

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Р. Г. ТРУДОВА

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ
ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ К РЕНТГЕНОВСКИМ ЛУЧАМ**

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

Совместное действие лучистой энергии и температуры на живой организм изучалось многими авторами (1, 5-8). Однако, имеющиеся по этому вопросу экспериментальные данные очень разноречивы, а иногда и противоположны. Различия в полученных результатах определяются, очевидно, многообразием изучаемых объектов и различиями в методике исследования. В качестве основного критерия при изучении действия ионизирующих излучений на растительный организм наиболее часто используется процесс роста. Однако рост растения — процесс сложный. Он осуществляется, с одной стороны, за счет деления клеток — митозов, прямо и в сильной степени реагирующих на облучение, с другой, — за счет процессов растяжения и дифференцировки уже разделившихся клеток. На ход этих последних процессов заметно не действуют даже те высокие дозы облучения, которые вызывают полное прекращение делений. Температурные оптимумы, а также критические низкие и высокие температуры для этих 3 процессов весьма различны. Эти обстоятельства очень осложняют изучение комбинированного действия температуры и излучений на растительный организм с использованием в качестве критерия суммарного процесса роста. Чтобы избежать этих трудностей, в качестве основного критерия чувствительности в наших опытах было принято изменение митотической активности меристемы кончика корня.

Опыты были поставлены в 2 сериях. В I серии опытов изучалось влияние температуры до облучения, во II — после облучения. В I серии семена пшеницы Лютеценс 329 проращивались в течение 33 час. в термостате при температуре 20°. Затем проростки делились на 3 группы, одна из которых была оставлена в том же термостате, вторая перенесена в термостат с температурой 36°, — третья — в рефрижератор, где температура колебалась от 0 до +2°. Через 15 час. после этого проростки облучались. Облучение производилось на трубке с естественным охлаждением анода, при напряжении цепи 190 в, силе тока 5 ма. Расстояние от объекта до анода 20 см. Мощность дозы 330 г в минуту. Доза облучения для всех температурных вариантов была 500 г. После облучения все проростки помещались в термостат с температурой 20°. Чувствительность проростков к облучению оценивалась по числу делящихся клеток на центральном продольном срезе кончика корня через 24 и 48 час. после облучения. Первая фиксация материала проводилась перед облучением, вторая через 24 часа и третья через 48 час. после облучения.

Изучение полученных препаратов показало, что проростки, находившиеся до этого в различных температурных условиях, в момент об-

лучения имели разное число делящихся клеток. Наибольшее число делящихся клеток было в корешках проростков, находившихся при пониженной температуре, хотя ростовые процессы в целом шли в этих условиях очень замедленно. Среднее (для 10 корешков) число делящихся клеток на срез в этом случае равнялось 85 против 60 у контроля, находившегося при 20°. Это объясняется, очевидно, увеличением времени, необходимого для прохождения митоза в условиях низкой температуры. Особенно затягивается в этих условиях прохождение профазы (из 85 делящихся клеток 60 профаз). Наблюдаемая нами картина

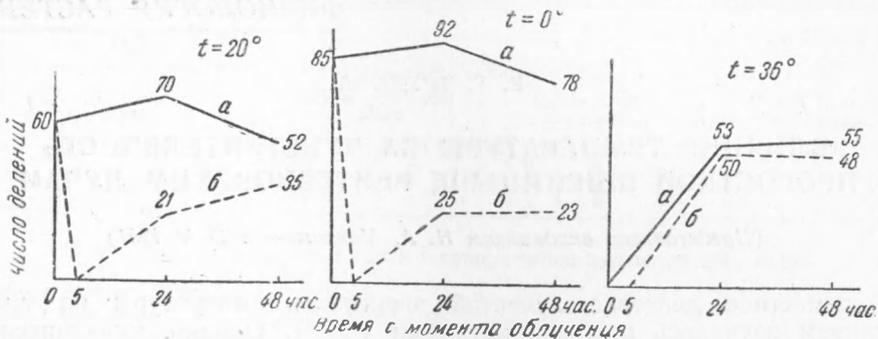


Рис. 1. Ход делений в контрольных и облученных проростках в зависимости от температуры до облучения. Доза 500 г а — контрольные, б — облученные

хорошо согласуется с литературными данными о температурном коэффициенте отдельных фаз митоза (3, 4). Высокая температура (36°) вызывала временную задержку начала деления, и на препаратах не наблюдалось делящихся клеток.

