

листовыми дисками. В этой связи, в технологии по массовому размножению ценных генотипов необходимо использовать именно данный тип экспланта. В дальнейшем представляется целесообразным проведение исследований по оптимизации состава питательной среды, способствующего прямой регенерации побегов, но не содержащего дорогостоящих добавок, типа кокосовой воды, которые увеличивают себестоимость регенерантов.

#### Литература

Castillo B., Smith M.A.L. Direct somatic embryogenesis from *Begonia gracilis* explants // Plant Cell Repts. 1997. V.16. P.385-388.

De Klerk G.J., Ter Brugge J. Bouman H. An assay to measure the extent of somaclonal variation in micropopagated plants of *Begonia hiemalis* // Acta Bot. Neerl. 1990. V.39. P.145-151.

Hakaart F.A., Versluijs J.M.A. Control of leaf curl and *Xanthomonas begoniae* in *Begonia elatior* by meristem culture and an isolation test // Acta Hortic. 1984. V.131. P.299-301.

Margara J., Phelouzat R. Structure and ontogeny of neoformations observed in vitro on *Begonia x elatior* petals // Can. J. Bot. 1984. V.62. P.2798-2803.

Peck D.E., Cummings, B.G. In vitro propagation of *Begonia x tuberhybrida* from leaf sections // Hortscience. 1984. V.19. P.395-397.

Samyn G.L., Debergh P.C., Vermaerke D. Field performance and phenotypic stability of virus-free-cultured *Begonia x tuberhybrida multiflora* // Sci. Hortic. 1984. V.24. P.185-191.

Simmonds J. Micropropagation of *Begonia* spp. // In: Biotechnology in Agriculture and Forestry. Y.P.S. Bajaj (ed). Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg. 1992. V.20. P.34-48.

УДК 575.224.234; 581.46

#### ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕГЕТАТИВНЫХ И ГЕНЕРАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ У ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО ПОЛУЧЕННЫХ ТЕТРАПЛОИДОВ И ГИПОТЕТРАПЛОИДОВ ТАБАКА

О. Л. Госенова, А. Ю. Колесова

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

Геномные и хромосомные мутации являются источником генетической изменчивости в естественных популяциях и одним из факторов эволюции эукариотов (Жуковский, 1958; Otto, Whitton, 2000). Согласно существующим данным, у растений кратное увеличение числа хромосом вызывает морфологические изменения в вегетативной и генеративной сферах. Тетраплоиды по сравнению с диплоидами в

большинстве случаев отличаются более мощным развитием. Для них характерно увеличение размеров растения, ширины и толщины листьев, размеров цветков и семян (Афанасьева, 1962; Бреславец, 1963). Помимо этого, полиплоидия может вести к изменению структуры цветков. Например, появление махровых цветков было отмечено у тетраплоидов портулака (Blakeslee, 1940), льна (Лутков, 1939), капусты (Щавинская, 1937). У ряда видов, склонных к апомиксису, переход на полиплоидный уровень сопровождается переключением с полового на апомиктический способ размножения или увеличением частоты апомиксиса (Izmailov, 1996; Naumova et al., 1999; Quarin et al., 2001). При анеуплоидии также возникают специфические фенотипические изменения. Как правило,

анеуплоидия вызывает снижение вегетативной массы растений и уменьшение размеров всех органов (Шевцов, Тимошенко, 1974; Юркевич, 1977).

*Nicotiana tabacum* L. является одним из удобных объектов для исследования геномных мутаций. Для него разработаны методы получения гаплоидов и тетраплоидов, показаны пути возникновения анеуплоидных растений. Полученные мутантные формы могут быть сохранены в коллекции в течение длительного времени путем культивирования соматических тканей в условиях *in vitro*.

Нами экспериментальным путем на основе десинаптического мутанта табака *Dsy1* были получены тетраплоидные и гипотетраплоидные растения (Колесова и др., 2003). В данной работе приводятся результаты их морфометрического анализа.

