

С. Н. МОВСЕСЯН, А. М. БАГДАСАРЯН

ПОВЕДЕНИЕ АНТИПОДАЛЬНОГО АППАРАТА *RUDBECKIA SPECIOSA*

Работа, проведенная нами над *Rudbeckia speciosa* (рудбекия красивая) из семейства Compositae, имеет цель проследить за поведением антиподального аппарата в процессе развития зародыша.

Еще в 1902 г. японский ученый Икеда, на основании исследования физиологической функции антипод у *Tricyrtis hirta* пришел к заключению, что антиподы играют существенную роль в питании зародышевого мешка. Такого же мнения придерживаются В. Г. Александров и О. Г. Александрова [1, 2, 3], много лет изучавшие развитие зародышевого мешка, зародыша и эндосперма у злаков. На основании многочисленных исследований они пришли к выводу, что антиподы являются физиологически деятельным аппаратом, предназначенным для разрушения, поглощения и дальнейшей перестройки в зародышевом мешке питательных веществ из тканей семязачатка.

Более новые данные в пояснении роли и функции антипод мы находим в работах Н. В. Цингер и В. А. Поддубной-Арнольди [10]. На культуре *Surgipedium insigne* они показали, что перед оплодотворением антиподы дают более яркие реакции на пероксидазу, цитохромоксидазу, SII группы и белки, чем остальные клетки зародышевого мешка. Н. В. Цингер [9] на основании проведенных многочисленных гистохимических реакций считает, что вся халазальная часть семязачатка (базальная часть нуцеллуса, гиностаза, халаза и антиподы) выполняют одну функцию — привлечение к зародышевому мешку различных веществ из материнского растения.

В этом аспекте интересно было проследить за антиподальным аппаратом рудбекии, поскольку они существуют длительное время и одна из антипод по своей структуре очень похожа на яйцеклетку, о чем будет сказано ниже.

Наши исследования антиподального аппарата велись с момента полной дифференциации элементов зародышевого мешка рудбекии. Семязачатки для наблюдения брались от свободного опыления и фиксировались различными фиксаторами (Навашин, Карнуа, спирт уксусная смесь и др.).

Семязачатки обрабатывались по общезвестной методике [6, 7]. Препараты окрашивались гематоксилином по Гейденгайну и ставилась реакция Фельгена.

* Материал нам был предоставлен зав. отд. цветоводства Ботанического института АН АрмССР З. А. Аствацатрянном.

По определению Магешвари и Сринивазана [13] зародышевый мешок у различных видов рудбекии принадлежит к типу *Fritillaria*. Этот тип зародышевого мешка имеет некоторую особенность, его элементы обладают различным количеством хромосом. В халазальном конце ядро каждой клетки несет три набора хромосом, т. е. является триплоидным. В микропиллярном конце элементы имеют гаплоидное число хромосом, а центральное ядро, образовавшееся путем слияния двух полярных ядер, тетраплоидное. Следовательно, элементы зародышевого мешка обладают различным количеством хромосом. В данном случае нас особенно заинтересовали элементы, расположенные в халазальном конце, — антиподы, клетки нуцеллуса.

Строение зародышевого мешка у рудбекии, как представителя семейства *Compositae*, не является исключением, т. е. при полном развитии зародышевого мешка нуцеллус полностью разрушается и его место занимает эндотелий, т. е. тевиннуцеллярный зародышевый мешок.

Зародышевый мешок у рудбекии вытянутой формы с крупным центральным ядром. Яйцеклетка богата содержимым с крупным ядром, имеет грушевидную форму и поверх ее лежат две удлиненной формы синергиды (рис. 1). Обычно у других видов ядра синергиды располагаются в верхней части, а в нижней части располагается вакуоль. У иссле-

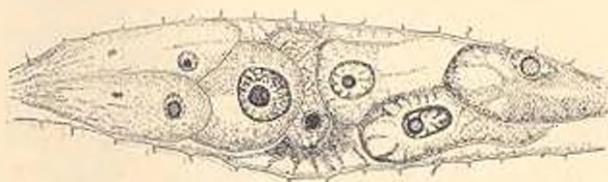


Рис. 1. Зрелый зародышевый мешок до излияния пыльцевой трубки. Две синергиды, яйцеклетка, центральное ядро. В халазальной части расположены три антиподы.
Ув. об. 40, ок. 4.

