

Кашин А.С., Демочко Ю.А., Мартынова В.С. Кариотипическая изменчивость в популяциях апомиктических и половых видов агамных комплексов *Asteraceae* // Ботан. журн. 2003. Т. 88., № 9. С. 35–54.

Куприянов П.Г. Диагностика систем семенного размножения в популяциях цветковых растений. Саратов, 1989. 160 с.

Ноглер Г.А. Гаметофитный апомиксис // Эмбриология растений: использование в генетике, селекции, биотехнологии. М., 1990. С. 39–91.

Рубцова З.М. Эволюционное значение апомиксиса. Л., 1989. 154 с.

Сравнительная эмбриология цветковых. Т. 1—5. Л., 1981—1990.

Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. Л., 1987. 439 с.

Хохлов С.С., Зайцева М.И., Куприянов П.Г. Выявление апомиктических растений во флоре цветковых растений СССР. Саратов, 1978. 224 с.

Carman J.G. The evolution of gametophytic apomixis // Эмбриология цветковых растений: терминология и концепции. В 3х томах. Т. 3. Системы репродукции. Санкт-Петербург, 2000. С. 218-245.

УДК (576.538+575.224.234.2+581.33):633.174

СОМАТИЧЕСКАЯ РЕДУКЦИЯ КАК ОДНА ИЗ вероятных ПРИЧИН СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ПЛОИДНОСТИ В ПОТОМСТВЕ АУТОТЕТРАПЛОИДОВ СОРГО

М.И. Цветова¹, Т.Г. Хуснетдинова², А.Г. Ишин²

¹ НИИ СХ Юго-Востока, ² Российский НИИ сорго и кукурузы (Россорго)

Организмы материнского типа с диплоидным числом хромосом, спонтанно возникающие в потомстве полиплоидов, обозначаются как полигаплоиды. Они были выявлены практически у всех культур, у которых осуществлена индукция полиплоидии. При этом известно, что матроклинные гаплоиды (полигаплоиды относятся к этой категории организмов) возникают в результате партеногенетического развития яйцеклетки или функционально замещающих её других клеток редуцированного зародышевого мешка (Хохлов, 1976; Тыринов, 1998).

Однако полученные нами данные позволяют предположить другой механизм образования растений с редуцированным числом хромосом в потомстве аутотетраплоидов.

Материал и методы

Исследованы две аутотетраплоидные линии, индуцированные в результате обработки апикальных меристем проростков 0,2% раствором колхицина в течение 24 часов. Первая из них - Н - тетра (поколение С₁₅) получена на основе сортообразца Негритянское кремово-бурое к-3366/2. Вторая - АС-тетра (поколение С₁₀) - на основе линии АС-1, полученной в результате самоопыления мужски-фертильного регенеранта из культуры тканей растения с цитоплазматической мужской стерильностью (ЦМС)

(Эльконин и др., 1995). В скрещиваниях с исследуемыми аутотетраплоидными линиями использованы диплоидные линии с ЦМС: [A2]КВВ-181, [9E]Желтозёрное-10, [A3]Желтозёрное-10 и [A4]Желтозёрное-10, для которых характерна стабильная мужская стерильность и полное отсутствие антоциановой окраски.

Метелки растений до начала цветения тщательно изолировали пергаментными изоляторами. Для цитологического анализа пыльцу стряхивали с цветущей части метелки и анализировали на временных препаратах, окрашенных раствором йодистого калия; диаметры пыльцевых зёрен (ПЗ) измеряли с помощью окуляр-микрометра.

Для исследования микроспорогенеза веточки метёлок фиксировали в ацетоалкоголе и после двукратной промывки в 75% спирте в таком же спирте их хранили. Перед окраской материал протравливали в 4% растворе железоаммонийных квасцов в течение 20 минут и дважды промывали в дистиллированной воде (всё - при температуре 45°C). Окрашивали материал в 2% кармине в течение 10-15 суток. Давленные препараты пыльников готовили с использованием смеси 45% уксусной кислоты и 70% раствора хлоралидрата (1:1), подкрашенной раствором ацето-кармина до тёмно-розового цвета.

Подсчёт хромосом проводили в корневых меристемах, зафиксированных в ацето-алкоголе (1:3) и окрашенных ацето-гематооксином.