### Материал и методика

Объектом исследования служили растения из самоопыленного потомства тетраплоида, полученного на основе *Dsy1* мутанта, и потомки 94-хромосомного гипотетраплоидного растения, взятого из потомства тетраплоида. Для сравнения использовались диплоидные мутантные *Dsy1* растения, выявленные на основе эмбриологического анализа зародышевых мешков.

Растения выращивались в поле на экспериментальном участке. Измерение высоты растений проводилось в сентябре-октябре после их зацветания.

Для кариологического анализа было взято по 10 растений из потомств тетраплоида и гипотетраплоида. Подсчет соматического числа хромосом проводился в кончиках корешков, зафиксированных в ацетоалкоголе (1:3) после их предобработки в 0,002 М растворе гидроксихинолина. Корешки окрашивали ацетогематоксилином по стандартной методике (Паушева, 1974).

Морфометрический анализ цветков проводили у 12 потомков тетраплоида, 12 потомков гипотетраплоида и у 11 диплоидных мутантных растений. В ходе анализа измеряли следующие параметры: размеры

венчика (длину и диаметр), длину столбика, размеры завязей (длину и диаметр). У каждого растения было изучено по 15 цветков в момент их полного распускания.

### Результаты и обсуждение

Подсчет соматического числа хромосом показал, что два растения в потомстве тетраплоида и три растения в потомстве гипотетраплоида имеют тетраплоидный набор хромосом ( $4n=96$ ), а остальные растения являются гипотетраплоидами с числами хромосом от 93 до 95 (рис. 1).

Большая часть потомков тетраплоида и гипотетраплоида отличались от диплоидных мутантных растений меньшими размерами растений, большим числом листьев (рис. 2) и более поздним зацветанием (рис. 3). Пять растений из потомства гипотетраплоида не зацвели вовсе до наступления заморозков.

В результате морфометрического анализа цветков установлено, что у потомков тетраплоида и гипотетраплоида происходит уменьшение длины венчика и длины столбика по сравнению с диплоидами (рис. 4). Диаметр венчика у потомков тетраплоида был больше, а у потомков гипотетраплоида, наоборот, меньше, чем у диплоидных растений (рис. 4). Потомки тетраплоида и гипотетраплоида также отличались от диплоидов меньшими размерами завязей (длиной и диаметром) (рис. 4). Следует отметить, что у потомков гипотетраплоида происходит более существенное уменьшение размеров растений и всех изученных компонентов цветка по сравнению с потомками тетраплоида.

Ранее для полиплоидных рядов была установлена морфогенетическая закономерность, согласно которой с увеличением числа хромосом органы становятся относительно короче и шире (Синют, 1963). У изученных нами гипотетраплоидов и тетраплоидов также наблюдалось уменьшение индекса цветка и коробочек (отношение их длины к диаметру) (рис. 4).

У потомков тетраплоида были обнаружены структурные изменения в цветках. Так, у одного растения все цветки имели трехлопастные рыльца вместо двулопастных. У второго растения в двух цветках было обнаружено по 6 тычинок вместо 5. Еще у одного растения в одном цветке было 7 тычинок, а во втором цветке – трехлопастное рыльце.

Согласно литературным данным, у тетраплоидных форм *Nicotiana tabacum* L., в противоположность тетраплоидам большинства видов растений, снижается вегетативная масса и происходит укорочение цветков (Костов, 1941). Это объясняется тем, что *Nicotiana tabacum* является естественным полиплоидом с большим числом хромосом, и дополнительное увеличение числа хромосом оказывает негативное влияние. Для анеуплоидов табака также характерно уменьшение размеров растений, листьев и цветков (Smith; 1979).

