

УДК 631.527:631.524.5:635.64

А. В. КИЛЬЧЕВСКИЙ¹, Н. Ю. АНТРОПЕНКО², И. Г. ПУГАЧЕВА²

РЕЗУЛЬТАТЫ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ГАМЕТОФИТНОЙ И СПОРОФИТНОЙ СЕЛЕКЦИИ ТОМАТА НА ХОЛОДОСТОЙКОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ

¹Институт генетики и цитологии НАН Беларуси,

²Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Поступила в редакцию 05.10.2006)

Стабильно высокая урожайность сельскохозяйственных растений может быть обеспечена лишь при сочетании в сорте высокой потенциальной продуктивности и устойчивости к неблагоприятным условиям среды. Лимитирующим фактором при выращивании томатов в Беларуси, как известно, является недостаток тепла в течение всего вегетационного периода. Условия для ежегодных гарантированных их сборов в открытом грунте с учетом скороспелости сортов имеются только в юго-восточных и юго-западных районах республики. Поэтому в селекционной работе основное внимание должно быть сосредоточено на выведении холодостойких и скороспелых сортов.

Необходимое условие реального повышения экологической устойчивости современных интенсивных сортов – использование принципиально новых приемов и методов селекции. Традиционный отбор по хозяйственно ценным признакам взрослых растений должен являться основой для работы. Такой отбор по праву рассматривается в качестве одного из действенных способов направленного повышения устойчивости спорофитного поколения к биотическим и абиотическим стрессам. Эффективность отбора на уровне микро- и макрогаметофита убедительно доказана при селекции различных культур (томата, кукурузы, репы японской, пшеницы, тритикале, сахарной свеклы) к разнообразным факторам (токсинам фитопатогенов, температуре, засолению, гербицидам и др.) [4–6]. На высокую корреляцию между стрессоустойчивостью спорофита и гаметофита у растений неоднократно указывается в литературе [1, 7]. Это позволяет разрабатывать эффективные методы и приемы выделения ценных генотипов по гаметофиту, что в сочетании со спорофитной селекцией может позволить изменить спектр доступной генетической изменчивости и в итоге значительно ускорить процесс селекции.

Цель настоящей работы – изучение влияния различных комбинаций отбора микрогаметофита и спорофита томата на холодоустойчивость в сочетании с высокой продуктивностью.

Материалы и методы исследования. Эксперименты выполнены в 2000–2005 гг. на опытном поле кафедры сельскохозяйственной биотехнологии и экологии БГСХА. На начальном этапе (2000) было проведено скрещивание родительских форм с различной степенью холодостойкости [3] с целью получения гибридных семян (F_1 Гарант × Microtom, F_1 Leana × Спринт, F_1 Спринт × Калинка). Схема последующих этапов представлена на рис. 1.

В 2001 г. растения F_1 каждой гибридной комбинации опыляли двумя способами [4]: контроль (K_1) – искусственное самоопыление и опыт (O_1) – для проведения отбора по гаметофиту осуществляли самоопыление суспензией пыльцы с питательной средой (20% сахарозы и 0,006% борной кислоты), подвергшейся холодовой обработке при + 1 °С в течение 3 ч.

В 2002 г. проводили отбор по холодостойкости на уровне спорофита F_2 (C_{F_2}), который осуществляли на стадии проростков при проращивании семян в условиях 10–12 °С в течение 16 дней;

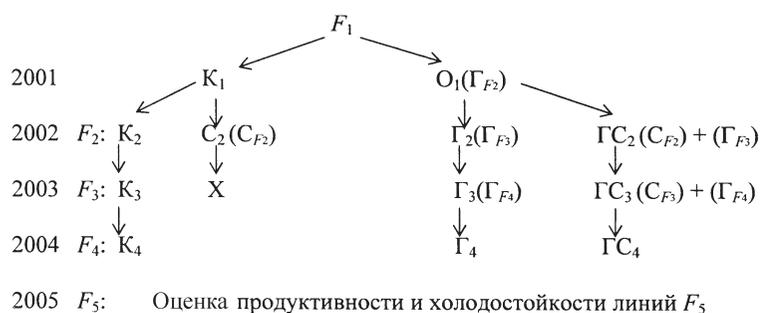


Рис. 1. Схема эксперимента. В скобках указан вид отбора: С – спорофитный; Г – гаметофитный; ГС – чередование гаметофитного и спорофитного, а также поколение, в котором он проведен: F_2, F_3, F_4

в теплицу. В варианте опыта, сочетающем два вида отбора (ΓC_2), отбор по гаметофиту проведен в предыдущем году, отбор по спорофиту осуществляли как описано выше (C_{F_2}). На данном этапе проводили оценку индивидуальной продуктивности в F_2 . Для этого в открытый грунт высаживали по 100 растений каждого варианта и отбирали лучшие генотипы (по 10 растений, от каждого из которых были получены семена).

