

УСТОЙЧИВОСТЬ ЛИНИЙ И ГИБРИДОВ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ К ПРОРАСТАНИЮ ЗЕРНА НА КОРНЮ

Н.М. ДАНИЛКИН, А.А. СОЛОВЬЁВ

(Кафедра генетики)

Проведенный анализ устойчивости к прорастанию на корню 31 линии яровой тритикале по проценту проросших в колосе зерен, числу падения, активности α - β -амилаз и суммарной активности амилаз показал, что устойчивость варьирует в зависимости от сорта и условий года. Выявлена высокая отрицательная связь между процентом непроросших зерен в колосе и активностью α -амилазы (коэффициент корреляции составил $-0,9-1,0$). Анализ гибридов F_1 , полученных от скрещиваний отобранных линий, выявил существенное увеличение активности α -амилазы в комбинации скрещивания Абасо х Лена 86 в сравнении с родительскими формами. По суммарной активности амилаз не отмечено существенных отличий гибридов F_1 от родительских форм. По комплексу показателей — числу падения, активности амилаз и проценту непроросших зёрен отобраны формы яровой тритикале Лена 86 и Абасо, устойчивые к прорастанию на корню.

Прорастание зерна на корню у тритикале, как и у ржи, обусловлено активностью амилазы при формировании зерна. В процессе образования эндосперма активность α -амилазы у тритикале возрастает, в то время как у пшеницы и ржи она падает [1, 7, 8, 9, И, 13]. Повышенная активность α -амилазы в эндосперме тритикале вызывает гидролиз крахмала и нарушение формирования алейронового слоя, что приводит к недовыполненности, морщинистости и прорастанию зерна на корню, причем вероятность этих явлений значительно возрастает с продолжительностью вегетационного периода и поздним созреванием. Недовыполненность и морщинистость зерновок тритикале — специфическая особенность этой культуры, которая препятствует широкому внедрению создаваемых сортов в производство [2]. Предуборочное прорастание уменьшает посевные и технологические качества зерна [12]. Наличие гена ингибитора α -амилазной активности *Amy* в хромосоме 2R и генов α -амилазной активности *Amy*, локализованных в хромосомах 3R, 5R, 6R и 7R [14], свидетельствует о перспективности исполь-

зования межгеномных замещений и транслокаций хромосом в селекции тритикале [5]. Показано, что наиболее устойчивы к прорастанию образцы с 2R/2D- и 3R/3D-Замещениями [13], т. е. низкую устойчивость к прорастанию на корню тритикале унаследовало от ржи. Не оставляет сомнений, что этот признак наследуется как количественный [10]. Основными методами анализа устойчивости к прорастанию на корню являются анализ числа падения и определение активности амилаз [7]. Комплексное использование этих методов, наряду с учётом проросших зёрен в колосе позволяют наиболее надёжно оценить исходный материал по изучаемому показателю.

Целью работы являлась оценка устойчивости к прорастанию на корню ряда линий и гибридов яровой тритикале на основе прорастания зёрен в колосе, активности α - β -амилаз и числа падения.

Материал и методы

Материалом служили линии, созданные на кафедре генетики РГАУ - МСХА имени КА. Тимирязева, а также об-

разцы из России, Франции, Мексики, Польши, Швеции, США и Канады (рис. 1). В работе использовали 31 линию яровой тритикале (29 — гексаплоидные ($2n=42$), 2 — октоплоидные ($2n=56$), а также образец яровой ржи — сорт Селенга и образец яровой мягкой пшеницы — сорт Иволга. Для повышения точности сравнения образцов данные полевой оценки устойчивости к прорастанию на корню (процент непроросших зёрен) преобразовывали в угол арксинус квадратного корня из процента [3]. На основании анализа преобразованных значений процентов выделены линии с максимальными — Лена 86 и Авасо и минимальными значениями — 131/7 и Лена 1270 для получения гибридов и выполнения генетического анализа наследования этих показателей. Кроме того, эти линии отличались повышенной продуктивностью по отношению к остальным образцам изученной коллекции.

Устойчивость к прорастанию на корню оценивали по проценту непроросших зерен в колосе в полевых условиях, числу падения, активности α -, (3 -амилаз.

Процент непроросших зерен определяли по 20 колосьям каждой линии, подсчитывая количество проросших и непроросших зерен.

