

УДК 631.527.82:633.112.9

ОСОБЕННОСТИ ОПЫЛЕНИЯ СОРТОВ ГЕКСАПЛОИДНОЙ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ CHARACTERISTICS OF POLLINATION OF VARIETIES OF WINTER HEXAPLOID TRITICALE

В.С. Рубец, Е.А. Никитина, В.В. Пыльнев, Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, Тимирязевская ул., 49, Москва, Россия, 127550, тел.: +7 (495) 976-12-72
V.S. Rubec, E.A. Nikitina, V.V. Pelnev, Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazevskaya st., Moscow, Russia, 127550, tel.: +7 (495) 976-12-72

Изучены 11 сортов озимой гексаплоидной тритикале по их реакции на различные способы опыления (гейтеногамное, клейстогамное и свободное). Выяснено, что почти все сорта в той или иной степени снижают элементы продуктивности колоса при самоопылении. Выделены сорта Виктор и Гермес с высокой устойчивостью продуктивности колоса, отсутствием депрессии при самоопылении и мощной аттрагирующей способностью колоса.

Ключевые слова: гексаплоидная тритикале, опыление, гейтеногамия, клейстогамия, число зерен в колосе, завязываемость зерен, масса зерна в колосе.

The 11 varieties of winter hexaploid triticale on their reaction to different methods of pollination: geitonogamous, kleistogamous and control (free pollination) have been studied. It was investigated that spike productivity elements of almost all varieties are reduced from self-pollination in different extent. However varieties Victor and Hermes were possessed of high productivity stability, inbred depression absence and strong attractive spike ability.

Key words: winter triticale, methods of pollinations, self-pollinations, inbred depression.

Культура тритикале в последнее время завоевывает прочные позиции среди других зерновых культур. Во многом это обусловлено решением селекционным путем ряда недостатков тритикале: ломкости колоса, трудного обмолота зерна, слабой выполненности зерновки, низкого качества зерна и др. Несомненные достоинства этой культуры — высокая урожайность зерна и зеленой массы, устойчивость ко многим болезням. Однако у тритикале имеются некоторые отрицательные биологические особенности, затрудняющие успешное ведение селекции и семеноводства этой культуры. Одна из них — спонтанное перекрестное опыление сортов озимой гексаплоидной тритикале.

Тритикале считают самоопыляющейся культурой с факкультативной способностью к перекрестному опылению [4, 5]. Поэтому ее селекционные питомники располагают без пространственной изоляции. Возможность спонтанного перекрестного опыления оценивают в пределах 6—17%. Склонность к перекрестному опылению имеется и у других самоопыляющихся культур — пшеницы, ячменя, овса [1]. Для практического семеноводства такая биологическая особенность нежелательна, поскольку может приводить к засорению сортов и потере ими сортовых качеств.

Данная работа посвящена изучению особенностей опыления озимой гексаплоидной тритикале в условиях ЦРНЗ.

Для исследований использовали сорта озимой тритикале различного эколого-географического происхождения: Торнадо (Ростовская обл.), Л-9 (Воронеж), АД-4 (Молдова), ТПГ-10-79 (Украина), Виктор, Антей, Гермес, Немчиновский 56 (все — НИИСХ ЦРНЗ), Ладне (Украина), Валентин, Александр (оба — РГАУ—МСХА им. К.А. Тимирязева). Работу проводили на селекционной станции имени П.И. Лисицына РГАУ—МСХА им. К.А. Тимирязева. Площадь делянки 1,5 м², повторность — 3-кратная, агротехника — общепринятая для зоны. Посев проводили сеялкой СКС-6-10, уборку и обмолот колосьев — вручную.

Из всех лет изучения метеорологические условия 2010 г. были чрезвычайно благоприятны для проявления открытого цветения. Вегетационный период характеризовался уникальными погодными условиями, сильно отличавшимися от климатической нормы региона, которые позволили максимально проявить сортовые склонности к открытому цветению. Во время цветения озимой тритикале (III декада мая — II декада июня) среднесуточные температуры незначительно превышали среднесезонные данные, регулярно шел слабый дождь.

Гейтеногамное опыление (нежесткое, между цветками одного соцветия) обеспечивали изоляцией индивидуальным

пергаментным изолятором. Клейстогамное опыление (жесткое, пыльца попадает на рыльце пестика только своего цветка) обеспечивали путем бинтования. Склонность сортов к спонтанному перекрестному опылению (аллогамии) определяли путем кастрации колосьев и оставления их без изоляции [4]. Изоляцию проводили в фазе колошения (10 колосьев каждого сорта на повторение, 30 колосьев на вариант).

