

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Г. Х. МОЛОТКОВСКИЙ

**ЗНАЧЕНИЕ ИНАКТИВАТОРОВ РОСТА ДЛЯ СОСТОЯНИЯ
ПОКОЯ У РАСТЕНИЙ**

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 11 VII 1949)

Принято рассматривать период покоя как закрепленное наследственностью приспособление к перенесению неблагоприятных условий отдельных времен года (1). Однако у древесных растений умеренной зоны наблюдается прекращение ростовых функций и вступление их в состояние покоя во второй половине лета при благоприятной температуре и влажности, следовательно, задолго до наступления пониженных температур. Очевидно, не пониженная температура является непосредственной причиной перехода в состояние покоя, а повышенная температура в комплексе с другими факторами внешней среды летнего периода времени.

Особенно показательным в этом отношении является поведение растений тропических областей, где климатические факторы весьма благоприятны для роста и развития растений. Но и эти условия не устраняют состояния покоя у растений. Многие деревья этих областей, например на острове Яве, сбрасывают полностью свои листья и остаются голыми от нескольких дней до 2 мес. (2).

Состояние покоя есть необходимый и внутренне обусловленный этап жизни растительного организма. Ему, как правило, предшествует усиленный обмен веществ. После бурных ростовых процессов, протекающих в весенний период и в начале лета, накапливающиеся продукты обмена, инактиваторы, задерживают основную функцию растения — рост. Затухание жизненных функций растения приурочено к ритмическому изменению времен года, для растений умеренной зоны — к зимнему периоду, что имеет важное положительное значение, так как защищает организм от неблагоприятных условий.

Однако значение покоя заключается не только в защите растений от неблагоприятных условий зимнего или засушливого периода года. Покой является одновременно фактором, омолаживающим организм. Выход растений из состояния покоя сопровождается повышением редуцирующей активности тканей (3), что служит явным показателем омолаживающего действия.

Рядом исследователей установлено, что при выходе из состояния покоя у растений резко повышается содержание ауксина (4-7), обуславливающего интенсивный рост. В состоянии покоя, таким образом, происходит освобождение от инактиваторов и осуществляется переход растения к активному росту, омоложению.

Остановимся коротко на некоторых наших опытах по извлечению и испытанию действия инактиваторов роста. Мы извлекали эти вещества из плодов различных растений: тыквы, картофеля, рябины, томатов, шиповника и кок-сагыза. Предметом данного сообщения будут инакти-

ваторы плодов тыквы. В литературе имеются указания на выделение такого рода веществ из тыквы. В. Д. Тетюрев (8) использовал водные и эфирные вытяжки из мякоти тыквы для задержки прорастания семян и получил положительные результаты лишь в первом случае. По данным Тетюрева, выделенные им из тыквы задерживающие рост вещества относятся к органическим кислотам. Инактиваторами могут быть различного рода вещества, даже питательные, выделяемые тем или иным органом или тканью растения на определенных этапах его развития в зависимости от внешней среды (9-12).

Мы экстрагировали инактиваторы из плодов тыквы водой и спиртом*. Навеска в 5 г плаценты, мякоти или кожицы плода тыквы размельчалась и заливалась 20 см³ дистиллированной воды или спирта. После 24-часового стояния при комнатной температуре измельченная мякоть или плацента отжималась, жидкость профильтровывалась и выпаривалась на водяной бане до полного испарения растворителя. К остатку добавлялось 5 см³ (1:1), 10 см³ (1:2), 20 см³ (1:4) воды и полученной жидкостью заливались семена в чашках Петри, после чего они ставились в термостат для прорастания при температуре 25°. Повторность двух- или трехкратная. Подсчет семян производился ежедневно. Подопытными были семена различных растений, но главным образом тыквы и кок-сагыза.

Наиболее сильными инактиваторами оказались спиртовые вытяжки, затем водные (табл. 1 и 3). При этом из плаценты экстрагировалось больше задерживающих рост веществ, чем из мякоти или кожицы.

Семена тыквы и других растений, бывших в нашем опыте (табл. 1, 2 и 3), будучи подвергнуты действию инактиваторов, набухают и темнеют сильнее, чем контрольные, но не прорастают и не теряют своей всхожести. Способность их к прорастанию мы проверяли путем высадки в почву каждые два дня. Семена тыквы, подвергавшиеся действию инактиваторов, давали небольшие ростки с короткими, толстыми, бурого цвета корнями. Эти ростки развиваются очень медленно; часто показавшийся росток, достигнув 2—3 см высоты, дальше не растет.

