

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Г. И. ЛАШУК

**ЗНАЧЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ
СИНТЕЗА АЛКАЛОИДОВ У ВИДОВ NICOTIANA**

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 5 XI 1948)

Представления о локализации синтеза алкалоидов в листьях определили весь характер исследования этого вопроса: в качестве объекта исследования экспериментаторы обычно брали отделенные от растения листья и путем инъекции или инфильтрации в них различных веществ пытались подойти к объяснению этого интереснейшего синтеза (1-3). Как только прививки алкалоидных растений указали на невозможность синтеза алкалоидов без собственной корневой системы почти для всех видов рода *Nicotiana* (4-8), опыты с изолированными листьями утратили свое первоначальное значение, кроме случаев с вторичным превращением алкалоидов в листьях (9). Вместе с тем перед исследователями возникла задача объяснения этого загадочного влияния корневой системы на синтез алкалоидов, однако до сих пор мы почти не имеем экспериментальных работ в этом направлении. Опыты Даусона с изолированной культурой корней (10) не показательны в том смысле, что по ним нельзя судить, какая часть корня влияет на синтез алкалоидов. Кроме того, изолированный корень в несвойственной ему стерильной питательной среде представляет собой в значительной мере самостоятельный, состоящий из различно дифференцированных тканей организм, и его деятельность несравнима с деятельностью корневой системы, когда она является неотъемлемой частью растения и находится в свойственной ей почвенной среде. В окружающей корень стерильной питательной среде находятся не только элементы водного и минерального питания, но и органическое, в частности, углеводное питание. В этом случае взаимодействие корня со средой будет совсем иное, чем в естественной почвенной среде. Вот почему мы обратились к методу прививок, так как этот метод позволяет изучать деятельность отдельных органов не в изолированных условиях, а в нормально функционирующем организме.

Мы ставили себе целью выяснить: 1) какая часть корня является определяющей в процессе синтеза алкалоидов? 2) каково влияние наиболее существенных функций корней (процесса минерального и водного питания) на зависимость синтеза алкалоидов от корневой системы?

Чтобы ответить на первый вопрос, нами были осуществлены корневые вставки табака (сорт «Американ 572») в растение томата (сорт «Чудо рынка»). Производилась эта хирургическая операция следующим образом: отрезок корня табака длиной 10—15 см и диаметром 0,7—1 см прививался своим морфологически нижним концом в основание стебля томата, морфологически верхним — в боковую ветвь томатного растения (рис. 1). Сам корень и места прививок обкладывались мхом, который периодически увлажнялся. Боковая ветвь томата постепенными надрезами отделялась от центрального стебля с таким расчетом, чтобы поступление воды и пластических веществ направить через вставку корня. После срастания мест прививок боковая ветвь окончательно от-

делялась от центральной, которая впоследствии также удалялась. Следует отметить, что данная операция удаётся с большим трудом. Несмотря на тщательность ее проведения, мы получили из 105 операций только 8 вполне удовлетворяющих нас прививок. Успех зависит от регулирования влажности и выбора момента отделения боковой ветви от центральной.

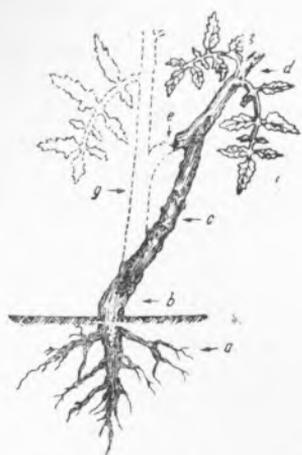


Рис. 1. *a* — корень томата, *b* — основание стебля томата, *e* — корень табака, *d* — боковая ветвь томата, *g* — центральный стебель томата, *e* — место отделения боковой ветви от центральной

В дальнейшем возможно было вставленные участки корней табака путем присыпки влажным песком превратить в различные зоны центральной оси корня томата. Постоянное наблюдение за вставленными участками посредством осторожного отгребания песка позволяло контролировать возникновение и развитие первичных корешков. Опыт длился 1 мес. 20 дней, начиная с момента полного срастания прививок.

