

УДК 631.52:631.53.02:633.112.9

СПОСОБ УМЕНЬШЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ЗАСОРЕНИЯ ПРИ ПОСЕВЕ КОНКУРСНОГО СОРТОИСПЫТАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

В.С. РУБЕЦ, А.В. ШИРОКОЛАВА, В.В. ПЫЛЬНЕВ

(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

Проведено изучение величины механического засорения семян зерновых культур на примере озимой тритикале, происходящее при посеве селекционных номеров в конкурсном сортоиспытании селекционной сеялкой СН-10Ц. Эксперимент проводили в трехкратной повторности в 2012–2015 гг. На полосе высевали последовательно сначала красноколосый сорт тритикале (засоритель), затем три делянки белоколосого сорта. После созревания определяли сортовую чистоту на каждой делянке белоколосого сорта в зависимости от удаленности от делянки засорителя.

Установлено, что при высеве селекционных образцов последовательно имеет место сильное механическое засорение, снижающее значение сортовой чистоты оригинальных семян до более низкой категории.

Предложен способ размещения селекционных номеров в конкурсном сортоиспытании зерновых культур, при котором механическое засорение сеялкой и комбайном может быть сведено к минимуму. Он заключается в том, что делянки одного и того же образца в двух смежных повторениях следует размещать одну за другой (первого и второго повторений, третьего и четвертого, пятого и шестого). Получится три больших повторения, в каждом из которых совмещены по два обычных повторения. Образцы в этих больших повторениях следует разместить рандомизированно.

Ключевые слова: тритикале, механическое засорение, категория семян, сортовая чистота, конкурсное сортоиспытание.

Конкурсное сортоиспытание (КСИ) является завершающим звеном селекционного процесса. Его задачей является максимально точная в условиях полевого опыта сравнительная оценка сортообразцов и выявление в кратчайший срок лучших из них, превосходящих стандарт и другие испытываемые сорта по урожайности, качеству продукции, устойчивости к болезням, пригодности к механизации и другим показателям [4].

КСИ проводят по Методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Достоверность и точность результатов КСИ зависят от правильного расположения полевых опытов, размеров и формы делянок, повторности, размещения образцов, качества семян, своевременного проведения всех работ и наблюдений и др. [4].

Размер делянок в КСИ достаточно велик (25–50 м²), повторность 4–6-кратная. Делянки имеют удлиненную форму, позволяющую наиболее полно включать все разнообразие условий, имеющихся на опытном поле, а также облегчает использование

машин для посева, ухода и уборки урожая при сравнительно небольшой площади делянок [4].

Использование машин может приводить к механическому засорению семян последующего сортообразца семенами предыдущего [1]. Это важно, поскольку в КСИ проводят не только сравнение сортообразцов, но и их размножение, при котором желательно получить семена с высокими показателями сортовой чистоты. Поэтому важно так спланировать все механизированные работы при проведении сортоиспытания, чтобы снизить их негативное влияние на сортовую чистоту полученных в итоге семян.

Основными источниками механического засорения в КСИ являются селекционные сеялки (засорение при посеве), селекционные комбайны (засорение при уборке) и семяочистительные машины (засорение при очистке семян).

В селекционном процессе зерновых культур используют, в основном, две специальные сеялки — кассетную СКС-6-10 и сеялку центрального высева СН-10Ц. Первую используют для высева питомников с малой площадью делянки (0,12–5 м), вторую — с большой (5–25 м). Особенностью этих сеялок является отсутствие «мертвого» запаса семян, что теоретически должно обеспечивать отсутствие механического засорения одного образца другим [4, 6]. Однако на практике некоторое механическое засорение имеет место. Поэтому выяснение его величины и влияния на сортовую чистоту может помочь найти оптимальный способ размещения делянок большого количества селекционных образцов с тем, чтобы получить максимальное количество семян с высокими сортовыми качествами.

Сеялкой СН-10Ц высевают конкурсное сортоиспытание (КСИ), которое содержит большое число образцов и высокую повторность (обычно 6-кратную). Начальное механическое засорение делянки последующего образца семенами предыдущего может происходить в процессе посева, поскольку селекционная сеялка СН-10Ц за один проход высеивает большое число образцов, расположенных в одной полосе по запланированной ранее схеме, не останавливаясь. Сеялка конструктивно устроена так, что позволяет между делянками установленного размера иметь незасеянную часть — межделяночную дорожку (обычно длиной 0,5 м). Семена, по какой-то причине застрявшие в семяпроводах или в сошниках, в большинстве попадают на эту дорожку, затем их удаляют при оформлении посева. Но часть из них попадает на следующую делянку, механически засоряя последующий сортообразец семенами предыдущего.