Число падения определяли по микромодификации стандартного метода определения числа падения [4]. Активности α -, (3 -амилаз и суммарную оп-

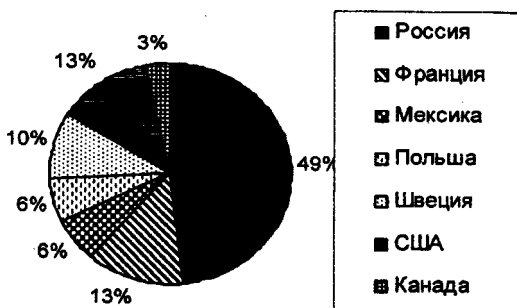


Рис. 1. Характеристика коллекции тритикале по происхождению

ределяли по стандартной методике, основанной на гидролизе крахмала [6]. Гибридизацию осуществляли по полудиаллельной схеме скрещиваний [4]. Статистическую обработку данных проводили с использованием пакетов программ AGROS 6.0, MS Excell.

Результаты и их обсуждение

Анализ устойчивости к прорастанию на корню показал, что эти показатели сильно варьируют в зависимости от генотипа и условий года. В табл. 1 представлена часть изученной коллекции по устойчивости к прорастанию на корню, наиболее полно характеризующая варьирование этого признака. Особенно сильно это проявилось у ржи сорта Селенга, который имел в 2003 г. 94% непроросших зёрен, а в 2004 г. — 100%, число падения в эти годы составило 47 и 181 единиц соответственно.

2003 г. характеризовался оптимальными условиями увлажнения в июне - июле, т.е. во время развития, цветения и формирования семян (рис. 2). В 2003 г. количество осадков в этот период было значительно ниже, но в августе, во время созревания семян, выпало в 2 раза больше, чем в 2004 г. Повышенная влажность во время созревания семян провоцирует прорастание их на корню. Именно с условиями увлажнения связаны кардинальные различия показателей числа падения и процента непроросших зёрен в колосе.

Среди гексаплоидных образцов тритикале наивысший процент непроросших зёрен отмечен у линии Лена 86-99,7-100%. У сорта Авасо значения этого показателя были также высокие. Изменения значений этого показателя по годам у разных линий неодинаковы, что свидетельствует о сложности системы генетического контроля данного признака. Образцы октоплоидной тритикале ПРАО-1 и 25АД20 имели высокий процент непроросших зёрен в колосе в течение двух лет испытаний, который варьировал в пределах 97,5-99,3%. При этом число падения у данных линий сильно разли-

Показатели ЧП и процент непроросших семян некоторых образцов изучаемой коллекции

Культура, сорт (линия)	Процент непроросших зерен, 2003 г.	Угол-арксинус $\sqrt{\text{процент}}$	ЧП*	Процент непроросших зерен, 2004 г.	Угол-арксинус $\sqrt{\text{процент}}$
Рожь Селенга	94,0	75,8	47	—	—
Рожь Селенга	—	—	181	100,0	90,0
Тритикале Лена 86	100,0	90,0	165	99,7	90,0
Тритикале К-1185	93,3	74,9	46	95,3	77,3
Тритикале 131/7	89,5	71,0	47	95,0	77,1
Тритикале Авасо	99,7	86,4	60	98,00	81,9
Тритикале Лена 1270	93,6	75,2	60	98,0	81,9
Тритикале ПРАО 1	99,3	84,9	61	98,0	81,9
Тритикале 25АД20	97,5	80,7	133	98,3	82,3
Пшеница Иволга	—	—	215	100,0	90
НСР ₀₅	—	3,5	19	—	2,0

* ЧП — показатель числа падения.