Были проделаны следующие варианты опыта. Вставленный участок корня табака превращен частью в корневую шейку, частью в стебель томатного растения (вариант *a*). Вставленный участок корня табака превращен в зону центральной оси корня томата, причем возникающие первичные корешки в первом случае постоянно удалялись (вариант *b*), во втором случае полностью не удалялись, но их развитие регулировалось в пределах наличия небольшого числа корешков в 1—4 см длины, без боковых разветвлений (вариант *в*); наконец, в третьем случае развитие

первичных корешков и их дальнейшее ветвление ничем не ограничивалось (вариант *г*).

Анализ образцов подопытных томатных растений на процентное содержание алкалоидов в высушенных листьях показал следующее: ва-

Растение и среда к питательной смеси	Полное минеральное питание			Пита	
	корни томата	корни табака или махорки	листья и стебли табака или махорки	корни томата	корни табака или махорки
Табак (среда — кварцевый песок)	0,78 87	0,93 65	2,8 437	0,09 85	0,31 29
Махорка (среда — толченное стекло)	следы 102	0,29 8	0,21 599	0,01 114	0,20 3
Махорка (среда — стеклянная вата)	0,15 74	0,78 25	3,3 505	следы 91	0,08 5
Махорка (среда — кварцевый песок)	0,10 116	0,51 41	1,95 853	0,31 101	0,82 62

* Анализ производился по средней пробе каждой части растения пикратным в знаменателе — вес сырой массы в г.

риант а — алкалоидов нет; вариант б — следы алкалоидов; вариант в — 0,127%, вариант г — 0,327%. Анализ производился по средней пробе каждого образца методом осаждения пикриновой кислотой по Пфулю⁽¹¹⁾.

Эти данные позволяют заключить, что ни корневая шейка, ни стебель, равно как и вторичное строение корня не оказывают никакого влияния на синтез алкалоидов. Это влияние начинает сказываться лишь тогда, когда появляются активные точки роста первичных корешков, причем чем их больше, тем выше содержание алкалоидов (ср. варианты в и г). Наличие следов алкалоидов в варианте б объясняется тем, что точки роста корней все же появлялись, хотя в дальнейшем их деятельность прекращалась постоянным удалением. Таким образом, данный опыт указывает на зависимость синтеза алкалоидов не вообще от корня, а от определенной его части — первичных корешков с их точками роста, в образовании которых принимает участие весь растительный организм как целое.

Чтобы ответить на второй вопрос, растения табака (сорт «Американ 572») и махорки (сорт «Зеленая высокорослая») в рассадном состоянии мы прививали на штамбовый томат в стадии 2—4 настоящих листьев. Как известно, ни табак, ни махорка, привитые на томат, в своем дальнейшем развитии не синтезируют алкалоидов⁽⁶⁾. По мере развития подвойных томатов их листья и точки роста удалялись. При достижении размера 30—35 см нижние листья табачков и махорок, привитых на томатные корни, удалялись, а их стебли, начиная от места прививки и выше, заключались в распиленные надвое половинки цветочных горшков. После этого половинки горшков соединялись накрепко и места их соединения заливались расплавленным воском. Горшки наполнялись индифферентной для корней средой: кварцевым песком, толченым стеклом, стеклянной ватой. Повторности: для табака — 1 (среда — кварцевый песок), для махорки — 3 (среды — кварцевый песок, толченое стекло, стеклянная вата). Каждая повторность имела 5—6 различных комбинаций элементов минерального питания, а именно: полная смесь Кноппа, дистиллированная вода и затем питательные смеси пооче-

Таблица 1*

тательные смеси с исключением различных элементов питания									Дистиллированная вода			
— К			— Р			— N						
листья и стебли табака или махорки	корни томата	корни табака или махорки	листья и стебли табака или махорки	корни томата	корни табака или махорки	листья и стебли табака или махорки	корни томата	корни табака или махорки	листья и стебли табака или махорки	корни томата	корни табака или махорки	листья и стебли табака или махорки
1,4 395	0,07 67	0,30 16	1,19 381	0,65 39	0,67 11	2,6 97	0,01 9	0,32 10	0,63 69	следы 15	0,7 24	1,3 55
следы 520	0,14 89	0,62 28	1,1 500	0,01 88	1,2 14	2,81 360	следы 69	0,31 18	0,47 230	— 72	0,37 16	0,36 210
0,14 430	0,23 62	0,95 31	3,77 392	0,08 61	0,26 5	0,97 211	0 38	— 2	следы 145	— —	— —	— —
2,15 875	0,03 90	— 2	следы 741	0,87 101	1,41 35	3,9 501	0,09 45	0,62 23	0,71 281	— —	— —	— —

методом Пфуля⁽⁸⁾. В числителе — содержание алкалоидов в % к сухой массе,

редно, исключая N, P, Mg, K. Эти питательные смеси в виде растворов вливались в горшки, наполненные индифферентной средой. Таким образом, корни табака или махорки находились в контролируемой нами среде.

