

УДК 634.11:576.354.4

*Г. А. Седышева, д.с.-х.н.*

*С. А. Мельник, м.н.с.*

*Н. Г. Горбачева, к.с.-х.н.*

*ГНУ ВНИИ селекции плодовых культур Россельхозакадемии, Россия, Орел, info@vniispk.ru*

## РЕДУКЦИОННОЕ ДЕЛЕНИЕ ПРИ МИКРОСПОРОГЕНЕЗЕ У КОЛОННОВИДНОЙ ФОРМЫ ЯБЛОНИ ВОСТОРГ

### Аннотация

Диплоидный колонновидный сорт яблони Восторг характеризуется достаточно правильным ходом редукционного деления при микроспорогенезе. Число нарушений на последовательных стадиях мейоза находится в пределах 10,1...1,8% от общего числа изученных микроспороцитов. Максимальное число нарушений приходится на начальные стадии гетеротипного и гомотипного делений. На стадии одноядерной пыльцы отмечено 98,2% морфологически нормальных пыльцевых зерен. Следовательно, сорт Восторг при использовании в скрещиваниях должен быть хорошим опылителем и может с успехом использоваться в селекции на полиплоидном уровне.

**Ключевые слова:** яблоня, колонновидность, селекция на полиплоидном уровне, мейоз, микроспорогенез, стадии деления, микроспоры, гаметы, пыльца

UDC 634.11:576.354.4

*G. A. Sedysheva, doctor of agricultural sciences*

*S. A. Melnik, junior researcher*

*N. G. Gorbacheva, candidate of agricultural sciences*

*Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Russia, Orel, info@vniispk.ru*

## REDUCING DIVISION DURING MICROSPOROGENESIS IN COLUMNAR APPLE VOSTORG

### Abstract

Diploid columnar apple cultivar Vostorg is characterized by a fair correct course of reducing division during microsporogenesis. A number of disorders in the consecutive stages of meiosis is within 10,1...1,8% from a total number of studied microsporocytes. The greatest number of disorders used to be in the initial stages of heterotypic and homotypic divisions. 98,2% of morphologically normal pollen grains were noted in the stage of one-nuclear pollen. Consequently, Vostorg must be a good pollinator when using in crossings and can be successfully used in breeding on a polyploidy level.

**Key words:** apple, columnar trees, breeding on a polyploidy level, meiosis, microsporogenesis, stages of division, microspores, gametes, pollen

### Введение

Мейотическое деление при микроспорогенезе у диплоидных сортов яблони описано многократно в работах и отечественных, и зарубежных ученых [3, 4, 5, 6, 10]. В основном это обычные сильнорослые диплоидные формы, составляющие основу

стандартного сортимента. Что же касается колонновидных форм яблони, селекция которых развернута лишь в последние десятилетия, в научной литературе сведений о состоянии генеративной сферы у них пока нет. Тем не менее, использование их в селекции, особенно с привлечением в скрещивания полиплоидных форм, знание этих сведений представляется необходимым условием для рационального проведения селекционных работ.

Колонновидные сорта яблони представляют большой интерес с точки зрения интенсификации садоводства. Они дают возможность получать существенный урожай уже на 3...5-й год после закладки сада [1, 2, 7].

Несомненно, перспективно включение колонновидных сортов в селекцию на полиплоидном уровне. При скрещивании диплоидных колонновидных сортов с тетраплоидными формами получают триплоидные гибриды, сочетающие в себе положительные свойства колонновидных сортов и преимущества триплоидного уровня ploidy. В перспективе возможно выделение новых высокоэффективных сортов яблони с компактным габитусом кроны.

