

Н. Э. ЗАЙКОВСКАЯ

НОВОЕ В ОПЛОДОТВОРЕНИИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 30 XI 1951)

И. В. Мичурин первый указал, что физиологический процесс оплодотворения не ограничивается только слиянием половых клеток (1). Т. Д. Лысенко определил оплодотворение как взаимную ассимиляцию родительских плазм, не ограничивающуюся, конечно, теми незначительными ее частицами, которые участвуют в двойном оплодотворении (2).

Для двойного оплодотворения требуется содержимое одной пылинки, на рыльца же цветов попадают сотни пылинков; в частности, свекла, оплодотворяясь через 5—8 час. после раскрытия цветка, только на другой день полностью разворачивает лопасти рыльца, улавливая и прорастивая все новые и новые пыльцевые зерна. Смысл этого улавливания возможно большего количества пыльцы становится ясен после появления работ Я. Н. Элленгорна и В. В. Светозаровой (5—7), открывших соматическое оплодотворение у растений при помощи новой выработанной ими методики. Настоящая работа является результатом применения этой методики к сахарной свекле.

В нашей лаборатории был собран разнообразный материал по изучению эмбрионального развития семян свеклы. Фиксация проводилась по Навашину, так как фиксация спиртом для свеклы совершенно непригодна: зафиксированные таким образом объекты не поддаются обработке и почти полностью выкрашиваются при резке их на микротоме. Несмотря на такое уклонение от предлагаемой авторами методики, рекомендуемый ими способ окраски дал хорошие результаты. На препаратах семяпочек свеклы, в возрасте от 7 час. после цветения до

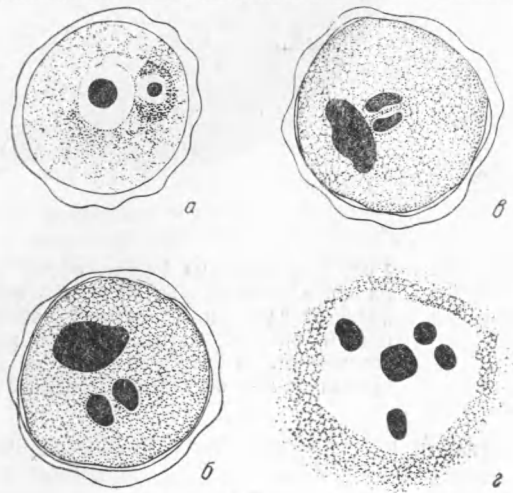


Рис. 1. а — пыльцевое зерно с вегетативным ядром и генеративной клеткой; окраска по Гейденгайну. б и в — пыльцевые зерна с вегетативным ядром и двумя спермиями; окраска по Гейденгайну. г — вакуоль в клетке нуцеллуса из семяпочки 20 час. после цветения с 4 спермиями и вегетативным ядром; окраска метиленовой синью и кислым фуксином. Плазма клетки голубая, видны тяжи розовой плазмы. Спермии и вегетативное ядро розовые

3—5 дней, были обнаружены спермии, имеющие вид мелких овальных телец розового цвета, хорошо заметных на фоне голубовато-лиловых тканей семяпочек. Сравнение спермиев, находимых в семяпочках, со спермиями, находящимися еще в пыльцевых зернах, показало их полную идентичность и по величине и по форме. На рис. 1 а представлено пыльцевое зерно с вегетативным ядром и генеративной клеткой. На рис. 1 б и в видны спермии в пыльцевом зерне и на рис. 1 г — в вакуоле соматических клеток нуцеллуса, где из имеющихся пяти телец 4 спермия и 1 вегетативное ядро (большого размера). В большинстве случаев форма спермиев бывает овальной, как на рис. 1 б, и реже

