

СКРИНИНГ КОЛЛЕКЦИИ КУКУРУЗЫ ПО СЕЛЕКЦИОННО ЦЕННЫМ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ

*Т.Ж. Олинга, И.А. Косарева, В.А. Кошкин, Г.В. Матвеева,
Всероссийский институт растениеводства им. Н.И.Вавилова*

Кукуруза — одна из важнейших кормовых, зерновых и овощных культур. Возможность ее продвижения в северные регионы РФ требует формирования нового исходного материала для создания скороспелых сортов, адаптированных к суровым почвенно-климатическим условиям.

Около 10% мировых обрабатываемых земель в мире занимают кислые почвы, в России — около 25%. Основная масса мировых коммерческих сортов кукурузы чувствительна к алюмоотоксичности кислых почв [1]*. Поэтому повышение их адаптивности к данному фактору является лучшей растениеводческой стратегией на почвах с низким рН и избытком подвижного алюминия. Тестирование алюмотолерантности растений можно проводить в полевых условиях, но дешевле и гораздо быстрее — в культуре питательных растворов [2, 3].

Другая важная проблема растениеводства в зонах рискованного земледелия — создание скороспелых сортов. В большинстве случаев это сорта со слабой фотопериодической чувствительностью (ФПЧ) [4].

Коллекция кукурузы Генного банка ВИР, содержащая более 15 тыс. образцов и отражающая уникальное мировое разнообразие подвидового состава по комплексу хозяйственно важных и биологически ценных для селекции признаков, практически не изучена по таким важным физиологическим свойствам как кислотоустойчивость, а также фотопериодическая чувствительность. В связи с этим целью наших исследований был подбор методов диагностики и проведение скрининга фрагмента форм кукурузы на устойчивость к алюмоотоксичности, фотопериодическую чувствительность, раннеспелость.

Эксперименты проводили в 2006 г. на базе Пушкинского филиала ВИР. Исследования фотопериодической чувствительности растений вели на фотопериодической площадке в условиях вегетационного опыта. Растения

выращивали на дерново-подзолистой почве в 6-литровых вегетационных сосудах, в условиях естественного длинного (11 ч 53 мин — 18 ч 52 мин) и короткого (12 ч) фотопериодов. Короткий день (КД) создавали, закатывая вагонетки с вегетационными сосудами в светонепроницаемый фотопериодический домик на период с 21.00 до 9.00. Растения, которые выращивали в условиях длинного дня (ДД), закатывали на этот период времени в стеклянный павильон. У каждого растения отмечали дату появления метелки, вычисляли продолжительность периода всходы — выметывание метелки. ФПЧ устанавливали по величине задержки выметывания метелки на ДД по сравнению с КД ($T_1 - T_2$) и предложенного нами коэффициента ФПЧ ($K_{\text{ФПЧ}}$), вычисляемого по формуле ($K_{\text{ФПЧ}} = T_1/T_2$), где T_1 и T_2 — продолжительность периода посев — начало выметывания метелки (сут.) у растений, выращенных, соответственно, в условиях длинного естественного и короткого 12-часового дня [6]. Образцы, задерживающие выметывание метелки на ДД по сравнению с КД в пределах 0—7 сут. и имеющие $K_{\text{ФПЧ}} = 1,00$ —1,10, классифицировали как слабочувствительные к фотопериоду.

Лабораторную диагностику алюмотолерантности проводили в культуре питательных растворов в контролируемых условиях среды: фотопериод — 14 ч, освещенность — 5 клк, дневная температура — 19—21°C, ночная температура — 16°C. Использовали известный тест [7], в основе которого лежит учет восстановления (или отсутствия восстановления) митотической активности корней проростков, подвергнутых шоковому воздействию токсичного алюминия.

