

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. Г. АЛЕКСАНДРОВ

К ФИЗИОЛОГИИ ЗАРОДЫШЕВОГО МЕШКА ПШЕНИЦЫ

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 12 IV 1951)

Зародышевый мешок семенных растений во время своего существования проявляет ряд признаков интенсивно живущего образования. Проявление деятельности зародышевого мешка легко видеть во всякой семяпочке в разрушении клеток, составляющих ткань нуцеллуса и интегументов, а также в изменениях состояния содержимого этих клеток. Следы жизнедеятельности зародышевого мешка распространяются значительно дальше нуцеллуса и интегументов — в различные части цветка. Однако на существование активной физиологической деятельности в зародышевом мешке до сих пор обращали очень мало внимания.

Зародышевый мешок злаков является наиболее удобным объектом для демонстрации признаков исключительной физиологической активности этого образования. Для этой цели лучше всего подходят зародышевые мешки культурных злаков и, в первую очередь, пшениц. У пшениц зародышевые мешки не только относительно очень крупны, но отличаются отчетливостью организации всех своих частей (1).

В каждом нормальном зародышевом мешке пшеницы можно легко различить две основные группы клеточных скоплений: группу микропилярного района зародышевого мешка и группу халазального района. Первая группа, сосредоточенная около микропиле, до оплодотворения состоит из яйцеклетки с двумя синергидами и тесно примыкающих к яйцеклетке двух полярных ядер. Вторая группа состоит из антипод, число которых у пшеницы достигает 36—40.

Для исследования была выбрана индийская мягкая карликовая пшеница, сорт Пуза 4. Материал в виде колосьев на ранней стадии развития фиксировался 70% спиртом, слегка подкисленным уксусной кислотой. Исследовались очень молодые завязи еще до цветения, с зелеными нерастреснувшими пыльниками, на продольных разрезах, которые рассматривались в глицерине или растворе сахара, с прибавлением слабого раствора иода в иодистом калии. Вследствие значительных размеров зародышевого мешка пшеницы при большом увеличении зарисовывались отдельно участки, содержащие микропилярную и антиподальную группы клеточных элементов.

На рис. 1 изображен микропилярный район зародышевого мешка. В ткани наружного интегумента, даже в столь ранней стадии развития семяпочки, уже вполне отчетливо выражены следы разрушения клеток. К яйцеклетке тесно примыкают два полярных ядра, с большими ядрышками, погруженные в хорошо развитую сеть протоплазмы. Тяжи этой протоплазмы тянутся к антиподам (часть одной антиподы изображена на рисунке). Протоплазма зародышевого мешка пшениц в живом состоянии находится в энергичном струйчатом движении. Столь же энергичное струйчатое движение наблюдается в зародышевых мешках ячме-

ней. Наблюдения производились в водном растворе сахарозы, от 5 до 10%. В первые часы после приготовления препарата, если колосья только что принесены с поля, струйчатое движение протоплазмы настолько энергично, что его можно назвать бурным. Такое же движение протоплазмы в тяже, соединяющем яйцевой аппарат с антиподами, наблюдал Страсбургер ⁽²⁾ у подбельника, рассматривая зародышевые мешки в 5% растворе сахара.

