

(*Rh. camtschaticum* Pall сравнивали с *Rh. luteum* Swett.) *Rh. camtschaticum* 50,4-52,8 мкм в диаметре. Отдельные пыльцевые зерна 3 – бороздно-оровые, шаровидные 32,4-33,8 мкм. Борозды 6,5-7,5 мкм. Длина ор 5,8-7,5 мкм, ширина 1,5-2,5 мкм. Экзина 1,8-2,6 мкм с тонкой поверхностью. Тетрады покрыты бесцветной тонкой оболочкой.

У *Rh. luteum* длина оры 6,0-7,5 мкм, ширина 1,5-2,5 мкм, экзина 2.1-2,5 мкм. Пыльцевые зерна в тетраэдрических тетрадах 55-65 мкм в диаметре. Отдельные пыльцевые зерна 3 – бороздно-оровые, шаровидные 41,0-42,0 мкм в диаметре, оры круглые. Поверхность тетрады также тонкой прозрачной оболочкой.

Выводы

Имеющиеся данные по эмбриологии, морфогенезу видов рода *Rhododendron* флоры России требуют обработки и дополнения сведений. Таким образом, представленные краткие сведения по эмбриологии рододендронов флоры России в Центральном Черноземье являются новыми.

УДК 581.331.1

ХАРАКТЕРИСТИКА ЖЕНСКОГО ГАМЕТОФИТА МУТАНТА *NICOTIANA TABACUM* L. С УВЕЛИЧЕННЫМ ЧИСЛОМ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗАРОДЫШЕВЫХ МЕШКАХ

Н.Ю. Николаева, А.Ю. Колесова

*Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского,
410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83*

Цитологическое изучение форм со структурно-функциональными нарушениями в организации женского гаметофита позволяет вскрыть генетические механизмы мегаспоро- и мегagamетофитогенеза. Ряд мутаций мегagamетофита описан у арабидопсиса (Christensen et al., 1997; Drews et al., 1998), кукурузы (Lin, 1978; Huang, Sheridan, 1996; Sheridan, Huang, 1997), льна (Huyghe, 1987; Secor, Russel, 1988), сои (Kennel, Horner, 1985; Benavente et al., 1989).

Несколько мутаций, вызывающих изменения в числе элементов зародышевых мешков (ЗМ), экспериментально получены у *Nicotiana tabacum* L. (Enaleeva, 1992). Линия СГ-27/4 характеризуется формированием ЗМ с увеличенным, по сравнению с нормой, числом ядер и клеток. Частота образования многоклеточных ЗМ у растений линии значительно варьирует и может составлять свыше 70%.

Целью настоящей работы было цитологическое исследование женского гаметофита линии СГ-27/4 на стадии зрелых ЗМ.

Материал и методы

В качестве объекта исследования использовали 10 растений линии СГ-27/4 с высокой частотой аномальных ЗМ (40-55%). Для анализа ЗМ в