По достижении полной спелости каждый колос анализировали по следующим признакам: общее число колосков в колосе; число стерильных колосков в колосе; общее число развитых цветков в колосе; число завязавшихся зерновок в каждом колоске; общее число завязавшихся зерновок в колосе; масса зерновок в колосе; средняя масса одной зерновки; завязываемость зерен (процент завязавшихся зерновок в колосе от общего числа развитых цветков). Данные обрабатывали методами дисперсионного анализа (программа «DIANA»), другие статистические характеристики рассчитывали по Доспехову [2].

Анализ изменения числа колосков при самоопылении. Все сорта озимой тритикале сформировали 25—29 колосков и 75—87 цветков в колосе. Во всех вариантах опыления у всех сортов имелись стерильные колоски (табл. 1). При гейтеногамном опылении число стерильных колосков у всех сортов резко увеличилось. Минимальное угнетение от самоопыления показали сорта Л-9, Виктор и Гермес, максимальное — Торнадо, Антей, Ладне и Александр. Более сильная редукция колосков наблюдалась при клейстогамном опылении — сорта Торнадо и Александр теряли почти половину колосков. Наибольшую склонность к самоопылению проявили сорта Виктор и Гермес, наименьшую — Торнадо и Александр.

Сорт Гермес получен внутрисортным отбором из сорта Виктор, а сорт Немчиновский 56 — из сорта Антей [3]. Исходные сорта имели стерильных колосков примерно вдвое больше при всех способах опыления, чем производные из них сорта (табл. 1). Следовательно, внутрисортные отборы на повышенную семенную продуктивность привели к снижению склонности сортов к спонтанному перекрестному опылению.

Анализ завязываемости зерновок при различных способах опыления. При свободном опылении прокастрированных колосьев процент удачи в целом по опыту равен 56 (табл. 2). Такое значительное переопыление нежелательно, но оно лишь говорит о наличии в воздухе жизнеспособной пыльцы, которая улавливается рыльцами прокастрированных цветков.

Если сравнить процент удачи при кастрации цветков с процентом завязываемости у интактных колосьев, то в некоторых случаях значения первого показателя выше, чем у

второго. Объясняется это просто: при кастрации в каждом колоске оставляют только 2 самых развитых цветка, а в колоске интактных колосьев имеется 3—5 развитых цветков. В среднем в одном прокастрированном колосе имеется 40 цветков, а в интактном — 85. Поэтому наблюдается кажущееся превышение процента удаchi над завязываемостью у интактных колосьев.

Таблица 1. Число стерильных колосков в колосе озимой тритикале

Сорт	Гейтеногамное опыление		Клейстогамное опыление		Свободное опыление (контроль)	
	шт.	% к общему числу колосков в колосе	шт.	% к общему числу колосков в колосе	шт.	% к общему числу колосков в колосе
Торнадо	4,7	18	12,2	46	1,83	6
Л-9	2,2	9	5,0	20	0,63	2
АД-4	4,2	16	4,2	16	1,27	5
ТПГ-10-79	4,0	14	4,8	17	2,53	9
Виктор	2,2	8	2,9	10	1,63	6
Антей	6,0	21	6,9	24	2,30	8
Гермес	1,8	6	1,4	5	0,53	2
Ладне	5,2	21	2,9	10	1,83	7
Немчиновский 56	2,8	10	4,2	15	1,10	4
Валентин	3,8	14	8,0	29	1,53	5
Александр	7,0	26	12,0	45	2,90	10
НСР ₀₅	2,9		2,3		1,2	
F _φ	2,920		20,97		3,330	
F ₀₅	2,349					

Среднее число завязавшихся зерен в колосе и завязываемость зерен во всех вариантах опыления сортоспецифичны. В варианте с интактными колосьями больше всего зерен в колосе отмечено у сорта Валентин (60 зерен, завязываемость 70%). При гейтеногамном опылении число завязавшихся зерен и завязываемость у него существенно

Таблица 2. Среднее число завязавшихся зерновок в колосе при различных способах опыления

Сорт	Гейтеногамное опыление		Клейстогамное опыление		Свободное опыление (прокастрированные цветки)		Свободное опыление (контроль)	
	шт.	% к общему числу цветков в колосе	шт.	% к общему числу цветков в колосе	шт.	% к общему числу цветков в колосе	шт.	% к общему числу цветков в колосе
Торнадо	36,8	48	19,7	25	7,5	21	50,4	60
Л-9	39,1	55	30,6	40	27,1	62	47,1	62
АД-4	33,4	43	34,4	44	23,9	54	40,9	53
ТПГ-10-79	38,9	46	37,5	43	27,2	71	43,8	52
Виктор	46,2	54	45,4	51	32,8	66	51,5	61
Антей	32,9	41	34,0	40	21,8	56	47,1	54
Гермес	48,3	57	46,7	55	24,8	54	50,4	60
Ладне	36,9	49	44,3	52	20,9	56	49,9	61
Немчиновский 56	39,4	49	37,5	45	28,4	64	48,8	57
Валентин	44,7	55	32,1	39	16,4	45	59,6	70
Александр	32,2	40	22,2	28	24,1	60	47,1	55
НСР ₀₅	9,21	12	7,2	7,7	6,8	15	4,9	4
F _φ	3,047	2,155	13,118	12,669	8,612	6,652	8,043	17,646
F ₀₅	2,349							

снижаются. При клейстогамном опылении отмечена аналогичная картина.

