

УДК 631.52:631.53.02:633.112.9

**ВЛИЯНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИЗОЛЯЦИИ
НА СОРТОВУЮ ЧИСТОТУ ПОСЕВОВ ТРИТИКАЛЕ
(×TRITICOSECALE WITTM.)**

В.С. РУБЕЦ, В.В. ПЫЛЬНЕВ, В.П. ШТЕНЦЕЛЬ

(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

Приведены результаты изучения максимальной дальности переноса жизнеспособной пыльцы тритикале ветром в условиях Нечерноземной зоны РФ в течение 2011–2013 гг. Была использована методика улавливания жизнеспособной пыльцы живыми рыльцами кастрированных цветков растений тритикале, расставленных в вегетационных сосудах на определенных расстояниях от массива цветущей тритикале (максимальное расстояние 300 м). Жизнеспособность рылец контролировали вариантом, расположенным непосредственно в посеве (завязываемость зерен от ветроопыления составила 60–70%). Показано, что при удалении растений от массива тритикале на 5 м завязываемость зерен в кастрированных цветках составляет около 46%, на 25 м — 16%, 50 м — 2%, 75, 100 и 150 м — 1,0%, 250 м — 0,1%, 300 м — 0%.

Для оценки влияния пространственной изоляции на сортовую чистоту тритикале в 2014 г. проводили улавливание жизнеспособной пыльцы, находящейся в воздухе, рыльцами цветков тритикале, в которых была собственная пыльца (без кастрации). Растения в сосудах размещали по аналогичной схеме относительно массива тритикале. Сортovou чистоту определяли у потомств полученных семян (2015 г.). Сортová чистота семян, полученных от растений, расположенных в массиве тритикале (92,8%), не соответствовала требованиям, предъявляемым к семенам тритикале (99,5–95,0%), а размещенных на расстоянии 50 м и далее — была максимально возможной (100%).

Установлено, что пыльца тритикале способна переноситься ветром, оставаясь в жизнеспособном состоянии, на расстояние в 250 м. Однако для сохранения высокой сортовой чистоты достаточна пространственная изоляция в 50 м.

Ключевые слова: тритикале, семеноводство, цветение, спонтанная гибридизация, жизнеспособность пыльцы, жизнеспособность рыльца, пространственная изоляция, категория семян, сортовaя чистота

Тритикале является относительно молодой культурой, работа с которой ведется во многих селекционных учреждениях нашей страны [9, 13]. Результатом является включение в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, на 2015 г. 65 сортов озимой гексаплоидной тритикале и 11 — яровой [2].

Семеноводство сортов тритикале имеет множество проблем, связанных с недостаточным изучением биологии цветения, опыления и оплодотворения этой культуры. Одной из самых трудных проблем в этой области является достижение однородности растений в семеноводческом посеве тритикале [3]. Это связано повышенной в сравнении с пшеницей склонностью тритикале к факультативному перекрестному опылению [7, 8, 11, 12, 14, 18, 19]. Однако среди ученых, работающих с тритикале, нет единого мнения относительно величины спонтанного переопыления, дальности переноса жизнеспособной пыльцы ветром, влияния пространственной изоляции на сохранение высоких значений сортовой чистоты посева. Так, по данным В.М. Пыльнева с соавторами (1981) [11], спонтанная межсортовая гибридизация тритикале в условиях Одессы варьирует в пределах 1,1–65,3% (в среднем — 17,3%). Н.М. Комаров, Н.И. Соколенко (2000) в условиях Ставрополя получили 10,4–50,6% спонтанных гибридов [7], Ю.П. Лаптев и В.М. Хлюпкин для Курской области — 12% [8]. Относительно невысокое перекрестное опыление у тритикале обнаружено А.Ф. Шулындиным для условий Харькова [9], М.А. Махалиным для средней полосы России [9], В.С. Рубец с соавторами для условий Москвы (0,1–4,1%) [12].

