

ИЗОГЕННЫЕ ЛИНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ГЕНАМ КОНТРОЛЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЯРОВИЗАЦИИ

В.И. Файт

Селекционно-генетический институт – Национальный центр семеноведения и сортоизучения,
Одесса, Украина, e-mail: fayt@paco.net

Созданы изогенные линии по двум главным генам, *Vrd1* и *Vrd2*, контролирующим реакцию на продолжительность яровизации озимых сортов Мироновская 808 и Эритроспермум 604. Линии сорта Мироновская 808 характеризуются сильной (64–66 дней), а линии сорта Эритроспермум 604 – средней чувствительностью к продолжительности дня (35–40 дней). Введение доминантных генов *Vrd1* и *Vrd2* в генотип сортов Эритроспермум 604 и Мироновская 808 приводит к снижению потребности в яровизации изогенных линий до 20–35 и 40–45 дней соответственно. Фенотипическое проявление генов *Vrd* модифицируется различиями по фотопериодической чувствительности, контролируемой генами системы *Ppd*.

Потребность в воздействии низкой положительной температуры (яровизации) – один из наиболее важных адаптивных механизмов, обеспечивающих воспроизводство вида в разнообразных климатических условиях. Сорта озимой пшеницы существенно различаются по продолжительности яровизации – от 15 до 60 и более дней (Долгушин, 1935; Gotoh, 1975). У гибридов F₁ отмечено доминирование меньшей продолжительности яровизации над более длительным ее периодом. Большинство авторов указывают на наличие двух доминантных генов с неодинаковой экспрессивностью, контролирующих различия озимой пшеницы по продолжительности яровизации (Gotoh, 1980; Булавка, 1984, 1989; Стельмах, Золотова, 1993). Отмечается наличие минорных генов, ответственных за сортовые различия по продолжительности яровизации (Gotoh, 1980; Стельмах, Золотова, 1993).

После предварительных консультаций с R.A. McIntosh для обозначения данных генов был предложен символ *Vrd* (Vernalization requirement duration) (Stelmakh *et al.*, 2005). Гены получили обозначения *Vrd1* и *Vrd2*. Ген *Vrd1* был локализован на хромосоме 4A, ген *Vrd2* – на 5D. Возможно наличие третьего гена, участвующего в контроле различий по продолжительности яровизации озимой пшеницы, с

локализацией на одной из хромосом: 1A, 6A, или 4B (Файт и др. В печати).

По гипотезе Стельмаха (1986) значительная часть различий по продолжительности яровизации сортов озимой пшеницы контролируется разнообразием генетической системы *Ppd*. Выявлено три главных гена в контроле различий по реакции на продолжительность освещения, которые локализованы на хромосомах второй гомеологичной группы (McIntosh *et al.*, 2003). Согласно новой генной номенклатуре (Snape *et al.*, 1998) данные гены обозначены: *Ppd-A1* (хромосома 2A), *Ppd-B1* (хромосома 2B), *Ppd-D1* (хромосома 2D). При этом доминантные и рецессивные аллели обозначаются *Ppd-X1a* и *Ppd-X1b* соответственно, где X = A-, B- или D-геном. Снижение чувствительности к продолжительности дня обусловлено доминантными аллелями генов *Ppd*, а сильная реакция на фотопериод характерна для генотипов с наличием только рецессивных аллелей всех трех генов (Гончаров, 1986).

Для использования разнообразия по продолжительности яровизации в селекции озимой пшеницы необходимо детальное изучение эффектов *Vrd*-генов по конкретным признакам на специально созданном генетически идентифицированном материале (Law, Worland, 1990). Наиболее подходящими для этих целей

являются наборы изогенных линий.

Цель данной работы заключалась в идентификации и характеристике по реакции на яровизацию и фотопериод изогенных линий по генам *Vrd*.

Материал и методы

В качестве исходного материала использовали озимые сорта Norin 1, Ольвия, Чайка, Мироновская 808, Эритроспермум 604, а также изогенные линии по генам *Vrd1* и *Vrd2* сортов Мироновская 808 (далее Мироновская 808-*Vrd1* и Мироновская 808-*Vrd2* соответственно) и сорта Эритроспермум 604 (Эритроспермум 604-*Vrd1* и Эритроспермум 604-*Vrd2* соответственно).

