



в 5–10 верстах от г. Петровск на илистой почве, 14.8.1925, Legit Лазнев; по берегу р. Медведица, около г. Петровск, 22.7.1927, Legit Чернов В.; Татищевский р-н: ст. Курдюм, 16.6.1959, Артемьева; ст. Курдюм, луг, 17.6.1959, Legit Ноздрин; окр. пос. Татищево, пойма р. Идолги, засоленный луг, 10.8.1996, Березуцкий М.;

Казахстан

Западно-Казахстанская область

Бокейординский р-н: Нарынское лесничество, окр. г. Урды, урочище Мечет-Кум, во влажной западине, 15.7.1929, Legit Фролова Е.;

Нарынское лесничество, окр. г. Урды, урочище «Мечет-Кум», западина с сырой почвой, 15.8.1929, Фролова Е.;

Оренбургская область

Бугурусланский р-н: Полибинское кумысное зав., вост. и южн. склоны в долину Курсака, 7.6.1903, Legit Гордягин А.;

Пензенская область

Сосновоборский р-н: Кададинское лесничество, 7.1925, Legit Янишевский;

*Арчадинское лесничество, солонц. луг, 3-й кордон, 17.8.1928, Legit Гранбусова.

УДК 575:581.16:575642

ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИЭМБРИОННЫХ АНДРОГЕННЫХ ГАПЛОИДОВ КУКУРУЗЫ

Д. С. Демихова, Ю. В. Смолькина, В. С. Тырнов

Саратовский государственный университет
E-mail: tyrnovvs@info.sgu.ru

Было проанализировано потомство, полученное после скрещивания материнских и отцовских форм, имеющих хорошо диагностируемые доминантные и рецессивные признаки (гены). Установлено, что из зерновок первого поколения могут развиваться как истинные гибриды, так и матроклинные и андрогенные особи. Андрогенные особи могут сочетаться в одной зерновке как с гибридными, так и с матроклинными близнецами. Установлено, что андрогенез у кукурузы может зависеть от генотипических особенностей материнской формы и различия в частотах его проявления могут быть более чем 100-кратными.
Ключевые слова: андрогенез, гаплоидия, полиэмбриония.

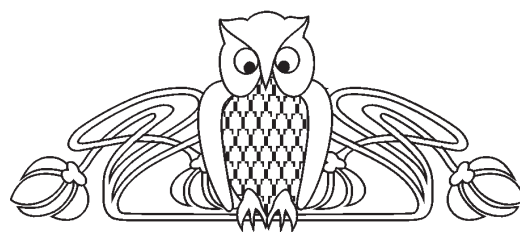
Detection of Aize Polyembryonic Androgenic Haploids

D. S. Demikhova, Yu. V. Smolkina, V. S. Tyrnov

The maize posterity received after crossing of the maternal and paternal forms having well diagnosed dominant and recessive traits (genes) was analyzed. It is established that from kernels of the first generation can develop both true hybrids, and matroclinous and androgenic individuals. Androgenic individuals can be combined in one kernel, both with hybrid, and with matroclinous twins. It is established that androgenesis in mais can depend from the genotypic features of maternal form and distinction in frequencies of its manifestation can be more than 100-multiple.
Key words: androgenesis, haploidy, polyembryony.

Введение

Андрогенез – явление, когда ядро яйцеклетки замещается ядром спермия и возникают особи, имеющие геном отцовской формы и материнскую цитоплазму [1–3]. Такая двойственная генотипическая структура спорофита



имеет важное научное и прикладное значение. Она позволяет выявлять и изучать вклад ядра и цитоплазмы в проявление генотипических и фенотипических признаков, а в областях практической селекции и биотехнологии – быстро получать аллоплазматические линии. Учитывая, что цитоплазматические факторы могут сильно влиять на многие важнейшие признаки (продуктивность, устойчивость к биотическим и абиотическим факторам, скороспелость, стерильность и др.), ясно, что андрогенез может быть явлением, положенным в основу ряда инновационных проектов, направленных на повышение эффективности селекционного процесса.

Частота возникновения андрогенных растений, в том числе кукурузы, в большинстве случаев крайне низка, от 1 на несколько десятков и даже сотен тысяч растений [2, 3]. Поэтому заслуживают внимания случаи, когда андрогенез проявляется более часто или, по крайней мере, явно не случайно.