Всего растений, включенных в опыт, было 22 (16 махорочных — 3 повторности и 6 табачных — 1 повторность). В действительности же мы имели 63 таких растений с собственной и томатной корневыми системами, но необходимое условие отобрать в каждую повторность растения, однородные по размерам, по сростанию с подвоем, по одновременному возникновению собственных корней, ограничило число подопытных растений. Но даже этот выбор не мог обеспечить вполне равные возможности дальнейшего развития вызванных корней, которое зависит от многих трудно учитываемых причин. Начиная с момента появления собственных корней опыт длился 2 мес. 10 дней. В анализ поступали следующие части каждого растения: часть корней томата, которую было возможно извлечь из земли; вызванные на стебле первичные корни табака или махорки; листья и мелкие, еще не одревесневшие стебли табака или махорки. Сырой вес каждой части предварительно определялся.

Приведенные в табл. 1 данные анализов позволяют отметить следующее:

1. Вызванные собственные придаточные корни привитых на томат растений табака или махорки в сильной мере влияют на урожай сырой массы этих растений. При этом имеет значение не столько масса вызванных корней, сколько среда, в которой они находятся. Как видим, мощность растения вполне закономерно убывает от полного минерального питания к дистиллированной воде через последовательные исключения из питательной смеси магния, калия, фосфора и азота.

2. На содержание алкалоидов в надземной части растения влияют два фактора, которые взаимно накладываются друг на друга: а) масса вызванных корней табака или махорки относительно к массе надземной части и массе томатных корней и б) качество минерального питания. Легко заметить, что отсутствие азота снижает, а отсутствие фосфора повышает содержание алкалоидов. Все же основным фактором повышения содержания алкалоидов остается относительная масса вызванных корней табака или махорки.

3. Состав минерального питания вызванных корней табака или махорки (см. варианты с исключением отдельных элементов), равно как и его полное отсутствие (см. варианты с дистиллированной водой) не снимают зависимости синтеза алкалоидов от корневой системы, а лишь влияют на его количественное выражение. Более того, дополнительные опыты с табаком, привитым на томат, у которого вызваны воздушные корни во влажной камере, также не исключают этой зависимости.

В итоге, есть основание предполагать, что зависимость синтеза алкалоидов от корневой системы состоит не в самой деятельности корней, а в процессе корнеобразования, в котором принимает участие весь растительный организм как целое. Алкалоиды, очевидно, образуются не корнями, а в процессе образования корней — вот то положение, разработка которого является следующей нашей задачей.

Государственный Никитский
ботанический сад им. В. М. Молотова

Поступило
29 IX 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. А. Кузьменко, Физиология образования никотина у табака, Докторская диссертация, Киев, 1940. ² К. Т. Сухоруков и Н. А. Бородулина, Изв. АН СССР, ОМОН, 1517 (1932). ³ А. В. Владимиров, ДАН, 23, № 7 (1939). ⁴ А. Шмук, Д. Костов и А. Бороздина, ДАН, 25, № 6 (1939). ⁵ А. А. Шмук, А. И. Смирнов и Г. С. Ильин, Доклады ВАСХНИЛ, в. 1—2 (1942). ⁶ А. А. Шмук, Усп. совр. биол., 21, в. 1, 109 (1946). ⁷ М. М. Тушнякова, Рефераты АН СССР, отх. биол. наук, 85 (1944). ⁸ Г. И. Лашук, ДАН, 60, № 8 (1948). ⁹ Г. С. Ильин, ДАН, 59, № 1 (1948). ¹⁰ R. F. Dauson, Am. J. Botany, 29, 10, 813 (1942). ¹¹ А. А. Шмук, Химия табака и махорки, 1938, стр. 146—148 и др.