Создание изогенных линий. В беккроссной программе в качестве донора доминантного гена *Vrd1* был использован скороспелый японский сорт Norin 1 с 20-дневной потребностью в яровизации и слабой чувствительностью к продолжительности дня (Stelmakh *et al.*, 2005). Донором доминантного гена *Vrd2* был позднеспелый сорт Чайка селекции СГИ (Одесса, Украина), который сильно чувствителен к продолжительности дня, и для перехода к генеративному развитию требует не менее 30 дней яровизации (Stelmakh *et al.*, 2005). Сорта Мироновская 808 и Эритроспермум 604 с рецессивными аллелями *vrd1* и *vrd2* были использованы в качестве рекуррентных родителей. Сорт Мироновская 808 сильночувствителен к короткому дню, имеет генотип *Ppd-A1b Ppd-B1b Ppd-D1b* (Файт и др., 2006), а сорт Эритроспермум 604 среднечувствителен к продолжительности дня и отличается от первого сорта наличием доминантного аллеля *Ppd-D1a* (Файт, Федорова, 2006).

При создании изогенных линий и последующем генетическом анализе разделение популяций BC_n , BC_nI_1 и гибридов F_2 на классы с высокой и низкой потребностью в яровизации проводили на фоне 40-дневной предварительной яровизации, позволяющей выколоситься гетерозиготным генотипам по любому из двух генов *Vrd*, тогда как растения с рецессивными аллелями не могли переходить к колошению.

Тестирование изогенных линий. Для проверки аллельных взаимоотношений доминантных генов *Vrd1* и *Vrd2* проводили скрещивание линий Мироновская 808-*Vrd1* и Миронов-

ская 808-*Vrd2* с сортом Мироновская 808 по неполной диаллельной схеме, а также указанных трех генотипов с сортами Norin 1 (донор гена *Vrd1*), Чайка (донор гена *Vrd2*), Ольвия (*Vrd1Vrd1 vrd2vrd2*), Эритроспермум 604 (*vrd1vrd1 vrd2vrd2*) и линиями Эритроспермум 604-*Vrd1*, Эритроспермум 604-*Vrd2*. Пятидневные проростки F_2 гибридов и исходных родительских форм подвергали яровизации в течение 40 дней. После окончания яровизации по 25–35 проростков родительских форм и по 24–379 F_2 гибридов одновременно высаживали в поле 21 апреля 2001 г. с размещением проростков на делянках длиной 1 м и площадью питания 30×5 см². После 90 дней вегетации растений в полевых условиях учитывали количество выколосившихся и невыколосившихся растений, поскольку к этому сроку отмечали начало фазы «выход в трубку» у единичных растений сорта Мироновская 808 после 40-дневной яровизации.

Темпоральная яровизация. Для определения продолжительности яровизации пятидневные проростки линий Мироновская 808-*Vrd1*, Мироновская 808-*Vrd2*, Эритроспермум 604-*Vrd1*, Эритроспермум 604-*Vrd2* и сортов Мироновская, Эритроспермум 604 подвергали дробной яровизации от 20 до 55 дней с интервалом в 5 дней. После окончания яровизации проростки (по 50 штук каждого генотипа в одном варианте яровизации) высаживали в поле 19 апреля 2002 г. на двухрядковых делянках длиной 1 м с размещением растений, аналогичным таковому в предыдущем опыте.

Реакция на фотопериод. При изучении реакции на фотопериод пятидневные проростки сортов Norin 1, Чайка и изогенных линий подвергали 40-дневной яровизации. Рекуррентные родители озимые сорта Мироновская 808 и Эритроспермум 604 были подвергнуты 60-дневной яровизации, поскольку 40-дневная яровизация недостаточна для перехода данных сортов к генеративному развитию (Stelmakh *et al.*, 2005). В первом эксперименте изучали сорта Norin 1, Чайка и изогенные линии сорта Мироновская 808, пятидневные проростки которых после окончания яровизации высаживали (по 20 штук каждого генотипа в каждом варианте опыта) в оранжерее фитотрона и выращивали до 142 дней в условиях удлиненного (18

часов день + 6 часов ночь) и укороченного (12 часов день + 12 часов ночь) дня и температуре днем +21...+23 °С / ночью +15...+17 °С. Во втором эксперименте высаживали проростки сорта Чайка, изогенных линий сорта Эритроспермум 604 и Мироновская 808-*Vrd2*. Их выращивали в условиях удлиненного и укороченного дня, как и в первом эксперименте, но при температурах днем +18...+21 °С / ночью +13...+16 °С.