дованного же вида (*R. speciosa*) ядра с ядрышком расположены в нижней части синергид. Центральное ядро зародышевого мешка чаще сферической формы с одним ядрышком. Вокруг центрального ядра расположена густая цитоплазма, которая в виде тяжей отходит к стенкам зародышевого мешка. В халазальном конце расположен антиподальный аппарат, состоящий из трех крупных клеток. Строение антиподы у различных представителей имеет различную форму и период существования. Например, антиподы зародышевых мешков семейства *Solanaceae* часто до оформления и развития последнего дегенерируют и совершенно исчезают [8].

У подсолнечника, также являющегося представителем семейства *Compositae*, антиподы начинают дегенерировать в тот момент, когда оформляется двухклеточный предзародыш [4].

Совершенно своеобразно ведут себя антиподы рудбекии (рис. 1—6). Так, в процессе излияния содержимого пыльцевой трубки в одну из си-

нергид, последняя разрушается и окрашивается в черно-бурый цвет (при окраске гематоксилином). На рис. 2 представлен момент, когда зигота вступает в метафазу, наравне с которой идет развитие первичного ядра эндосперма, образуются два ядра эндосперма, расположенные по обе стороны делящейся зиготы. В это время, когда зигота и ядра эндо-

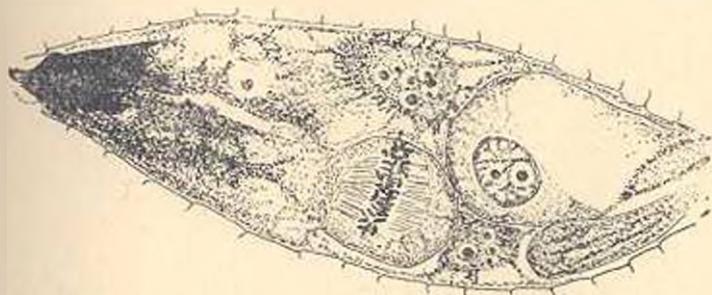


Рис. 2. В зародышевом мешке развивающаяся зигота, два ядра эндосперма и антиподы. Ув. об. 40, ок. 4.

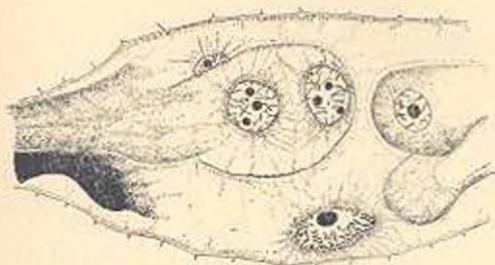


Рис. 3. В зародышевом мешке четырехклеточный предзародыш, ядерный эндосперм и две антиподы. Ув. об. 40, ок. 1.

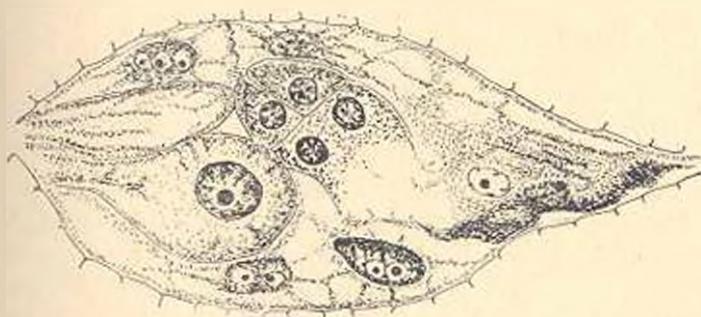


Рис. 4. В зародышевом мешке четырехклеточный предзародыш, ядерный эндосперм и две антиподы. Ув. об. 40, ок. 4.

сперма находятся в стадии интенсивного деления, морфологическая структура антипод не отличается от первоначального состояния. В более поздний период развития предзародыша (рис. 3), когда разделившиеся ядра отделяются вновь образовавшимся фрагментами, а количество ядер эндосперма увеличивается (на рисунке изображено только два ядра, но в действительности их количество больше, синергида совершенно). Биологический журнал Армении. XIX. № 7-4

но разрушится, все антиподы продолжают оставаться такими же, не проявляя признаков дегенерации. Процесс развития предзародыша и поведение антиподы мы проследили также в более поздние стадии развития (рис. 4, 5, 6). Так, например, при образовании четырехклеточного

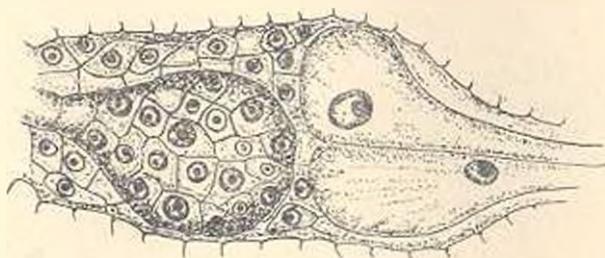


Рис. 5. Шаровидный зародыш, окруженный клеточным эндоспермом. В халазальной части две антиподы. Ув. об. 20, ок. 7.

