

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Н. В. ЦИНГЕР

ЯДЕРНЫЕ СЛИЯНИЯ В ЭНДОСПЕРМЕ СЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

(Представлено академиком Н. В. Цициным 5 VI 1954)

Многочисленные эмбриологические данные указывают на то, что чрезвычайно распространенным, если не повсеместным является образование в эндосперме покрытосеменных в процессе его онтогенеза многоядерных клеток и последующие слияния ядер в крупные, причудливой формы комплексы. Какова же физиологическая роль этих слияний?

Не вызывает сомнений тот факт, что процесс двойного оплодотворения, заключающийся в слиянии спермиев с яйцеклеткой и центральной клеткой зародышевого мешка, служит стимулом к резкому повышению физиологической активности последнего и, в результате, к возрастанию той энергии, с которой молодое семя привлекает к себе питательные растворы из материнского растения. Варбургом и рядом других исследователей показано, что слияние ядер при оплодотворении влечет за собой резкий подъем окислительной активности клеток.

Отсюда, естественно, возникает мысль, что те слияния, которые осуществляются в многоядерной эндоспермальной ткани, также влекут за собой повышение энергии физиологических процессов и интенсифицируют развитие семени. В пользу этого говорит, в частности, и то, что многократно описанные слияния ядер, происходящие в вегетативных органах ряда растений, также приурочены к активным зонам растительного организма (кора корешков и стеблей, меристемы точек роста), куда в обильном количестве поступают питательные вещества.

При образовании галлов, которое тоже сопровождается ядерными слияниями, в свою очередь, происходит интенсивный приток к пораженным местам питательных веществ и в результате — патологическое разрастание тканей растения.

Тот факт, что ядерным слияниям в эндосперме сопутствует повышение уровня жизнедеятельности ядер, нам удалось подтвердить экспериментально при помощи гистохимической методики. Основным затруднением при проведении этой работы был подбор подходящего материала, который давал бы возможность наблюдать за протеканием гистохимических реакций в живых тканях. Дело в том, что слияния ядер в эндоспермальных клетках поддаются наблюдению в большинстве случаев лишь на тех этапах развития эндосперма, когда консистенция его является еще недостаточно плотной, вследствие чего изучение зародышевого мешка требует в это время применения микротомной техники, убивающей живые ткани.

Перепробовав ряд растений, мы остановили свой выбор на семенах культурных сортов *Iris*. Эндоспермальные клетки этого растения, даже на поздних этапах развития, когда ткань эндосперма с успехом под-

дается препарированию от руки, все еще содержат многочисленные ядра, сливающиеся то парами, то четкообразно, то крупными комками и гроздьями.

Пользуясь гистохимической методикой, мы имели возможность убедиться в том, что именно сливающиеся ядра дают здесь наиболее интенсивную реакцию на пероксидазу (гваякол или бензидин + H_2O_2) (см. рис. 1). Так как реакция на пероксидазу протекала в эндосперме крайне бурно, затрудняя изучение различий в окраске ядер, мы снижали интенсивность реакции путем подкисления обычно применяемых реактивов.

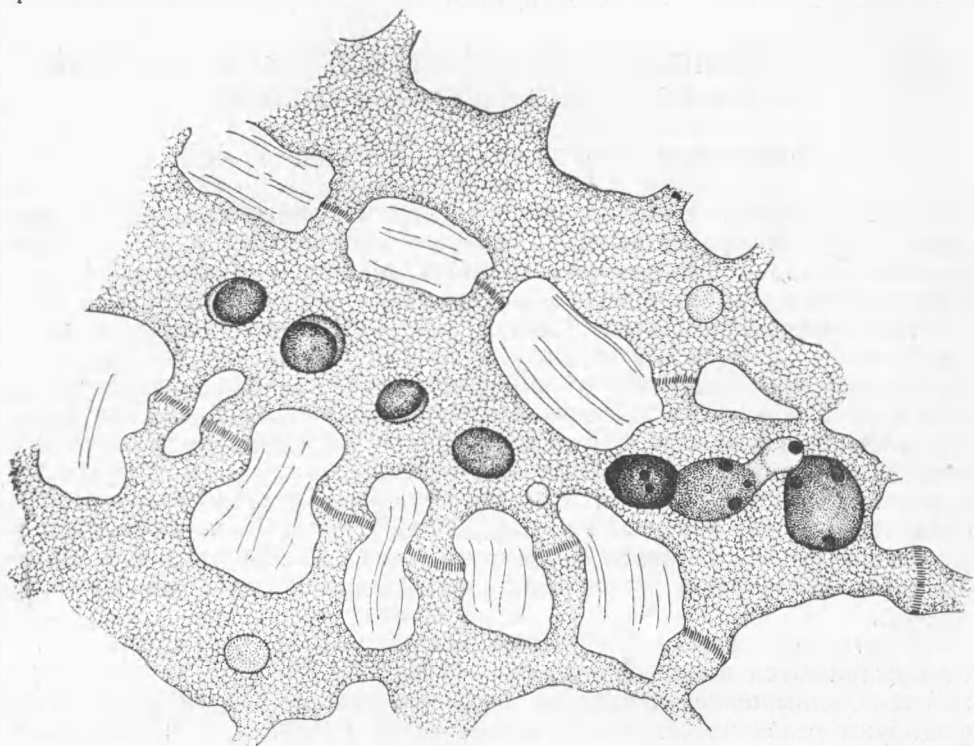


Рис. 1. Реакция на пероксидазу в эндосперме Iris. Интенсивность реакции выражена густотой пунктира