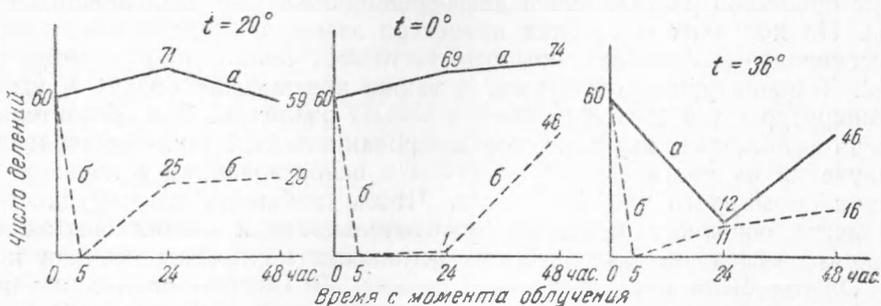


Рис. 2. Ход делений в контрольных и облученных проростках в зависимости от температуры после облучения. Доза 500 г а — контрольные, б — облученные

Результаты облучения проростков, находившихся до этого в условиях различной температуры, представлены на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что при облучении проростков дозой 500 г наибольшей чувствительностью обладают те из них, которые перед облучением находились в условиях пониженной (около 0°) температуры. Проростки, находившиеся до облучения при температуре 36°, наоборот, оказались менее всего чувствительными к действию этой дозы. Измерение длины корешков проростков показало соответствие между процессом роста корешков и действием облучения на ход делений.

Опыты II серии, в которых изучалось действие различной температуры на предварительно облученные проростки, были поставлены следующим образом. Семена пшеницы проращивались 48 час. в термостате при температуре 20° и облучались дозой 500 г. После этого

проростки помещались на 24 часа в условия различной температуры (0, 20 и 36°) и затем опять переносились в термостат с температурой 20°. Первая фиксация материала этой серии проводилась перед облучением, вторая через 24 часа и третья через 48 час. после облучения. Результаты этих опытов представлены на рис. 2.

Из хода кривых на рис. 2 видно, что предварительное облучение дозой 500 г делает проростки более чувствительными к действию высокой (неблагоприятной для роста) температуры. Эти данные согласуются с данными Э. Я. Граевского (1) и Гиза (7). В опытах Граевского предварительное облучение инфузорий ультрафиолетовыми лучами повышало их чувствительность к неблагоприятной для развития низкой, а в опытах Гиза высокой температуре. Пониженная (около 0°) температура после облучения в наших опытах замедляла восстановление клеточных делений в проростках. Если через 24 часа после облучения в

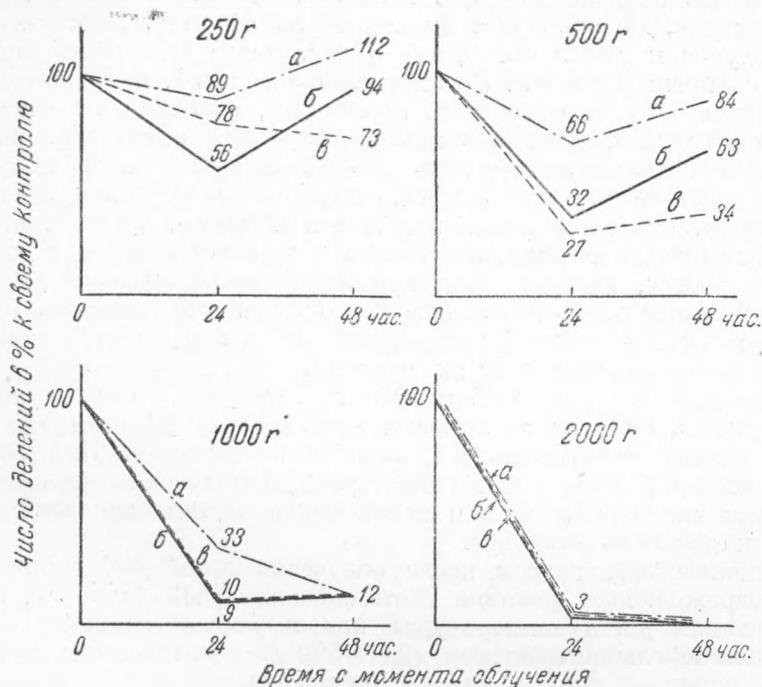


Рис. 3. Чувствительность к облучению разными дозами рентгеновских лучей в зависимости от температуры до облучения а — $t = 36^\circ$, б — $t = 20^\circ$, в — $t = 0^\circ$

корешках проростков, находившихся при 20°, было в среднем 25 делящихся клеток на срез, то в корешках проростков, находившихся эти 24 часа при 0°, делений практически еще не было (1 делящаяся клетка на срез). Однако это замедление компенсировалось большим числом делений в корешках этих проростков через 48 час. после облучения.