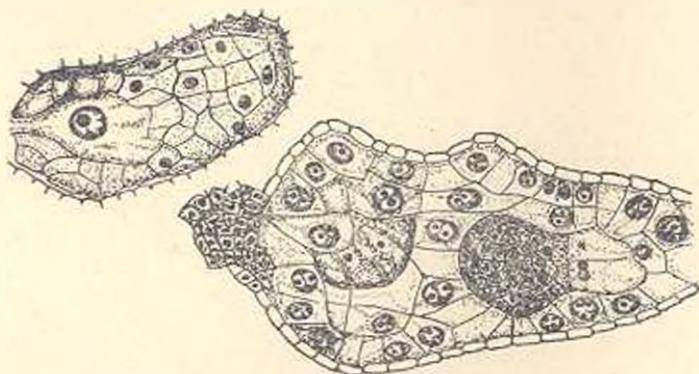


Рис. 6. Многоклеточный зародыш с подвеском. а. В халазальной части видна нижняя часть антиподы. б. Антипода окруженная клеточным эндоспермом. Ув. об. 20, ок. 4.

предзародыша, в полости зародышевого мешка путем митотического деления образуется большое количество ядер эндосперма. Антиподы, структурно не изменяясь (из трех изображены только две антиподы, третья не попадает в плоскость среза), продолжают свое существование. Как видно на представленных рисунках (рис. 1—4) и как описано в предыдущей работе [5], одна из них по форме и величине очень схожа с яйцеклеткой.

Дословно выражаясь термином Батталли [11], одна крупная антипода у *Rudbeckia*, это типичная яйцеклеткообразная клетка. Клетка эта более длительное время, чем остальные две, продолжает функционировать. В процессе работы нами было просмотрено большое количество препаратов и очень часто расположение и величина ядер, расположение вакуолей у антиподы точно такое же, как и в яйцеклетке. Две другие антиподы, по величине небольшого размера, своими концами, как и первая, глубоко проникают в халазальную часть семечки, ближе располагаясь к благоприятной зоне питательного вещества, но более рано под-

лежат дегенерации. Многими исследователями показано, что размер, форма, количество хромосом ядер, а также ранняя дегенерация варьируют у различных видов растений. По имеющимся литературным данным [2], антиподы пшеницы достигают больших размеров, но быстро дегенерируют. Ранняя дегенерация антиподы довольно часто описана и на других растениях, длительное же их существование с сохранением жизнедеятельности и способности выполнять свои функции, более редкое явление; оно хорошо выражено у различных видов рудбекии.

Поражает то обстоятельство, что когда вся полость зародышевого мешка заполнена клеточным эндоспермом и растущим шарообразным многоклеточным зародышем, то в халазальной части по-прежнему хорошо видна со всех сторон тесная яйцеклеткообразная антипода (рис. 5 б). В ней хорошо выражено ядро с ядрышком, верхняя часть антиподы заполнена цитоплазмой, а нижняя часть — вакуолю. Своим суженным концом антипода проникает в расположенные в халазальной части клетки, которые имеют крупные ядра, очень богатые содержимым. Клетки эти при окрашке гематоксилином окрашиваются очень интенсивно, почти в черноватый тон, а при реакции Фельгена — в фиолетово-розовые тона, в то время как в других частях окружающие клетки очень бедны содержимым. Ядра обедненных клеток как бы уменьшаются в размере и окружены тонким слоем цитоплазмы, в центральной части клетки часто без содержимого, совершенно пустые и почти не окрашиваются.

Начало разрушения антипод нами прослежено только в тех случаях, когда шарообразный зародыш разрастается, клетки эндосперма обедняются содержимым и даже разрушаются вокруг растущего зародыша. Антиподы как бы со всех сторон оттесняются растущим зародышем, и частично клетками эндосперма. Но несмотря на это в гуще клеток эндосперма хорошо просматривается оставшаяся расширенная часть антиподы, часто с хорошо выраженным ядром (рис. 6), или же продолжают существовать даже две антиподы (рис. 5), расширенные части которых почти соприкасаются с растущим зародышем.