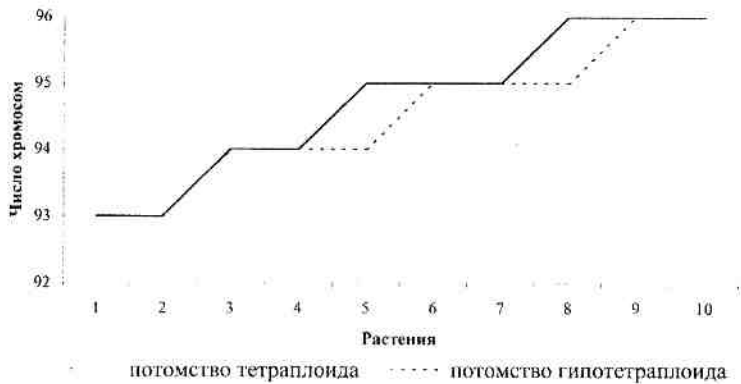


Рис. 1. Цитогенетическая характеристика потомств тетраплоида и 94-хромосомного гипотетраплоида.

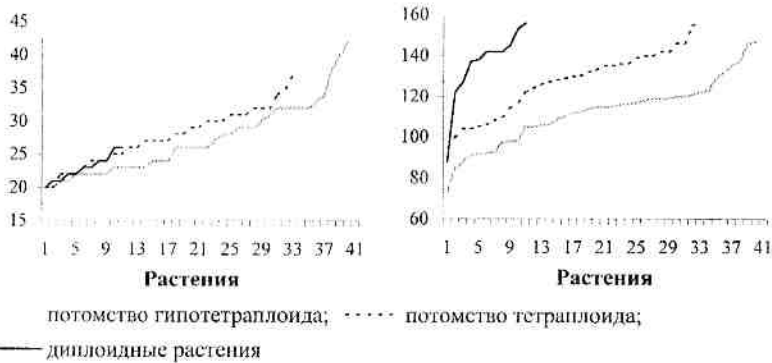


Рис. 2. Количество листьев и высота растений у потомков тетраплоида и гипотетраплоида

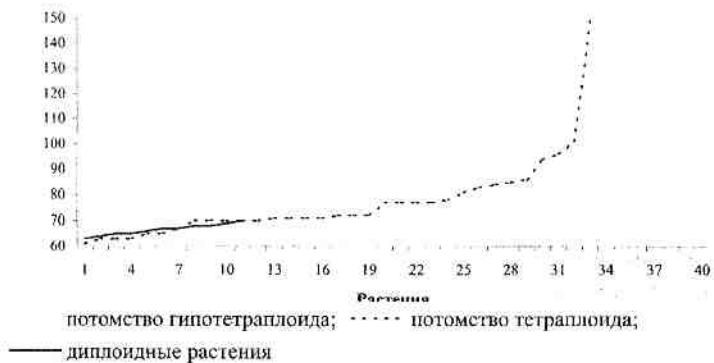


Рис. 3. Сроки зацветания у потомков тетраплоида и гипотетраплоида.