Уборку КСИ проводят механизировано селекционными комбайнами, что также приводит к механическому засорению полученных семян.

В учебниках по селекции и в Методике Государственного сортоиспытания содержатся рекомендации по уборке КСИ со сложной траекторией движения комбайна, при которой выполняется уборка одного образца за единый проход машины, от повторения к повторению. Для этого между повторениями, расположенными в разных ярусах, необходимо оставлять 5–8-метровые дороги для разворота комбайна. Семена с первой делянки будут засорены семенами предыдущего образца, и в дальнейшем на посев их не используют. Семена со всех остальных делянок будут чистыми от механического засорения комбайном [4, 6]. Такой способ позволяет получить большое количество семян, лишенных механического засорения комбайном. Однако он трудоемок и требует больших площадей для размещения сортоиспытания. Кроме того, при такой схеме уборки на каждой делянке остается механическая примесь, занесенная при посеве сеялкой, поскольку делянки в КСИ обычно размещают рандомизированно.

но. Сортовые прочистки, которые проводят в течение вегетации, не всегда приводят к полному удалению нетипичных растений.

Другой, более простой способ посева КСИ, предусматривает посев нулевого повторения, которое используют для прочистки комбайна, т.е. один и тот же образец высеян на двух делянках подряд [4]. Здесь на первой делянке будет присутствовать механическое засорение семенами предыдущего образца, занесенными сеялкой, а на второй его быть не должно. При уборе комбайном семена, полученные с первой делянки, будут засорены попавшими в них семенами предыдущего образца. Семена со второй делянки должны быть чистыми от механического засорения комбайном. Очевидно, что при таком способе обеспечивается более высокое сохранение сортовой чистоты. Однако чистые семена получают только с первого повторения, которое следует за нулевым. А со всех остальных повторений семена получают засоренными (и при посеве, и при уборке).

Наши исследования призваны определить величину механического засорения семян при посеве сеялкой СН-10Ц, выявить влияние этого явления на сортовую чистоту образца, высеянного на делянках, расположенных на разном расстоянии от источника засорения, и найти оптимальный способ размещения селекционных номеров в конкурсном сортоиспытании, при котором механическое засорение полученных семян было бы минимальным.

В качестве модельной культуры была использована озимая тритикале, но полученные результаты будут справедливы и для других зерновых культур с подобным по форме и размерам посевным материалом (пшеницы, ячменя, овса).

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 2012–2015 гг.

Эксперимент имел трехкратную повторность. На полосе высеивали последовательно сначала красноколосый сорт тритикале (засоритель), затем — три делянки белоколосого сорта. Кроме окраски колоса, сорт-засоритель имел иные морфологические признаки: сильную пониклость колоса и большую высоту растений, чем белоколосый.

На первой делянке от засорителя предполагалось получить максимальное число стеблей примеси, причем больше — на первой ее половине, ближайшей к засорителю. Поэтому при делении делянки на две равные части при уборке первая ее часть, ближняя к засорителю, и вторая — дальняя — имели принципиальные различия (рис. 1). Поэтому их маркировали особым образом, не смешивая.

Полученные снопы разбирали на фракции по типу апробации (развитые стебли белоколосого сорта, развитые стебли красноколосой примеси). Определяли сортовую чистоту как отношение числа развитых стеблей белоколосого сорта к общему числу развитых стеблей основного сорта и примеси, выраженное в процентах [3]. Засоренность посева (содержание стеблей красноколосой примеси) определяли как разность (100% минус сортовая чистота).

Статистическую обработку проводили для каждой части делянки отдельно и для всей делянки в целом. Причем делянки, следующие за первой от засорителя, убирали и обрабатывали аналогично. Их обозначали как 2-я делянка от засорителя, 3-я делянка от засорителя (рис. 1).



Рис. 1. Схема опыта по изучению величины механического засорения сеялкой СН-10Ц

Поскольку полученные показатели были выражены в процентах и значения сортовой чистоты находились в пределах, превышающих 80%, а засоренности — в пределах, меньших 20%, то вначале для расчета доверительных интервалов было проведено преобразование данных в $\varphi = \text{угол-арксинус } \sqrt{\text{процент}}$. Затем были 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 были переведены в проценты при сохранении исходного значения среднего арифметического значения [2, 7]. В большинстве случаев «плечи» доверительного интервала для \bar{x} получились неодинаковыми. На рисунках и в таблицах они приведены как $(\bar{x} \pm t_{05} S_x)$.

