

Г. С. ИЛЬИН

ОБРАЗОВАНИЕ НОРНИКОТИНА В РАСТЕНИЯХ РОДА *NICOTIANA*

(Представлено академиком А. И. Опариным 6 VII 1948)

Настоящая работа была проведена в развитие наших исследований по изменению содержания алкалоидов в привитых растениях табака (3,7-9). Мы ставили себе целью выяснить образование норникотина в растениях некоторых видов рода *Nicotiana* и участие собственной корневой системы в этом процессе.

Если для синтеза никотина была показана полная зависимость его от собственной корневой системы табака, то для анабазина таковая не установлена, и синтез его протекает одинаково во всех органах растения. Что же касается синтеза норникотина в растениях, то вопрос оставался до сих пор открытым; часть опытов, проведенных с прививками растений, содержащих норникотин, не дала положительного ответа, а полученные результаты требовали соответствующей проверки (9). Кроме того, решение данного вопроса помогло бы нам объяснить наблюдающуюся закономерность в присутствии норникотина как сопутствующего алкалоида в некоторых растениях рода *Nicotiana*.

Для ответа на поставленный вопрос были проведены специальные опыты с прививками норникотинных растений по следующей схеме:

1. *N. glutinosa* на томат и обратно.
2. *N. glutinosa* на табак и обратно.
3. *N. glutinosa* на *N. glauca* и обратно.

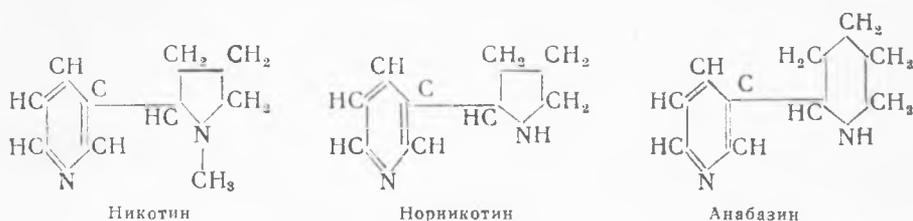
Место прививки выбиралось возможно ближе к основанию стебля, причем листья подвоя удалялись*.

После прививки растения выращивались на участке и поступали на анализ, предварительно высушенными при температуре 80°. Анализ полученного материала производился по методу А. А. Шмука и А. С. Бороздиной с последующим выделением и идентификацией полученных алкалоидов по температурам плавления их пикратов (6).

Материал экстрагировался серным эфиром и в вытяжке определялась общая сумма алкалоидов титрованием серной кислотой. После отгона эфира водный раствор алкалоидов нитрозировался, причем полученные нитрозосоединения вторичных оснований при дальнейшем осаждении пикриновой кислотой оставались в растворе, третичные же основания не вступали в реакцию с азотистой кислотой и выпадали

* Опыты проводились в оранжерее Института генетики в течение 1945—1946 гг.; за предоставленную возможность их осуществления выражаю глубокую благодарность В. Н. Столетову.

в виде желтого кристаллического осадка. Это давало возможность определить количественно никотин как третичное основание, норникотин и анабазин как вторичные основания, присутствующие в качестве главных алкалоидов в растениях данной схемы прививок.



Nicotiana glutinosa содержит алкалоид норникотин. Прививки этого растения на томат оказались безалкалоидными растениями. Таким образом, собственная корневая система этого растения является ответственной за синтез в нем алкалоидов. В этом отношении процесс образования норникотина в *N. glutinosa* на первом этапе является аналогичным процессу образования никотина в табаке.

Томат, привитый на *Nicotiana glutinosa*, становится алкалоидным растением, но, вместо ожидаемого в данном случае норникотина, в нем оказался никотин.

Никотин содержится в растениях табака, привитых на *Nicotiana glutinosa*. В данном случае табак синтезирует свойственный ему алкалоид, как и на собственной корневой системе, и, таким образом, корни *N. glutinosa* вместе с надземной частью привитого табака представляют собой единую систему, обеспечивающую синтез никотина.

Nicotiana glutinosa, привитая на табак, содержит норникотин — типичный алкалоид для данного растения, т. е. корни табака вместе с надземной частью привитого растения *N. glutinosa* по характеру своей деятельности приближаются к корням данного растения, вполне их заменяя и обеспечивая синтез алкалоида норникотина.

Так как томат, привитый на *Nicotiana glutinosa*, содержит никотин, и табак, привитый на *N. glutinosa*, продолжает синтезировать никотин, образование которого, в свою очередь, связано с деятельностью собственной корневой системы табака, то логически следует, что корни *N. glutinosa* образуют никотин.

Анализ корней *Nicotiana glutinosa* полностью подтвердил данное предположение — мы нашли в корнях этого растения никотин. Никотин и норникотин выделены нами и идентифицированы по температурам плавления их пикратов, типичных для данных алкалоидов.

Nicotiana glutinosa, привитая на *N. glauca*, полностью лишается способности к синтезу свойственного ей алкалоида норникотина и содержит только анабазин — алкалоид *N. glauca*. Это является вполне закономерным, так как *N. glutinosa*, привитая на томат, совсем не содержит алкалоидов, а в данном случае синтез алкалоидов зависит от характера подвоя, т. е. *N. glauca*, которая обуславливает образование анабазина в привое *N. glutinosa*.

Nicotiana glauca, привитая на *N. glutinosa*, сохранила свойственный ей алкалоид анабазин, наряду с которым, согласно нашим прежним данным, находится и норникотин (9).

Выделенные алкалоиды имеют температуру плавления пикратов, характерные для анабазина и норникотина.

Особое значение представляют данные по анализу контрольных растений *Nicotiana glutinosa*.