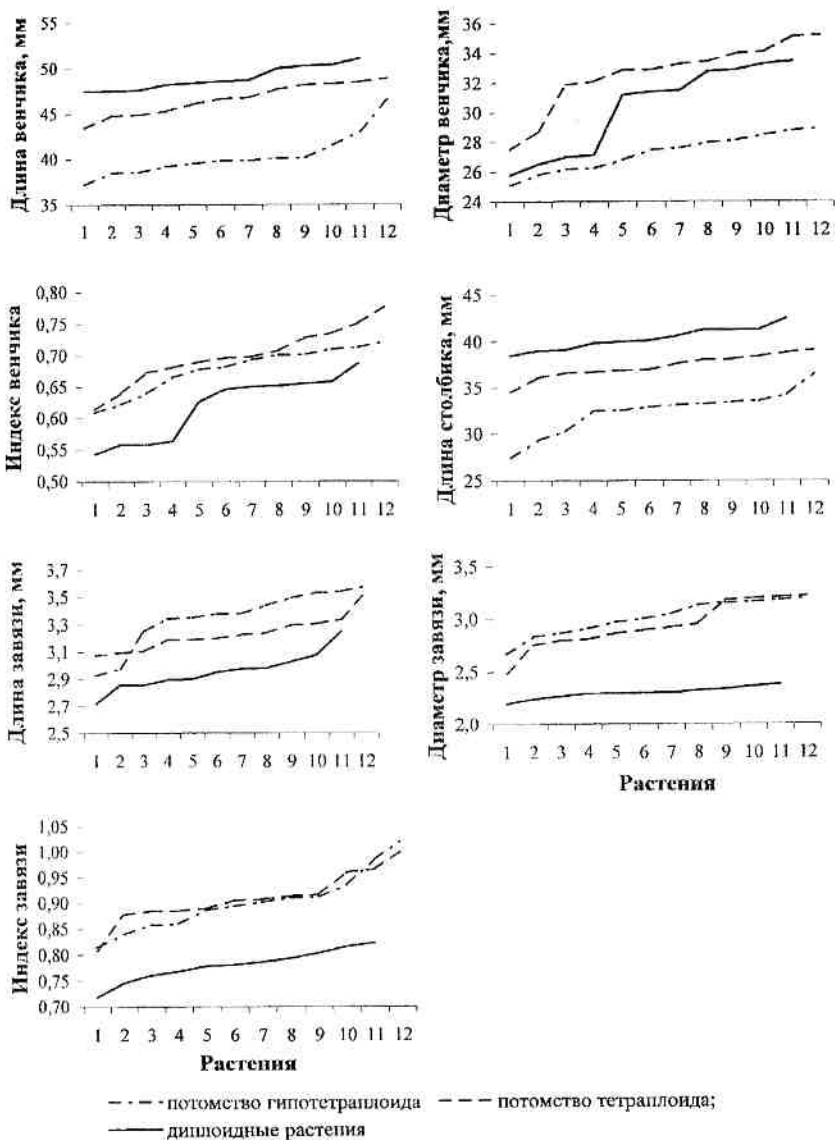


Рис.4. Морфометрическая характеристика цветков потомков тетраплоида и гипотетраплоида

Проведенное нами исследование тетраплоидов и гипотетраплоидов табака показало, что изученные формы характеризуются уменьшением размеров растений, цветков и их отдельных компонентов по сравнению с диплоидами, при этом наблюдается значительное варьирование исследованных признаков у различных растений. Структурные изменения в цветках, наблюдаемые у потомков тетраплоида, выразились в увеличении числа тычинок до 6-7 и появлении трехлопастных рылец.

Идентифицированные формы представляют интерес в качестве материала для дальнейшего эмбриологического исследования.

Работа выполнена при поддержке фонда МО РФ по фундаментальным исследованиям в области естественных наук (грант Е02-6.0-315).

#### *Литература*

Афанасьева А. С. Аутотетраплоиды проса, полученные действием колхицина // Полиплоидия у растений. М., 1962. С. 154-163.

Бреславец Л. П. Полиплоидия в природе и опыте. М., 1963. 364 с.

Жуковский П. М. Эволюционные аспекты полиплоидии растений // Полиплоидия у растений / Тр. совещ. по полиплоидии растений 25-28 июня 1958 г. М., 1962. С. 27-32.

Колесова А. Ю., Госенова О. Л., Еналеева Н. Х. Характеристика пыльцы у тетраплоидных и гипотетраплоидных форм табака, полученных на основе десинаптического мутанта Dsy1 // Бюл. ботанического сада СГУ. Вып. 2. Саратов, 2003. С. 215-220.

Костов Д. Цитогенетика на рода *Nicotiana*. София, 1941-1943. 1072 с.

Лутков А. Н. Тетраплоидия у льна, вызванная действием высокой температуры на зиготу // Докл. АН СССР. 1939. Т. 19. № 1-2. С. 87-90.

Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. М., 1974. 288 с.

Синнот Э. Морфогенез растений. М., 1963. 603 с.

