

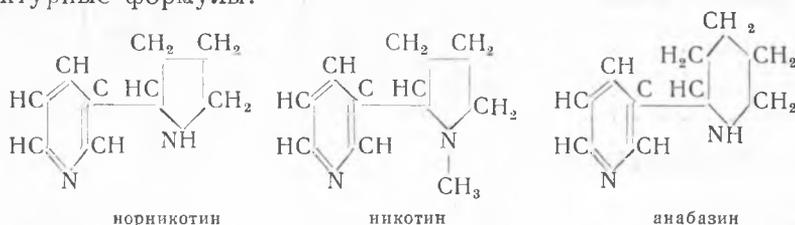
Г. ИЛЬИН

## ДЕМЕТИЛИРОВАНИЕ НИКОТИНА В РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКЕ

(Представлено академиком А. И. Опариным 22 IX 1947)

Исследуя алкалоиды привитых растений амфидиплоида *Nicotiana rustica* × *Nicotiana glauca* ( $2n = 36$ ), мы нашли, что в его корнях содержатся никотин и анабазин, а в листьях — норникотин и анабазин. Привитый на норникотинное растение *Nicotiana glutinosa* томат содержит никотин вместо ожидаемого в данном случае норникотина<sup>(3)</sup>. Аналогичные результаты получил R. Dawson<sup>(1)</sup>.

Присутствующие в этих растениях алкалоиды имеют следующие структурные формулы:



Данное явление, когда корневая система и надземная часть растения отличаются по структуре содержащегося в них алкалоида, представляет большой интерес с точки зрения биологии.

Различие сводится к тому, что в корневой системе мы находим никотин, т. е. третичное основание с метильной группой у азота в пиррольном кольце, а в листьях имеется алкалоид, не содержащий этой метильной группы (норникотин) или содержащий шестичленный цикл вместо пятичленного (анабазин). Возникло предположение, не образуются ли эти алкалоиды из никотина, поступающего из корней: норникотин за счет деметилирования никотина и анабазин путем расширения цикла за счет метильной группы никотина.

Для экспериментальной проверки этого предположения мы провели опыты по введению никотина в листья растений методом вакуум-инfiltrации А. Л. Курсанова<sup>(3)</sup>. Для опыта брались половинки листьев без средней жилки; одна часть половинок инfiltrировалась раствором никотина и являлась опытной, а другая часть инfiltrировалась водой и служила контролем. Листья выдерживались во влажной камере на рассеянном свете в течение 48—72 час. После экспозиции листья фиксировались высушиванием при 80° С и поступали на анализ. Определение алкалоидов производилось по методу А. А. Шмука и А. С. Бороздиной<sup>(5)</sup>. Выделенные пикраты алкалоидов служили для их идентификации по температуре плавления. Результаты сведены в табл. 1, причем данные пересчитаны в мг на 1 г сухого веса.

В первом опыте были взяты листья *Nicotiana glutinosa* и инfiltrировались 0,01 М раствором никотина, экспозиция 72 часа. Абсо-

Таблица 1

## Содержание алкалоидов в листьях

	Сумма алкалоидов в мг в 1 г	Никотин, мг	Вторичные основания, мг	Т. пл. пикратов выделенных алкалоидов, ° С		
				норникотина	анабазина	никотина
<i>I. Nicotiana glutinosa</i>						
1. Контроль . . . . .	10	0	10	—	—	—
2. Опыт . . . . .	17	0	17	187—189	—	—
<i>II. Амфидиплоид</i>						
9. Контроль . . . . .	9	0	9	—	—	—
10. Опыт . . . . .	18	1,4	16	187—190	202	—
11. Контроль . . . . .	10	0	10	—	—	—
12. Опыт . . . . .	23	6	17	—	203	—
<i>III. Амфидиплоид</i>						
6. Контроль . . . . .	22	0	22	187—190	203	—
6а. Опыт . . . . .	40	0	40	—	203	—
7. Контроль . . . . .	30	0	30	188	205	—
7а. Опыт . . . . .	46	следы	46	—	203	—
<i>Nicotiana glauca</i>						
4. Контроль . . . . .	49	0	49	—	203	—
4а. Опыт . . . . .	73	0	73	—	205	—
5. Контроль . . . . .	46	0	46	—	—	—
5а. Опыт . . . . .	59	7	52	—	—	216
<i>IV. Nicotiana glauca</i>						
1. Контроль . . . . .	20	0	20	—	—	—
1а. Опыт . . . . .	29	8	21	—	—	218
2. Контроль . . . . .	17	0	17	—	205	—
2а. Опыт . . . . .	35	8	27	—	203	217
<i>V. Nicotiana glauca</i>						
1. Контроль, листья . . . . .	22	0	22	—	205	—
1а. Опыт, листья . . . . .	30	4	26	—	205	217
3. Контроль, черешки . . . . .	24	0	24	—	203	—
3а. Опыт, черешки . . . . .	34	3	31	—	205	—

лютное количество инфильтрированного никотина было 7 мг, однако после опыта никотин в листьях не был обнаружен. Выделенный из нитрозосоединения алкалоид дал пикрат с т. пл. 187—189°, т. е. является норникотином — алкалоидом, обычно свойственным этому растению.