Во всех экспериментах для проведения яровизации зерновки изучаемых генотипов замачивали в песке, проращивали при комнатной температуре и пятидневные проростки подвергали яровизации в камере КНТ-1 при температуре +2 °С и круглосуточном освещении 5 тыс. люкс. Во время вегетации колошение каждого растения отмечали пергаментной этикеткой на стебле главного побега. Статистическую обработку данных проводили по общепринятым методикам.

Результаты исследований и обсуждение

Создание изогенных линий. Наличие сортов озимой пшеницы с известным генетическим контролем продолжительности яровизации (Стельмах, Золотова, 1993) позволило приступить к созданию изогенных линий по системе генов *Vrd*. Поскольку при скрещивании различающихся по продолжительности яровизации сортов озимой пшеницы доминирует меньшая потребность в яровизации (Gotoh, 1980) и присутствие доминантных генов *Vrd1* и *Vrd2* тестируется в гетерозиготном состоянии по колошению растений, то при создании изогенных линий мы использовали непрерывное беккроссирование. На первом этапе сорта со слабой потребностью в яровизации Norin 1 (*Vrd1*) и Чайка (*Vrd2*) скрещивали с сортами с продолжительной (55–60 дней) потребностью в яровизации Мироновская 808 и Эритроспермум 604 (у обоих генотип *vrđ1vrđ1 vrđ2vrđ2*). Растения F₁ гибридов и гетерозиготные растения последующих поколений беккроссировали рекуррентными родителями. При этом в процессе создания изогенных линий по генам *Vrd1* и *Vrd2* разделение популяций BC_n, BC_nI₁ на классы с сильной (рецессивы) и слабой (гетерозиготы) потребностью в яровизации проводили на фоне 40-дневной предварительной яровизации, поз-

воляющей выколоситься гетерозиготам, тогда как рецессивные «выщепенцы» не переходили к колошению. Для последующего беккросса отбирали более рано колосящиеся растения и опыляли пыльцой рекуррентного родителя. У каждого растения с беккроссированным колосом часть колосьев оставляли для самоопыления с целью последующего контроля наличия доминантного гена *Vrd* путем анализа расщепления в BC_nI₁. При использовании такой схемы был завершен процесс беккроссирования и получено поколение BC₉ при создании изогенных линий по гену *Vrd1* (донор сорт Norin 1) и гену *Vrd2* (донор сорт Чайка) сорта Мироновская 808. У сорта Эритроспермум 604 получено поколение BC₈ по гену *Vrd1* и поколение BC₇ по гену *Vrd2*. Теоретически в поколении BC₉I₁ для обеих изогенных линий сорта Мироновская 808, BC₈I₁ линии Эритроспермум 604-*Vrd1* и BC₇I₁ линии Эритроспермум 604-*Vrd2* после 40-дневной яровизации должно наблюдаться расщепление по фенотипу в отношении 3 выколосившихся растения к 1 невыколосившемуся, свидетельствующее о наличии одного доминантного гена, снижающего продолжительность яровизации каждой из созданных линий по сравнению с рекуррентным родителем. Фактически полученное расщепление на выколосившиеся и невыколосившиеся растения в комбинациях скрещивания Мироновская 808 × Norin 1, Мироновская 808 × Чайка, Эритроспермум 604 × Norin 1, Эритроспермум 604 × Чайка соответствовало моногенному (табл. 1). Критерий соответствия χ^2 во всех четырех случаях достоверно меньше табличного значения $\chi^2 = 3,84$ при $P = 0,05$ для $df = 1$. Следовательно, каждая из четырех изогенных линий отличается от рекуррентного родителя наличием одного доминантного гена *Vrd1* или *Vrd2*. В последующих поколениях BC_nI₂ и BC_nI₃ у каждой изогенной линии осуществляли отбор нерасщепляющихся потомков, несущих доминантный ген *Vrd1* или *Vrd2* в гомозиготном состоянии. По одному растению из таких потомств каждой из четырех комбинаций стали родоначальником соответствующей изогенной линии.