Шевцов И. А., Тимошенко В. М. Анеуплоидия у триплоидных кормово-сахарных гибридов свеклы // Цитология и генетика. 1974. Т. 8. № 1. С. 69-72.

Щавинская С. А. Тетраплоидная капуста, полученная путем регенерации // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1937. Сер. 2. № 7. С. 13-36.

Юркевич Л. Н. Изменчивость некоторых морфологических и цитогенетических признаков разнохромосомных анеуплоидов из тетраплоидной популяции клевера красного АН-тетра-1 // Экспериментальная генетика растений. Киев, 1977. С. 73-84.

Blakeslee A. Effect of induced polyploidy in plants // Amer. Naturalist. 1940. N 75. P. 117-135.

Coen E. S. The role of homeotic genes in flower development and evolution // Ann. Rev. Pl. Physiol. Pl. Mol. Biol. 1991. Vol. 42. P. 241-279.

Izmailow R. Reproductive strategy in the *Ranunculus auricomus* complex (*Ranunculaceae*) Source // *Acta Soc. Bot. Pol.* 1996. Vol. 65. N 1-2. P. 167-170.

Quarin C. L., Espinoza F., Martinez E. J., Pessino S. C., Bovo O. A. A rise of ploidy level induces the expression of apomixis in *Paspalum notatum* // *Sex.Plant Reprod.* 2001. Vol. N 5. P.243-249.

Naumova T. N., Hayward M. D., Wagenvoort M. Apomixis and sexuality in diploid and tetraploid accessions of *Brachiaria decumbens* // *Sex. Plant Reprod.* 1999. Vol. 12. N 1. P. 43-52.

Smith H. H. The genus as a genetic resource // *Nicotiana. Procedures for experimental use.* Techn. Bul. 1979. Vol. 1. N 1586. P. 1-16.

Weigel D., Meyerowitz E. M. Activation of floral homeotic genes in *Arabidopsis* // *Science.* 1993. Vol. 261. P. 1723-1726.

УДК: 581.165.1

## ВЫЯВЛЕНИЕ ГАПЛОИДОВ У ПУРПУРНЫХ ФОРМ КУКУРУЗЫ

Ю.В. Смолькина, Л.В. Сериков, Э.В. Калашникова

*Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского*

У кукурузы известны линии, у которых окраска стебля и листьев отличается от типичной зелёной. Она может иметь разные оттенки коричневого или пурпурного цвета. Розовыми, красными или пурпурными могут быть первичные корешки проростков, причем такая окраска у одних форм проявляется при прорастивании зерновок только при освещении, у других – как при освещении, так и в темноте. У некоторых линий может быть окрашенным перикарп, алейрон и зародыш. Окраска и её степень определяется рядом генов (индивидуально или при взаимодействии друг с другом), контролирующих синтез пигментов (Сое et al., 1988). Такие линии часто используются как генетические маркёры для получения гаплоидов у обычных «зелёных» линий, сортов и гибридов. Пурпурная окраска по отношению к зелёной или белой у корней является доминантным признаком. Поэтому гибридное потомство F<sub>1</sub>, полученное после опыления «зелёных» форм пыльцой «пурпурных» маркёров будет также пурпурным. Гаплоиды не будут нести генов пурпурной окраски, и поэтому возможна их лёгкая диагностика среди гибридных растений (Сое, 1969; Хохлов и др., 1976). Полученные таким образом гаплоиды успешно используются для практических целей – ускоренного создания гомозиготных линий, мутапов, повышения эффективности отбора и проведения ряда биотехнологических операций (Тырнов, 1988).

Вместе с тем, в последнее время пурпурные линии стали представлять интерес как самостоятельный объект селекции, поскольку они содержат ряд ценных химических соединений, которые могут использоваться в пищевой и фармацевтической промышленности; у некоторых линий подтверждено наличие не менее 4 антоцианов, 13 флавоноидов и 11 фенольных кислот (Купчак и др., 1996). Поэтому встала проблема получения матроклиных