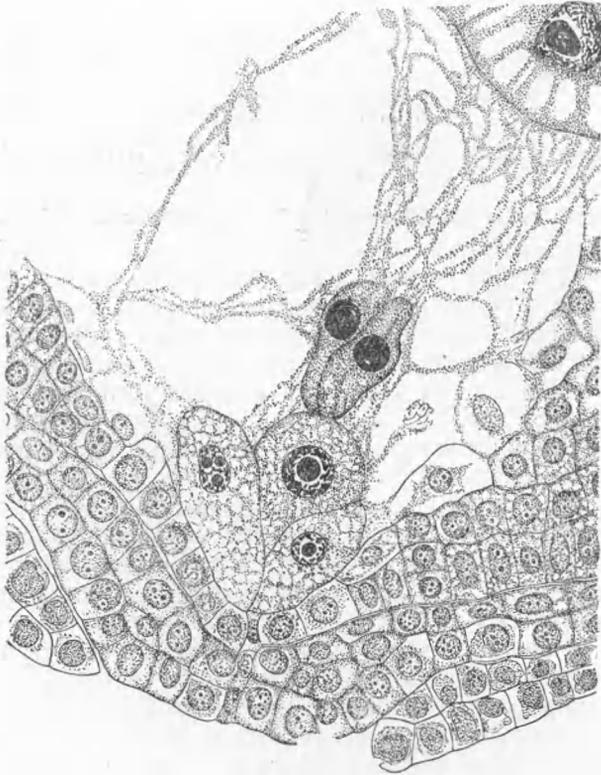


Рис. 1

Исследование различных частей цветка злаков в живом состоянии под микроскопом вскрывает существование интенсивных жизненных процессов там, где они могли быть только подозреваемы. Например, в клетках антипод пшеницы и ячменей тоже наблюдается струйчатое движение протоплазмы, хотя и не столь бурное, как в протоплазме самого зародышевого мешка. Движение протоплазмы в зародышевом мешке злаков тем более заслуживает внимания, что целлюлозной оболочки у него не существует ⁽³⁾. Оболочка макроспоры, по мере развития из нее зародышевого мешка, растворяется бесследно. Движение протоплазмы в зародышевом мешке, являясь показателем существования активной жизни, способствует усиленному обмену веществ и, несомненно, должно играть весьма положительную роль в процессе оплодотворения.

Слои нуцеллярной ткани, облегающие непосредственно зародышевый мешок в районе расположения яйцевого аппарата, находятся в различных состояниях разрушения. У одних клеток нуцеллуса не только растворились целлюлозные оболочки, оставив следы в виде тончайших нитеподобных волоконцев, но и клеточные ядра в значительной мере разрушены. От других клеток остались лишь полости, окруженные протоплазмой. Клеточные оболочки растворяются без каких-либо признаков предварительного набухания. Иногда даже в первую очередь начинает

разрушаться клеточное ядро, а потом уже оболочка, как, например, в клетке нуцеллуса, прилегающей к синергиде, изображенной на рисунке справа.

Причина отмечаемых нами изменений состояния клеток нуцеллуса, ограничивающих полость зародышевого мешка в районе расположения группы клеток яйцевого аппарата, может быть только та, что они есть

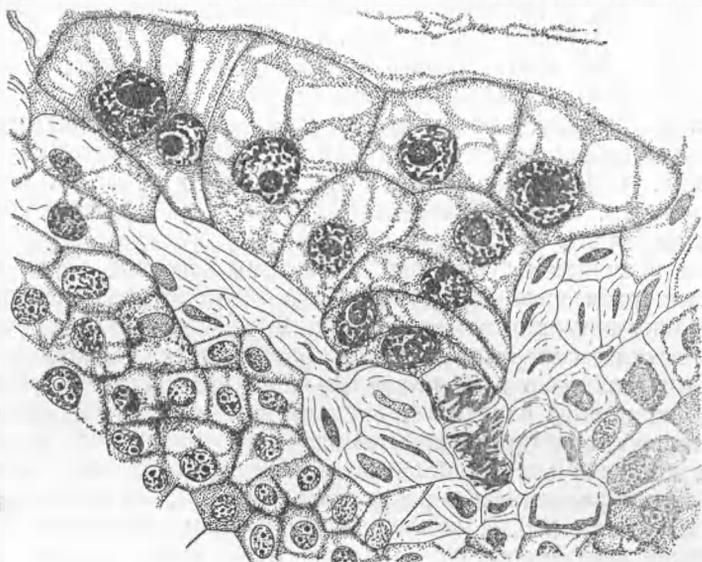


Рис. 2

результат воздействия жизнедеятельности этих клеток. Разрушающиеся и ослизняющиеся клетки нуцеллуса по существу составляют «оболочку» зародышевого мешка.

На рис. 2 изображен антиподальный участок зародышевого мешка той же индийской пшеницы. Клетки ткани нуцеллуса, непосредственно примыкающие к антиподальным, также сильно изменены, но характер их изменения несколько иной, нежели клеток нуцеллуса, примыкающих к яйцевой группе. Они выделяются сильно разбухшими оболочками, с признаками слоистости. Вследствие сильного разбухания оболочек полости таких клеток облитерируются до узких щелей, заполненных остатками протоплазмopodobного вещества. Клеточное ядро разрушается, видимо, заранее, как только начнется процесс разрушения нуцеллярной ткани, примыкающей к антиподам.