Относительно дальности переноса пыльцы ветром также имеются разночтения: 50 м [8], 300 м [4], 400 м [14]. Соответственно и рекомендации относительно пространственной изоляции посевов разных сортов тритикале друг от друга также сильно различаются: 3–5 м [14], 20–30 м [8], 200 м [11]. Это связано с тем, что соответствующие исследования проводили в различных регионах бывшего СССР, с резко различающимися природно-климатическими условиями. А биология цветения тритикале, как известно, сильно зависит от метеорологических условий в период цветения [7, 8, 14, 16]. Поэтому уточнение влияния расстояния между семеноводческими посевами разных сортов тритикале на сохранение ими сортовой чистоты требует проведения дополнительных исследований в каждом конкретном регионе возделывания этой культуры.

Данная работа посвящена изучению влияния пространственной изоляции на сортовую чистоту посевов озимой гексаплоидной тритикале для дальнейшей оптимизации селекционного и семеноводческого процессов этой культуры.

Материал и методика

Исследования проводили на кафедре генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства и Селекционной станции имени П.И. Лисицына Российского Государственного аграрного университета — МСХА имени К.А. Тимирязева в 2011–2015 гг.

В большинстве работ по определению дальности переноса пыльцы ветром приводится методика улавливания пыльцы предметными стеклами, смазанными вазелином [8, 14]. В этом случае на стекла попадает любая пыльца (живая и неживая). Под микроскопом можно подсчитать число пыльцевых зерен, прилипших к стеклам, но нельзя определить их жизнеспособность. Известно, что пыльца тритикале теряет жизнеспособность очень быстро: в солнечную сухую погоду в среднем через 10–15 мин., в пасмурную влажную — через 30–60 мин. [8, 14, 16]. Поэтому для прояснения вопроса следует применять методы улавливания именно жизнеспособной пыльцы, а не пыльцы вообще.

Для этой цели был использован метод, разработанный в ТСХА имени К.А. Тимирязева А.П. Гориным [1]. Он заключается в улавливании живой пыльцы живыми рыльцами пестиков кастрированных цветков тритикале.

Для достижения поставленной цели весной после схода снега растения тритикале были пересажены в вегетационные сосуды. В фазу колошения были кастрированы все цветки развитых колосьев в каждом сосуде. Все остальные побеги были удалены во избежание образования собственной пыльцы. На колосья с кастрированными цветками были надеты изоляторы, которые сняли только тогда, когда сосуды с растениями перевезли в поле и расставили в определенных точках на разном расстоянии от массива тритикале. При этом проверяли наличие брака кастрации. Проводили ежедневный полив растений в сосудах. После окончания массового цветения тритикале (примерно через две недели) на колосья снова надевали изоляторы до созревания в них завязавшихся зерен. После этого в каждом колосе было подсчитано число цветков и завязавшихся зерен, определена завязываемость гибридных зерен как отношение числа завязавшихся зерен к числу цветков, выраженная в процентах.

В 2011 г. для улавливания пыльцы рыльцами пестиков была использована раннеспелая линия 21759/97. В 2012 и 2013 гг. — раннеспелый сорт Валентин и среднеспелый сорт Гермес (табл.). Использование раннеспелых сортов обусловлено тем, что они имеют более длительный период жизнеспособности рылец в сравнении с другими [14].

Недостатком этого способа является то, что цветки не имеют собственной пыльцы. Поэтому на рыльцах стерильных цветков растет любая попавшая пыльца,

Т а б л и ц а

Объем эксперимента по изучению дальности переноса пыльцы ветром озимой гексаплоидной тритикале

Год	Даты массового цветения	Сортообразец	Число вегетационных сосудов	Число направлений расстановки сосудов	Расстояние от массива тритикале, м	Число кастрированных	
						колосьев	цветков
2011	04 июня — 11 июня	Л. 21759/97	30	6	0, 5, 25, 50, 75, 100	483	14458
2012	30 мая — 19 июня	Валентин	20	4	0, 50, 100, 150, 200, 250	335	12618
		Гермес	20	4		386	15345
		В общем	40	4		721	27963
2013	5 июня — 18 июня	Валентин	20	4	0, 50, 100, 150, 200, 250, 300	155	6052
		Гермес	20	4		161	7034
		В общем	40	4		316	13086
2014	26 мая — 04 июня	Валентин	24	5	0, 50, 100, 150, 200	—	—

поскольку отсутствует конкуренция с собственной. Однако этот метод позволяет сказать, какое максимальное расстояние способна преодолеть пыльца, оставаясь при этом жизнеспособной, при посредстве ветра.