Тестирование изогенных линий. После 40-дневной яровизации все растения сортов носителей гена *Vrd1* – Norin 1, Ольвия и *Vrd2* – Чайка, а также линий Миронов-

Таблица 1

Расщепление на выколосившиеся: невыколосившиеся растения в поколении Vc_nI_1 после 40-суточной яровизации (Одесса, 1999)

Комбинация скрещивания	Поколение	Фактически получено	Теоретически ожидаемое	χ^2 3:1
Мироновская 808 / Norin 1	Vc_9I_1	51 : 16	52,8 : 14,2	0,04
Мироновская 808 / Чайка	Vc_9I_1	37 : 11	36,0 : 12,0	0,11
Эритроспермум 604 / Norin 1	Vc_8I_1	15 : 7	16,5 : 5,5	0,55
Эритроспермум 604 / Чайка	Vc_7I_1	46 : 14	45,0 : 15,0	0,09

Таблица 2

Расщепления на выколосившиеся: невыколосившиеся растения F_2 гибридов от скрещивания сортов и линий озимой пшеницы после 40-суточной яровизации

Материнский генотип	Отцовский генотип		
	Мироновская 808	Мироновская 808- <i>Vrd1</i>	Мироновская 808- <i>Vrd2</i>
Мироновская 808	—	140 : 38*	129 : 49*
Мироновская 808- <i>Vrd1</i>	82 : 19*	—	354 : 25**
Мироновская 808- <i>Vrd2</i>	125 : 42*	354 : 25**	—
Norin 1	51 : 9*	79 : 0	147 : 13**
Ольвия	69 : 14*	112 : 0	251 : 20**
Чайка	35 : 9*	129 : 9**	117 : 0
Эритроспермум 604	0 : 40	76 : 20*	25 : 8*
Эритроспермум 604- <i>Vrd1</i>	82 : 20*	209 : 0	164 : 15**
Эритроспермум 604- <i>Vrd2</i>	19 : 5*	133 : 13**	156 : 0

Примечание. * χ^2 3:1 < 3,84, при df = 1; ** χ^2 15:1 < 3,84, при df = 1.

ская 808-*Vrd1*, Эритроспермум 604-*Vrd1*, Мироновская 808-*Vrd2*, Эритроспермум 604-*Vrd2* выколосились ранее, чем за 90 дней вегетации. Растения рекуррентных родителей Мироновской 808 и Эритроспермум 604 до 90 дней вегетации не вышли в трубку и находились в фазе кушения. Все растения F_2 гибридов Мироновская 808 × Эритроспермум 604, родительские формы которой являются носителями только рецессивных аллелей обоих генов (Stelmakh *et al.*, 2005), до 90 суток выращивания также не вышли в трубку и находились в фазе кушения (табл. 2). Расщепление в F_2 гибридов от скрещивания сортов Ольвия (*Vrd1Vrd1 vrd2vrd2*), Norin 1 (донор доминантного гена *Vrd1*), Чайка (донор доминантного гена *Vrd2*) и линий Мироновская 808-*Vrd1*, Мироновская 808-*Vrd2*, Эритроспермум 604-*Vrd1*, Эритроспермум 604-*Vrd2* с сортом

Мироновская 808, а также сорта Эритроспермум 604 с линиями Мироновская 808-*Vrd1* и Мироновская 808-*Vrd2* на выколосившиеся и невыколосившиеся растения на 90-й день выращивания соответствовало моногенному.

Следовательно, озимые сорта Ольвия, Norin 1, Чайка и линии Мироновская 808-*Vrd1*, Мироновская 808-*Vrd2* Эритроспермум 604-*Vrd1*, Эритроспермум 604-*Vrd2* имеют по одному доминантному гену *Vrd*. Причем ген *Vrd1* изогенной линии Мироновская 808-*Vrd1* аллелен таковым сорта-донора Norin 1, изогенной линии Эритроспермум 604-*Vrd1* и сорта Ольвия, о чем свидетельствует отсутствие расщепления в соответствующих комбинациях скрещивания (все растения выколосились). Ген *Vrd2* изогенной линии Мироновская 808-*Vrd2* аллелен таковому сорта донора Чайка и линии