В работах R. F. Dawson'a (1) и А. А. Шмука и А. С. Бороздиной (9) *Nicotiana glutinosa* относится к растениям, содержащим норникотин,

Содержание алкалоидов в привитых растениях

Название растений	Сумма алкалоидов, %	Никотин, %	Норникотин, %	Анабазин, %	Т. пл. пикратов выделен. алкалоидов, °С		
					никотина	норникотина	анабазина
<i>N. glutinosa</i> на томате № 64, 66	0	—	—	—	—	—	—
Томат на <i>N. glutinosa</i> , №№ 59, 63, 65	1 18	1,18	—	—	218	—	—
<i>N. glutinosa</i> на <i>N. tabacum</i> { № 196	0,67	0	0,67	—	—	187—188	—
{ № 198	0,90	0	0,90	—	—	187—188	—
<i>N. tabacum</i> на <i>N. glutinosa</i> { № 195	0,67	0,65	0	—	218	—	—
{ № 199	1,26	1,23	0	—	218	—	—
<i>N. glutinosa</i> на <i>N. glauca</i> { № 302	0,18	0	—	0,18	—	—	201—203
{ № 304	0,22	0	—	0,22	—	—	201—203
<i>N. glauca</i> на <i>N. glutinosa</i> { № 297	1,13	0	—	1,13	—	—	200—203
{ № 299	1,50	0	—	1,50	—	—	203—204
Контрольные растения							
<i>N. glutinosa</i>	0,22	0	0,22	—	—	184—186	—
<i>N. tabacum</i>	0,90	0,78	—	—	217	—	—
<i>N. glauca</i>	0,92	—	0	0,92	—	—	205

наряду с которым в небольших количествах присутствует никотин. По данным Н. Smith и G. Smith⁽⁴⁾, в *N. glutinosa* найден только алкалоид норникотин.

Открытие никотина в привоях томата на *Nicotiana glutinosa* побудило нас к поискам никотина в разных органах *N. glutinosa*. В листьях мы не нашли никотина, в черешках листьев обнаружили 0,22% никотина, в стеблях 0,19% никотина, в корнях 0,17% никотина.

Распределение алкалоидов в *Nicotiana glutinosa* представляет самостоятельный интерес и заставляет нас по-новому подойти к содержанию алкалоидов в растениях и в первую очередь с точки зрения их химической структуры, что вскрывает возможные пути их образования и участие в обмене веществ растительного организма.

Исходя из прежних исследований о локализации синтеза никотина в корнях, нам удалось подтвердить это положение на примере *Nicotiana glutinosa* и показать дальнейшее превращение никотина в норникотин, причем этот процесс имеет наиболее яркое выражение в листовых пластинках.

Результаты наших опытов совпадают с данными Dawson'a⁽¹⁾.

Следовательно, корни и листья *Nicotiana glutinosa* отличаются по характеру содержащихся в них алкалоидов, причем это различие сводится к тому, что вместо метильной группы у азота пирролидинового кольца никотина становится водород и появляется, таким образом, вместо третичного уже вторичное основание — норникотин.

Здесь мы наблюдаем чрезвычайно интересное явление превращения никотина в норникотин, причем метильная группа может подвергаться в ходе этого процесса окислению и освобождаться в виде карбоксила, что обычно имеет место в лабораторных условиях⁽⁵⁾.

Однако мы предполагаем возможным отщепление метильной группы как таковой под влиянием специфической ферментной системы и

перенос ее на другие соединения. В таком случае никотин может вовлекаться в общий цикл биохимического процесса и играть определенную роль своей активной $=N-CH_3$ группой, принимая участие в реакциях трансметилирования, широко распространенных и имеющих большое биологическое значение в живых организмах.

Способность листьев *Nicotiana glutinosa* к превращению никотина в норникотин была показана нами в опытах по инфльтрации в них никотина (2), что служит подтверждением сделанных нами наблюдений и выводов из них.

1. Никотин является источником для образования норникотина, и последний часто присутствует в качестве сопутствующего алкалоида в растениях, для которых никотин является главным алкалоидом. Повидимому, норникотинные растения обладают способностью превращать никотин в норникотин, а это свойство в никотинных растениях выражено в чрезвычайно слабой степени, чем и объясняется присутствие в них норникотина лишь в качестве сопутствующего алкалоида.

2. Установлен факт содержания двух близких по своей химической структуре алкалоидов в разных органах и частях одного и того же растения, причем выяснена полная зависимость образования норникотина от первоначального синтеза никотина. Это дает нам основание выдвинуть как следствие настоящей работы положение о совместном нахождении норникотина и никотина как системы, определившейся в результате хода эволюционного процесса в растениях некоторых видов рода *Nicotiana*.

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

Поступило
3 VII 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ R. F. Dawson, Am. J. Bot., 32, 416 (1945). ² Г. С. Ильин, ДАН, 59, № 1 (1948). ³ Г. С. Ильин, Биохимия, 13, № 2, 193 (1948). ⁴ H. Smith and G. Smith, J. Agric. Res., 65, № 7, 347 (1942). ⁵ А. Садыков, ЖОХ, 17, в. 9, 1710 (1947). ⁶ А. А. Шмук и А. С. Бороздина, ЖПХ, 12, 1582 (1939); ДАН, 32, № 1 (1941). ⁷ А. А. Шмук, А. П. Смирнов и Г. С. Ильин, ДАН, 32, 365 (1941). ⁸ А. А. Шмук, Г. С. Ильин и А. П. Смирнов, Доклады ВАСХНИЛ, 1—2, 20 (1942). ⁹ А. А. Шмук, А. П. Смирнов и Г. С. Ильин, там же, 3—4, 7 (1942).