В связи с этим, в 2014 г. был поставлен эксперимент по изучению дальности переноса пыльцы и способности ее прорастания на рыльцах пестиков цветков, имеющих собственную пыльцу (табл.). Был использован сорт Валентин, имеющий четыре рецессивных морфологических признака (белая окраска колоса, отсутствие опушения на колосковых чешуях, неопушенное подколосовое междоузлие, наличие остей), что позволяет увидеть любые гибридные формы в потомстве. Растения сорта Валентин были пересажены в сосуды. В фазу колошения на каждый сосуд был надет большой пергаментный изолятор для предотвращения неконтролируемого попадания пыльцы, сосуды перевезены в поле и расставлены по определенной схеме в различных направлениях от массива тритикале. После окончательной установки сосудов на место изоляторы снимали.

Расстояние от массива тритикале считали вариантом опыта, каждый отдельный сосуд на конкретном расстоянии в определенном направлении считали повторностью.

Через две недели, по окончании массового цветения, на растения снова были надеты изоляторы и оставлены так до созревания. Обмолот производили вручную.

Все полученные семена были высеяны в поле вручную.

В 2015 г. проведен анализ полученного потомства методом полевой апробации [6]. Растения, выросшие из семян, полученных от каждого сосуда, представляли собой одну повторность для конкретного расстояния от массива тритикале (на каждое расстояние было выставлено по 5 сосудов в разных направлениях).

Стебли на каждой делянке срезали, и полученный сноп разбирали на фракции: развитые стебли основного сорта и развитые стебли, нетипичные для сорта. Сортовую чистоту определяли как отношение числа развитых стеблей основного сорта к общему числу развитых стеблей основного сорта и спонтанных гибридов, выраженное в процентах. Засоренность посева (или содержание спонтанных гибридов) определяли как разность (100% минус сортовая чистота).

Сортовая чистота была выражена в процентах. Кроме того, ее значения лежали в пределах, превышающих 80%. Поэтому, для расчета доверительных интервалов было проведено преобразование данных в $\varphi = \arcsin \sqrt{\text{процент}}$, определены значения стандартной ошибки $S_{\varphi} = 1/\sqrt{n}$, где n — объем выборки (число снопов). Доверительный интервал рассчитывали по формуле $\varphi \pm t_{05} S_{\varphi}$. После этого границы доверительного интервала снова переводили в проценты, сохраняя исходное значение среднего арифметического значения [5, 15]. В большинстве случаев «плечи» доверительного интервала для \bar{x} получились неодинаковыми. На рисунках они приведены как $(\bar{x} \pm t_{05} S_x)$.

Метеорологические условия, сложившиеся в период цветения, могут оказывать влияние на величину спонтанной гибридизации [14, 16], ветер способствует перенесению пыльцы на дальние расстояния, дождь осаждаёт пыльцу. Поэтому их подробное рассмотрение может помочь объективно проанализировать полученные результаты.

По данным Метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона, в 2011 г. наблюдались неблагоприятные погодные условия во время цветения для длительного сохранения жизнеспособности пыльцы. Жаркая сухая погода, низкая

влажность воздуха, высокая интенсивность солнечной инсоляции не способствуют успеху перекрестного опыления у злаков. Однако сильные ветры облегчали перенос пыльцы.

Условия 2012 г. характеризовались относительно благоприятными значениями среднесуточной температуры воздуха, наличием осадков, отсутствием дефицита влаги, высокой относительной влажностью воздуха, высокой облачностью, непродолжительным периодом солнечной инсоляции, сильными ветрами. Такие условия благоприятны для сохранения жизнеспособности пыльцы в течение относительно большого промежутка времени. Однако регулярный дождь, возможно, способствовал быстрому намоканию и осаждению пыльцы.

В 2013 г. период цветения характеризовался высокой среднесуточной температурой, отсутствием осадков, и при этом — небольшим дефицитом влаги и благоприятной относительной влажностью воздуха. Облачность в течение всего периода цветения была незначительной, а продолжительность солнечного сияния — большой, ветер — сильным. Такие условия не способствуют длительному сохранению жизнеспособности пыльцы тритикале, однако не препятствуют переносу ее ветром.