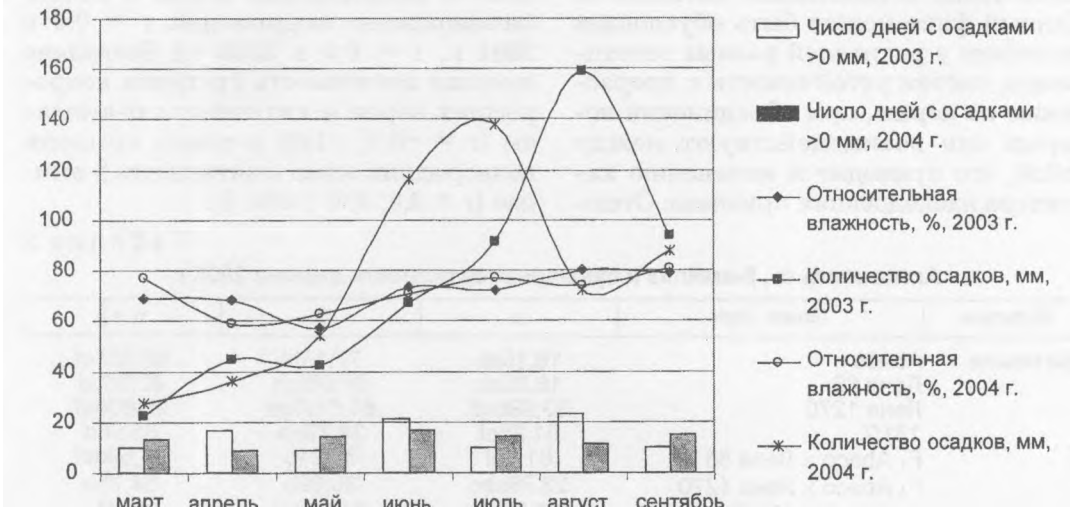


Рис. 2. Характеристика условий увлажнения в течение вегетационных периодов в 2003-2004 гг.

чалось — 61 и 133 ед. у ПРАО-1, и 25АД20 соответственно. Этот факт свидетельствует, что у линии ПРАО-1 несмотря на низкий процент проросших зёрен в зерне произошли процессы деградации крахмала. В целом показатель числа падения у изученных линий гексаплоидной тритикале значительно ниже, чем у пшеницы сорта Иволга и близок к таковому у ржи.

Анализ активности амилаз показал, что линии Авасо и Лена 86, отобран-

ные по проценту непроросших зёрен и числу падения как устойчивые, имеют минимальное значение активности а-амилазы — 19,18 и 16,92 ед. соответственно. В то же время у линий тритикале 131/7 и Лена 1270, имевших низкие показатели числа падения и процента непроросших зёрен, были высокие значения активности а-амилазы — 33,99 и 61,25 ед. соответственно. Это свидетельствует, что показатели число непроросших зёрен, чис-

ло падения и активность амилаз взаимосвязаны.

Гибриды от скрещивания устойчивых линий между собой, так же как и неустойчивых между собой, имели приблизительно одинаковое значение активности а-амилазы (табл. 2). При этом у гибридов между устойчивыми и неустойчивыми линиями активность а-амилаз была такой же, как у устойчивого к прорастанию на корню родителя. Эти данные свидетельствуют о доминировании низкой активности а-амилазы над высокой. Однако при скрещивании устойчивых к прорастанию родителей Авасо и Лена 86 в первом поколении наблюдалось резкое увеличение а-амилазной активности. Данный факт может быть обусловлен наличием у родителей разных генетических систем устойчивости к прорастанию на корню, при объединении которых они взаимодействуют между собой, что приводит к изменению характера наследования признака. Отсю-

да следует, что в этих комбинациях скрещиваний в поздних поколениях возможен отбор устойчивых к прорастанию на корню образцов.

Показатели суммарной активности амилаз у исходных линий тритикале, яровой ржи и пшеницы были близкими. В то же время у гибридов F₁ с низкой полевой всхожестью семян суммарная активность амилаз была существенно ниже, чем у исходных форм. В остальных гибридных комбинациях не отмечено существенных отличий гибридов F₁ от родительских форм.

Корреляционный анализ изученных признаков показал наличие сильной связи между числом падения и процентом непроросших зерен в колосе (коэффициент корреляции $r = 0,8$ в 2004 г., $r = 0,6$ в 2003 г.). Выявлена высокая зависимость процента непроросших зерен и активности а-амилазы ($r = -0,9; -1,0$), а также процента непроросших зерен и активности р-амилаз ($r = 0,8; 0,9$) (табл. 3).

Т а б л и ц а 2
Активность а-, β-амилаз и суммарная активность амилаз 2005 г.

