п.н. соответствует рецессивному аллелю гена *ne1*.

В общем наборе сортов с наибольшей частой встречались аллели локуса *Xbarc74-5B* размером 162 п.н. (44,8%) и 160 п.н. (26,3%), что соответствует рецессивному аллелю *ne1* и аллелю средней силы *Ne1<sup>m</sup>*. Также с суммарной частотой 26,3% встречался аллель слабой силы *Ne1<sup>w</sup>* (аллели размером 174 п.н. (9,2%) и 164 п.н. (17,1%). Среди выявленных аллелей локуса *Xbarc55-2B* у сортов чаще встречались аллели 136 п.н. (40,8%) и 132 п.н. (39,5%), что соответствует доминантному аллелю гена *Ne2<sup>w/m</sup>* и аллелю вышесредней силы *Ne2<sup>ms</sup>*. Наименее распространенными среди сортов Севера Украины были аллель 156 п.н. (2,6%) локуса *Xbarc74-5B* и аллели 142 п.н. (10,5%), 126 п.н. (9,2%) локуса *Xbarc55-2B*.

Среди исследованных 38 сортов пшеницы мягкой озимой идентифицировано 10 генотипов с различными вариантами сочетания аллелей генов *Ne1* и *Ne2* (10 некротических генотипов): *ne1ne1ne2ne2* (Мирлена, Смила), *ne1ne1Ne2<sup>w/m</sup>Ne2<sup>w/m</sup>* (Смила, Артемовка, Веселоподолянская 499, Зенитка, Снижана, Мироновская 65), *ne1ne1Ne2<sup>ms</sup>Ne2<sup>ms</sup>* (Волошкова, Калинова, Колос Миронивщины, Легенда Мироновская, Лесостепка 75, Мироновская 808, Мирхад, Роставица, Экономка, Экспромт, Ясногирка), *ne1ne1Ne2<sup>s</sup>Ne2<sup>s</sup>* (Вольнская полуинтенсивная, Легенда Мироновская, Мироновская 65, Мирхад), *Ne1<sup>w</sup>Ne1<sup>w</sup>Ne2<sup>w/m</sup>Ne2<sup>w/m</sup>* (Белоцерковская 198, Ильичевка, Лютесценс 17, Спасивка, Эритроспермум 15), *Ne1<sup>w</sup>Ne1<sup>w</sup>Ne2<sup>ms</sup>Ne2<sup>ms</sup>* (Ильичевка, Монотип, Подолянка, Украинка, Украинка 0246, Ясногирка), *Ne1<sup>w</sup>Ne1<sup>w</sup>Ne2<sup>s</sup>Ne2<sup>s</sup>* (Мирлебен), *Ne1<sup>m</sup>Ne1<sup>m</sup>ne2ne2* (Добирна, Колумбия, Монолог, Смуглянка), *Ne1<sup>m</sup>Ne1<sup>m</sup>Ne2<sup>w/m</sup>Ne2<sup>w/m</sup>* (Веснянка, Золотоколосая, Добирна, Лира, Смуглянка Полукарлик 1, Уникум), *Ne1<sup>m</sup>Ne1<sup>m</sup>Ne2<sup>ms</sup>Ne2<sup>ms</sup>* (Колумбия, Роставица). Показано, что один сорт (Мирлена) свободен от генов гибридного некроза, 21 сорт является носителями доминантных аллелей гена *Ne1* разной силы, а 36 сортов – носителями доминантных аллелей гена *Ne2*.

Селекционерам рекомендуется учитывать приведенные по некротическим генотипам данные при планировании схем скрещиваний, чтобы предотвратить объединение сильных аллелей генов гибридного некроза в одном генотипе.

УДК 577.2:58.036.5:633.11

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ И АССОЦИАЦИИ АЛЛЕЛЕЙ ЛОКУСОВ *XCFD7-5B* И *XGWM182-5D* С ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫМИ ПРИЗНАКАМИ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

М.В. Галаева, В.И. Файт

Селекционно-генетический институт – Национальный центр семеноведения  
и сортоизучения НААН, Украина  
e-mail: mariagal1@ukr.net