Значительный интерес представляло выяснить взаимосвязь влияния тормозящих рост веществ с влиянием гетероауксина. Для этого семена обрабатывались вытяжками из плаценты и мякоти плода тыквы в комбинации с гетероауксином. Гетероауксин в различных концентрациях мы смешивали с инактиваторами тыквы в следующих соотношениях: гетероауксин 1/2 + вытяжка 1/2; гетероауксин 2/3 + вытяжка 1/3; гетероауксин 1/3 + вытяжка 2/3. Одновременно семена обрабатывались чистыми вытяжкой и раствором гетероауксина.

В табл. 2 и 3 приведены некоторые данные наших исследований по обработке семян тыквы и кок-сагыза инактиваторами в комбинации с гетероауксином. Анализируя полученные цифры, мы приходим к выводу, что спиртовая вытяжка плаценты обладает более сильным тормозящим действием, чем вытяжка мякоти. Вытяжки вызывают у семян кок-сагыза более слабую задержку роста, чем у семян тыквы.

Гетероауксин в меньших концентрациях усиливает прорастание по сравнению с контролем, а в повышенной ($1 \cdot 10^{-2}$) тормозит. В комбинации с тормозящими веществами он проявляет свое действие по-разному. В соотношениях 1/2 : 1/2 к инактиваторам гетероауксин снимает инактивирующее действие последних, но в различные сроки, в зависимости от его концентрации. При большей концентрации гетероауксина ($1 \cdot 10^{-2}$) прорастание наступает раньше, при меньшей ($1 \cdot 10^{-6}$) позже (см., например, табл. 3, варианты 4, 10, 14).

Это дает основание полагать, что поглощение или инактивация гетероауксина тормозящими веществами идет пропорционально количеству

* В постановке этих опытов принимала участие Л. П. Яневская.

Таблица 1

Прорастание семян различных растений на вытяжках из плодов тыквы (в %)

	6 XI	9 XI	12 XI	15 XI
--	------	------	-------	-------

Спиртовая вытяжка

Кок-сагыз (контроль) . . .	0	37,5	60	61,5
» на выт. плаценты	—	—	—	2,5
» » » мякоти . . .	—	—	—	7
» » » кожицы	—	1	6,5	27
Тыква (контроль)	1	14	14,5	15
» на выт. плаценты	—	—	—	—
» » » мякоти . . .	—	—	2	6
Перец (контроль)	0	5	7	8,5
» на выт. плаценты	—	—	0,5	1
» » » мякоти . . .	—	—	2	3,5
Огурец (контроль)	17	21,5	25	31
» на выт. плаценты	—	0,5	2,5	6
» » » мякоти . . .	—	1	3,5	7

Водная вытяжка

Кок-сагыз (контроль) . . .	8,5	50,5	70,5	73,5
» на выт. плаценты	—	—	—	13
» » » мякоти . . .	—	11,5	45	57
» » » кожицы	—	—	2,5	27
Тыква (контроль)	0,5	14,5	20	24
» на выт. плаценты	—	—	0,5	1,5
» » » мякоти . . .	—	4	4	4,5
Перец (контроль)	—	2	3	7,5
» на выт. плаценты	—	—	2,5	3
» » » мякоти . . .	—	—	6	6,5
Огурец (контроль)	20	23,5	23,5	28
» на выт. плаценты	—	2,0	7	7
» » » мякоти . . .	—	6,5	9	9

факт увеличения количества ауксинов в растении при выходе его из состояния покоя.

последних. Можно предположить, что при большой концентрации гетероауксина ($1 \cdot 10^{-2}$) не все его молекулы инактивируются молекулами ингибитора и оставшаяся непоглощенной незначительная их часть действует активирующе на плазму. Особенно ясным это становится в комбинациях гетероауксина с ингибиторами в соотношениях $1/3 : 2/3$ и $2/3 : 1/3$. При большей концентрации ингибиторов по сравнению с гетероауксином задержка в прорастании семян более сильная, в противоположном случае — более слабая. Настоящие выводы относятся не только к семенам тыквы, но и кок-сагыза.

Таким образом, эти данные находятся в согласии с ранее сделанным выводом о существовании тормозящих рост веществ и их непосредственным инактивирующем действии на ауксины. Отсюда становятся понятными факты уменьшения количества ауксина в растении, пребывающем в состоянии покоя в результате накопления ингибиторов, и

Таблица 2

Прорастание семян тыквы под влиянием спиртовой вытяжки тыквы в комбинации с гетероауксином (в %)