К растворам бензидина и гваякола мы добавляли уксусную кислоту в большем, чем обычно, количестве — именно до 20 мл уксусной кислоты на 100 г реактива. При этих условиях реакция протекала медленнее, и картина получалась более четкой. Особенно хорошие результаты мы получили при действии на срезы одновременно и бензидином и гваяколом. Окраска получалась при этом буровато-лиловая — промежуточная между коричневым и синим тонами, присущими гваяковой и бензидиновой реакциям.

Этот прием давал, с одной стороны, особенно четкую дифференцировку ядер, а с другой, получаемая окраска отличалась значительной стойкостью. Обработанные этим комбинированным способом срезы сохранялись в глицерине, не выцветая, в течение 5—7 дней, тогда как при реакции с бензидином окраска терялась через 2—3 часа. Для того чтобы убедиться в том, что лиловато-бурая окраска действительно указывает в данном случае на присутствие пероксидазы, мы воспользовались свежим, трижды профильтрованным соком хрена, содержащим, как известно, чрезвычайно активную пероксидазу. Наш комбинированный реактив давал с соком хрена при добавлении H_2O_2

очень четкую и характерную лилово-бурую окраску, совершенно такую же, как и на срезах эндосперма ирисов.

Помимо усиления активности пероксидазы, происходящего в процессе слияния ядер эндосперма, обращает на себя внимание повышение концентрации в

сливающихся ядрах аскорбиновой кислоты (подкисленный раствор азотнокислого серебра) (см. рис. 2). Кроме того, в некоторых случаях нам удалось заметить, что и в ответ на реактив Сальковского сливающиеся ядра давали лилово-розовую окраску повышенной интенсивности на фоне очень бледной окраски всей эндоспермальной ткани, что указывает на увеличение содержания в этих ядрах гетероауксина или каких-то других производных индола.

Все эти данные, в первую очередь высокая активность пероксидазы, могут быть истолкованы в данном случае как показатели возрастания уровня жизнедеятельности клеточных ядер, вступающих в слияние друг с другом.

Если эндосperm покрытосеменных представляет собой полиплоидную ткань с мозаичным строением, то и эндосperm большинства голозерных является гаплоидным лишь на самом раннем, ядерном этапе своего развития. В дальнейшем он, в свою очередь, образует многоядерные клетки, в которых происходят многочисленные ядерные слияния, приводящие к последующему возникновению полиплоидной ткани (¹). Все соображения, высказанные в пользу трофического значения ядерных слияний в гаметофите покрытосеменных, всецело относятся и к гаметофиту голосеменных растений.

Что касается папоротникообразных, то у них ядерные слияния в гаметофите, как правило, не имеют места. Замечательно, однако, что это явление, обнаруженное в виде очень редкого исключения у некоторых апогамных папоротников, влечет за собой возникновение зародышей. Это заставляет предполагать, что причиной ядерных слияний, происходящих в эндосперме семенных растений, служат биохимические факторы, близкие к тем, которые управляют половым процессом.

Нам представляется, что способность семенных растений усиливать за счет ядерных слияний эндосперма приток питательных веществ к репродуктивным органам и укреплять таким образом связь между этими органами и материнским растением, — способность, чуждая нижестоящим группам, и является одним из важных физиологических факторов, вызвавших к жизни появление нового с эволюционной точки зрения организма — семени.

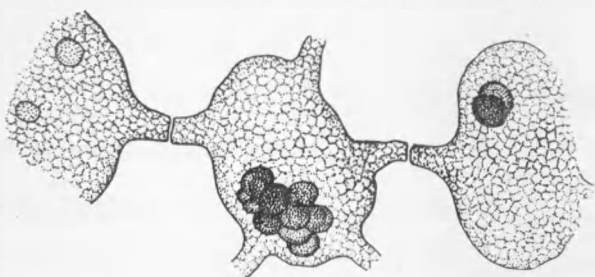


Рис. 2. Реакция на аскорбиновую кислоту в эндосперме *Iris*. Интенсивность реакции выражена густотой пунктира

Главный ботанический сад
Академии наук СССР

Поступило
5 VI 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ K. Schnarf, Embryologie der Gymnospermen, 1933.