Эритроспермум 604-*Vrd2*, поскольку все растения F_2 гибридов от скрещивания указанных генотипов выколосились за 90 суток вегетации. В то же время выявлены достоверные дигенные различия в комбинациях скрещивания Мироновская 808-*Vrd1* × Мироновская 808-*Vrd2*, Ольвия × Мироновская 808-*Vrd2*, Norin 1 × Мироновская 808-*Vrd2*, Чайка × Мироновская 808-*Vrd1*, Эритроспермум 604-*Vrd1* × Мироновская 808-*Vrd2*, Эритроспермум 604-*Vrd2* × Мироновская 808-*Vrd1* (см. табл. 2). Эти данные свидетельствуют о неаллельности доминантных генов *Vrd*, ингибирующих продолжительность яровизации у сортов-доноров Norin 1 и Чайка, и созданных на их основе изогенных по генам *Vrd1* и *Vrd2* линий озимых сортов Мироновская 808 и Эритроспермум 604.

В конечном итоге по каждому из двух сортов были получены три из четырех теоретически возможных линий (при различиях по двум генам и наличии двух аллелей по каждому из них): линия с *Vrd1*, линия с *Vrd2* и исходный сорт *vrd1vrd2*, рецессив по анализируемой системе генов. Для получения недостающей линии с двумя доминантными генами *Vrd* (*Vrd1Vrd1 Vrd2Vrd2*) провели скрещивание линии Мироновская 808-*Vrd1* с линией Мироновская 808-*Vrd2* и линии Эритроспермум 604-*Vrd1* с линией Эритроспермум 604-*Vrd2*. Из F_2 -гибридов указанных двух комбинаций скрещивания на фоне неполной (40 дней) яровизации проростков отобрали наиболее рано колосающиеся растения (предположительно *Vrd1Vrd1 Vrd2Vrd2*). К настоящему времени полу-

чены константные линии F_6 , которые вовлечены в генетический анализ.

Темпоральная яровизация. Исходные озимые сорта Мироновская 808 и Эритроспермум 604, которые являются носителями только рецессивных аллелей генов *Vrd1* и *Vrd2*, выколашивались при минимальной продолжительности яровизации 50 дней (табл. 3). Различия двух изученных сортов по реакции на продолжительность дня на фоне рецессивных аллелей генов *Vrd* не сказываются на различиях по продолжительности яровизации сортов Мироновская 808 и Эритроспермум 604.

Введение в генотип сильночувствительного к продолжительности дня сорта Мироновская 808 доминантного гена *Vrd1* приводило к сокращению минимальной потребности в яровизации у линии Мироновская 808-*Vrd1* до 35 суток. Аналогичная линия среднечувствительного к продолжительности дня сорта Эритроспермум 604 выколашивалась уже после 20 суток яровизации. Эффект гена *Vrd2* по сокращению потребности в яровизации изогенных линий был несколько меньшим по сравнению с таковым гена *Vrd1* независимо от реакции на продолжительность дня генотипа исходного сорта. Однако минимальная продолжительность яровизации, при которой наблюдали колошение растений у линии Мироновская 808-*Vrd2*, составила 45 суток, а линии Эритроспермум 604-*Vrd2* – 40 суток. Следовательно, эффект генов *Vrd* модифицируется различиями по реакции на продолжительность дня рекуррентных родителей.

Таблица 3

Продолжительность периода «высадка–колошение» изогенных по генам *Vrd* линий после темпоральной яровизации (дни)

Генотип	Продолжительность яровизации, дни							
	55	50	45	40	35	30	25	20
Мироновская 808	66 ± 0,7	68 ± 0,7	—*	—	—	—	—	—
Мироновская 808- <i>Vrd1</i>	56 ± 0,4	60 ± 1,1	60 ± 1,0	64 ± 1,0	69 ± 1,0	—	—	—
Мироновская 808- <i>Vrd2</i>	55 ± 1,1	58 ± 0,9	71 ± 0,6	—	—	—	—	—
Эритроспермум 604	65 ± 0,8	64 ± 0,9	—	—	—	—	—	—
Эритроспермум 604- <i>Vrd1</i>	58 ± 0,8	59 ± 1,0	59 ± 0,6	61 ± 1,2	58 ± 0,8	58 ± 0,9	59 ± 0,9	61 ± 0,9
Эритроспермум 604- <i>Vrd2</i>	61 ± 1,3	62 ± 1,1	64 ± 0,4	66 ± 0,7	—	—	—	—

* Не выколосились в течение 3 месяцев после высадки.

