

НАСЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОГО УРОВНЯ СОЛЕУСТОЙЧИВОСТИ У ДВУХ ОБРАЗЦОВ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ

А.З. Шихмурадов, Дагестанская опытная станция ВИР им. Н.И. Вавилова

В условиях Дагестана одна из важнейших проблем выращивания сельскохозяйственных культур, включая и твердую пшеницу (*T. durum* L.) — сильное натриевое засоление большинства почв и восприимчивость районированных сортов к соли. Наиболее рациональным и дешевым способом снижения потерь урожая от данного абиотического стрессора было бы выращивание толерантных сортов. Однако их селекция невозможна без знания генетических основ наследования признака, т.к. такого рода знания позволяют оптимизировать селекционный процесс и правильно выбирать устойчивые компоненты скрещиваний для гарантированного получения гомозиготных толерантных растений уже после нескольких циклов самоопыления гибридов. К сожалению, генетический контроль солеустойчивости тетраплоидной пшеницы, к которым относится и *T. durum* L., изучен крайне слабо. Ранее были выделены образцы твердой пшеницы, проявившие высокий уровень устойчивости к хлоридно-натриевому засолению как в лабораторном эксперименте при работе с проростками в рулонах, так и в вегетационном опыте при выращивании растений в песчаной культуре [5, 6]. Нам неизвестны работы по надежной идентификации олигогенов солеустойчивости у твердой пшеницы, а для мягкой пшеницы такие эксперименты были проведены [8]. Потому цель настоящего исследования — изучить генетический контроль высокого уровня солеустойчивости коллекционных образцов твердой пшеницы.

Материалом исследований служили 3 образца твердой пшеницы из мировой коллекции ВИР (табл. 1). Оценка солеустойчивости образцов и гибридных растений проводили рулонным методом [4]. Растения выращивали в рулонах из фильтровальной бумаги на фоне засоления NaCl 0,7 МПа (9,8 г/л), а затем измеряли длину проростков в опыте и контроле (вода). Родительские формы также изучены в вегетационном эксперименте при выращивании растений в песке на фоне засоления. Образцы скрещивали по стандартной методике [2]. Контроль гибридной природы растений F_1 проводили визуально в полевых условиях. Степень доминирования признака определяли по Бейлу и Аткинсону [7]. Критерием оценки гомо- и гетерозиготности семей F_3 служили среднее значение и коэффициент вариации длины проростков растений. Соответствие между наблюдаемыми и ожидаемыми (теоретическими) распределениями по устойчивости в гибридных комбинациях оценивали по критерию χ^2 [1].

Выбранные для изучения генетического контроля солеустойчивости образцы при выращивании на воде не отличались по длине проростков как друг от друга, так и от восприимчивого контроля. При выращивании на фоне NaCl выявлены существенные отличия образцов от тестера восприимчивости. Уровень устойчивости к соли образцов крайне высок как при выращивании в рулонах, так и в песке (табл. 1).

Коэффициент устойчивости для солеустойчивых образцов составляет 0,93—0,97, тогда как для восприимчивого — 0,50—0,56. Поскольку при отсутствии засоления образцы не отличаются по длине проростков, можно допустить, что у гибридных растений различия в длине проростков при выращивании на солевом фоне будут обусловлены только генами солеустойчивости. Для

подтверждения этого предположения изучили длину проростков растений F_2 гибридных комбинаций к-16512 Ч к-10930 и к-16512 Ч к-17227, выращиваемых в рулонах на воде. В первом случае средняя длина составляла 17,8 см, а коэффициент вариации (Cv) — 8,42%; для второй комбинации скрещивания среднее значения длины проростка было 17,6, а коэффициент вариации — 9,44%. В обоих случаях оба изученных показателя значительно не отличались от показателей родительских форм, что доказывает отсутствие генетических различий по признаку «длина проростка». Это, в свою очередь, указывает на возможность идентификации генетических факторов солеустойчивости при изучении роста гибридных форм на фонах NaCl.

Таблица 1. Солеустойчивость образцов твердой пшеницы в лабораторном и вегетационном опытах

№ по каталогу ВИР	Происхождение	Длина проростка, см			
		Лабораторный опыт, фон		Вегетационный опыт, фон	
		Вода	NaCl	Вода	NaCl
16512	Тунис	17,6±0,3	9,8±0,1	14,3±0,2	7,2±0,1
10930	Северная Африка	18,1±0,2	17,2±0,2	14,7±0,2	13,7±0,1
17227	Израиль	17,8±0,3	17,3±0,1	14,0±0,2	13,1±0,2

В условиях засоления NaCl солеустойчивость растений F_1 в двух комбинациях солеустойчивых образцов с восприимчивым близка к устойчивому родителю. Следовательно, высокая солеустойчивость являлась доминантным признаком. Достоверных различий у растений рецессивных F_1 гибридов не обнаружено, что свидетельствует об отсутствии влияния цитоплазмы на проявление солеустойчивости у двух изученных образцов твердой пшеницы (табл. 2).