Для дальнейшего уяснения вопроса о совместном действии температуры и рентгеновского облучения на проростки пшеницы был проведен следующий опыт. Проростки, как и в I серии опытов, находились перед облучением в различных температурных условиях. Вся остальная методика в точности соответствовала методике опытов I серии. Единственное различие было в том, что проростки облучались не одной дозой 500 г, а дозами 250, 500, 1000 и 2000 г. Результаты этих опытов представлены на рис. 3.

Из рис. 3 видно, что чувствительность проростков при действии доз 250 и 500 г меняется в зависимости от температуры, в которой они

находились до облучения, но при действии доз 1000 и 2000 г чувствительность остается одинаковой для всех вариантов.

В результате всех проведенных нами опытов можно сделать следующие предварительные выводы о совместном действии температуры и рентгеновского облучения на проростки пшеницы. При облучении проростков пшеницы дозами порядка 250—500 г для конечных результатов незначительно, в какой температуре проростки находились до облучения и в какую температуру помещены после облучения.

Температурные условия до облучения в сильной степени влияют на деятельность меристем. При этом изменяется число делящихся клеток и продолжительность отдельных фаз митоза. Делящиеся клетки в силу своего особого качественного состояния (усиленный обмен нуклеиновых кислот, активизация ферментов, отвечающих за этот обмен, и т. д.) наиболее чувствительны к действию рентгеновского облучения. При действии доз порядка 250—500 г клетки, бывшие в это время в процессе деления, закончив его, временно или совсем теряют способность к последующим делениям. Через 5 час. после облучения делящихся клеток на препаратах нет. Восстановление делений, наблюдаемое нами через 24 часа после облучения, происходит, очевидно, за счет начала деления в клетках, бывших в момент облучения в состоянии покоя и в силу этого более стойких к действию доз 250—500 г. Число клеток, в которых деление может начаться, находится в обратной зависимости от числа делящихся клеток в корешке в момент облучения, что видно из данных опытов I серии, где наиболее чувствительными к дозе 500 г были проростки, находившиеся при пониженной температуре и имевшие наибольшее число делящихся клеток. Эти выводы хорошо согласуются и с выводами нашей предыдущей работы (2) о зависимости чувствительности проростков от их возраста.

Более высокие дозы 1000 и 2000 г действуют, очевидно, не только на делящиеся, но и на покоящиеся клетки таким образом, что и те и другие теряют способность к дальнейшим делениям. При облучении этими дозами различия в температурах до облучения не имеют значения, так как и делящиеся и неделящиеся клетки одинаково чувствительны к действию этих доз.

Различные температуры после облучения дозой 500 г или усугубляют повреждающее действие рентгеновских лучей (высокая, неблагоприятная для роста температура) или несколько снижают его. При облучении небольшими дозами (250—500 г) рентгеновских лучей проросток пшеницы одна и та же высокая или низкая температура в зависимости от того, действует ли она до или после облучения, по-разному влияет на чувствительность проростков.

Автор приносит глубокую благодарность проф. А. А. Ничипоровичу за руководство работой.

Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева
Академии наук СССР

Поступило
12 IV 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹Э. Я. Граевский, ДАН, 62, № 1 (1950). ²Р. Г. Трудова, ДАН, 61, № 6 (1950). ³P. Martens, La Cellule, 38, 69 (1927). ⁴K. Peter, Zs. Anatom., 75 (1925). ⁵J. H. Kempton and L. R. Maxwell, Journ. Agr. Res., 62, No. 10, 603 (1941). ⁶L. Smith and R. S. Caldecott, Journ. Heredity, 32, No. 6, 173 (1948). ⁷C. Giese and H. Heath, Journ. Gen. Physiol., 31, No. 3, 249 (1948). ⁸S. Suskino, Journ. Heredity, 41, No. 4, 97 (1950). ⁹N. Knoweton and L. Hempelmann, Journ. Cell. and Comp. Physiol., 33, No. 1 (1949). ¹⁰J. G. Carlson, *ibid.*, 33, No. 3 (1949).