Реакция на фотопериод. По реакции на продолжительность дня, выражаемой разницей (d) количества суток до колошения между вариантами укороченного дня (КД) и удлиненного дня (ДД), изучаемые генотипы можно разделить на две группы (табл. 4). С одной стороны, это сорт Чайка и линии Мироновская 808-*Vrd1* и Мироновская 808-*Vrd2*, а с другой – линии Эритроспермум 604-*Vrd1*, Эритроспермум 604-*Vrd2* и сорта Norin 1, Эритроспермум 604. По реакции на продолжительность дня линии Мироновская 808-*Vrd1* и Мироновская 808-*Vrd2* достоверно не различались между собой ($d = 66$ и 64 дня соответственно).

К сожалению, у сорта Мироновская 808, который характеризуется сильной чувствительностью к продолжительности дня (Файт и др., 2006), к моменту завершения эксперимента (142 суток выращивания) в условиях КД наблюдали колошение лишь единичных растений. Большинство растений находилось еще в фазе «выход в трубку», что не позволяло сопоставить реакцию на продолжительность дня изогенных линий и рекуррентного родителя. Однако обе изогенные линии, Мироновская 808-*Vrd1* и Мироновская 808-*Vrd2*, по реакции на продолжительность дня достоверно не отличались от сильночувствительного к продолжительности дня сорта Чайка ($d = 69$ дней).

Следовательно, обе линии, Мироновская 808-*Vrd1* и Мироновская 808-*Vrd2*, могут быть охарактеризованы как сильночувствительные к продолжительности дня генотипы. В то же время сорт Чайка и линии Мироновская 808-*Vrd1*, Мироновская 808-*Vrd2* характеризовались значительно большей чувствительностью к продолжительности дня по сравнению со слабочувствительным к продолжительности дня сортом Norin 1 ($d = 27$ дней).

Изогенные линии Эритроспермум 604-*Vrd1* и Эритроспермум 604-*Vrd2* по показателю d (35 и 40 суток соответственно) также не различались между собой. Обе линии были сходны по данному показателю с рекуррентным сортом Эритроспермум 604 ($d = 39$ дней), свидетельствуя об аналогичной чувствительности к продолжительности дня всех трех указанных генотипов. Кроме того, реакция на продолжительность дня линий Эритроспермум 604-*Vrd1*, Эритроспермум 604-*Vrd2* и сорта Эритроспермум 604 была существенно меньше таковой величины сильночувствительного к продолжительности дня сорта Чайка и линии Мироновская 808-*Vrd2*. Следовательно, линии Эритроспермум 604-*Vrd1* и Эритроспермум 604-*Vrd2*, как и исходный сорт Эритроспермум 604, могут быть охарактеризованы как среднечувствительные к продолжительности дня.

Таблица 4

Продолжительность периода до колошения (сутки) изогенных линий, сортов-доноров и рекуррентных родителей в условиях удлиненного (ДД) и укороченного дней (КД)

Линия, сорт	1-й эксперимент			2-й эксперимент		
	ДД	КД	d	ДД	КД	d
Мироновская 808	87	> 142		–*	–	–
Мироновская 808- <i>Vrd1</i>	69	135	66	–*	–	–
Мироновская 808- <i>Vrd2</i>	77	141	64	87	146	59
Эритроспермум 604	–	–	–	80	119	39
Эритроспермум 604- <i>Vrd1</i>	–	–	–	60	95	35
Эритроспермум 604- <i>Vrd2</i>	–	–	–	77	117	40
Norin 1	55	82	27	–	–	–
Чайка	72	141	69	95	146	51
HCP _{0,05}	7	6	11	5	11	10

* Не изучались.

Выводы

Созданы изогенные по генам *Vrd1* и *Vrd2* линии сортов Мироновская 808 и Эритроспермум 604. Линии Мироновская 808-*Vrd1* и Мироновская 808-*Vrd2* характеризуются сильной, а линии Эритроспермум 604-*Vrd1* и Эритроспермум 604-*Vrd2* средней чувствительностью к изменению продолжительности дня. Введение генов *Vrd1* и *Vrd2* в генотип сортов Мироновская 808 и Эритроспермум 604 приводит к снижению продолжительности яровизации изогенных линий. Доминантный ген *Vrd1* обладает большим фенотипическим эффектом по сокращению продолжительности яровизации (до 20–35 суток), а ген *Vrd2* – значительно меньшим (40–45 суток). На уровень фенотипического проявления генов *Vrd* оказывает модифицирующее влияние различие рекуррентных родителей по системе генов *Ppd*.