Семена проращивали в чашках Петри в термостате при +22°C. «Наклюнувшиеся» семена переносили в растильни с сетчатым дном, которые погружали в контейнеры с питательным раствором (рН=4,2) на 2 сут. Затем сетки

с проростками переносили на питательный раствор с хлоридом алюминия (200—250 мМ) и рН=4,2 на 24 ч. Через сутки растения на сетках переносили на свежий питательный раствор без алюминия на 48 ч. Затем окрашивали корни 0,1%-м раствором *Eriochrome cyanine R*. Проростки с корневыми меристемами, поврежденные алюминием, имели интенсивное окрашивание верхушки корня, в то время как неповрежденные имели окрашенную секцию, за которой следовала белая отросшая верхушка корня. Измеряли отросшую часть корней и рассчитывали средний прирост корня после действия стрессора.

Скрининг 100 образцов кукурузы на алюмотолерантность показал значительную изменчивость этого признака в изученном фрагменте коллекции: прирост корней после алюмостресса варьировал у разных образцов от 0 до 2,05 см; 73% образцов не восстанавливали митотическую активность корневой системы после действия стрессора и были отнесены нами в группу неустойчивых к алюмотоксичности; 17% образцов демонстрировали прирост корней до 0,5 см (слабоустойчивые), 9% — отрастали на 0,51—1 см (среднеустойчивые) и только 2% образцов дали прирост более 1 см и были отнесены в группу устойчивых к алюмотоксичности (табл. 1). Это сорта местный (к-13701) из Китая и Golden Beauty (к-14096) из Судана. Последний демонстрировал наиболее высокий прирост корней после неблагоприятного воздействия алюминия (2,05 ± 0,03 см), что, вероятно, связано с наличием кислых почв в стране происхождения данного сорта.

Результаты оценки ФПЧ 30 образцов кукурузы различного эколого-географического происхождения показали, что изученные формы значительно различались по продолжительности периода всходы — выметывание метелки при выращивании как при длинном, так и при коротком дне. При этом все образцы демонстрировали более раннее цветение в условиях короткого дня по сравнению с длинным, что позволило нам отнести кукурузу к растениям короткого дня.

Среди изученных образцов обнаружены 4 источника раннеспелости и слабой ФПЧ (табл. 2). Это Белая ночь (к-21446), Россия; W 85 (к-21723), Канада; Грушевская (к-21449), Украина; Д 306 (к-21451), Казахстан. Образцы характеризовались небольшой задержкой в сроках выметывания метелки и, соответственно, низким $K_{фпч}$ (0,99—1,10). Наиболее слабой ФПЧ отличался образец из Канады W85, который практически не задерживал выметывание метелки при длинном дне.

Среднечувствительными к длине дня ($K_{фпч} = 1,15—1,25$) оказались 10 образцов из Нидерландов, Германии, России,

Таблица 1. Алюмотолерантные образцы кукурузы

| № каталога ВИР | Название образца | Происхождение | Средний прирост, см | Стандартная ошибка | Степень толерантности |
|----------------|------------------|---------------|---------------------|--------------------|-----------------------|
| 14144 | Местный | Индия | 0,66 | 0,03 | Средняя |
| 619 | N.D. White corn | США | 0,58 | 0,03 | Средняя |
| 5335 | Местный | Россия | 0,78 | 0,03 | Средняя |
| 648 | Sanford | США | 0,58 | 0,04 | Средняя |
| 12250 | Популяция - 424 | Голландия | 0,69 | 0,03 | Средняя |
| 21769 | Линия Q-210 | Канада | 0,55 | 0,05 | Средняя |
| 14096 | Golden Beauty | Судан | 2,05 | 0,03 | Высокая |
| 13701 | Местный | Китай | 1,01 | 0,04 | Высокая |