В 2014 г. наблюдалась жаркая, сухая, ветреная погода с низкой относительной влажностью воздуха и сильным дефицитом влаги. Было отмечено отсутствие облачности и длительный период солнечной инсоляции. Такие условия неблагоприятны для сохранения жизнеспособности пыльцы в воздухе, но они не препятствуют ее переносу ветром.

Таким образом, наиболее благоприятными для сохранения жизнеспособности пыльцы, был 2012 г., самым неблагоприятным — 2014 г.

Результаты и их обсуждение

В 2011 г. был поставлен рекогносцировочный опыт для того, чтобы определить, как далеко может быть перенесена жизнеспособная пыльца тритикале от цветущего массива. Для успеха эксперимента необходим контроль за жизнеспособностью рылец кастрированных цветков. Из литературных данных известно, что у тритикале жизнеспособность рыльца сохраняется 7–11 дней [14, 17], а наибольшая способность воспринимать пыльцу наблюдается через 5 дней от момента созревания [14]. Поэтому первый вариант размещения сосудов с кастрированными растениями был в посеве тритикале, где насыщенность пылью во время массового цветения очень велика, что, при высокой рецептивности рылец, будет способствовать высокой завязываемости гибридных зерен от ветроопыления.

У растений, размещенных в посеве, отмечена высокая завязываемость зерен в кастрированных цветках (в среднем — 70%) (рис. 1). Это говорит о хорошем состоянии рылец и их высокой воспринимающей способности.

На расстоянии 5 м от посева завязываемость снижается почти вдвое (в среднем — 46%). В третьей точке на расстоянии 25 м от массива тритикале завязываемость еще ниже — всего 16% (с варьированием от 1 до 24% на разных направлениях). На расстоянии 50 м завязываемость уже около 2,75 м — около 1 и 100 м — около 0,6% (от 0 до 2% на разных направлениях).

Представленные результаты позволяют утверждать, что пыльца тритикале способна переноситься ветром более чем на 100 м, оставаясь при этом в жизнеспособном состоянии.



Рис. 1. Завязываемость гибридных зерен в кастрированных цветках тритикале при спонтанном переносе пыльцы ветром, % (2011 г.) ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}} t_{05}$)

Чтобы оценить, насколько далеко способна переноситься жизнеспособная пыльца, необходимо разнести растения в сосудах на возможно более далекое расстояние от массива цветущей тритикале. Поскольку опыты были проведены на территории Полевой опытной и Селекционной станций РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, то мы не имели возможности расставлять сосуды с растениями на максимально возможное расстояние на всех направлениях из-за ограниченности площадей (табл.). Максимально возможным оказалось расстояние в 300 м от цветущего массива в одном направлении.

В 2012–2013 гг. у растений, выставленных в посеве, завязываемость зерен в кастрированных цветках была высокой (около 60%), что говорит о жизнеспособных рыльцах, способных нормально воспринимать пыльцу (рис. 2).

На расстоянии в 50 м от цветущего массива тритикале завязываемость снизилась очень значительно и составила, в среднем, около 3,5%. Через 100 и 150 м этот показатель все еще был довольно высоким (около 1,6 и 1,1% соответственно). Даже на расстоянии в 250 м на кастрированных колосьях было обнаружено несколько завязавшихся зерен. И только в точке, отнесенной от посева тритикале на 300 м, не завязалось ни одного зерна.

Наши результаты показали, что в условиях Москвы (Нечерноземной зоны) жизнеспособная пыльца озимой гексаплоидной тритикале способна переноситься ветром на расстояние в 250 м и осуществлять оплодотворение. Для пшеницы в таких же условиях это расстояние определено в 150 м [1]. Завязываемость зерен, способная снизить сортовую чистоту посева тритикале, отмечена до расстояния в 150 м. Дальше завязываемость уже незначительна.