Литература

- Булавка Н.В. Наследование различной потребности в яровизации при скрещивании озимых сортов мягкой пшеницы // Тр. по прикл. ботан., генет. и селекции. 1984. Т. 85. С. 37–42.
- Булавка Н.К. Наследование длительности периода яровизации у различных сортов озимой мягкой пшеницы // Цитология и генетика. 1989. Т. 23. № 6. С. 37–40.
- Гончаров Н.П. Генетический контроль фотопериодической реакции у мягкой пшеницы // С.-х. биология. 1986. № 11. С. 84–90.
- Долгушин Д.А. Мировая коллекция пшениц на фоне яровизации. М.: Сельхозгиз, 1935. 110 с.
- Стельмах А.Ф. Генетическая связь яровизационной чувствительности с фотопериодической отзывчивостью у озимых мягких пшениц // НТБ ВСГИ. 1986. № 4. С. 20–24.
- Стельмах А.Ф., Золотова Н.А. Генетические различия по продолжительности яровизационной по-требности у озимой мягкой пшеницы // Цитология и генетика. 1993. Т. 27. № 3. С. 3–7.
- Файт В.И., Федорова В.Р. Генетичний контроль фотоперіодичної чутливості сортів озимої м'якої пшениці // Збірник наукових праць СГІ – НАЦ НАІС. Одеса, 2006. Вип. 9 (49). С. 9–18.
- Файт В.И., Федорова В.Р., Балашова И.А., Стельмах А.Ф. Продолжительность периода до колошения и тест на аллелизм *Ppd* линий различного происхождения // Цитология и генетика. 2006. Т. 40. № 1. С. 27–36.
- Файт В.И., Симоненко Л.К., Мокану Н.В., Попова Н.В. Хромосомная локализация генов *Vrd*, сокращающих продолжительность яровизации озимой мягкой пшеницы // Генетика (в печати).
- Gotoh T. Variation in the vernalization requirements in winter wheat cultivars // Proc. of the 2nd Internat. Winter Wheat Conference. Zagreb. 1975. P. 292–297.
- Gotoh T. Gene analysis of the degree of vernalization requirement in winter wheat // Japan J. Breed. 1980. V. 30. № 1. P. 1–10.
- Law C.N., Worland A.J. Wheat adoption – its genetic control and future manipulation // Savrem. Poljopr. 1990. V. 38. № 1/2. P. 231–237.
- McIntosh R.A., Yamazaki Y., Devos K.M. *et al.* Catalogue of gene symbols for wheat // Proc. of the 10th Internat. Wheat Genetics Symposium. Paestum (Italy). 2003. <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/top/top.jsp>
- Snape J.W., Laurie D.A., Worland A.J. Understanding the genetics of abiotic stress response in cereals and possible strategies for their amelioration // Aspects of Applied Biol. 1998. № 50. P. 9–14.
- Stelmakh A., Zolotova N., Fayt V. Genetic analysis of differences in duration vernalization requirement of winter bread wheat // Cereal Res. Comm. 2005. V. 33. № 4. P. 713–718.

NEAR-ISOGENIC LINES ON THE GENES CONTROLLING DIFFERENCES IN DURATION OF VERNALIZATION IN WINTER COMMON WHEAT

V.I. Fayt

Plant Breeding and Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigation,
Odessa, Ukraine, e-mail: fayt@paco.net

Summary

Near-isogenic lines were created on two major non-allelic *Vrd1* and *Vrd2* genes in the backgrounds of cultivars Mironovskaya 808 and Erythrosperrum 604. The lines of cultivars Mironovskaya 808 were characterized with high photoperiod sensitivity (64–66 days) while the lines of Erythrosperrum 604 do with medium one (35–40 days). The substitutions of recessive *vrđ* alleles for the dominant *Vrd1* and *Vrd2* ones led to shortening of vernalization requirements upto 20–35 and 40–45 days, respectively. The expression of *Vrd* genes was modified by the differences in *Ppd* genes.