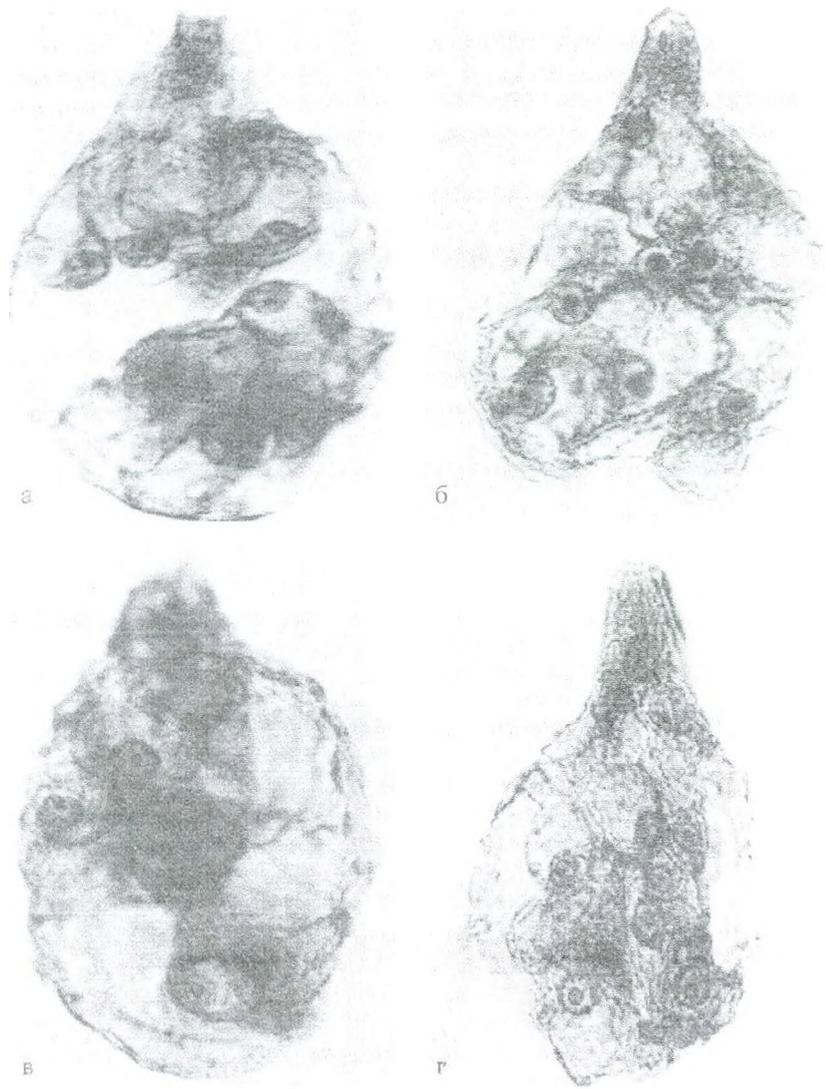


Рис. 1. ЗМ с увеличенным числом элементов: а - ЗМ с дополнительными клетками в яйцевом и антиподальном аппаратах; б - ЗМ с тремя полярными ядрами и дополнительными антиподами; в - ЗМ с четырьмя полярными ядрами; г - ЗМ с дополнительными латеральными клетками.

ацетоалкоголе (1:3) фиксировали завязи из цветков на 2-3 сутки после их распускания. Препараты для изучения ЗМ готовили методом ферментативной мацерации семян до клеточной суспензии (Еналеева и др., 1972). Для каждого растения исследовали выборку из 100 ЗМ. Фотографии сделаны фотоаппаратом "Olympus" при увеличении 8x40.

Результаты и обсуждение

Установлено, что у исследованных растений наряду с 7-клеточными 8-ядерными ЗМ нормального строения образуются аномальные ЗМ. Основную часть аномалий составляли ЗМ с дополнительными ядрами и клетками (рис. 1). У изученных растений ЗМ с увеличенным числом элементов составили 28 – 47 % от общего числа ЗМ. Доля многоклеточных ЗМ от общего числа аномалий у разных растений варьировала от 53,8 до 89,1% (рис. 2).

ЗМ с дополнительными элементами имели различную организацию. В частности, были обнаружены мешки с дополнительными клетками в яйцевом аппарате (рис.1, а). Как правило, яйцевой аппарат содержал 5 или 7 клеток. Дополнительные клетки в одних случаях имели морфологическое сходство с синергидами и яйцеклетками, в других случаях такое сходство отсутствовало.

В антиподальном аппарате максимальное число клеток достигало 11, но чаще всего встречались ЗМ с 5 – 7 антиподами (рис.1, б). Были также выявлены ЗМ с 2 - 12 дополнительными клетками, занимающими латеральное положение (рис.1, г). В ряде случаев наблюдалось увеличение числа полярных ядер (до 7 ядер). Полярные ядра наиболее часто располагались рядом друг с другом в обычном для нормальных ЗМ месте под яйцеклеткой (рис.1, в).

В основной части многоклеточных ЗМ наблюдалось увеличение числа клеток в яйцевом и/или антиподальном аппаратах.

Распределение многоклеточных ЗМ по числу ядер представлено на гистограмме (рис. 3), из которой следует, что большая часть многоклеточных ЗМ содержала 10 и 12 ядер. Максимальное число ядер в ЗМ не превышало 16.

Помимо многоклеточных ЗМ в изученном материале были обнаружены следующие типы аномалий: клеточные ЗМ с нормальным числом ядер (7-8), аномально дифференцированные (1-21%), клеточные ЗМ с числом ядер меньше 7 (1-11%) и ценоцитные ЗМ с числом ядер меньше 7 (0-1%). Соотношение разных типов ЗМ у изученных растений представлено на гистограмме (рис. 4).

Таким образом, проведенный цитологический анализ зрелых ЗМ показал, что у мутантных растений образуется значительное количество аномальных ЗМ (40-55%), при этом среди аномалий преобладали ЗМ с увеличенным числом элементов (они составляли до 98,1%). В многоклеточных ЗМ наблюдалось увеличение числа клеток в яйцевом и

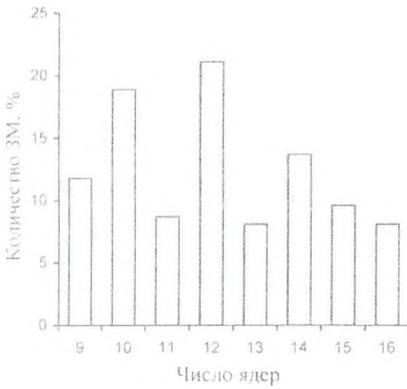


Рис. 2. Доля многоклеточных ЗМ от общего числа аномалий.