Кукуруза представляет интерес не только как одна из важнейших возделываемых культур, но и как объект для генетических исследований, который может быть донором и реципиентом соответствующих генов.

Согласно литературным и собственным данным [2, 4], отмечались отдельные случаи возникновения андрогенных растений среди близнецов, то есть при полиэмбрионии, по-



этому связь этих двух явлений заслуживает специального изучения.

Материалы и методы

В качестве материнской формы использовалась партеногенетическая линия кукурузы АТ-1, которой свойственна полиэмбриония и матроклинная гаплоидия [5–7]. Эта линия имеет доминантные гены АВР1R, обуславливающие пурпурную окраску корешков проростков, всего растения во взрослом состоянии и зерновок.

В качестве отцовских форм использовали линии:

1) ТМ (Тестер Мансгелдорфа), имеющий хорошо выраженные на зерновках, проростках и взрослых растениях рецессивные моногенные признаки, локализованные в разных хромосомах [8, 9];

2) КМ (Коричневый маркер), имеющий, гены а ВР1R (то есть, в отличие от линии АТ-1, вместо доминантного гена А присутствует его рецессив а);

3) ЗМС-1 (Зародышевый маркер Саратовский), имеющий гены АСR-nj: *судu*, *gl1*. Доминантные гены обуславливают пурпурную окраску зародыша и верхушки зерновки [8, 9], ген *gl1* (*glossy 1*) – отсутствие воскового налёта на листьях проростков (глянцевые листья).

Растения выращивались на экспериментальном поле в сравнительно однородных условиях. Початки изолировали пергаментными пакетами, на которых отмечалась дата появления первых пестичных нитей. Учитывая, что сроки задержки опыления могут сильно влиять на частоты возникновения матроклинных гаплоидов и, возможно, близнецов, опыление производили через 5–6 суток, в соответствии с первыми отмеченными датами.

При скрещивании линии АТ-1 с другими перечисленными линиями по проявлению генов

можно судить о путях происхождения потомства – гибридном, матроклинном, андрогенном. Об андрогенном происхождении судили по отсутствию проявления генов материнской формы (пурпурной окраски) и наличию признаков (генов) отцовского родителя. У линий ТМ и ЗМС-1 на стадии проростков андрогены среди них сначала выявляли по отсутствию пурпурной окраски первичных корешков, а затем на стадии двух-трёх листьев по наличию гена *gl1-glossy* (глянцевые листья). Для линии ТМ одновременно возможен анализ по признаку «безлигульность» (ген *Ig1*). При использовании линии КМ зерновки проращиваются в темноте. Корешки гибридов и матроклинных растений краснеют, андрогенные – остаются белыми. Взрослые андрогенные гаплоиды и диплоиды линии КМ имеют коричневую окраску.

Проращивание зерновок производилось в пластмассовых кюветах на влажной фильтровальной бумаге. В этих же кюветах проростки с корнями прикрытыми сверху дополнительно также фильтровальной бумагой, нормально развивались до трёх-четырёх листьев. Числа хромосом подсчитывали в корневых меристемах на давленных ацетокарминовых препаратах.

Результаты и их обсуждение

Прежде всего, рассмотрим некоторые количественные показатели. Частоты полиэмбрионии для линии АТ-1 лежали в пределах 4–6%. В рассматриваемых опытах среди 18012 проросших зерновок выявлено 893 двойни, среди которых найдено 12 андрогенных гаплоидов. Таким образом, средняя частота андрогенеза была равной 1 : 1501. Соответственно, для линий ТМ, КМ и ЗМС-1 частоты андрогенеза были 1:1649, 1: 1148 и 1:1287 (таблица). Средние частоты андрогенеза, по литературным данным, могут быть 1:80000 [7] и даже более редкими [2, 3] .