Из различия в состоянии нуцеллярных клеток, примыкающих к микропиллярной группе зародышевого мешка с одной стороны, и антиподальной — с другой, можно вывести одно общее заключение, что физиология этих двух участков различна. Ферментативная деятельность антипод должна быть, несомненно, отличной от ферментативной деятельности клеток группы яйцевого аппарата. Условия, при которых дифференцировались эти группы, различны. Антиподы не только соприкасаются с клетками нуцеллуса, но как бы врастают в нуцеллярную ткань. Место прикрепления антипод расположено вблизи от халазального района, в котором проходит жилка с сосудистыми элементами, проводящими питательные вещества. Клетки яйцевого аппарата внедряются в нуцеллярную ткань с значительно меньшей энергией, условия поступления к ним питательных веществ более затруднены, нежели к антиподам. Проводящей ткани около яйцевого аппарата не имеется, питательные вещества он может получать преимущественно через антиподы, при по-

средстве протоплазменного тяжа. В районе микропиле происходит очень слабое разрушение клеток. Например, как видно на рис. 1, разрушение клеток нуцеллуса начинается за пределами тесного примыкания синергид к эпидермису нуцеллуса. Археспориальная клетка залагается субэпидермально, одна из 4 макроспор обычно дает начало зародышевому мешку, следовательно, в течение всего процесса дифференциации зародышевого мешка совершенно не происходит разрушения клеток нуцеллуса микропиллярного района, в непосредственной близости к микропиле. Этот район с самого начала состоит только из эпидермиса.

Сама структура клеток яйцевого аппарата и антипод в только что сформировавшемся зародышевом мешке резко различна. Протоплазма яйцеклетки и синергид, как видно из рис. 1, имеет в первый период времени по организации зародышевого мешка пенисто-ячеистую структуру. Впоследствии, перед оплодотворением, в протоплазме их появляются большие вакуоли, отличающиеся своеобразным распределением в яйцеклетке и синергидах.

Вакуоли в антиподах (см. рис. 2) к тому времени, когда в клетках яйцевого аппарата вакуолей практически еще нет, развиты прекрасно, будучи организованы по лучевому типу. Ясно, что клеточная «лаборатория» яйцеклетки с синергидами будет другая, нежели антипод. Лучистое расположение вакуолей в антиподальных клетках несколько напоминает вакуолизацию клеток различных эпителиев, т. е. клеток, приспособленных специально и преимущественно для выделительной деятельности. Антиподы, действуя растворяюще на прилегающие к ним клетки нуцеллярной ткани, обуславливают разрастание полости зародышевого мешка, приближаются, наконец, к халазальному району семязачатка. Производя растворяющее действие на нуцеллярную ткань, антиподы отчасти разрушаются и сами. Однако они вообще очень стойки и разрушаются до оплодотворения в незначительном количестве. Следы разрушения антипод видны на рис. 2: от двух антиподальных клеток, особенно сильно внедрившихся в нуцеллярную ткань, остались лишь кристаллы нуклеиновых соединений, остальное содержимое клеток разрушилось.

Итак, хотя клетки яйцевого аппарата и антиподы произошли из недр одной материнской клетки зародышевого мешка и находятся в ближайшем родстве друг с другом, как сестринские клетки, организация и физиологические функции тех и других весьма различны. Дифференциация клеток каждой группы есть следствие различий в питании их во время процесса образования. Питательные вещества, естественно, поступают прежде всего к антиподам, а затем уже проводятся к яйцевому аппарату. Клетки антипод, как находящиеся в лучших условиях питания, в своей дифференциации и в созревании явно обгоняют яйцеклетку с синергидами. Только оплодотворение яйцеклетки вносит стимул к дифференциации, способствуя усилению использования ею окружающих условий для дальнейших роста и развития.

Физиология зародышевого мешка многообразна и сложна. Уяснить ее закономерности — задача будущих специальных исследований.

Ботанический институт им. В. Л. Комарова
Академии наук СССР

Поступило
12 IV 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. Г. Александров и О. Г. Александрова, Бот. журн., 24, № 5—6 (1939). ² E. Strasburger, Botan. Ztg., 58 (1900). ³ В. Г. Александров и О. Г. Александрова, Бот. журн. СССР, 31, № 6 (1946).