

## ВВЕДЕНИЕ

Селекция пшеницы в России, помимо формирования сортов с высокой адаптивностью, пластичностью и качеством, должна быть направлена на создание более скороспелых сортов с оптимальной продолжительностью вегетационного периода для определенных условий окружающей среды.

В полевых условиях Северо-Запада России выделены три группы образцов яровой мягкой пшеницы: ультраскороспелые образцы с периодом посев-колошение меньше 52 суток, раннеспелые (52–59 суток) и среднеспелые (60–67 суток). Районированные в этом регионе сорта Ленинградская 6 и Ленинградская 97 относятся к среднеспелым формам. В условиях вегетационных опытов растения могут развиваться значительно быстрее, что наблюдается в экспериментах по определению их фотопериодической реакции. У пшеницы общая продолжительность вегетационного периода сильно коррелирует с продолжительностью периода всходы-колошение (посев-колошение) и в основном определяется фотопериодом.

Скороспельные и ультраскороспельные формы пшеницы обычно характеризуются низкой продуктивностью по сравнению с более позднеспелыми сортами (табл. 1). Поэтому крайне важным является преодоление отрицательной корреляции между скороспелостью и продуктивностью.

В наших исследованиях (Кошкин, 2012), ультраскороспельные образцы яровой пшеницы обнаружены преимущественно среди сортимента субтропических и тропических стран Средиземноморского региона, Ближнего Востока, Средней Азии, Юго-Восточной Азии, Центральной и Южной Америки. Однако источники слабой фотопериодической чувствительности и скороспелости яровой мягкой пшеницы выделены и среди образцов из северных стран (Канада и США), а также северо-запада Европейской части России и восточных районов Сибири (Кошкин, 2012). Подобные формы могут встречаться также среди сортимента пшеницы и в других районах как результат рекомбинационных процессов и целенаправленного отбора в процессе селекции (табл. 2). В таблицах 1 и 2 исследованные образцы мягкой пшеницы расположены в порядке возрастания величины скорости их развития до колошения на естественном длинном дне.

По литературным сведениям, фотопериодическую реакцию растений мягкой пшеницы контролируют гены *Ppd-D1*, *Ppd-B1* и *Ppd-A1*. Реакция мягкой пшеницы на яровизацию (тип развития) обусловлена экспрессией генов *Vrn-A1*, *Vrn-B1*, *Vrn-D1* и *Vrn-D4* (Snape et al., 2001; Гончаров, 2002). Отсутствие реакции на яровизацию ультраскороспелых сортов Луч Севера (к-40789), Таежная (к-50777) и линии СКФ детерминировано генами *Vrn-A1*,

*Vrn-B1* (Ригин, Пыженкова, 2011). Разные аллели этих генов могут влиять на проявление других агрономических признаков (Ling-zhi Meng et al., 2016). Процессы яровизации возможны в семенах в незрелом состоянии на материнском растении (Костюченко, Зарубайло, 1935).

Высокие темпы развития ультраскороспельных образцов обусловлены помимо генов *Vrn* и *Ppd*, также экспрессией генов *Eps* (*earliness per se*), которые ответственны за проявление собственно скороспелости или скороспелости *per se* (Snape et al., 2001). Эффекты аллелей генов *Eps* могут быть заметны не только в вегетативную фазу, но и в ранний период репродуктивной, что указывает на их многочисленность (Kamran et al., 2014), кроме того, действие этих генов может варьировать в зависимости от температуры и других факторов. Так, выявлено влияние факторов скороспелости *per se* на время цветения и созревание семян пшеницы (Kamran et al., 2013).

Возможно, ген *Eps*, определяющий ультраскороспелость *per se* растений пшеницы, не представляет собой самостоятельную структурную единицу, а является блоком полигенов (модификаторов) с малым эффектом, определяющих непрерывную изменчивость и сцепленных с геном, который идентифицируется менделевскими методами (Ригин, Пыженкова, 2011).

В ВИРе созданы новые константные ультраскороспельные линии яровой мягкой пшеницы Фори и Рифор.

Линии Фори 1...8 (к-65589 ... к-65596) являются результатом гибридизации между ультраскороспельными образцами Фотон (к-55696) и Рико (к-65588) с последующим отбором растений с повышенной продуктивностью и высоким темпом развития (табл. 3).

Согласно нашему анализу с использованием изогенных линий Triple Dirk, а также опытов Е.К. Потокиной с применением ген-специфичных праймеров (Вражнов и др., 2012), в генотипах Рико (к-65588), линий Фори 1 ... 8 (к-65589 ... к-65596) и Фотон (к-55696) имеются доминантные аллели генов *Vrn-A1*, *Vrn-B1*, *Vrn-D1* и рецессивный аллель гена *Vrn-B3*. Кроме этих генов, у Рико и Фотон обнаружен доминантный ген *Ppd-D1*.