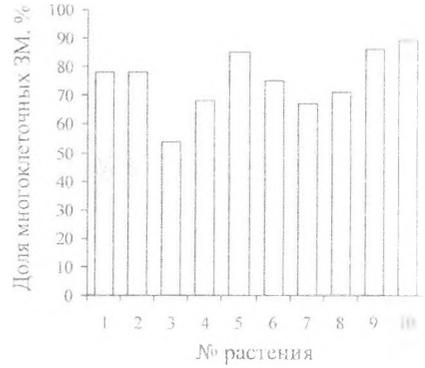


Рис. 3. Распределение многоклеточных ЗМ по числу ядер.

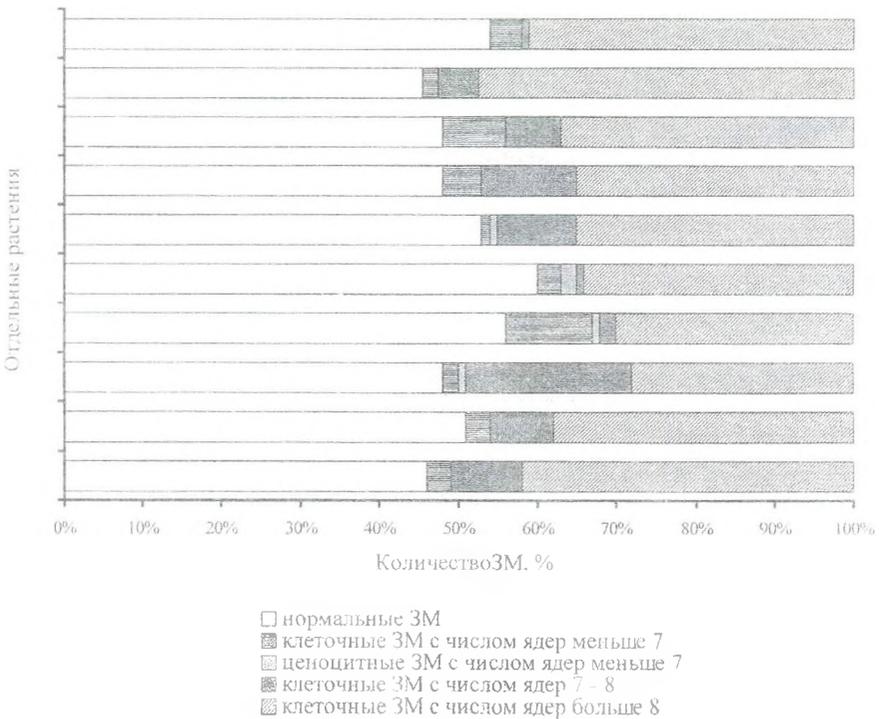


Рис. 4. Соотношение разных типов зародышевых мешков

антиподальном аппаратах, появление дополнительных латеральных клеток, увеличение числа полярных ядер.

Большой интерес представляет вопрос о цитологическом механизме формирования ЗМ с увеличенным числом элементов. Известно, что мутации мегagamетофита могут быть вызваны нарушениями мегаспорои/или мегagamетофитогенеза. В частности, изученная ранее мутация табака, вызывающая редукцию числа элементов в ЗМ, является мейотической мутацией и обусловлена десинапсисом по одной паре хромосом (Еналеева, Колесова, 2000; Колесова, 2000).

Один из механизмов образования ЗМ с дополнительными элементами может заключаться в осуществлении дополнительных митозов на ценоцитной стадии мегagamетофитогенеза. Подобная мутация (ig) описана для кукурузы (Lin, 1978; Enaleeva et al., 1995). Здесь дополнительные митотические деления обусловлены нарушениями цитоскелетной организации мегagamетофита и нарушением формирования центральной вакуоли (Huang, Sheridan, 1996; Еналеева и др., 1998). Вторая причина может заключаться в функционировании двух мегаспор тетрады и последующем их слиянии, как это было показано на сое (Kennel, Horner, 1985)

Дальнейшее исследование линии СГ-27/4 позволит выявить механизмы формирования дополнительных элементов мегagamетофита и генетического контроля данного признака.