Второй опыт проведен с листьями амфидиплоида, причем в пробах 9 и 10 были взяты старые листья, а в 11—12 молодые. Инфильтрация проводилась 0,01 М раствором никотина, экспозиция 67 час. Количество введенного в листья никотина в обоих случаях было довольно значительным и превышало в два раза исходное содержимое алкалоидов. К концу опыта содержание никотина резко снизилось — до 1,6 мг. Т. пл. полученных пикратов алкалоидов совпадает с т. пл. пикратов норникотина и анабазина. Таким образом, мы наблюдаем превращения никотина, в результате которого образуются алкалоиды, являющиеся вторичными основаниями и присущие данному растению.

В третьем опыте 3 III были взяты листья амфидиплоида *Nicotiana glauca* и инфильтрированы раствором 0,01 М никотина, экспозиция 48 час.

Листья амфидиплоида по сумме содержащихся в них алкалоидов после инфильтрации значительно отличаются от контрольных. Выделенный никотин к концу опыта в пробе 6а совершенно исчез; в пробе 7а его оставалось меньше 1 мг (в табл. 1 указаны следы). Т. пл. пикратов выделенных алкалоидов контрольных проб совпадает с т. пл. пикратов норникотина и анабазина; т. пл. пикратов опытной пробы совпадает с т. пл. пикратов анабазина.

Как показывают данные анализа суммы алкалоидов, количество их в опытных пробах выше контрольных за счет введенного в них никотина. К концу опыта в опытной пробе 4а никотин не обнаружен, а в 5а его осталось только 7 мг. Т. пл. пикрата последнего близка к т. пл. пикрата никотина. Т. пл. пикрата алкалоида, выделенного из нитрозосоединения пробы контроля 4 и опыта 4а, совпадает с т. пл. пикрата анабазина.

В четвертом опыте 7 III были взяты листья *Nicotiana glauca* и инфильтрированы 0,02 М раствором никотина, экспозиция 68 час. В обоих опытных пробах осталось значительное количество никотина. Т. пл. пикрата выделенного алкалоида совпадает с т. пл. пикрата никотина и т. пл. пикрата анабазина.

В заключение 5 VI был поставлен опыт с листьями и черешками листьев *Nicotiana glauca*, инфильтрированными 0,02 М раствором никотина, экспозиция 48 час. После опыта приблизительно только половина введенного никотина была найдена в листьях и одна треть — в черешках. Здесь, как и в предыдущем опыте, наблюдается превращение никотина, но более слабое по сравнению с предыдущими опытами. Растения к этому времени начали интенсивно расти, листья находились в периоде полного развития и, повидимому, ферментная система листьев в зимний период покоя обладает большей способностью превращать введенный извне никотин в свойственный данному растению анабазин.

Распад никотина в листьях табака протекает с различной скоростью и зависит от возрастного состояния ткани листа (2). Этот процесс наблюдался нами и в листьях *Nicotiana glauca* (6). Однако продукты распада детально исследованы не были.

Прежде всего возникает вопрос: во что превращается никотин и каковы начальные стадии этого процесса?

Как видно из данных табл. 1, никотин в листьях *Nicotiana glutinosa* превращается в норникотин вследствие реакции деметилирования. В листьях амфидиплоида имеются два алкалоида: норникотин и анабазин; введенный никотин превращается в норникотин и анабазин. Здесь процесс идет в двух направлениях: образование норникотина происходит в результате деметилирования никотина, образование же анабазина может происходить путем расширения пирролидинового кольца никотина. В листьях *N. glauca* имеет место также превращение никотина. Однако скорость этого процесса выражена слабее, чем в предыдущих опытах с листьями *N. glutinosa* и амфидиплоида. Превращение никотина, повидимому, идет по пути расширения цикла за счет метильной группы никотина с образованием анабазина.

Реакции переноса метильных групп для некоторых биологически важных органических соединений имеют большое значение в обмене веществ растительного и животного организмов. В подробном обзоре С. А. Нейфаха „О биологическом метилировании и трансметилировании“ (4) этот вопрос освещен, но почти все работы касаются опытов, проведенных с животной тканью, и совершенно нет опытов с тканями высших растений.

В данной работе мы сделали первую попытку экспериментально воспроизвести тот сложный процесс, который протекает в листьях *Nicotiana glutinosa* и амфидиплоида, т. е. превращение никотина в норникотин. Повидимому, в листьях этих растений имеется специфическая ферментная система, благодаря которой и осуществляется реакция деметилирования никотина, и никотин может являться в данном случае одним из компонентов в реакциях переметилирования. Что является акцептором метильной группы в данной реакции, мы пока не знаем. Нам удалось лишь показать, что группа  $=N-CH_3$  является наиболее реактивной и никотин, вероятно, может принимать участие в общем цикле биохимических превращений в растительной клетке.

Институт биохимии им. А. Н. Баха  
Академии Наук СССР

Поступило  
22 IX 1947

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> R. F. Dawson, Amer. J. Bot., 32, 416 (1945). <sup>2</sup> Г. С. Ильин, Тр. Ин-та табачн. пром., в. 104 (1933). <sup>3</sup> А. Л. Курсанов, Обратимое действие ферментов в живой растительной клетке, М., 1940. <sup>4</sup> С. А. Нейфах, Усп. соврем. биологии, 23, 1 (1947). <sup>5</sup> А. А. Шмук и А. С. Бороздина, ЖПХ, 12, 1582 (1939). <sup>6</sup> А. Шмук, Г. Ильин и А. Смирнов, Доклады ВАСХНИИ, № 1—2, 20 (1942).