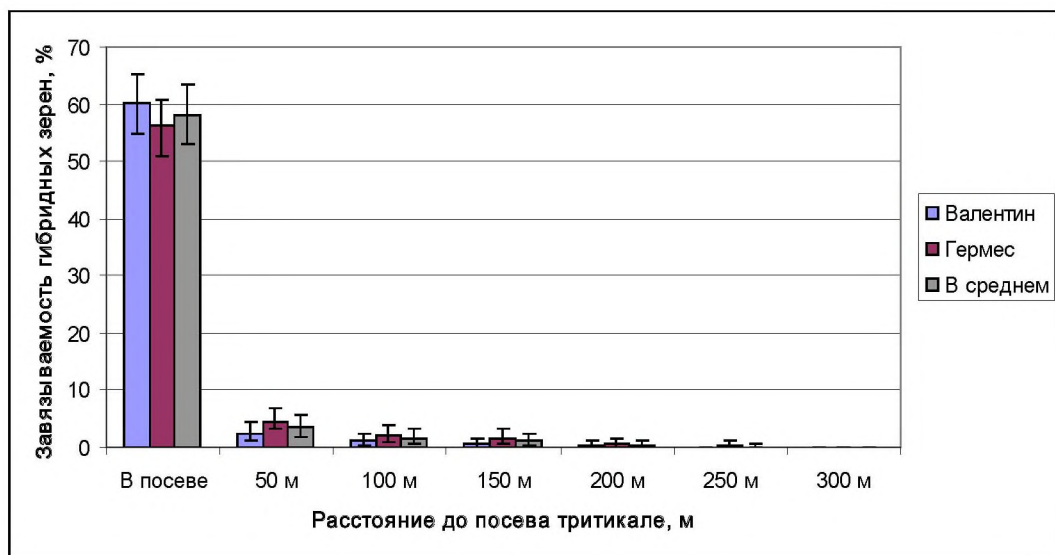


Рис. 2. Завязываемость гибридных зерен в кастрированных цветках тритикале при спонтанном переносе пыльцы ветром, % (в среднем по годам, 2012–2013 гг.) ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}} t_{05}$)

Чтобы выяснить, каким образом перенос жизнеспособной пыльцы может отразиться на значении сортовой чистоты посева тритикале, в цветках которой имеется собственная пыльца, в 2014 г. был поставлен эксперимент по оценке спонтанной межсортовой гибридизации в зависимости от расстояния между сортами (табл.).

Полученные значения сортовой чистоты были сопоставлены с требованиями, приведенными в ГОСТ Р 52325-2005 [10], определяющем нормы сортовой чистоты посевов для различных категорий семян озимой тритикале:

- 99,5% — для категории ОС — оригинальных семян (не более 0,5% засорения), на рисунках — это красная линия;
- 99,2% — для категории ЭС — элитных семян (не более 0,8% засорения) — коричневая линия;
- 98,0% — для категории РС — репродукционных семян (не более 2% засорения) — зеленая линия;
- 95,0% — для категории РСт — репродукционных семян, предназначенных для производства товарной продукции (не более 5% засорения) — синяя линия.

Показано, что спонтанные гибриды образовались только у растений, выставленных внутри посева тритикале (рис. 3). Сортовая чистота полученных от них семян оказалась очень низкой, не соответствующей требованиям ГОСТ Р 52325. Чистота семян, полученных от растений, размещенных на расстоянии 50 м и далее, была максимально возможной.

Конечно, исследования, проведенные только с одним сортом, недостаточны для окончательного выяснения вопроса о величине пространственной изоляции для семеноводческих посевов тритикале. Однако, можно утверждать, что 50 м достаточно для сохранения высокой сортовой чистоты.

