

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Л. П. БРЕСЛАВЕЦ

**ДЕЙСТВИЕ ВЫСОКОЙ ДОЗЫ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ
НА ЗАРОСТКИ ПАПОРОТНИКА (*DRYOPTERIS SPINULOSUM*)**

(Представлено академиком А. И. Опариным 6 IX 1952)

Многими авторами было показано, что только относительно высокие дозы рентгеновских лучей вызывали глубокие изменения формы и структуры хлоропластов. Одно из последних подробных исследований принадлежит Мали (1). Нами было установлено, что определенные высокие дозы этих лучей (от 15 000 до 120 000 г) вызывали определенные, свойственные данной дозе, изменения хлоропластов в заростках папоротников (2). В этом же опыте заростки папоротника были подвергнуты действию около 1 000 000 г. Тогда же нами было сделано ошибочное предположение, что дозы выше 500 000 г как бы стабилизируют состояние клетки. Но так как исследования были ограничены очень небольшим числом заростков, то мы решили расширить это наблюдение и более детально изучить действие этой мощной дозы на хлоропласты заростков.

Но так как наши опыты проводились зимой в условиях лаборатории, то нам казалось необходимым проследить влияние этих условий на развитие нормальных необлученных заростков и их хлоропластов. Споры папоротника высевались в колбы Эрленмейера (250 см³) с раствором Кнопа. Эти колбы помещались в различные условия, но лучше всего споры развивались на окне лаборатории, где температура держалась около 16°, с притенением от действия прямых солнечных лучей. Споры папоротника были посеяны 19 II 1951 г., а 26 II появились 3—5-клеточные заростки. Часть заростков была перенесена в другую колбу и оставлена для контроля, а часть в очень маленькие стеклянные чашечки диаметром в 3 см с раствором Кнопа и подвергнута облучению в течение 30 мин. 6 III оказалось, что среди необлученных заростков преобладали нитчатые с нормальными зелеными хлоропластами, содержащими крахмальные зерна. В хлоропластах были видны довольно крупные граны.

Через 45 дней после посева необлученные заростки дали начало характерным сердцевидным формам (рис. 1 А). Хлоропласты в это время достигли своих наибольших размеров, они обладали хорошо выраженной зернистой структурой, и в них лежали немногочисленные крахмальные зерна (рис. 1 В). Последний просмотр контрольных заростков был сделан 14 IX 1951 г. Среди них оказалось много заростков, на которых уже развились молодые папоротники, но находились также и пластинчатые и нитчатые.

Переходим теперь к изложению нашего опыта. 26 II были подвергнуты облучению 2- и 3-клеточные заростки папоротника. Им было дано около 1 000 000 г (10 ма, 90 кв, 33000 г/мин, λ 0,6 Å, 7—8 мм от ано-

да) в течение 30 мин. Облучение производилось в растворе Кнопа, сейчас же после облучения большая часть заростков была перенесена в колбы Эрленмейера с раствором Кнопа.

Когда 6 III колбы были просмотрены, то прежде всего бросалась в глаза изреженность посевов. В то время как необлученные заростки,

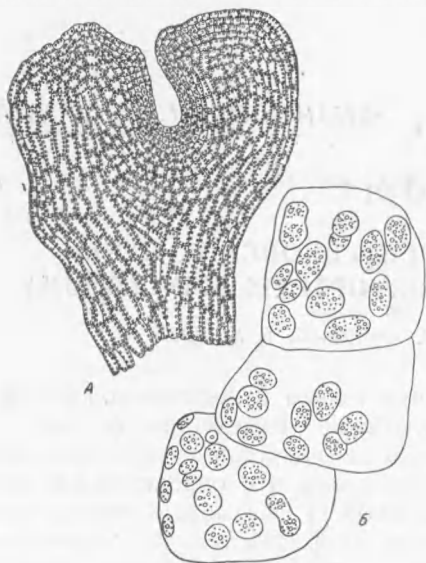


Рис. 1. А — сердцевидные заростки контролей; Б — достигшие своих максимальных размеров хлоропласты в этих заростках. Рисовальный аппарат. Об. 20, ок. 10

В другом заростке в трех рядом лежащих клетках можно видеть хлоропласты различной величины. В клетке I — мелкие хлоропласты, в соседней II клетке — огромная масса агглютинированных хлоропластов и одна трехчленная фигура, которая показывает способ возникновения этой массы. Остальные хлоропласты — нормального вида, но уменьшенного размера, причем часть их соединилась в цепочку. И, наконец, в клетке III находятся хлоропласты различной величины (рис. 2). Интересно отметить, что в бесформенных массах, состоящих из агглютинированных хлоропластов, грани в них отсутствуют. В клетках некоторых заростков в начался липофатероз.

Просмотр необлученных и облученных заростков через месяц после облучения показал, что в пробе, взятой из первых, было 27 нитчатых и 20 пластинчатых заростков, причем последние большей частью приняли сердцевидную форму, тогда как из исследованных облученных заростков 2 имели сердцевидную форму, но меньших размеров, 5 — нормальную нитчатую и 55 представляли различные уклоняющиеся формы. В то время как хлоропласты контрольных заростков достигли своего максимального размера, содержали крахмальные зерна и хорошо выраженные грани, хлоропласты облученных зарост-

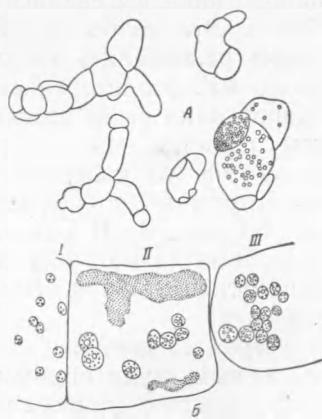


Рис. 2. А — заростки после облучения. Об. 20, ок. 10. Б — хлоропласты из этих заростков. Об. 90, ок. 10

ков, как правило, в это время сильно дегенерируют (рис. 3 А). Все клетки заполнены такими хлоропластами, которые не имели гран, и в гомогенной строме проходили более темно окрашенные тяжи, напоминающие те фибриллярные структуры, о которых в свое время писали некоторые авторы. Иногда это довольно крупные образования (рис. 3 Б), иногда более мелкие (рис. 3 В).