Трудно переоценить роль молекулярных маркеров (ДНК-маркеров) в современной генетике и селекции растений. Внедрение ДНК-маркеров позволяет значительно повысить эффективность селекции путем целенаправленного манипулирования конкретными генами. Один из наиболее перспективных типов ДНК-маркеров – микросателлитные маркеры. Именно микросателлитные маркеры являются наиболее подходящими для маркирования и картирования генов и локусов количественных признаков (QTL – quantitative trait loci). С помощью микросателлитных маркеров на хромосомах пятой гомеологической группы локализованы главные QTL морозостойкости *Fr-D1* и *Fr-B1* (Snape et al., 1997; Toth et al., 2003). Однако к указанным локусам микросателлитные маркеры морозостойкости не были

эффективными для сортов украинской селекции, а именно, не выявляли полиморфизма между морозоустойчивыми и морозочувствительными генотипами. В наших исследованиях рекомбинантно-инбредных линий Лузановка одесская / Одесская красноколосая выявлены новые микросателлитные локусы *Xcfd7-5B* и *Xgwm182-5D*, ассоциированные с морозостойкостью пшеницы (Галаева та ін., 2013).

Следует отметить, что существует обратная корреляционная связь между морозостойкостью и комплексом основных хозяйственно важных признаков, обеспечивающих необходимый уровень продуктивности. В свою очередь, продуктивность сортов и их устойчивость к низким отрицательным температурам в значительной степени зависят от степени фотопериодической чувствительности и яровизационной потребности, а также связаны с высотой растений.

Цель данного исследования – идентифицировать сорта озимой мягкой пшеницы различных регионов и изучить эффекты аллелей локусов *Xgwm182-5D* и *Xcfd7-5B* по комплексу хозяйственно ценных признаков в условиях степи Причерноморья.

В качестве исходного материала использовали 202 сорта озимой мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. различного географического происхождения. Среди изученных генотипов 122 сорта селекции Селекционно-генетического института – Национального центра семеноведения и сортоизучения (СГИ – НЦСС), 52 сорта различных (кроме СГИ – НЦСС) селекционных центров Украины и 28 сортов России.

ДНК выделяли из сухих зёрен или 3–5-дневных проростков. ПЦР с направленными праймерами к микросателлитным локусам *Xgwm182-5D* и *Xcfd7-5B*, которые локализованы на хромосомах 5D и 5B, соответственно, проводили на термоциклере «Терцик» («ДНК-технология», Россия). Продукты амплификации фракционировали в 12 % полиакриламидном геле в 1хTBE. Электрофорез проводили при постоянном напряжении 500 В в аппарате для вертикального гель-электрофореза. Калибровку молекулярной массы проводили при использовании стандарта pUC 19/MspI и 100 bp DNA Ladder.

Ассоциации аллельных различий локусов *Xgwm182-5D* и *Xcfd7-5B* с хозяйственно ценными признаками определяли с использованием выборки 89 сортов. Посев проводили осенью на делянках 3 м<sup>2</sup> по 500 всхожих зёрен на 1 м<sup>2</sup> на опытном участке отдела генетики СГИ в течение трёх лет. Морозостойкость оценивали в фазе проростков при –11°С и раскустившихся растений (метод «пучков») при температуре от –14 до –16°С (Феоктистов и др., 2006). Зимостойкость определяли в поле путём учёта растений осенью (в конце октября) и весной тех, что перезимовали. Во время вегетации отмечали дату колошения, а также количество продуктивных стеблей на единице площади. Во время уборки определяли урожай зерна с делянки. После уборки урожая у 15 растений каждого сорта учитывали высоту растения и массу зерна колоса.

Статистическую обработку полученных данных проводили по общепринятым методикам (Рокицкий, 1973).

Микросателлитный анализ сортов пшеницы озимой с использованием направленных праймеров позволил выявить пять аллелей локуса *Xgwm182-5D* длиной 162, 165, 167, 169, 174 п.н. и два аллеля локуса *Xcfd7-5B*: аллель 194 п.н. и так называемый null-аллель (отсутствие продукта амплификации).

На юге Украины (СГИ–НЦСС, Одесса) в 70-е годы прошлого века выявлено существенное расширение генетического разнообразия по локусу *Xgwm182-5D* за счёт привлечения в селекцию доноров аллелей 162, 167 и 174 п.н., а также достоверное увеличение до 88% частоты null-аллеля локуса *Xcfd7-5B* в выборке сортов, занесённых в Государственный реестр сортов растений, пригодных для распространения в Украине, после 1996 г. при отсутствии подобного предпочтения в выборке сортов, созданных в 1912-1996 гг.