На третьем этапе (2003) проводили повторные спорофитные и гаметофитные отборы в расщепляющихся поколениях F_3, F_4 . В каждом варианте опыта оценивали продуктивность 10 линий в двукратной повторности по 10 растений. Для посева в следующем году выделяли по 5 наиболее продуктивных линий. В 2003 г. была прекращена работа в направлении спорофитного отбора (вариант С): из-за неблагоприятных погодных условий (большого количества влаги и недостатка тепла) в период вегетации растения не успели сформировать полноценные вызревшие плоды, и нам не удалось получить выполненных всхожих семян.

На четвертом этапе (2004) отборы по спорофиту и гаметофиту не проводили (чтобы снять модифицирующее действие стресса), осуществляли лишь оценку продуктивности: в каждом варианте изучали по 5 линий (повторность двукратная по 10 растений), из них отобрали по 2 наиболее продуктивные.

На заключительном этапе (2005) проведено окончательное сравнение эффективности различных вариантов отбора для повышения ранней и общей урожайности, а также холодостойкости линий по спорофиту на стадии проростков (по признакам всхожести семян, масса, длина корня и длина стебля проростка) и гаметофиту (по признакам процент прорастания пыльцы и длина пыльцевой трубки). Основным критерием при определении устойчивости к низким положительным температурам был индекс холодостойкости, показывающий отношение значения признака на стрессовом фоне (10–12 °С) к значению на оптимальном фоне (25–28 °С).

Результаты и их обсуждение. На рис. 2 представлены показатели холодостойкости и продуктивности спорофита F_5 и гаметофита F_6 гибридных комбинаций в среднем по 2 линиям, оцененным в 2005 г. При анализе индексов холодостойкости признаков проростков и пыльцы (рис. 2, а–е) выявлено превосходство линий, полученных при последовательном применении гаметофитного и спорофитного отборов, во всех гибридных комбинациях над контрольным вариантом: всхожесть семян – на 3,1–44,8% (рис. 2, а); масса проростка – на 56,4–104,4% (рис. 2, б); длина корня – на 120,0–280,0% (рис. 2, в); длина стебля – на 112,5–516,6% (рис. 2, г).

Индекс холодостойкости по всхожести семян у линий Гарант × Microtom (Г) и Спринт × Калинка (Г), полученных после отбора по пыльце, превышал значение этого показателя в контроле на 19,0 и 46,3%, соответственно. В комбинации Ляна × Спринт (Г) индекс холодостойкости был на 5,2% ниже, чем в контроле.

Масса проростка у линий 3 изучаемых комбинаций, при получении которых применяли только гаметофитный отбор, на 1,7–42,2% выше, чем в контроле.

отбирали около 30% наиболее холодостойких проростков по комплексу признаков: скорость прорастания, длина корня и стебля проростка. В контрольном варианте (K_2) семена проращивали при температуре 25 °С и через 5 дней пикировали в теплицу. Отбор по гаметофиту F_2 (Γ_{F_2}) проведен в 2001 г., так как при выращивании растений F_1 на них созревает пыльца F_2 , поэтому в 2002 г. семена, полученные после отбора, проращивали в оптимальных условиях ($T = 25$ °С) в течение 5 дней, затем пикировали