Результаты и обсуждение

С целью получения триплоидов 7 ЦМС-линий были опылены смесью пыльцы растений линии Н-тетра. В результате на растениях четырёх линий завязались выполненные зерновки (от 2х до 45 на метелку). Анализ выращенных из них растений показал, что все они являются гибридами с диплоидным числом хромосом. Это позволило предположить участие в оплодотворении нормальных гаплоидных пыльцевых зёрен.

В 2003 г. был предпринят анализ пыльцы растений линии Н-тетра. Морфологические особенности и размер пыльцевых зёрен неоспоримо доказывали, что все исследованные растения являлись тетраплоидами. Всего пыльца была проанализирована в 29 метёлках с 22 растений.

Ранее было показано, что у диплоидных и тетраплоидных растений сорго размер ПЗ частично перекрывается (табл. 1), что может быть источником ошибки при определении пloidности пыльцевых зёрен. Поэтому в качестве «предположительно гаплоидных» ПЗ учитывали лишь те, диаметр которых не превышал 45,9 мкм. Такие ПЗ выявлены у большинства изученных растений (табл.2) с частотой от 1,0 до 25,0% (табл. 2).

Таблица 1. Распределение диаметров пыльцевых зёрен у Негритянского кремово-бурого к-3366/2 и его тетраплоидного аналога (по: Цветова, 1997)

Плоидность	Частота (%) пыльцевых зёрен с диаметром*:							
	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
	37,5	41,7	45,9	50,1	54,3	58,5	62,7	66,8
2n	1,5	24,5	38,7	29,4	4,6	1,2	-	-
4n	-	-	4,0	9,6	23,6	31,0	20,2	11,5

* Верхняя строка-диаметр пыльцевых зёрен в делениях окуляр-микрометра, цена деления – 8,35 мкм; нижняя строка – диаметр пыльцевых зёрен в микронах

Таблица 2. Результаты анализа пыльцы у линии Н - тетра

Количество пыльцевых зёрен с диаметром < 45,9 мкм (%)	Число растений
0,0 - 0,5	4
0,6 - 1,5	4
1,6 - 2,5	5
2,6 - 3,5	4
3,6 - 4,5	2
4,6 - 5,5	2
5,6 - 6,5	1
6,6 - 7,5	1
7,6 - 8,5	2
8,6 - 9,5	1
11,6 - 12,5	1
24,6 - 25,0	1

Однако, размер, характерный для гаплоидных ПЗ, у тетраплоидов, по-видимому, могут иметь анеуплоидные ПЗ, образовавшиеся в результате нарушений мейоза. Поэтому гаплоидность ПЗ у тетраплоида может быть доказана только в результате скрещивания с диплоидным материнским родителем.

27 метёлок стерильных линий опылили пыльцой индивидуальных соцветий, либо смесью пыльцы исследованных тетраплоидных растений. В трёх случаях завязалось 1 – 2 зерновки, на одной метёлке - 8 зерновок, и на остальных двух метёлках 25 и 74 зерновки. К настоящему времени при проращивании части материала выявлено 5 проростков с интенсивной антоциановой окраской, характерной для Н-тетра.

Так как при такой схеме скрещивания нельзя исключить вероятность образования гибридных зародышей с тетраплоидным числом хромосом за счёт спонтанно возникших диплоидных яйцеклеток у материнского родителя, у полученных проростков было подсчитано число хромосом. Все они оказались диплоидными, что доказывает существование гаплоидных пыльцевых зёрен у Н-тетра.

Ранее существование гаплоидных гамет таким же образом было продемонстрировано у аутотетраплоидной линии сорго с вариабельной мужской фертильностью АС-тетра. Было сделано предположение, что самым вероятным механизмом их образования является соматическая редукция на разных этапах органогенеза (Цветова, Эльконин, 2002). Так как у этой линии частота образования гаплоидных пыльцевых зёрен выше, чем у Н-тетра, мы исследовали микроспорогенез с целью уточнения механизмов их образования.

Из нарушений мейоза, которые могли бы привести к образованию микроспор с уменьшенным числом хромосом, в МІ и в ТІ отмечено по одной клетке с двумя веретёнами деления (0,35% и 0,07%, соответственно). В ТІ отмечены клетки с несколькими отстающими хромосомами и с неразделившимися бивалентами, задержавшимися на экваторе (18,6% и 13,8%, соответственно). Однако число оставших хромосом и бивалентов не было достаточным для возникновения гаплоидных микроспор, и могло обеспечить лишь образование анеуплоидных ПЗ.