### Материал и методика исследований

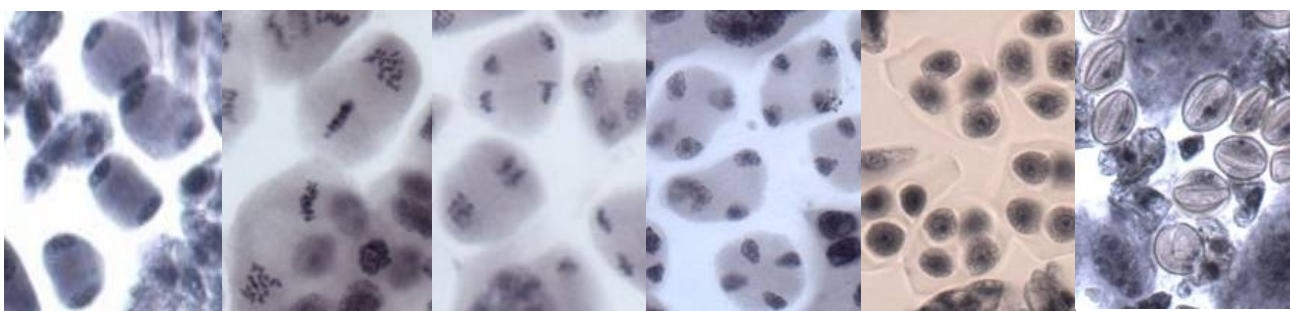
Объектом для изучения редукционного деления при микроспорогенезе послужила диплоидная колонновидная форма яблони Восторг. Сорт Восторг получен от скрещивания в 1993 году колонновидной формы 270-124 (Маяк x KB 103) с иммунным к парше сеянцем 23-17-62 (814 – свободное опыление) (ген Vf). Сорт колонновидной яблони Восторг принят на Государственное испытание [8].

Для изучения мейоза готовили временные давленные препараты, окрашенные ацето-гематоксилином [9]. Просмотр препаратов осуществляли на микроскопе Биолам-И, фотографирование отдельных картин мейоза – на микроскопе Nikon-50i с фотокамерой DS-Fi 1.

На каждой стадии просматривали от 150 до 1300 клеток.

### Результаты и их обсуждение

В результате анализа последовательных стадий мейоза у колонновидного сорта яблони Восторг установлено, что микроспорогенез у него характеризуется высокой степенью правильности. Количество нарушений на отдельных стадиях мейоза не превышает 10,1% от числа просмотренных микроспороцитов. В большинстве случаев картины деления правильные (рисунок 1).



а – телофаза-I; б – метафаза-II; в – анафаза-II; г – телофаза-II; д – тетрады; е – пыльца

Рисунок 1 – Нормальные картины деления у колонновидной формы яблони Восторг

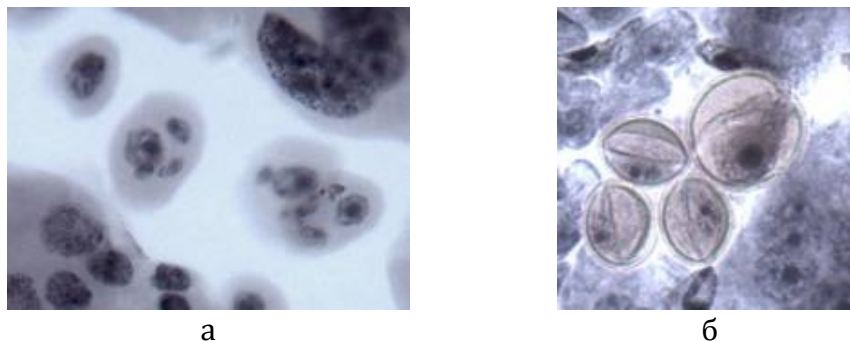
В первом делении мейоза нарушений значительно больше, нежели во втором. Кривая, отражающая ход мейоза при микроспорогенезе (рисунок 2) имеет несколько пиков. Наибольшее число нарушений отмечено на стадии метафаза-I – 10,1%,

следующий максимум приходится на стадию метафаза-II – 7,2%, затем на стадию телофаза-II – 4,8%. К моменту завершения мейоза число нарушений заметно снижается.



Рисунок 2 – Ход мейоза при микроспорогенезе у колонновидной формы яблони Восторг

На стадии одноядерной пыльцы отмечено всего 1,8% аномальных (с двумя ядрышками и крупных) пыльцевых зерен (рисунок 3 б).



а – микроспоры с несколькими микроядрами; б – крупная пыльца  
Рисунок 3 – Аномалии на заключительных стадиях микроспорогенеза у колонновидной формы яблони Восторг

Что касается разнообразия типов нарушений, то перечень их не отличается слишком большим размахом. Число их на разных стадиях находится в пределах 1...4 (таблица 1).