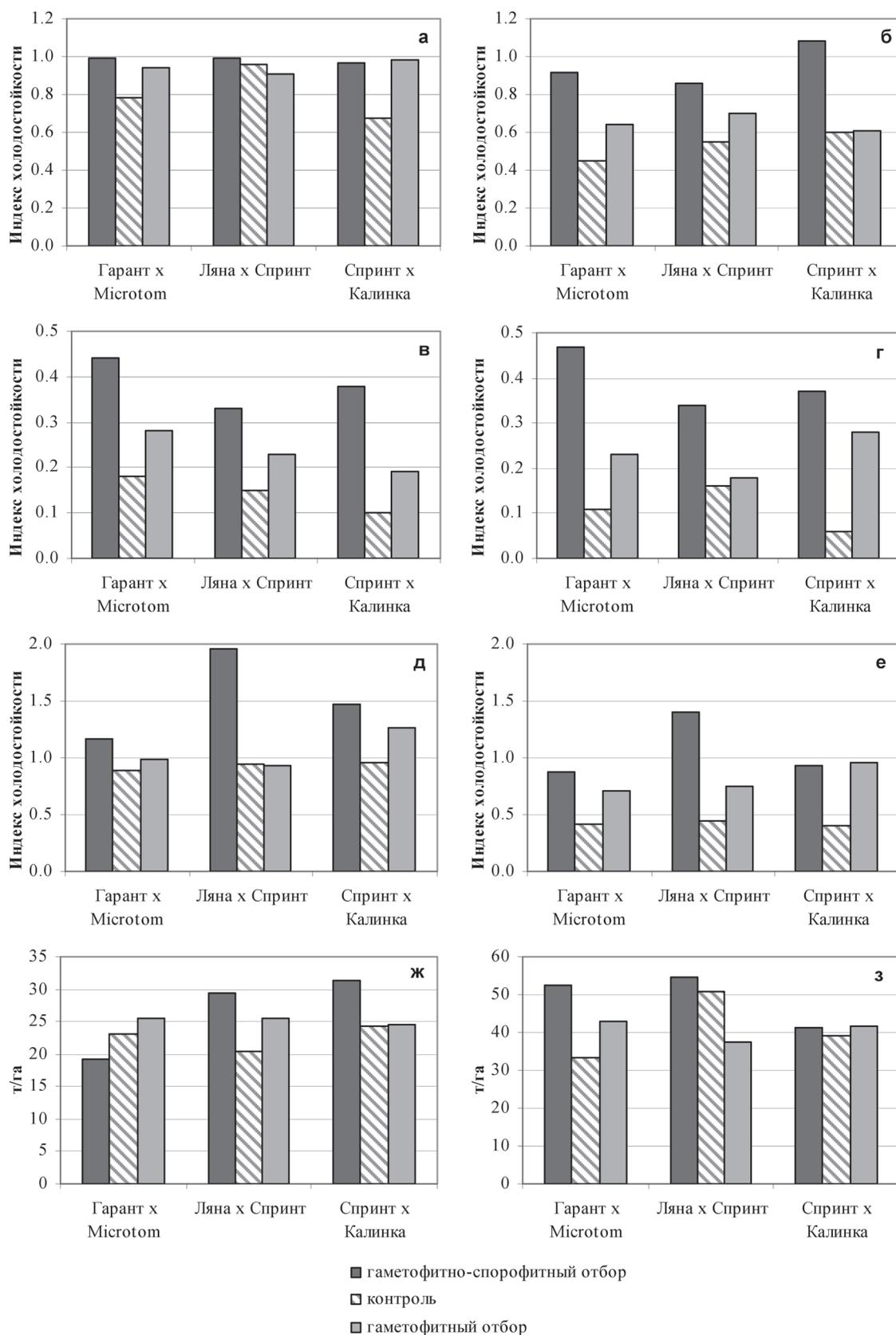


Рис. 2. Показатели холодостойкости (а–е) и продуктивности (ж, з) томата по признакам: а – всхожесть семян; б – масса проростков; в – длина корня проростка; г – длина стебля проростка; д – процент прорастания пыльцы; е – длина пыльцевой трубки; ж – ранняя урожайность; з – общая урожайность

Индекс холодостойкости у линий, полученных при использовании гаметофитного отбора, во всех комбинациях превышал значение этого показателя в контроле по длине корня проростка на 53,3–90,0%; по длине стебля – на 12,5–366,7%.

Индексы холодостойкости по проценту прорастания пыльцы у линий, в процессе получения которых использовали циклический отбор, превышал значения в контроле в 1,3–2,1 раза (рис. 2, д). Соответствующие индексы у линий, в процессе получения которых использовали только гаметофитный отбор, превышал контрольные значения в 1,1–1,3 раза. Однако в комбинации Ляна × Спринт после применения гаметофитного отбора индекс холодостойкости по жизнеспособности пыльцы на 0,1 ниже, чем в контроле.

Изучение показателя «длина пыльцевой трубки» (рис. 2, е) показало, что наибольшей холодостойкостью по этому признаку характеризуются линии, полученные после применения гаметофитно-спорофитного отбора, пыльцевые трубки которых на 114,6–218,2% длиннее, чем в контроле, во всех 3 комбинациях. Индекс холодостойкости по длине пыльцевой трубки у образцов, прошедших гаметофитный отбор, превышает контрольные значения на 73,2–140,0%.

Ранняя урожайность линий в комбинации F_5 Гарант × Microtom (рис. 2, ж), полученных при помощи разных схем отбора (ГС и Г), практически не отличалась между собой или по сравнению с контролем и составила 19,2–25,4 т/га. Общая урожайность в этой комбинации (рис. 2, з), полученной при последовательном применении гаметофитного и спорофитного отбора, превышала значение названного признака в контроле на 56,6%.