Культура	Линия, сорт	α	β	α + β
Тритикале	Авасо	19,18ab	77,18hi	96,36def
	Лена 86	16,92ab	66,06fgh	82,98cd
	Лена 1270	33,99bcd	61,61efgh	95,60def
	131/7	61,25ef	24,73ab	85,98d
	F ₁ Авасо × Лена 86	61,45f	35,24b	96,69def
	F ₁ Авасо × Лена 1270	23,76abc	30,99b	54,75a
	F ₁ Авасо × 131/7	17,86ab	53,57def	71,43bc
	F ₁ Лена 86 × 131/7	4,49a	38,84bcd	43,33a
	F ₁ Лена 1270 × Лена 86	21,60ab	87,29i	108,89f
	F ₁ Лена 1270 × 131/7	52,49def	52,66cdef	105,15f
Пшеница	Иволга	42,06cde	51,66ghi	93,72def
Рожь	Селенга	96,56g	8,04a	104,60def

П р и м е ч а н и е. Буквы рядом со средними обозначают показатели критерия Дункана.

Т а б л и ц а 3
Корреляционный анализ изученных признаков

Признак	α	α + β	β	ЧП	Непроросшие зерна, %, 2003
α	—	—	—	—	-1,0
α + β	-0,2	—	—	—	0,1
β	-1	0,5	—	—	0,9
ЧП	-0,6	-0,6	0,4	—	0,6
Непроросшие зерна, %, 2004 г.	-0,9	0	0,8	0,8	0,9

Выводы

1. Между показателями число падения и процентом непроросших зерен в колосе существует сильная положительная связь, коэффициент корреляции составил 0,6 и 0,8 в разные годы исследований.

2. Выявлена сильная отрицательная связь (коэффициент корреляции -0,9+1,0) между процентом непроросших семян в колосе и активностью α -амилазы. При этом между процентом непроросших зёрен в колосе и активностью α -амилазы существует сильная положительная связь ($r = 0,8 + 0,9$).

3. Не установлено четких различий по числу падения между изученными гексаплоидными и октоплоидными формами.

4. Широкая изменчивость показателей числа падения, амилазной активности, процента непроросших зёрен зависит от погодных условий во время созревания зерна. В годы с большим количеством осадков во время созревания зерна ЧП и процент непроросших зёрен выше, чем в засушливые.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гончаров Г.Н. Селекционно-генетическая оценка сортов и гибридов тритикале по устойчивости к прорастанию зерна на корню в условиях Центра Нечернозёмной зоны России. Автореф. канд. дисс., Немчиновка, 1996. — 2. Гордей И.А. Три-

тикале. Генетические основы создания. Минск, 1992. — 3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1985. — 4. Коновалов Ю.Б. и др. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур. М., 1987. — 5. Максимов Н.Г. Тритикале. Что это такое? Агрогляд, 2004. — 6. Пleshков Б.П. Практикум по биохимии растений. М., 1985. — 7. Сергеев А.В., Беркутова Н.С., Чичкин С.Н. Развитие зерновки тритикале и способность её к прорастанию по фазам созревания. Совершенствование селекционно-генетических методов при выведении сортов зерновых и кормовых культур для Нечерноземья. М., 1984. С. 74-80. — 8. Стридович Е.В. Биохимическая характеристика α -амилазной системы зерновок тритикале и родительских форм (пшеницы и ржи). Автореф. канд. дисс. Минск, 1990. — 9. Шевченко В.Е., Павлюк Н.Т., Гончаров С.В. Особенности селекции тритикале на устойчивость к прорастанию зерна на корню. Современное состояние и перспективы развития селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в РФ. Пенза, 1998. Вып. 2. Ч 1. С. 17-21. — 10. Anderson J.A., Sorrels M.E., Tanksley S.D. // Crop Sci., 1993, 33. P. 453-459. — 11. Burgos-Hernandez A., Rosas-Burgos C., Ramirez-Wong B. et al. // J. Sc. Food Agr., 1999. Vol. 79. N 12. P. 1671-1675. — 12. Chastain T.G., Klepper B.L., Wilkins D.E. // Crop Sci., 1994, 34. P. 508-513. — 13. Rybka K. // J. Appl. Genet., 2003. 44(4). P. 491-496. — 14. Schlegel R., Melz G., Korzun V. // Euphytica, Volume, 101, 1998. P. 23-67.

Рецензент — проф. В.В. Пыльнев

SUMMARY

The analysis of resistance to pre-harvest sprouting of 31 lines spring triticale in comparison with spring wheat and spring rye has been conducted. In our research we have estimated such traits of resistance to pre-harvest sprouting as percentage of non sprouted grains in ear, falling number, activity of α -, P-amylases and amylases total activity. The resistance to pre-harvest sprouting was determined from choose of variety and environmental conditions of year. The results of two year tests were shown high correlation between α -, P-amylase activity and percentage of non sprouted grains in ear.