	13 XII	16 XII	19 XII	22 XII		13 XII	16 XII	19 XII	22 XII
Контроль (на воде) . . .	10	80	85	90	Гетероауксин $1 \cdot 10^{-4}$. . .	—	40	60	70
Спирт. вытяжка из плац.	—	—	—	—	То же Г $1/2 + В 1/2$. . .	—	—	10	30
Гетероауксин $1 \cdot 10^{-2}$. . .	—	—	25	40	» Г $2/3 + В 1/3$. . .	—	—	25	40
То же Г $1/2 + В 1/2$. . .	—	—	10	20	» Г $1/3 + В 2/3$. . .	—	—	—	10
» Г $2/3 + В 1/3$. . .	—	—	10	25	Гетероауксин $1 \cdot 10^{-6}$. . .	10	55	65	95
» Г $1/3 + В 2/3$. . .	—	—	—	20	То же Г $1/2 + В 1/2$. . .	—	—	—	25
					» Г $2/3 + В 1/3$. . .	—	—	5	5
					» Г $1/3 + В 2/3$. . .	—	—	10	25

Таблица

Проращание семян кок-сагыза под влиянием задерживающих рост веществ из плодов тыквы в комбинации с гетероауксином (в %)

Варианты опыта		18 XII				21 XII				24 XII				27 XII			
		18 XII	21 XII	24 XII	27 XII	18 XII	21 XII	24 XII	27 XII	18 XII	21 XII	24 XII	27 XII	18 XII	21 XII	24 XII	27 XII
1	Контроль (на воде)	12	64	77	80	7	Гетероауксин 1·10 ⁻⁵	8.0	58	72	75						
2	Спирт. вытяжка из плац.	—	—	3	13	8	То же Г 1/2+В 1/2	—	5	17	38						
3	Гетероауксин 1·10 ⁻²	—	19	41	48	9	» Г 2/3+В 1/3	—	9	37	49						
4	То же Г 1/2+В 1/2	—	4,5	21	43	10	» Г 1/3+В 2/3	—	—	12	35						
5	» Г 2/3+В 1/3	—	18	45	67	11	Гетероауксин 1·10 ⁻⁶	10	64	76	81						
6	» Г 1/3+В 2/3	—	—	9	24	12	То же Г 1/2+В 1/2	—	4	4	4						
						13	» Г 2/3+В 1/3	—	11	14	16						
						14	» Г 1/3+В 2/3	—	—	0.5	—						

В отношении динамики физиологических процессов, протекающих в растении в фазе покоя, мы различаем три этапа: 1) этап вступления в состояние покоя или инактивация ростовых процессов, 2) этап защитный или переходный, когда инактиваторы начинают выполнять функцию положительного (защитного) характера, и 3) этап омоложения или выхода из состояния покоя, когда организм (клетка) освобождается от инактивирующего воздействия тормозящих рост веществ.

Одни растения входят в состояние покоя полностью. Все части их претерпевают физико-химические изменения, свойственные этому состоянию. У других только отдельные части переходят в состояние покоя, например клубни, корневища и т. д. В связи с этим целесообразно различать такие фазы покоя или омоложения у растений: 1) общая фаза, когда весь организм переходит в состояние покоя; 2) частная фаза, когда в покой впадают отдельные органы или ткани индивидуума; 3) клеточная фаза, когда в состоянии покоя находятся отдельные клетки организма.

Многолетним растениям присущи первая и третья и в отдельных случаях вторая фаза покоя, однолетним — только третья, двухлетним — вторая и третья фазы. Общая фаза покоя встречается и у однолетних растений, в семенах. Имеется она и у семян многолетних растений. Таким образом, всякому виду растения присущи свои фазы покоя или омоложения, сопровождающиеся всякий раз освобождением от накопившихся инактиваторов роста путем замедленных реакций с последующими физико-химическими изменениями протопласта.

Поступило
9 VII 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. А. Максимов, Краткий курс физиологии растений, 1941. ² Г. Молиш, Физиология растений как теория садоводства, 1933. ³ G. Gassner, Zell-Stimul. Forsch. hrsg. v. W. Popoff und W. Gleisberg, 2, 1936. ⁴ A. Th. Czaja, Ber. Deut. Bot. Ges., 52 (1934). ⁵ W. Zimmerman, Zs. f. Bot., 30, H. 1/6 (1936). ⁶ И. Дагис, Protoplasma, 28, (1935). ⁷ G. Avery and P. Barkholder, Am. Journ. Bot., 24 (1937). ⁸ В. Д. Тетюрев, Bot. журн. СССР, 25, № 6 (1940). ⁹ Т. Д. Лысенко, Агробиология, 1946, стр. 383. ¹⁰ Х. С. Коштоянц, ДАН, 36, № 2—3 (1942). ¹¹ И. П. Исып, Сов. бот., № 3 (1939). ¹² А. С. Ярковой, Сов. бот., № 3 (1939).