Результаты и их обсуждение

Сортовая чистота белоколосого сортообразца, полученная в ходе эксперимента, была сопоставлена с требованиями, приведенными в ГОСТ Р 52325-2005 [5], определяющий 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).

В таблице приведены результаты изучения влияния механического засорения при посеве селекционной сеялкой СН-10Ц на сортовую чистоту белоколосого образца тритикале, делянки которого были высеяны подряд после красноколосого сорта, являвшегося потенциальным источником механического засорения. Видим, что самое большое засорение приходится на первую часть первой от засорителя делянки. При этом сортовая чистота снижается до уровня репродукционных семян.

Вторая часть делянки засорена значительно меньше, ее сортовая чистота высока и соответствует категории ОС.

На всех остальных делянках видно постепенное снижение засоренности и рост сортовой чистоты. Третья делянка от засорителя свободна от механического засорения сеялкой.

Т а б л и ц а

Влияние удаленности делянки от источника механического засорения на величину сортовой чистоты тритикале при посеве сеялкой СН-10Ц (2013–2015 гг.)

Основной сорт		Содержание примеси, % ($\bar{x} \pm S \bar{x} t_{05}$)	Сортовая чистота, % ($\bar{x} \pm S \bar{x} t_{05}$)
1-я делянка от засорителя	1-я половина делянки	1,1–1,7 + 1,6	1,6–98,3 + 1,1
	2-я половина делянки	0,3–,4 + 0,9	0,9–99,6 + 0,3
2-я делянка от засорителя	1-я половина делянки	0,3–0,3 + 0,8	0,8–99,7 + 0,3
	2-я половина делянки	0,2–0,2 + 0,8	0,7–99,8 + 0,2
3-я делянка от засорителя	1-я половина делянки	0,0	100,0
	2-я половина делянки	0,0	100,0

Результаты, полученные для делянок в целом (суммы первой и второй половинок), приведены на рисунке 2.

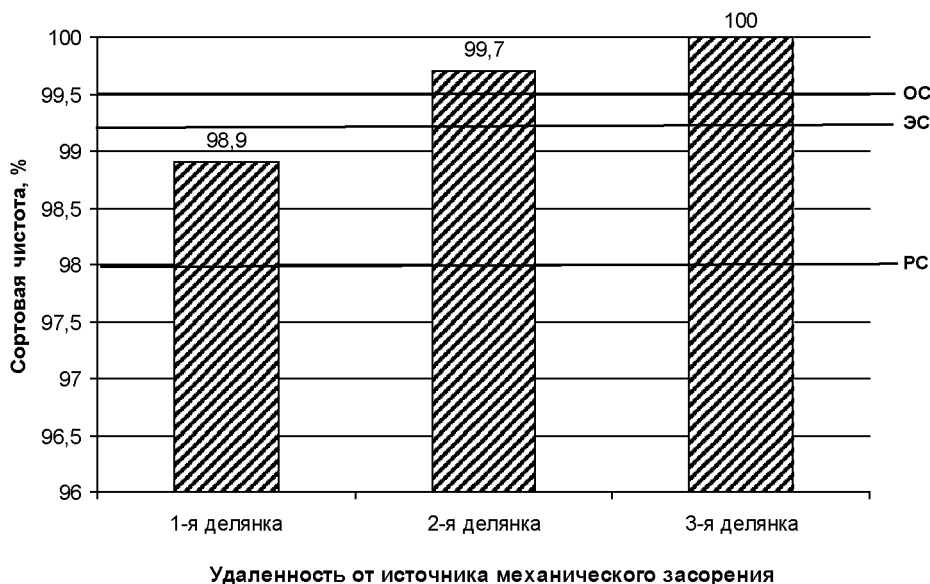


Рис. 2. Сортовая чистота на делянках тритикале в зависимости от удаленности от источника механического засорения (2013–2014 гг.) ($\bar{x} \pm S \bar{x} t_{0,5}$)

Механическое засорение первой части первой делянки от засорителя оказалось так велико, что сортовая чистота целой делянки оказалась ниже требований, предъявляемых для категорий оригинальных и элитных семян, и соответствовала только категории репродукционных семян. На диаграмме видим, что нижняя граница доверительного интервала опускается ниже зеленой линии, соответствующей категории РС. Это говорит о возможности снижения сортовой чистоты ниже категории РС.

Сортовая чистота второй делянки от засорителя соответствовала требованиям к категории ОС, однако доверительный интервал перекрывает как границу сортовой чистоты, соответствующую категории ОС, так и ЭС. И только сортовая чистота на третьей делянке от засорителя имеет максимально возможное значение и не вызывает сомнений.