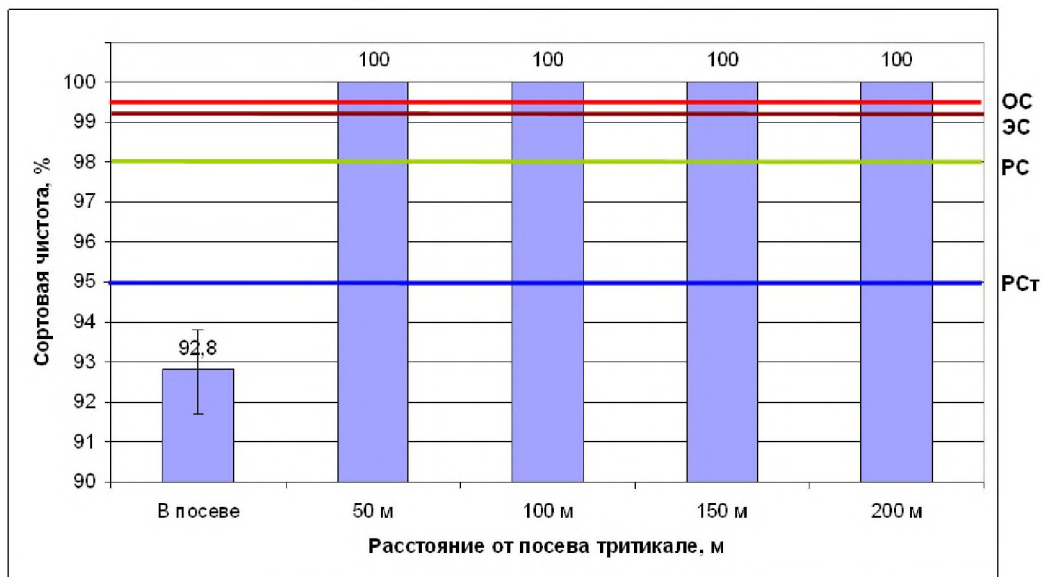


Рис. 3. Сортовая чистота посева сорта тритикале Валентин в опыте без кастрации цветков, % (2014) ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}} t_{05}$)

Выводы

1. Жизнеспособная пыльца тритикале может быть перенесена ветром на расстояние в 250 м.
2. Расстояние в 50 м является достаточным для пространственной изоляции семеноводческих посевов озимой гексаплоидной тритикале для обеспечения сохранения ими высокой сортовой чистоты в условиях Нечерноземной зоны.

Библиографический список

1. Горин А.П. Биология цветения и естественной гибридизации у пшеницы: Дис. д. с.-х. н. М., 1950. 295 с.
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Официальное издание. Том 1. Сорта растений. М., 2015. 468 с.
3. Гриб С.И., Бушневич В.Н. Селекция тритикале в Беларуси: результаты, проблемы и пути их решения / Тритикале (М-лы международной научно-практической конференции «Роль тритикале в стабилизации и увеличении производства зерна и кормов» и секции тритикале отделения растениеводства РАСХН. Ростов-на-Дону, 2010. Вып. 4. С. 74–79.
4. Дорофеев В.Ф., Лантев Ю.П., Чекалин Н.М. Цветение, опыление и гибридизация растений. М.: Агропромиздат, 1990. 144 с.
5. Доспехов Б.Д. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. 336 с.
6. Инструкция по апробации сортовых посевов. Часть I (зерновые, крупяные, зернобобовые, масличные и прядильные культуры). М.: ВНИИТЭИагропром, 1996. 83 с.

7. Комаров Н.М., Соколенко Н.И. Некоторые аспекты селекции и семеноводства тритикале в связи с его генеративной системой / Тритикале России. Сб. материалов заседания секции тритикале РАСХН. Ростов-на-Дону, 2000. С. 80–84.

8. Лаптев Ю.П., Хлюпкин В.М. Феномен тритикале. М.: Колос, 1992. 143 с.

9. Махалин М.А. Межродовая гибридизация зерновых колосовых культур. М.: Наука, 1992. 239 с.

10. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 52325-2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия: Издание официальное. М.: Стандартинформ, 2005. 19 с.

11. Пыльнев В.М., Рыжеева О.И., Кривенко А.А. Особенности цветения и опыления разных форм озимого тритикале / В кн. Репродуктивный процесс и урожайность полевых культур. Одесса: ВСГИ, 1981. С. 27–40.

12. Рубец В.С., Широколава А.В., Пыльнев В.В. Влияние спонтанной гибридизации на сортовую чистоту посевов тритикале (*Triticosecale* Wittm.) / Известия ТСХА, М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. Вып. 5. С. 37–53.

13. Сечняк Л.К., Сулима Ю.Г. Тритикале. М.: Колос, 1984. 317 с.