Во второй гибридной комбинации F_5 Ляна × Спринт ранняя урожайность, полученная у образцов, прошедших гаметофитный или гаметофитно-спорофитный отбор, соответственно на 24,9 и 43,4% больше, чем в контроле. По признаку общая урожайность линии, отобранные по спорофиту и гаметофиту, лучше (на 3,7 т/га), а отобранные только по гаметофиту – хуже (на 13,3 т/га), чем в контроле.

Среди потомства комбинации Спринт × Калинка высокой ранней урожайностью характеризовались линии Спринт × Калинка (ГС) (превышение над значением в контроле составляет 28,7%). Общая урожайность линий этого же варианта отбора на 5,9% выше, чем в контроле.

Выводы

1. Изучение холодостойкости спорофита томата по проросткам линий F_5 (Гарант × Microtom, Ляна × Спринт, Спринт × Калинка) позволяет сделать вывод об ощутимом положительном влиянии проведенных методов отбора по гаметофиту и спорофиту на устойчивость образцов к низким положительным температурам. Холодостойкость проростков, полученных при циклическом использовании гаметофитного и спорофитного отборов, в F_5 повысилась: по всхожести – на 3,1–44,8%, по массе проростка – на 56,4–104,4, по длине корня – на 120,0–280,0, по длине стебля – на 112,5–516,6%.

2. Холодостойкость проростков, полученных при использовании только гаметофитного отбора, в F_5 повысилась: по всхожести – на 19,0–46,3% (за исключением комбинации Ляна × Спринт (Г), где индекс холодостойкости на 5,2% ниже, чем в контроле), по массе проростка – на 1,7–42,2, по длине корня – на 53,3–90,0, по длине стебля – на 12,5–366,7%.

3. Анализ показателей холодостойкости на стадии пыльцы показал, что применение ступенчатого гаметофитно-спорофитного отбора способствует повышению устойчивости пыльцы к низким температурам по жизнеспособности в 1,3–1,6 раза, по длине пыльцевой трубки – в 0,1–0,5 раза; применение двукратного гаметофитного отбора повышает холодостойкость по жизнеспособности пыльцы в 1,1–1,3 раза, по длине пыльцевой трубки – в 1,7–2,4 раза.

4. При анализе влияния методов отбора по холодостойкости на уровне спорофита и гаметофита на продуктивность выявлено, что в 3 гибридных комбинациях наиболее продуктивными оказались образцы, полученные в ходе ступенчатого применения методов отбора по гаметофиту и спорофиту (на 5,9–56,6% по общей урожайности).

Литература

1. Гаметная и зиготная селекция растений: Материалы респ. конф. / Инст. эколог. генет. АН МССР. Кишинев: Штиинца, 1987.
2. Пугачева И. Г., Кильчевский А. В. Изучение устойчивости томата к низким положительным температурам на уровне спорофита и гаметофита // Новые методы селекции, создания адаптивных сортов с.-х. культур, перспективы и результаты. Киров, 1998. С. 219–220.
3. Пугачева И. Г. Совершенствование гаметной селекции томата на холодостойкость: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05. Горки, 2002.
4. Рожневская М. Жаростойкость мужского гаметофита рода *Lycopersicon* Tournef. и возможность отбора устойчивых генотипов: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.15. Кишинев, 1997.
5. Сорока А. И. Микрогаметофитный отбор на устойчивость к температурному фактору у кукурузы: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.15. М., 1992.
6. Степанов В. А. Исходный материал для селекции и семеноводства репы японской в условиях Центрального Нечерноземья: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05. М., 1998.
7. Mulcahy D. L., Mulcahy G. B. The influence of gametophytic competition on sporophytic quality in *Dianthus chinensis* // Theor. Appl. Genet. 1975. N 46. P. 277–280.

A. V. KILCHEVSKY, N. Yu. ANTROPENKO, I. G. PUGACHEVA

RESULTS ON THE ACTION OF TOMATO CYCLIC GAMETOPHYTE AND SPOROPHYTE SELECTION ON THE COLD RESISTANCE AND PRODUCTIVITY

Summary

The results of experiments on cyclic tomato breeding on the productivity and the cold resistance in the north-east part of Belarus are presented. The action of pollen cyclic selection and also of a combined sporophytic and gametophytic selection on the tomato cold resistance and productivity parameters is investigated. The maximal positive influence on the investigated characteristics is revealed after the combined action of microgametophyte and sporophyte breeding.