Встречаемость полиэмбрионии и андрогенных растений при скрещивании линии АТ-1 (как материнской формы) с 3 опылителями

Линия- опылитель	Количество зерновок, шт. (%)		Встречаемость и тип * двоен
	проросших	полиэмбрионных	
ТМ	9 896	478 (4,8)	6 5 (Аг-Гиб)+1 (Мг-Аг)
КМ	4 254	179 (4,2)	3 2 (Аг-Гиб)+1 (Мг-Аг)
ЗМС-1	3 862	236 (6,1)	3 2 (Аг-Гиб)+1 (Мг-Аг)

Примечание. * Аг – Андрогенный гаплоид, Мг – матроклинный гаплоид, Гиб – гибрид.

Наши данные показывают, что андрогенные растения могут возникать на несколько

порядков чаще при частоте, сопоставимой с таковой для матроклинной гаплоидии. С точки



зрения работающих в области практической селекции отмеченные частоты андрогенеза могут показаться мало впечатляющими. Такое мнение может поддерживаться работами в области получения гомозиготных линий из матроклинных гаплоидов. Последние ранее получали с частотами около 1: 1000 и реже [6, 7]. Гаплоидный метод стал распространяться после увеличения частот гаплоидии до 5–10%, путём использования специальных линий-гаплоиндукторов, созданных нами [6, 10, 11].

Однако необходимо учитывать следующее обстоятельство. Для создания линий необходимы сотни и тысячи гаплоидов. Основное же предназначение андрогенных растений связано с получением аллоплазматических линий, то есть уже созданных линий, но переведённых на другую цитоплазматическую основу. А для этого достаточно даже одного, двух андрогенных растений. Поэтому даже частоты около 1 на 2–3 тысячи могут быть вполне приемлемыми для практической работы. Естественно, если когда-либо удастся повысить выход андрогенных растений до уровня выше 3%, их можно будет использовать для получения линий, так же как и матроклинные, дополнительно используя возможности и преимущества отбора и селекции на уровне микрогаметофита.

Андрогенные близнецовые гаплоиды получены при использовании пыльцы всех 3 исследованных линий. В скрещиваниях их с другими линиями ранее регистрировались единичные случаи полиэмбрионии и не выявлено ни одно андрогенное растение. Следовательно, факторы детерминации андрогенеза связаны с генотипическими особенностями материнского, а не отцовского родителя. Поэтому дальнейшие исследования целесообразно сосредоточить на выявлении причин такого феномена.

Список литературы

1. Тырнов В. С., Хохлов С. С. Андрогенез у покрытосеменных растений // Генетика. 1974. Т. 10, № 9. С. 154–167.
2. Тырнов В. С., Хохлов С. С. Андрогенез // Гаплоидия и селекция. М., 1976. С. 87–99.
3. Тырнов В. С. Андрогенез *in vivo* у растений // Биология развития и управление наследственностью. М., 1986. С. 138–164.
4. Смолькина Ю. В. Матроклинные и андрогенные близнецы кукурузы // Тезисы Молодёжной конф. ботаников в Санкт-Петербурге. СПб., 2000. С. 137.
5. Тырнов В. С., Еналеева Н. Х. Автономное развитие зародыша и эндосперма у кукурузы // Докл. АН СССР. 1983. Т. 272, № 3. С. 722–725.
6. Тырнов В. С. Гаплоидия и апомиксис // Репродуктивная биология, генетика и селекция : сб. науч. тр., посвящ. 90-летию со дня рожд. проф. С. С. Хохлова. Саратов, 2002. С. 32–46.
7. Chase S. S. Monoploids and monoploid derivatives of maize (*Zea mays* L.) // Bot. Rev. 1969. Vol. 35, № 2. P. 117–167.
8. Coe E. H., Neuffer M. G., Hoisington D. A. The genetics of corn // Corn and Corn Improvement / ed. G. F. Sprague, J. W. Dudley. ASACSSA-SSSA, Madison ; Wisconsin, 1988. P. 81–258.
9. Neuffer M. G., Coe E. H., Wessler S. R. Mutants of Maize. Cold spring harbor laboratory press. L., 1997. 468 p.
10. Тырнов В. С., Завалишина А. Н. Индукция высокой частоты возникновения матроклинных гаплоидов у кукурузы // Докл. АН СССР. 1984. Т. 276, № 3. С. 735–738.
11. Zavalishina A. N., Tyrnov V. S. Induction of matroclinal haploidy in maize *in vivo* // Reproductive biology and plant breeding : XIII EUCARPIA Congr. L., 1992. P. 221–222.