Таблица 2. Характеристика образцов кукурузы по показателям ФПЧ

| № каталога ВИР | Название образца | Происхождение | Продолжительность периода всходы — выметывание метелки, сут. | | (T ₁ - T ₂), сут. | K _{фпч} |
|----------------|------------------|---------------|--|----------|--|------------------|
| | | | ДД | КД | | |
| 21723 | W85 | Канада | 51,0±1,3 | 51,0±0,3 | 0 | 1,00 |
| 21446 | Белая ночь | Россия | 57,0±2,6 | 56,0±1,0 | 1,0 | 1,02 |
| 21449 | Грушевская | Украина | 67,3±0,9 | 66,0±1,9 | 1,3 | 1,02 |
| 21451 | Д 306 | Казахстан | 67,0±0,4 | 60,8±2,4 | 6,2 | 1,10 |
| 21455 | Б 196 | Россия | 71,2±1,9 | 61,7±3,0 | 9,5 | 1,15 |
| 21452 | Б 157 | Россия | 68,2±1,6 | 54,3±0,4 | 13,9 | 1,25 |
| 13633 | Местная | Китай | 87,0±0,4 | 65,7±2,6 | 21,3 | 1,32 |
| 13637 | Среднеспелая | Китай | 99,2±0,2 | 68,0±1,7 | 31,2 | 1,45 |
| 14140 | Местная | Индия | 90,7±0,5 | 64,5±3,0 | 26,2 | 1,40 |
| 12694 | CM1 | Аргентина | 87,8±0,5 | 66,5±0,9 | 21,3 | 1,32 |

Бангладеш, Мексики, Кении, Судана, Китая. Образцы кукурузы со значительной задержкой выметывания метелки при длинном дне и, соответственно, высоким $K_{фпч}$ (1,26—1,52) отнесены к позднеспелым и высокочувствительным в реакции на длину фотопериода. Это образцы из Эфиопии, Канады, Германии, Китая, Аргентины и Индии. Вероятно, они могут представлять интерес для селекции кукурузы, используемой на кормовые цели.

Таким образом, проведенный скрининг мировой коллекции кукурузы по селекционно ценным физиологическим признакам (алюмотолерантность, ФПЧ и раннеспелость) показал их значительную изменчивость в изученном наборе образцов.

Выделенные формы с высокой алюмотолерантностью и слабой фотопериодической чувствительностью представляют интерес для создания новых, эдафически устойчивых, раннеспелых гибридов кукурузы. 

1. Gudu S., S.M. Maina, A.O. Onkware, G.Ombakho , D.O.Ligeyo. Screening of Kenya maize germplasm for tolerance to low pH and aluminum for acid soils of Kenya. Seventh eastern and southern Africa regional maize conference .11th —15th February. 2001. P. 216—221.
2. Magnavaca R., Gardner C.O., Clark R.B. Comparisons of maize populations for aluminium tolerance in nutrient solution. In: Gabelman H.W and Loughman B.C. Genetic aspects of plant mineral nutrition. Dordrecht: Martinus Nijhoff. 1987.
3. Urrea-Comez R., Ceballos H., Bahia Filho A.F.C. and Leon L.A. A greenhouse screening technique for acid soil tolerance in maize. Agron. J. 1996. 88: 806—812.
4. Кошкин В.А., О.И.Романова, Матвиенко И.И. Гречиха (Характеристика образцов по фотопериодической чувствительности). Каталог ВИР. 2005. Вып. 764. 15 с.
5. Стельмах А.Ф., Авсенин В.И., Кучеров В.А., Воронин А.И. Изучение роли генетических систем Vrn и Ppd у мягкой пшеницы // Вопросы генетики и селекции зерновых культур. КОЦ СЭВ. Одесса (СССР). НИИР Прага-Рузыне (ЧССР). 1987. Вып.3. С.125-132.
6. Кошкин В.А., Кошкина А.А., Матвиенко И.И., Прядехина А.К. Использование исходных форм яровой пшеницы со слабой фотопериодической чувствительностью для создания скороспелых продуктивных линий // Доклады РАСХН. 1994. № 2. — С. 8—10.
7. Кошкин В.А., Косарева И.А., Драгавцев В.А., Матвиенко И.И. Влияние генов Ppd на хлорофилл-белковый комплекс сортов пшеницы с различной фотопериодической чувствительностью //Доклады РАСХН. 1999. № 4. — С. 6—8.