14. Симинел В.Д., Кильчевская О.С. Особенности биологии цветения, опыления и оплодотворения тритикале. Кишинев: «Штиинца», 1984. 152 с.

15. Смиряев А.В., Кильчевский А.В. Генетика популяций и количественных признаков. М.: «КолосС», 2007. 272 с.

16. Чеботарь А.А., Челак В.Р., Мошкович А.М., Архипенко М.Г. Эмбриология зерновых, бобовых и овоще-бахчевых возделываемых растений. Кишинев.: «Штиинца», 1987. 225 с.

17. Шевченко В.Е., Шмлев Н.С. Биология цветения яровых гексаплоидных ($2n=42$) тритикале // Науч. труды НИИСХ ЦЧП, 1978. Т. 15. Вып. 3. С. 41–43.

18. Hills M., Hall L., Messenger D., Graf R., Beres B., Eudes F. Evaluation of crossability between triticale (*X Triticosecale* Wittmack) and common wheat, durum wheat and rye. / Environmental Biosafety Research, 2007. Vol. 6 (4). P. 249–257.

19. Kociuba W., Kramek A. The analysis of some characteristics of triticale flowering biology suitable for breeding and reproduction of cultivars // Annales Universitatis Mariae Curie — Sklodowska, Agricultura, 2004. Vol. 59. № 1. P. 115–117.

EFFECTS OF SPATIAL ISOLATION ON VARIETAL PURITY OF TRITICALE (*XTRITICOSECALE* WITTM.) PLANTINGS

V.S. RUBETS, V.V. PYLNEV, V.P. SHTENTSEL

(Russian Timiryazev State Agrarian University)

A maximum distance of viable triticale pollen transport by wind was studied in the Non-Chernozem Zone of Russia in 2011–2013. Vital stigmas of the castrated triticale flowers captured viable pollen. The plants were cultivated in vegetative pots which were placed at a certain distance from the field of flowering triticale (the maximum distance — 300 m). The variant which was directly within the field was the control of stigma receptivity.

The seed set percentage was 60–70% after wind pollination. Plants distanced from the triticale field for 5 m resulted in the seed set percentage among the castrated flowers of 46%, for 25 m—16%, for 50 m—2%, for 75, 100 and 150 m—1%, for 250 m—0.1%, for 300 m—0%.

Effects of spatial isolation on the triticale varietal purity were estimated in 2014. Stigmas of the triticale flowers with own pollen (without castration) captured viable pollen from air. The plants in vegetative pots were placed similarly from the triticale field. The varietal purity was estimated in progeny of obtained seeds in 2015. The varietal purity of seeds, obtained from plants which were placed directly within the field (92.8%), failed to meet the requirements to triticale seeds (99.5–95.0%); for those which were placed as far as 50 m and farther it was 100%.

Triticale pollen can be transported by wind being viable at 250 m distance. The spatial isolation at 50 m is sufficient to keep high varietal purity.

Key words: triticale, seed production, flowering, spontaneous hybridization, pollen viability, stigma receptivity, spatial isolation, seed category, varietal purity.

Рубец Валентина Сергеевна — к. б. н., доц. кафедры генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976-12-72, e-mail: selection@timacad.ru).

Пыльнев Владимир Валентинович — д. б. н., проф. кафедры генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976-12-72; e-mail: selection@timacad.ru).

Штенцель Виктор Павлович — студ. кафедры генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976-12-72).

Rubets Valentina Sergeevna — PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Genetics, Biotechnology, Plant Breeding and Seed Production, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Timiryazevskaya str., 49; tel.: +7 (499) 976-12-72; e-mail: selection@timacad.ru).

Pylnev Vladimir Valentinovich — PhD in Biology, Professor of the Department of Genetics, Biotechnology, Plant Breeding and Seed Production, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Timiryazevskaya str., 49; tel.: +7 (499) 976-12-72; e-mail: selection@timacad.ru).

Shtentsel Victor Pavlovich — Student of the Department of Genetics, Biotechnology, Plant Breeding and Seed Production, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Timiryazevskaya str., 49; tel.: +7 (499) 976-12-72; e-mail: selection@timacad.ru).