У сортов Торнадо, Виктор, Гермес и Ладне также отмечено высокое число завязавшихся зерен в колосе (в среднем около 50 шт. и завязываемость около 60%). Однако при самоопылении только Торнадо существенно снизил показатель в сравнении с контролем. Значения показателя при гейтеногамии и клейстогамии практически не изменились у сорта Гермес (96 и 93%) и незначительно снизились у сорта Виктор (90 и 88%). Это говорит о равнозначности любого способа опыления для этих сортов. Сорта Л-9, Антей, Немчиновский 56 и Александр имели примерно одинаковое число завязавшихся зерен в контроле (в среднем около 47, завязываемость около 57%). При самоопылении Антей и Александр значимо снизили число завязавшихся зерен. Сорта АД-4 и ТПГ-10-79 имели низкое число завязавшихся зерен в колосе в контроле, при самоопылении число зерновок значимо уменьшилось.

Следовательно, при любом способе самоопыления число и завязываемость зерен в колосе тритикале значимо снижается. При этом число зерен в колосе изменяется незначительно при гейтеногамном и клейстогамном способах опыления, а вот завязываемость при клейстогамии значительно ниже.

У сортов тритикале при любом способе самоопыления наблюдается одинаковое снижение числа образовавшихся зерен в колосе. Исключение составляют сорта Торнадо и Александр — у них при усилении жесткости самоопыления число завязавшихся зерновок в колосе уменьшается значительно. Возможно, это результат наличия у этих сортов некоторой степени самонесовместимости и повышенной склонности к аллогамии.

Анализ продуктивности колоса, сформировавшейся при различных способах опыления. Сорт Валентин имел массу зерна существенно выше, чем у большинства других сортов. При гейтеногамном и клейстогамном опылении масса зерна у него резко снижалась (до 72 и 58%) (табл. 3). У сорта Ладне при обоих способах самоопыления почти не наблюдалась депрессия, у Торнадо выявлено резкое снижение показателя при гейтеногамном и при клейстогамном опылении (69 и 36%). Наиболее константные значения признака при разных способах опыления отмечены у сортов Виктор и Гермес, что говорит об

их экологической стабильности, отсутствии самонесовместимости и депрессии генома ржи при самоопылении. У сортов Л-9, АД-4, ТПГ-10-79, Антей и Немчиновский 56 отмечено одинаковое снижение продуктивности колоса при гейтеногамном и клейстогамном опылении, что свидетельствует об отсутствии дополнительной депрессии генома ржи при усилении жесткости самоопыления.

Сорта Торнадо и Александр обнаруживали сильную депрессию продуктивности колоса при увеличении жесткости самоопыления (от гейтеногамного к клейстогамному), что говорит об их значительной склонности к аллогамии.

Следовательно, любой способ самоопыления значимо снижает продуктивность колоса, а продуктивность самоопыленных разными способами колосьев не различается.

Сорта тритикале значительно различались по депрессии продуктивности колоса при самоопылении. Отдельные сорта (Виктор и Гермес) совсем не снижали своей продук-

тивности, большинство сортов снижали ее одинаково при обоих способах самоопыления, некоторые снижали продуктивность колоса параллельно с ужесточением самоопыления (Торнадо, Валентин, Александр). Способ самоопыления не влиял на степень депрессии у всех сортов.

Анализ средней массы одной зерновки, сформировавшейся при различных способах опыления. В результате анализа данных все сорта можно разделить на 4 группы (табл. 4).