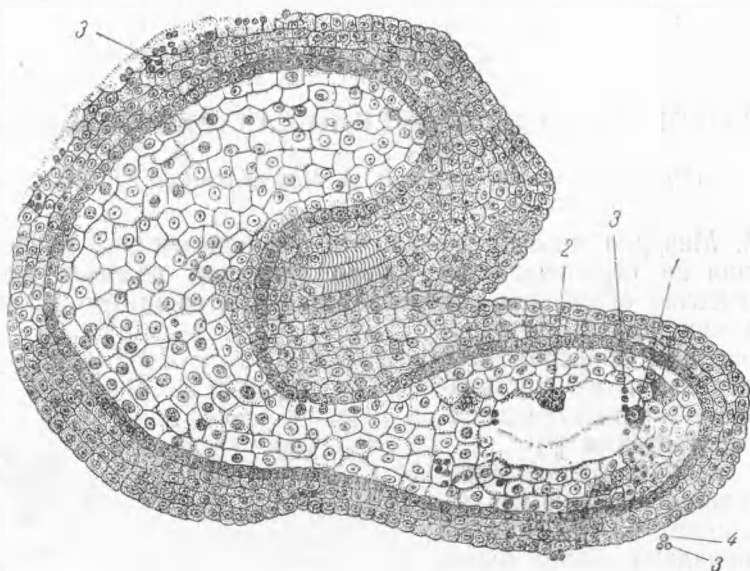


Рис. 2. Семяпочка 14 час. после цветения; окраска метиленовой синью и кислым фуксином. 1 — яйцеклетка с лиловой плазмой, розоватым ядром и красным ядрышком. 2 — два ядра эндосперма в общей плазме; окрашены так же. 3 — спермии на поверхности семяпочки, в зародышевом мешке и клетках нуцеллуса; цвет розовый. 4 — вегетативное ядро с двумя спермиями; цвет розовый

такой, как на рис. 1 в. Возможно, что действительная форма спермиев приближается к чечевицеобразной или овальной, сильно сплюсненной по бокам и двойственность ее только кажущаяся, возникающая от рассматривания с двух различных сторон — прямо и сбоку. Длина спермиев колеблется около 5 μ .

На препаратах семяпочек 8 час. после цветения спермии встречаются редко и только в полости зародышевого мешка. Иногда в окраске яйцеклетки и центральной клетки зародышевого мешка наблюдаются изменения, свидетельствующие о происшедшем уже оплодотворении. Ядро яйцеклетки и центральная клетка окрашиваются в розовый цвет, в то время как плазма яйцеклетки остается еще голубой, такой же, как все остальные клетки семяпочки. Ядрышки в этих порозовевших ядрах также остаются еще неизменившимися. Иногда явных признаков оплодотворения еще не бывает видно.

На препаратах семяпочек 14 час. после цветения спермии встречаются чаще, особенно при обильном опылении. Иногда в это время происходит уже первое деление центрального ядра, чаще оно бывает в спокойном состоянии. Спермии встречаются в микропиле, в зародышевом мешке, в клетках нуцеллуса, но чаще всего снаружи семяпочки между ее покровами и завязью (см. рис. 2). Внутри семяпочки спер-

мии проникают, главным образом, через микропиле, но иногда, особенно при обильном опылении, прямо через покровы семяпочки. Остальные элементы пыльцевых зерен — вегетативные ядра и плазма — встречаются повсюду наряду со спермиями, окрашиваясь также в розовый цвет. Тяжи розовой плазмы хорошо бывают видны в полости зародышевого мешка вместе с голубыми тяжами материнской плазмы. Ткани семяпочки сохраняют еще прежнюю синеватую окраску, но в яйцеклетке и центральной клетке происходят уже глубокие внутренние изменения под влиянием оплодотворения, внешне выражающиеся лиловой

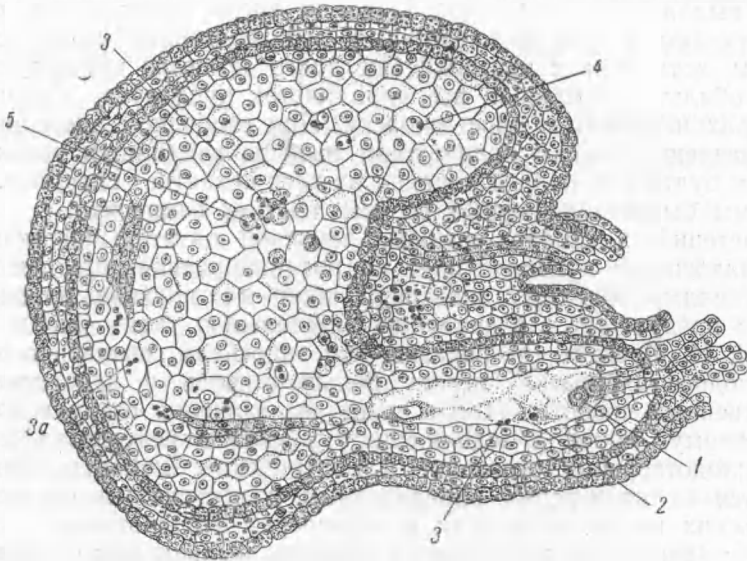


Рис. 3. Семяпочка 37 час. после цветения; окраска метиленовой синью и кислым фуксином. 1 — двухклеточный подвесок, плазма лиловая, ядра красноватые, ядрышки красные. 2 — ядра эндосперма; окрашены так же. 3 — спермии в зародышевом мешке, в клетках нуцеллуса и в ножке; цвет розовый. 3а — два спермия продолговатой формы. 4 — ядра в клетках нуцеллуса с двумя ядрышками; окраска такая же, как у оплодотворенной яйцеклетки. 5 — два спермия внутри ядра соматической клетки нуцеллуса

окраской их плазмы, с красноватыми ядрами и красными ядрышками. В ядре яйцеклетки и в центральном ядре в это время иногда бывают видны два ядрышка, вскоре исчезающие.