Прослеженные нами явления, показывают, что длительное существование антипод у рудбекии имеет определенное значение. По-видимому, они выполняют значительную роль не только в развитии и становлении зародышевого мешка, но и развивающегося зародыша, о чем свидетельствуют многочисленные рисунки, представленные нами в различные моменты развития зародыша. Следовательно, наши исследования, посвященные поведению антипод у рудбекии, подтверждают точку зрения тех ученых, которые на других культурах рассматривают антиподы как органы, исполняющие питательные функции.

Ս. Ն. ՄՈՍԿՈՍՅԱՆ, Ա. Մ. ԲԱԳԴԱՍԱՐՅԱՆ

RUDBECKIA SPECIOSA-Ի ԱՆՏԻՊՈՒԲԱԿ ԱՊՈՐՈՍԻ ՎԵՐՔՈՒԿՈՒՄԸ

Ա. մ. փ. ո. փ. ո. է. մ.

Այս աշխատության մեջ մեր նպատակն է Լոդի հետևել *R. speciosa*-ի անտիպոզալ ապարատի վարրադժին՝ սաղմի պարզացման ընթացքում:

Անտիպոզալ ապարատի ուսումնասիրությունը մենք կատարել ենք սաղմնապարկի էլեմենտների լրիվ դիֆերենցումից սկսած մինչև բազմաբջիջ սաղմի դարգացումը (նկ. 1—6), երբ սաղմնապարկի խոտոչր ամբողջովին լեցուն է Լնդոսպերմի բջիջներով:

Անտիպոզալ ապարատի երևյալ բջիջներից մեկը, որը Բատայիին [11], հիմնովելիով նրանց մորֆոլոգիական հատկանիշների վրա, անվանում ձվաբջջանման անտիպոզալ բջիջ, երկար ժամանակ պահպանում է իրեն յուրահատուկ ոչ միայն ձևը, այլև սարուկաուրան: Ըստ որում այն ժամանակ, երբ սաղմնապարկի խոտոչր լեցուն է Լնդոսպերմի բջիջներով, իսկ սաղմը հասնում է բավականին մեծ չափերի, պահպանվում է կորիզը կորիզակով, ինչպես նաև անտիպոզի ձևը: Միայն ափսիս ուշ շրջանում, երբ նա սեղմվում է աճող սաղմով և Լնդոսպերմի բջիջներով, սկսում են ի հայտ գալ զեդեներացիայի հատկանիշները:

Այս բոլոր դիտված մոմենտները ցույց են տալիս, որ անտիպոզների երկարատև գոյությունն ունի որոշակի նշանակություն: Հավանական է, որ նրանք մեծ դեր են կատարում ոչ միայն սաղմնապարկի, այլև սաղմի պարզացման պրոցեսում:

Ինչպես մի շարք հետազոտողներ, այնպես էլ մենք անտիպոզը դիտում ենք որպես մի օրգան, որը կատարում է սնուցման ֆունկցիա: Ըստ որում հացազգիների սաղմնապարկի անտիպոզներին Ալեքսանդրովը [1, 2, 3] վերագրում է սննդանյութերի փոխանակման ֆունկցիա, ըստ ձ. որ նրանք զեդեներացվում են վաղ շրջանում: Այս կուլտուրայի (*R. speciosa*-ի) անտիպոզի երկարատև գոյությունը սաղմնապարկում էլ ափսիս է հաստատում նրան մերազրբող ֆունկցիան:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Александров В. Г., Александрова О. Г. и Яковлев М. С. Сов. бот., 6, 1944.
2. Александров В. Г., Александрова О. Г. Ботанический журнал СССР, т. 31, 6, 1946.
3. Александров В. Г. и Александрова О. Г. Труды Ботанического института АН СССР, серия 7, вып. 3, 1952.
4. Бенчикая Г. К. Изв. АН АрмССР (биол. и сельхоз. науки), т. VII, 12, 1954.
5. Моисеев С. Н. Изв. АН АрмССР (биол. и), т. XVII, 2, 1964.
6. Паумов Н. А. и Кузлов В. Е. Основы ботанической микротехники, 1954.
7. Роменс Б. Микроскопическая техника, 1954.
8. Рыбченко О. И. Украинск. бот. журн., т. XXI, 2, 1964.
9. Цингер Н. В. Семя, его развитие и физиологические свойства. М., Изд-во АН СССР, 1958.
10. Цингер Н. В. и Поддубная-Арнольд В. А. Труды Гл. бот. сада АН СССР, 6, 1959.
11. Battaglia E. Nuovo Giornale Botanica Italia no. Nuova Serie, vol. LIV, 1947.
12. Maheshwari B. P. and Srinivasan A. R. New Phytol., 43, 1944.
13. Ykeda. Bull. of Coll. Agric., Tokyo Imp. Univ., 5, 1902.