Таблица 3. Средняя масса зерна в колосе при различных способах опыления, г

Сорт	Гейтеногамное опыление	Клейстогамное опыление	Свободное опыление (контроль)
Торнадо	2,01	1,06	2,90
Л-9	2,05	1,84	2,61
АД-4	2,09	2,20	2,35
ТПГ-10-79	1,97	1,90	2,18
Виктор	2,44	2,45	2,42
Антей	1,62	1,72	2,36
Гермес	2,57	2,72	2,43
Ладне	2,08	2,68	2,77
Немчиновский 56	1,84	1,88	2,33
Валентин	2,28	1,83	3,18
Александр	1,43	1,05	2,32
НСР ₀₅	0,57	0,47	0,52
F _φ	3,012	12,63	2,984
F ₀₅	2,349		

Таблица 4. Средняя масса одного зерна при различных способах опыления, мг

Сорт	Гейтеногамное опыление	Клейстогамное опыление	Свободное опыление (контроль)
Торнадо	55,7	53,7	59,0
Л-9	52,4	59,9	55,3
АД-4	62,4	64,2	58,3
ТПГ-10-79	50,2	50,8	49,9
Виктор	53,1	54,1	47,0
Антей	48,4	50,5	50,0
Гермес	53,2	58,3	48,2
Ладне	56,2	60,4	55,4
Немчиновский 56	47,6	50,1	47,6
Валентин	51,3	56,1	53,5
Александр	44,5	47,2	49,3
НСР ₀₅	8,1	6,2	3,4
F _φ	3,110	6,313	3,034
F ₀₅	2,349		

Литература

1. Горин А.П. Биология цветения и естественной гибридизации у пшеницы: диссертация...доктора с.-х. наук. — М., 1950. — 295 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. — М.: Колос, 1973. — 336 с.
3. Пома Н.Г., Сергеев А.В. Селекция озимой тритикале в центре Нечерноземной зоны // Тритикале России. Ростов-на-Дону, 2008. — С.166—173.
4. Симинел В.Д., Кильчевская О.С. Особенности биологии цветения, опыления и оплодотворения тритикале. — Кишинев: Штиинца, 1984. — 152 с.
5. Эмбриология зерновых, бобовых и овощебахчевых возделываемых растений / Чеботарь А.А., Челак В.Р., Мошкович А.М., Архипенко М.Г. — Кишинев: Штиинца, 1987. — 225 с.

В первую группу можно включить сорта Торнадо, Александр и Валентин: при усилении жесткости самоопыления по сравнению с контролем последовательно снижалась завязываемость и масса зерна в колосе, при этом несколько возрастала масса одного зерна. Это, однако, не компенсировало потери продуктивности колоса, что говорит о сильной депрессии генома при самоопылении, возможном наличии гаметофитной самонесовместимости и невысокой аттрагирующей способности колоса. У этих сортов не выявлено различий по массе отдельной зерновки при изменении способа опыления.

Во вторую группу отнесены сорта Л-9 и АД-4: при обоих способах самоопыления отмечено одинаковое снижение числа и массы зерна в колосе и возрастание массы одной зерновки в сравнении с контролем. Это говорит о наличии компенсационных механизмов средней силы, позволяющих несколько снизить потери продуктивности колоса при снижении числа зерен из-за самоопыления. У этих сортов также не выявлено различий по массе отдельной зерновки при изменении способа опыления.

В третью группу вошли сорта Виктор и Гермес: незначительное снижение числа зерен в колосе при обоих способах самоопыления по сравнению с контролем (на 10 и 6% соответственно). При этом масса зерна в колосе не уменьшилась или даже увеличилась за счет увеличения средней массы одного зерна (на 13% у Виктора и на 15% у Гермеса), вследствие наличия мощной аттрагирующей способности колоса и отсутствия депрессии при самоопылении. Эти сорта можно характеризовать как более пластичные, способные в любых условиях сохранять высокий уровень продуктивности. Кроме того, у Гермеса выявлено значимое увеличение массы отдельной зерновки при клейстогамном опылении.

В четвертую группу объединены сорта ТПГ-10-79, Антей, Ладне и Немчиновский 56, которые при обоих способах самоопыления снижают число и массу зерен в колосе примерно одинаково, при этом масса зерновки у них при всех способах самоопыления оставалась на одном уровне. Эти сорта не обладают значительными компенсационными механизмами, способными снизить потери продуктивности колоса при снижении числа зерен.

Следовательно, у тритикале оба способа самоопыления существенно не изменяли массу отдельной зерновки в сравнении с контролем. Однако при жестком самоопылении формируется более крупная зерновка, чем при нежестком. Это говорит о способности растений компенсировать потери продуктивности колоса при снижении числа зерен.

Таким образом, большинство изученных сортов проявляли склонность к аллогамии и депрессии элементов продуктивности колоса при самоопылении в средней степени. Сильнее всего данная склонность проявляется у сортов Торнадо, Валентин и Александр. При любом способе самоопыления число и завязываемость зерен в колосе тритикале значимо снижается. При жестком самоопылении формируется более крупная зерновка, чем при нежестком. Это компенсирует потери продуктивности колоса при снижении числа зерен. Внутрисортные отборы на повышенную зерновую продуктивность приводят к снижению склонности тритикале к перекрестному опылению. Наиболее пластичны по элементам продуктивности колоса сорта Виктор и Гермес, не проявляющие депрессии при самоопылении. ■