На препаратах семяпочек 37 час. после цветения спермии встречаются только внутри — в зародышевом мешке и нуцеллусе. Они видны в самых разнообразных местах (см. рис. 3). В это время чаще всего бывает несколько ядер эндосперма и один раз встретился двухклеточный подвесок. Физиологические изменения под влиянием оплодотворения распространяются теперь на всю семяпочку, все клетки которой изменяют окраску подобно яйцеклетке. Синие тона заменяются лиловыми, а ядра становятся красноватыми с красными ядрышками. Для довершения сходства процесса, происходившего ранее в яйцеклетке, а теперь в соматических тканях, во многих ядрах появляются два ядрышка. В синей плазме клеток видны тяжи розовой плазмы. Вскоре розово-голубые тона заменяются однородной лиловой окраской плазмы.

К концу вторых суток часть спермиев сохраняет прежнюю окраску, другие начинают окрашиваться в синий цвет; соотношение розовых и синих спермиев близко к 1 : 1. Возможно, что таким образом выявляется разнокачественность спермиев, маскировавшаяся раньше однородной окраской.

На 3—5-й день развития спермии встречаются очень редко. Окраска их бледная, вскоре замечается вакуолизация тела спермиев, предшествующая их полной ассимиляции с плазмой клеток материнского растения.

Начиная с 3 суток лиловые цвета в окраске семяпочек снова начинают заменяться синими. Процесс идет в обратном порядке и в той же последовательности. Зародыш, ранее других изменивший голубой тон в фиолетовый, теперь первым же начинает окрашиваться в синий цвет, за ним следуют ядра эндосперма и соматические ткани семяпочки. Восстановление свойственного матери физиологического состояния клеток, выражающегося в преобладании вновь синих тонов, обусловлено, вероятно, питанием веществами, производимыми материнским организмом, хотя ядра и ядрышки еще долго остаются красноватыми.

При обильном опылении все ядра клеток нуцеллуса увеличиваются в размерах и изменяют свою окраску. При свободном цветении и особенно опылении малым количеством пыльцы изменяется только часть ядер, как будто для оплодотворения их всех нехватает спермиев. Окраска плазмы бывает одинаковой во всех клетках семяпочки.

У растений, в семенах которых запасной питательной тканью является эндосперм, нуцеллус идет на питание развивающегося зародыша. У свеклы, наоборот, эндосперм идет на питание зародыша, а нуцеллус превращается в запасную питательную ткань семени — перисперм. И. И. Презент⁽⁸⁾ показал, что эндосперм, являясь первой пищей молодого проростка, играет большую роль в закреплении его наследственных свойств. Теперь такое же значение следует приписать и перисперму, также объединяющему в себе в результате соматического оплодотворения отцовские и материнские элементы. Эндосперм отличается от перисперма определенным и постоянным соотношением родительских начал, тогда как в перисперме это соотношение неопределенно и зависит от количества и качества пыльцы при опылении.

Процесс оплодотворения следует понимать как соединение плазм родительских организмов во всей его полноте. Со стороны матери в нем участвуют, кроме половых клеток, также соматические клетки нуцеллуса, идущие в дальнейшем на питание зародыша или на питание проростка, а со стороны отца — все элементы пыльцы (спермии, вегетативные ядра и плазма) в том количестве, какое было доставлено всеми пыльцевыми зернами, попавшими на рыльце цветка при опылении.

Наследственные свойства молодого организма вырабатываются в результате взаимодействия всей отцовской и материнской плазмы, а не только теми незначительными их частицами, которые объединяются в зиготе.

Экспериментальная база
Всесоюзного научно-исследовательского
института сахарной свеклы
Умань

Поступило
2 XI 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. В. Мичурин, Собр. соч., изд. 2, 1, 1948, стр. 397. ² Т. Д. Лысенко, Агробиология, 1949. ³ И. И. Соколовская, Докл. ВАСХНИЛ, в. 1 (1947). ⁴ В. К. Милованов, Яровизация, № 2 (1941). ⁵ Я. Е. Элленгорн и В. В. Светозарова, ДАН, 67, № 4 (1949). ⁶ Я. Е. Элленгорн и В. В. Светозарова, Бот. журн., 34, 6 (1949). ⁷ Я. Е. Элленгорн и В. В. Светозарова, Изв. АН СССР, сер. биол., № 3 (1950). ⁸ И. И. Презент, Агробиология, № 5 (1948).