Наибольшее число типов нарушений отмечено на начальных стадиях первого (гетеротипного) и второго (гомотипного) делений. На стадии метафаза-I и метафаза-II это в основном забегания отдельных хромосом раньше основной массы к полюсам веретена деления и выбросы хромосом в цитоплазму микроспороцита. На последующих стадиях первого и второго делений мейоза анафаза-I и анафаза-II число нарушений значительно снижается за счет того, что забежавшие хромосомы к моменту завершения стадии деления объединяются с основными группами хромосом и на

стадии телофаза-I и телофаза-II остаются лишь хромосомы, выброшенные за пределы ахроматинового веретена. Эти хромосомы впоследствии формируют дополнительные ядра разной величины в зависимости от числа выброшенных хромосом (рисунок 3 а). Число таких нарушений составляет всего 1,8% от числа просмотренных микроспороцитов.

Таблица 1 – Количество нарушений разных типов на последовательных стадиях мейоза при микроспорогенезе у колонновидного сорта яблони Восторг

Стадия мейоза	Всего нарушений, шт.	В том числе:		
		тип нарушений	количество, шт.	% от общего числа нарушений
Метафаза-I	28	забегания	22	78,5
		выбросы	4	14,3
		микроверетено	1	3,6
		забегания + выбросы	1	3,6
Анафаза-I	7	отставание	6	85,7
		мост	1	14,3
Телофаза-I	1	три ядра	1	100
Метафаза-II	15	забегания	11	73,3
		выбросы	3	20,0
		неравные веретена	1	6,7
Анафаза-II	5	отставания	3	60,0
		выбросы	2	40,0
Телофаза-II	8	микроядра	4	50,0
		5 неравных ядер	3	37,5
		без хроматина	1	12,5
Тетрады	4	пентады с неравн. микросп.	4	100
Пыльца	24	2 ядра	18	75,0
		крупная пыльца	6	25,0

### Заключение

Таким образом, хотя в процессе редукционного деления у колонновидной формы яблони сорта Восторг и отмечено некоторое количество аномалий, тем не менее, по завершении мейоза наблюдается 98,2% морфологически нормальных пыльцевых зерен (рисунок 1 е). Следовательно, данная форма вполне может служить хорошим опылителем при использовании ее при скрещивании в качестве отцовского компонента.

### Литература

1. Качалкин, М. В. Колонны, которые плодоносят / М. В. Качалкин. – М., 2008. – 32 с.
2. Кичина, В. В. Колонновидные яблони. Все о яблонях колонновидного типа / В. В. Кичина. – Изд. 2-е. – М., 2006. – 162 с.
3. Константинов, А. В. Мейоз / А. В. Константинов. – Минск: изд-во Белорусского гос. ун-та, 1971. – 179 с.
4. Крылова, В. В. Изучение биологии гаметогенеза и эмбриогенеза яблони / В. В. Крылова // Биология оплодотворения и гетерозис культурных растений. – 1966. – Вып. 4. – Кишинев: Картя Молдов.– С. 150-183.

5. Крылова, В. В. Эмбриология яблони / В. В. Крылова. – Кишинев: Штиинца, 1981. – 148 с.
6. Рыбин, В. А. О числе хромосом при соматическом и редукционном делениях у культурной яблони в связи с вопросом о стерильности пыльцы некоторых ее сортов / В. А. Рыбин // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1927. – Т. 17. – Вып. 3. – С. 101-120.
7. Седов, Е. Н. Колонновидная яблоня в интенсивном саду / Е. Н. Седов, С. А. Корнеева, З. М. Серова. – Орел: ВНИИСПК, 2013. – 64 с.
8. Седов, Е. Н. Создание интенсивных садов яблони путем выращивания колонновидных сортов в кроне зимостойкого полукарликового подвоя 3-4-88 (рекомендации) / Е. Н. Седов, С. А. Корнеева, З. М. Серова. – Орел: ВНИИСПК, 2014. – 24 с.
9. Топильская, Л. А. Изучение соматических и мейотических хромосом смородины на ацето-гематоксилиновых давленных препаратах / Л. А. Топильская, С. В. Лучникова, Н. П. Чувашина / Бюл. ЦГЛ им. И. В. Мичурина. – 1975. – Вып. 22. – С. 58-61.
10. Singh, R. Intravarietal polyploidy in the apple (*Malus pumila* Mill.) / R. Singh, B. A. Wafai // *Euphytica*. – 1984. – V. 33. – № 1. – P. 209-214.