По нашим данным, ультраскороспельные формы Рико (к-65588) и Фотон (к-55696) помимо гена *Eps* имеют два доминантных гена *Ppd-D1* и *Ppd-B1*. Ультраскороспельный образец Рико (к-65588) и линии Фори 1 ... 8 (к-65589 ... к-65596), наименее чувствительные к 12-часовому фотопериоду среди пшениц коллекции генетических ресурсов растений ВИР, не реагируют на яровизацию и имеют стабильную продолжительность периода до колошения в разных экологических средах. Однако впервые выявлено различие их реакций на 12- и 8-часовой фотопериод (табл. 4). Не зафиксирована смена рангов по скорости развития по отношению к стандарту и другим скороспельным образцам пшеницы (Зуев и др., 2009).

Константные линии Рифор (1 ... 10) являются результатом гибридизации ультраскороспелой линии Рико (к-65588) с образцом Forlani Roberto (к-42641) из Италии и отбора фенотипов на ультраскороспелость и повышенную продуктивность колоса в течение семи поколений. Растения Forlani Roberto очень позднеспелые, реагируют на яровизацию, фотопериод и в благоприятных условиях имеют продуктивный колос с пятью-шестью зерновками в колоске. Контроль ярового типа развития этой формы обеспечен экспрессией доминантного гена *Vrn-B1*.

Среди потомков гибрида Рико × Forlani Roberto выделены константные ультраскороспельные формы Рифор, по продуктивности значительно превышающие родительскую линию Рико и по некоторым другим параметрам существенно не уступающие даже районированным сортам пшеницы (табл. 5 и 6). Таким образом, показана возможность создания рекомбинантов яровой мягкой пшеницы, сочетающих ультраскороспелость и сравнительно высокую продуктивность колоса.

По сравнению с пшеницей ячмень является более скороспелой культурой. В наших опытах скорость развития до колошения ультраскороспельных форм мягкой пшеницы (Рико, Фори, Рифор) была сопоставима с темпами развития самых скороспельных образцов ячменя (*Hordeum vulgare L.*) коллекции генетических ресурсов растений ВИР (табл. 7).

В каталоге представлены результаты изучения образцов яровой мягкой пшеницы и их гибридов в полевых и вегетационных опытах.

В полевых опытах скорость развития пшеницы оценивали по продолжительности периода посев-колошение, так как в этом случае учитывались и различия опытных растений по темпам прорастания зерновок. Посев зерновок проводили во влажную землю и в оптимальные сроки. При анализе элементов структуры урожая в фазе полной спелости вычисляли средние величины признаков и их доверительные интервалы, рассчитанные при 0,05 уровне значимости. Статистическая обработка оценочной базы данных выполнена с помощью программы Microsoft Excel 2010 и методических указаний (Зайцев, 1984).

Фотопериодическую реакцию растений изучали в вегетационном и фотопериодических домиках отдела физиологии растений ВИР с использованием 5-литровых сосудов в условиях естественного длинного (17 ч 30 мин – 18 ч 52 мин) и короткого (12 ч) фотопериода. У каждого растения отмечали дату колошения после выхода половины колоса из влагалища флагового листа. Фотопериодическую чувствительность определяли по величине задержки колошения на коротком дне. Образцы, задерживающие колошение на коротком дне по сравнению с длинным днем менее чем на 10 сут, классифицировали как слабо чувствительные к фотопериоду.

Предпосевную яровизацию проводили в чашках Петри в холодной камере при температуре +2°C, без освещения в течение 30 сут. Реакцию растений на яровизацию оценивали по различию периода всходы-колошение у яровизированных и неяровизированных растений.

В наших исследованиях подтверждена возможность получения рекомбинантов, сочетающих высокую скорость развития, слабую реакцию на фотопериод и относительно высокую продуктивность.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение .....	5
Таблица 1. Элементы продуктивности образцов яровой мягкой пшеницы коллекции генетических ресурсов растений ВИР с различной скоростью развития (Пушкин, полевой опыт, 2009-2011 гг.) .....	9
Таблица 2. Фотопериодическая чувствительность образцов яровой мягкой пшеницы коллекции генетических ресурсов растений ВИР с различной скоростью развития (Пушкин, вегетационный опыт, 2011 г.) .....	12
Таблица 3. Скорость развития линий Фори до колошения и элементы продуктивности в сравнении с районированными сортами мягкой пшеницы (Пушкин, полевой опыт).....	15
Таблица 4. Реакция линий Фори, скороспелых и районированных сортов на фотопериод (Пушкин, вегетационный опыт, 2009 г.).....	16
Таблица 5. Скорость развития линий Рифор до колошения и элементы продуктивности в сравнении с районированными сортами (Пушкин, полевой опыт).....	17
Таблица 6. Реакция линий Рифор, родительских форм и районированных сортов на фотопериод (Вегетационный опыт, 2015–2016 гг.).....	19
Таблица 7. Скорость развития ультраскороспелых образцов пшеницы <i>Triticum aestivum</i> L. в сравнении со скороспелыми образцами ячменя <i>Hordeum vulgare</i> L.....	21
Благодарности.....	22
Литература .....	22