Таблица 2. Длина проростков F_1 гибридов твердой пшеницы и их родителей при засолении 0,7 МПа

Родительские формы, комбинация	n	$\bar{x} \pm Sx$	Cv, %	hp
к-10930	45	17,2±0,2	7,45	-
к-17227	62	17,3±0,1	9,37	-
к-16512	48	9,8±0,1	8,26	-
к-10930 × к-16512	71	17,1±0,4	8,45	0,98
к-16512 × к-10930	49	16,9±0,3	8,91	0,94
к-17227 × к-16512	54	17,3±0,2	7,99	1,0
к-16512 × к-17227	67	17,2±0,3	8,32	0,97

Для определения числа генов, контролирующих солеустойчивость у изучаемых образцов, провели оценку длины проростков гибридов F_2 от скрещивания устойчивых

форм с неустойчивым образцом к-16512. В комбинации к-16512 Ч к-10930 наблюдали соотношение длинных и коротких проростков 215:64, что не противоречит гипотезе о контроле устойчивости к NaCl одним доминантным геном ($\chi^2 = 0,63$, $0,25 < P < 0,50$); аналогично в F_2 к-16512 × к-17227 соотношение 127:39 может быть интерпретировано как соответствующее теоретическому при одном доминантном гене устойчивости у образца к-17227 ($\chi^2 = 0,20$, $0,50 < P < 0,75$). В то же время формально для обоих скрещиваний проходит и гипотеза о контроле устойчивости двумя генами — одним доминантным и вторым рецессивным (теоретически ожидаемое расщепление 13:3).

Для образца к-17227 проанализировано поколение $F_1 BC_1$. В первом беккроссе наблюдали расщепление 13 устойчивых и 17 восприимчивых растений, что соответствует теоретически ожидаемому при моногенном контроле признака ($\chi^2 = 0,53$, $0,25 < P < 0,50$), но противоречит контролю доминантным и рецессивным генами ($\chi^2 = 16,04$, $P < 0,01$).

Для различения этих двух гипотез провели анализ F_3 этих же гибридных комбинаций (табл. 3).


Таблица 3. Расщепление по устойчивости к соли в F_3 от скрещивания устойчивых образцов с восприимчивым стандартом к-16512				
Образец	Соотношение семей устойчивые : расщепляющиеся : восприимчивые		χ^2	P
	Фактическое	Теоретическое		
к-10930	35:68:49	1:2:1	4,26	0,10–0,25
		7:8:1	180,0	< 0,01
к-17227	54:123:67	1:2:1	1,40	0,25–0,50
		7:8:1	201,69	< 0,01

При данном анализе гомозиготной устойчивыми семьями считали те, в которых среднее значение показателя длины листа и коэффициент вариации не отличались от устойчивого родителя; гомозиготной восприимчивыми — от восприимчивого родителя; остальные семьи были отнесены к расщепляющимся по изучаемому признаку. Следует подчеркнуть, что

семей со средним значением длины листа, превышающим данный показатель устойчивого родителя или меньше, чем у восприимчивого родителя, обнаружено не было. В обоих случаях полученные данные подтверждают сделанную на основе анализа F_2 гипотезу о моногенном контроле солеустойчивости у образцов твердой пшеницы к-10930 и к-17227 (табл. 3). Следовательно, данные опыта противоречат гипотезе о контроле солеустойчивости двумя генами.

Для определения аллельных отношений генов солеустойчивости двух образцов их скрещивали между собой. В F_1 все растения были устойчивы, в F_2 наблюдали расщепление по длине проростков 134:12. Это расщепление соответствует теоретически ожидаемому при дигенном наследовании (по одному доминантному гену устойчивости от каждого родителя) 15:1 ($\chi^2 = 1,21$, $0,25 < P < 0,50$). Следовательно, идентифицированные нами гены не аллельны и не сцеплены. Поскольку изучаемые образцы при применении в данной работе методе высокосолеустойчивы (коэффициенты устойчивости 0,93–0,97), мы не могли проверить возможное аддитивное действие доминантных генов устойчивости к NaCl. Проведение такой работы мы планируем при выращивании растений гомозиготной устойчивых семей комбинации скрещивания к-10930 × к-17227 при более высоких концентрациях соли в питательной среде.

Ранее были выделены образцы твердой пшеницы с относительно высоким уровнем устойчивости к NaCl, и для некоторых из них был проведен гибридологический анализ признака [5, 6]. В этих работах мы не проводили анализа различий в длине проростков родительских форм, поэтому, по крайней мере частично, результаты могли быть связаны с наличием генетических систем, влияющих на различия в длине листьев без солевого фона. В данной работе результаты изучения родительских форм и гибридов F_2 при их выращивании на воде позволяют надежно исключить данный фактор.

Таким образом, анализ гибридов F_1 , F_2 , F_3 и $F_1 BC_1$ показал, что образцы T. durum к-10930 и к-17227 имеют по одному доминантному гену солеустойчивости, причем гены этих образцов не аллельны и не сцеплены. Для идентифицированных генов солеустойчивости мы предлагаем временные символы Tsa1 и Tsa2. 

INHERITANCE OF HIGH LEVEL OF SALT TOLERANCE IN TWO SAMPLES OF DURUM WHEAT (TRITICUM DURUM L.)

A.Z. Shihmuradov

Dagestan Experimental Station of Vavilov Institute of Plant Industry

Резюме

С помощью гибридологического анализа доказали наличие у двух образцов твердой пшеницы высоко устойчивых к засолению NaCl по одному доминантному гену устойчивости. Гены устойчивости не аллельны и не сцеплены. Предложены временные символы Tsa1 и Tsa2 для генов солеустойчивости образцов к-10930 и к-17227.

With use of hybridological analysis it has been proven the presence of one gene for salt tolerance in two samples of Triticum durum L. hife tolerant to NaCl. The genes are not allelic or linked. Temporary symbols Tsa1 and Tsa2 are proposed for the genes for tolerance to salt in samples к-10930 and к-17227, respectively.

Key words: salt tolerance, durum wheat, genetics