Полученные результаты позволяют дать рекомендации для оптимизации размещения сортообразцов в конкурсном сортоиспытании.

В конкурсном сортоиспытании следует иметь минимум шесть повторений (четное число). В двух смежных повторениях делянки одного и того же образца следует размещать одну за другой (первого и второго повторений, третьего и четвертого, пятого и шестого). Получится три больших повторения, в каждом из которых совмещены по два обычных повторения (рис. 3). Образцы в этих больших повторениях следует разместить рандомизированно. При такой схеме посева можно совместить вариант размещения с нулевым повторением (где в совмещенных повторениях первая делянка будет выполнять роль нулевого повторения, т. е. прочистки) и рандомизация. Зерно, полученное с обеих делянок, можно будет использовать для оценки

урожайности. К использованию на семенные цели будет пригодно зерно, убранное со второй делянки.

Такая схема размещения образцов в КСИ не нарушает существующих правил методики опытного дела и позволит максимально снизить механическое засорение вторых делянок в совмещенных повторениях сеялкой при посеве и комбайном при уборке. В итоге получится в три раза больше чистых семян, чем в схеме с использованием нулевого повторения при такой же трудоемкости.

7	9	8	6	1	10	2	5	3	4	VI повторение
7	9	8	6	1	10	2	5	3	4	V повторение
5	7	1	10	2	8	3	4	6	9	IV повторение
5	7	1	10	2	8	3	4	6	9	III повторение
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II повторение
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	I повторение

Рис. 3. Возможная схема размещения сортообразцов в конкурсном сортоиспытании с предотвращением механического засорения сеялкой СН-10Ц

Выводы

1. Механическое засорение при посеве сеялкой СН-10Ц значительно снижает сортовую чистоту образцов в конкурсном сортоиспытании при высеве их один за другим.

2. Влияние механического засорения можно свести к минимуму при предлагаемом размещении сортообразцов в конкурсном сортоиспытании: в конкурсном сортоиспытании следует иметь минимум шесть повторений (четное число). В двух

смежных повторениях деланки одного и того же образца следует размещать одну за другой (первого и второго повторений, третьего и четвертого, пятого и шестого). Получится три больших повторения, в каждом из которых совмещены по два обычных повторения. Образцы в этих больших повторениях следует разместить рандомизированно.

Библиографический список

1. Гуляев Г.В., Гужов Ю.Л. Селекция и семеноводство полевых культур. 3-е изд., перераб и доп. М.: Агропромиздат, 1987. 447 с.
2. Доспехов Б.Д. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. 336 с.
3. Инструкция по апробации сортовых посевов. Часть I (зерновые, крупяные, зернобобовые, масличные и прядильные культуры). М.: ВНИИТЭИагропром, 1996. 83 с.
4. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. второй. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / Под ред. М.А. Федина. М., 1989. 194 с.
5. 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.
6. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур: Учебное пособие / Под ред. профессора В.В. Пыльнева. СПб.: «Лань», 2014. 448 с.
7. Смиряев А.В., Кильчевский А.В. Генетика популяций и количественных признаков. М.: «КолосС», 2007. 272 с.

THE WAY OF MECHANICAL CONTAMINATION REDUCING WHEN SOWING COMPETITIVE VARIETY TRIAL OF CEREALS

V.S. RUBETS, A.V. SHIROKOLAVA, V.V. PYLNEV

(Russian Timiryazev State Agrarian University)

The amount of mechanical contamination of cereal seeds was studied for winter triticale. It happens in the process of sowing competitive variety trials using the plot drill 'SN-10C'. The experiment was carried out in triplicate in years 2012–2015. Red-spiked triticale variety ('contaminator') was first on a strip, and then three plots of white-spiked variety were sowed in succession. After maturing the varietal purity for each plot with white-spiked variety was measured considering the distance from contaminator's plot. If breeding numbers are sowed in succession, the severe mechanical contamination will take place. This reduced the varietal purity from basic seeds till lower quality category. We propose a way of plot allocation in competitive trial of cereals which can minimize the mechanical contamination by plot drill and combine harvester. Thus, in two neighboring replications one should locate plots with one and the same variety in succession (the first and second replications, the third and fourth, the fifth and sixth). There will be three large replications with two common replications in each. Varieties within these large replications one should locate randomly.

Key words: triticale, mechanical contamination, seed quality category, varietal purity, competitive variety trial.

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).

Широколава Алексей Валерьевич — асп. кафедры генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, тел.: (499) 976-12-72).

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).

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

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

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