Литература

Еналеева Н.Х., Колесова А.Ю. Цитологическое и генетическое исследование мутации табака, вызывающей редукцию числа элементов в зародышевых мешках // Тез. докл. ВОГИС. СПб., 2000. С. 211-212.

Еналеева Н.Х., Отъкало О.В., Тырнов В.С. Фенотипическое проявление мутации ig в мегagamетофите кукурузы линии Зародышевый маркер // Генетика. 1998. т. 34. № 2. С. 259-265.

Еналеева Н.Х., Тырнов В.С., Хохлов С.С. Выделение зародышевых мешков покрытосеменных растений путем мацерации тканей // Цитология и генетика. 1972. Т. 6, № 5 С. 439-441.

Колесова А.Ю. Цитологический и генетический механизмы редукции числа элементов в зародышевых мешках *Nicotiana tabacum* L. // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. СПб., 2000. 19с.

Benavente R.S., Skorupska H., Palmer R.G. Shoemaker R.C. Embryo sac development in the cv KS male-sterile, female-sterile line of soybean (*Glycine max*)//*Amer. J. Bot.* 1989.V. 76. N. 12. P.1759-1768.

Christensen C.A., King E.J., Jordan J.R., Drews G.N. Megagametogenesis in *Arabidopsis* wild type and the Gf mutant // *Sex. Plant Reprod.* 1997. V. 10. № 1. P. 49-64.

Drews G.N., Lee D., Christensen C.A. Genetic analysis of female gametophyte development and function // *Plant cell.* 1998. V. 10, № 1. P.5-17.

Enaleeva N. Kh. Experimental production of gametophyte mutants // Proc. XI Int. Symp. "Embryology and seed reproduction". Leningrad, 1990. Spb, 1992. P. 143-144.

Enaleeva N., Otkalo O., Tyrnov V. Cytological expression of ig mutant in megagametophyte // Maize Genetics Cooperation. NL. 1995. V. 69. P. 121.

Huang B.Q., Sheridan W.F. Embryo sac development in the maize indeterminate gametophyte1 mutant: abnormal nuclear behavior and defective microtubule organization // Plant Cell. 1996. V 8. № 8. P. 1391-1407.

Huyghe C. La polyembryonie haploide-diploide chez le lin (*Linum usitatissimum* L.). Etude cytologique et physiologique // Agronomie. 1987. V. 7. № 8. P. 567-573.

Kennel J.C., Horner H.T. Influence of the soybean male sterile gene (ms1) on the development of the female gametophyte // Can. J. Genet. Cytol. V. 27. P. 200-209.

Lin B.-Y. Structural modification of the female gametophyte associated with the indeterminate gametophyte (ig) mutant in maize // Can. J. Genet. Cytol. 1978. V. 20. № 2. P. 249-257.

Secor D.L., Russel S. Megagametophyte organization in a polyembryonic line of *Linum usitatissimum* // Amer. J. Bot. 1988. V. 75. № 1. P. 114-122.

Sheridan W.F., Huang B.Q. Nuclear behavior in defective in the maize (*Zea mays* L.) lethal ovule2 female gametophyte // Plant J. 1997. V. 11. № 12 P. 1029-1041.

УДК 581.817:615.27

МОДУЛИРОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТАМИ МУТАГЕННОГО ЭФФЕКТА ИОНИЗИРОВАННОГО ВОЗДУХА В КЛЕТКАХ АПИКАЛЬНОЙ МЕРИСТЕМЫ *ALLIUM FISTULOSUM* L.

Т.А. Пьянзина, В.А. Трофимов

*Мордовский государственный университет им. Н.П.Огарева,
Саранск, Большевикская, 68; E-mail: geneticLab@yandex.ru*

Направленность биологических эффектов ионизированного воздуха определяется дозой – концентрацией O_2^- как во внешней среде, так и внутри клетки (Трофимов В.А., Пьянзина Т.А., 2005). O_2^- служит предшественником образования других активных форм кислорода (АФК), включая HO_2 , OH , H_2O_2 и O_2^1 (Иванов Б.Н., 1998). В небольших количествах O_2^- является активатором функций клеток. В малых концентрациях (мкМ) O_2^- модулирует те же клеточные функции (рост, синтез белков и т.д.), что и многие естественные активаторы, действуя на активность фосфолипаз и ионных каналов плазматической мембраны, на окислительное фосфорилирование белков, на концентрацию внутриклеточного Ca^{2+} и т.д. Если же количество O_2^- достигает 3-5% от потреблённого кислорода, это приводит к окислительному взрыву и повреждению клеток (Саприн А.Н., Калинина Е.В., 1999). Можно