К 14 IX большая часть облученных заростков погибла. Несколько оставшихся в живых мелких заростков дали начало молодым папоротникам, но меньших размеров, чем необлученные.

Этот опыт лишней раз показал, какое значение для действия рентгеновских лучей имеют условия, в которых облучаются и развиваются облученные растения. Стабилизация состояния, которое мы наблюдали в 1950 г. при действии 1 000 000 г, как теперь мы убеждены, объясняется тем, что облучение такими высокими дозами могло подсушить материал. Облучение же такого подсушенного материала и дает картину стабилизации состояния клеточного содержимого. Если же принять это во внимание, то можно легко избежать подсушивания, несмотря на продолжительность облучения и близость к аноду. Тогда материал облучается в живом состоянии; облучение в таких условиях не приводит к стабилизации, и такая высокая доза, как 1 000 000 г, вызывает только усиление изменений, которые мы наблюдали в своих первых работах при применении менее высоких доз.

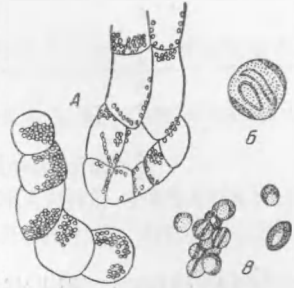


Рис. 3. А — изменение заростков через месяц после облучения. Об. 20, ок. 20. Б, В — изменение хлоропластов через месяц после облучения. Об. 90, ок. 20

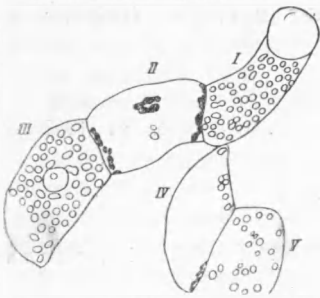


Рис. 4. Повреждение пластид в отдельных клетках после облучения. Об. 20, ок. 20

То же можно сказать и об изменении физико-химических свойств, в частности вязкости плазмы. Точно так же как и при применении менее высоких доз, вскоре после облучения вязкость плазмы уменьшается. Это доказывается полным смещением хлоропластов при 30-минутном центрифугировании, и частичным — у контролей. Так же изменяется и осмотическое давление, измеряемое пограничным плазмолизом, который начинается у контролей через 5½ мин. после перенесения в плазмолитик, и через 2 мин. у облученных высокими дозами. Через 24 часа после облучения вязкость плазмы и осмотическое давление у облученных значительно повышаются по сравнению с

контрольными. Все эти изменения как морфологических, так и физико-химических свойств приводят, наконец, к гибели почти всех заростков.

В заключение мы хотели бы остановиться на одном заинтересовавшем нас явлении. В большинстве случаев изменение хлоропластов и их гибель происходят во всех клетках, но в некоторых случаях повреждается содержимое отдельных клеток, а другие клетки остаются с совершенно целыми и неповрежденными хлоропластами. Надо сказать, что такие картины мы наблюдали только при применении такой высокой дозы рентгеновских лучей. Это явление хорошо иллюстрирует рис. 4, на котором видно, что у заростка, состоящего из 5 клеток, три клетки имеют нормальные хлоропласты, тогда как в двух остальных они разрушены почти целиком. Чтобы несколько выяснить себе картину этого явления, мы подсчитали в нескольких пробах, у скольких заростков наблюдаются

отдельные клетки, хлоропласты которых были повреждены или уничтожены (см. табл. 1).

Таблица 1

		Число заростков
Нет измененных хлоропластов		3
Измененные хлоропласты в 1-й клетке		15
»	» во 2-й клетке	8
»	» в 3-й клетке	2
»	» в 4-й клетке	1
»	» в последней клетке	6
»	» в двух верхних клетках	1
»	» во 2-й и 3-й клетках	1
»	» в трех верхних клетках	1
»	» в 1-й, 4-й и 6-й клетках	1
»	» во всех клетках	42

Всего 81

Сопоставляя данные табл. 1, мы видим, что из 81 заростков, получивших 1 000 000 г, 42 заростка имели во всех клетках хлоропласты, поврежденные в той или иной степени. Затем наибольшее количество заростков содержит одну клетку, содержимое которой повреждено целиком. Целой остается лишь крайне устойчивая оболочка растительной клетки. Очень редко встречаются такие повреждения в 2—3 клетках одного заростка.

Как ни мал материал, бывший в нашем распоряжении, нам все же хотелось отметить это явление, вызванное мощной дозой рентгеновских лучей. Мы не можем по этой же причине сделать какой-нибудь определенный вывод из нашего наблюдения. Но анализ таблицы дает возможность сделать предположение, что изменение содержимого клеток может явиться следствием их физиологического состояния. По существу изменяются, главным образом, клетки, самые близкие к споре (первая и вторая), т. е. наиболее старые.

Лаборатория биофизики, изотопов и излучений
при Отделении биологических наук
Академия наук СССР

Поступило
2 VI 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ R. Maly, Zs. Abst. Vererb.-Lehre, 83, No. 5, 447 (1951). ² Л. П. Бреславец, ДАН, 76, № 3, 461 (1951).