У сортов всех регионов с большей частотой распространён генотип 165 п.н. локуса *Xgwm182-5D* (60,8-87,5%). Генотипы 162 и 174 п.н. присутствуют практически только у сортов СГИ, а генотип 169 п.н. – исключительно у сортов Западной Сибири и Поволжья России. Частота генотипа с присутствием null-аллеля локуса *Xcfd7-5B* существенно выше

таковой генотипа 194 п.н. как в общей выборке, так и в выборках отдельных регионов (СГИ-НЦСС, Украина (без СГИ-НЦСС) и Россия) при отсутствии достоверных различий частот каждого из аллелей между выборками. Указанные различия частот аллелей обусловлены селекционной и адаптивной ценностью отмеченных аллелей для условий определённых регионов.

Аллельные различия локусов *Xgwm182-5D* и *Xcfd7-5B* ассоциируются с формированием ряда хозяйственно ценных признаков. Null-аллель локуса *Xcfd7-5B* связан с существенным сокращением продолжительности периода до колошения (1,9 суток), снижением высоты растений (9 см), увеличением массы зерна колоса (0,14 г) и, в конечном итоге, с недостоверным повышением урожая зерна (0,019 кг/м<sup>2</sup>) по сравнению с сортами генотипа 194 п.н.

Разные аллели локуса *Xgwm182-5D* ассоциированы с устойчивостью к абиотическим факторам, некоторыми морфологическими признаками и урожаем. Присутствие в генотипе сортов аллеля 162 п.н. *Xgwm182-5D* связано с достоверным сокращением периода до колошения 0,9–7,1 суток и снижением высоты растений на 0–21 см, а аллеля 169 п.н. – с увеличением количества продуктивных стеблей на 22–64 шт./м<sup>2</sup> и повышением морозостойкости проростков на 17–33% относительно всех других генотипов. Значительный же эффект по массе зерна колоса (0,98 г) и урожаю зерна (0,393 кг/м<sup>2</sup>) в среднем за три года изучения и особенно в благоприятные по зимовке годы ассоциируется с генотипом 174 п.н. и в несколько меньшей степени с генотипом 165 п.н. В неблагоприятный по перезимовке год при отсутствии достоверных различий отмечали тенденцию к увеличению урожая зерна у сортов наиболее широко распространённого генотипа 165 п.н. и, особенно, у высокорослого поздно колошащегося генотипа 169 п.н. относительно трёх других генотипов.

Сочетание в одном генотипе разных аллелей локусов *Xcfd7-5B* и *Xgwm182-5D* ассоциируется с продолжительностью периода до колошения и высотой растений. Присутствие null-аллеля локуса *Xcfd7-5B* и аллеля 162 п.н. или 174 п.н. локуса *Xgwm182-5D* связано с более ранним колошением и снижением высоты растений, а также с несущественным увеличением урожая по сравнению с генотипами, у которых присутствовали null-аллель локуса *Xcfd7-5B* и аллель 162 п.н. локуса *Xgwm182-5D* либо аллели 194 п.н. и 165 п.н. соответствующих локусов.

УДК 633.11: 575.16

## РЕАКЦИЯ НА ЯРОВИЗАЦИЮ И ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К ФОТОПЕРИОДУ СОВРЕМЕННЫХ СОРТОВ-ДВУРУЧЕК МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Е.Ю. Губич<sup>1</sup>, В.И. Файт<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Одесский государственный аграрный университет, Украина

<sup>2</sup>Селекционно-генетический институт – Национальный центр семеноведения

и сортоизучения НААН, Украина

e-mail: gubich-yelena@mail.ru

С хозяйственно-биологической точки зрения все сорта пшеницы делят на две большие группы: озимые и яровые. Деление пшениц по типу развития на яровую и озимую в известной мере условно. Среди F<sub>2</sub> гибридов яровых сортов с озимыми выявлено значительное варьирование по времени колошения, при этом выщепляются и так называемые переходные формы, их ещё называют альтернативными, интермедиальными, факультативными или двуручками.

В последние годы в связи с изменениями климата поднимается вопрос селекции сортов-двуручек пшеницы. На Юге Украины наиболее рациональное использование двуручек – поздние осенние и зимние посевы в годы с продолжительной сухой осенью.