В то же время в диакинезе и МІ у шести из девяти исследованных растений отмечено от 0,6 до 5,7 % клеток с 10 бивалентами. Наличие у тетраплоидов мейоцитов с диплоидным числом хромосом указывает на то, что редукция числа хромосом произошла в домейотический период.

Миксоплоидность, спонтанно возникающую в соматических тканях растений, либо в пыльниках в ходе премейотических делений, наблюдали у большого числа видов (Nirmala, Rao, 1996). При этом клетки, отличные по уровню пloidности от основного для исследуемого растения, чаще всего имели более высокий уровень пloidности. Гораздо меньше сообщений о возникновении у растений соматических клеток или тканей с редуцированным числом хромосом (Huscins and Chouinard, 1950; Rao, Nirmala, 1986 и др.).

У сорго С.Н. Chen and J.G. Ross (1963, 1965) наблюдали диплоидизацию конусов нарастания тетраплоидных проростков после воздействия колхицином, и именно воздействием этого вещества объясняли имеющую место соматическую редукцию, так как в необработанных сибсовых растениях это явление обнаружено не было.

В нашем материале склонность к соматической редукции имеет, по-видимому, генетический характер, так как нестабильность уровня пloidности наблюдается в течение ряда поколений. Ранее было показано, что у растений тетраплоидной линии АС-тетра гаплоидное число хромосом могут иметь не только ПЗ, но и гаплоидные женские гаметы (Цветова, Эльконин, 2002). Это делает вероятным возникновение в потомстве тетраплоидов диплоидных растений за счёт слияния гаплоидных гамет.

В настоящее время нет данных, которые указывали бы, должны ли такие растения по генотипу совпадать, либо отличаться от

партеногенетических полигаплоидов. Вопрос требует дальнейшего исследования.

Литература

Тырнов В.С. Гаплоидия у растений. Научное и прикладное значение. М., 1998. 53 с.

Хохлов С.С. Общие вопросы гаплоидии // В кн.: Гаплоидия и селекция. М., 1976. С. 5-13.

Цветова М.И. Изучение закономерностей экспериментальной полиплоидии у сорго: дисс...канд. биол.наук. СПб., 1997. 162 с.

Цветова М.И., Эльконин Л.А. Нестабильность уровня плоидности у аутотетраплоидов линии сорго с вариабельной мужской фертильностью // Генетика. 2002. Т.38, № 5. С. 641-646.

Chen C.H., Ross J.G. Colchicine-induced somatic chromosome reduction in Sorghum // J. of Hered. 1963. V. 54, № 1. P. 96-100.

Chen C.H., Ross J.G. Colchicine-induced somatic chromosome reduction in Sorghum. V. Diploidization of the stem apex after treatment of tetraploid seedlings // Can. J. Gen. Cytol. 1965. V.7, № 1. P. 21-30.

Elkonin L.A., Enaleeva N.Kh., Tsvetova M.I., Belyaeva E.V., Ishin A.G. Partially fertile line with apospory obtained from tissue culture of male sterile plant of Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) // Ann. Botany. 1995. V.76. P.359-364.

Huscins C.L., Chouinard L. Diploid and triploid roots and a diploid shoot from a tetraploid Rheo // Genetics. 1950. V.35. P.115.

Rao P.N., Nirmala A. Chromosome numerical mosaicism in pearl millet (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) // Can. J. Gen. Cytol. 1986. V.28, № 2. P. 203-206.

Nirmala A., Rao, P.N. Genesis of chromosome numerical mosaicism in higher plants // The Nucleus. 1996. V.39. P.151-175.

УДК 581.143.6

МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ ФОРМ БЕГОНИИ

О.Н. Носова, Л.А. Эльконин

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока

Бегония является одной из наиболее распространенных декоративных культур в цветоводстве. Многочисленные сорта и гибриды бегонии характеризуются большим разнообразием формы, окраски и размеров листьев и цветов и широко используются в комнатном цветоводстве и для озеленения клумб и грядок. В подавляющем большинстве своем сорта, выделяющиеся окраской и разнообразием цветов, относятся к клубневидной бегонии (*B. x tuberhybrida* Voss), размножающейся клубеньками, тогда как сорта и гибриды листовой бегонии (*B. x hiemalis* Fotsch), размножаются черенками, взятыми от