

А. ШМУК, Д. КОСТОВ и А. БОРОЗДИНА

**ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА АЛКАЛОИДОВ У ТАБАКОВ ПРИ
ВЛИЯНИИ ПОДВОЯ НА ПРИВОЙ**

(Представлено академиком С. И. Васильевым 3 X 1939)

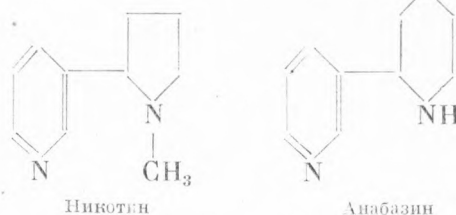
Изучение влияния подвоя на привой производилось до настоящего времени, главным образом, лишь со стороны наблюдаемых при этом морфологических изменений растений.

Значительно меньше имеется исследований, характеризующих закономерности в изменениях химического состава подвоя и привоя, причем в одних случаях констатировано передвижение веществ, например, в отношении алкалоидов (1, 2) и глюкозидов (3), в других же случаях, как, например, в отношении инулина, этого не наблюдается (4).

Согласно Н. П. Кренке (5), образование новых признаков у привоя может явиться не вследствие прямой передачи его из подвоя, а благодаря влиянию скрытых свойств самого привоя, получающих в новых условиях своего развития возможность резко проявить этот признак.

Представлялось весьма интересным изучить, как изменяются химические свойства алкалоидов у привитых растений *Nicotiana tabacum* и *Nicotiana glauca*.

Как известно, *N. tabacum* содержит в качестве главного алкалоида никотин, обычно сопровождаемый небольшим количеством сопутствующих алкалоидов, среди которых Ehrenstein'ом (6) и другими авторами было идентифицировано также присутствие анабазина. *Nicotiana glauca*, как это впервые констатировано нашими исследованиями, совсем не содержит никотина, а в нем содержится анабазин (7, 8).



А. Шмук и А. Бороздина разработали точный метод, позволяющий количественно определять оба алкалоида при их совместном присутствии.

Метод основан на том, что смесь выделенных из растений алкалоидов (экстракцией эфиром) обрабатывается азотистой кислотой; при этом никотин остается неизменным, а анабазин дает нитрозо-анабазин, который теряет способность реагировать с пикриновой кислотой, в то время как никотин реагирует, как обычно, и может быть определен по Pfl'ю (9).

Метод является весьма точным, но тем не менее аналитические результаты контролировались еще другой, открытой нами колориметрической реакцией на анабазин и никотин.

Если на водный раствор никотина или анабазина подействовать бромродановым реактивом в присутствии анилиновой воды, то оба алкалоида дают характерную желтую окраску, наступающую уже при совершенно ничтож-

ных концентрациях алкалоидов. При подщелачивании окрашенных растворов содой окраска никотина остается желтой, а окраска анабазина делается яркорозовой. Эта реакция позволяет как качественно отличить один алкалоид от другого, так и дает полную возможность удобного колориметрического количественного определения обоих алкалоидов.

При получении генеративных гибридных растений между *N. glauca* и *N. tabacum* в первом поколении, как это впервые показали наши исследования, всегда получаются растения, совершенно не содержащие никотина, а только анабазин.

В дальнейших исследованиях (10,11) эта закономерная особенность в наследовании анабазина и никотина была подтверждена в ряде работ.

Мы можем считать прочно установленным тот факт, что в первом поколении растений, происходящих от родителей, содержащих анабазин и никотин, всегда присутствует только анабазин.

Опыты с прививками *N. tabacum* на *N. glauca* и обратно для специального исследования изменений, происходящих в алкалоидном комплексе растений, были поставлены Д. Костовым.

Привитые друг на друга растения выращивались в течение 50—60 дней, затем отдельно собирались привой от подвоя и поступали в анализ, причем анализировались разные ярусы листьев, а также верхние и нижние части стеблей подвоя и привоя. В некоторых опытах листья подвоя сейчас же после прививки целиком обрывались для того, чтобы остановить процесс образования алкалоидов в подвое.

Контрольные растения *N. tabacum* и *N. glauca*, выращенные в тех же условиях, как и привитые растения, содержали следующие количества алкалоидов:

	Анабазин %	Никотин %
<i>N. tabacum</i> :		
стебли	Нет	0.43
листья	»	0.74
<i>N. glauca</i> :		
стебли	0.13	Нет
листья	0.79	»

Распределение алкалоидов у привитых друг на друга растений было следующим:

Опыт I. <i>N. tabacum</i> —привой <i>N. glauca</i> —подвой (без листьев)		Анабазин (в % к абсолютно сухо- му веществу)	Никотин
Подвой <i>N. glauca</i>	стебли (листья подвоя оборваны)	0.07	Следы
Привой <i>N. tabacum</i>	стебли, нижняя часть	0.19	Нет
	» верхняя »	0.12	»
	листья нижние	0.53	»
	» верхние	0.23	»
Опыт II. <i>N. tabacum</i> —привой <i>N. glauca</i> —подвой (листья подвоя оставлены)		Анабазин	Никотин
Подвой <i>N. glauca</i>	нижняя часть стебля	0.22	Следы
	верхняя » »	0.17	»
	верхние листья	2.27	0.02
	нижние »	2.11	0.07
Привой <i>N. tabacum</i>	стебли	0.58	Нет
	листья	0.86	»

Анализы ясно показывают, что в тех случаях, когда *N. tabacum* прививают на *N. glauca*, происходит крайне резкое изменение в составе алкалоидов. Привой *N. tabacum* совершенно лишается типичной для него способности накапливать никотин и содержит только анабазин, т. е. алкалоид своего подвоя. При этом это никак нельзя рассматривать, как передвижение алкалоида анабазина из подвоя в привой, ибо даже в тех случаях, когда у подвоя *N. glauca* листья были оборваны и, следовательно, процесс образования анабазина был подавлен (что сказалось на крайне малом содержании анабазина в стебле *N. glauca*), все же в привое *N. tabacum* количество анабазина сравнительно велико и листья табака содержат анабазина больше, чем стебель табака; следовательно, в листьях привитого табака, несомненно, идет синтез анабазина вместо никотина.

То же нарушение обычного для табака процесса образования алкалоида и накопление анабазина вместо никотина имеют место также в том случае, когда подвой *N. glauca* сохранил свои листья и, следовательно, когда в нем шел нормальный синтез анабазина. Однако в этом случае образование анабазина в привое табака стало более интенсивным и даже превысило содержание алкалоида в контрольном табаке, растущем в обычных условиях.

Все это ясно свидетельствует о глубоком нарушении процесса синтеза алкалоида в привитом табаке и о сильнейшем действии подвоя на привой.

Любопытно, что никотин находится в системе привитых растений в совершенно ничтожных количествах и обнаруживается лишь в подвое *N. glauca*, в котором он в нормальных условиях роста этого растения до сего времени ни разу не был обнаружен. Распределение никотина по частям подвоя (*N. glauca*) является довольно равномерным как в стеблях, так и в листьях, что указывает на то, что никотин не образовался в подвое в результате синтетических процессов, а перешел в подвой и распределился в нем из привоя (из *N. tabacum*).

В привитых растениях как в подвое, так и в привое анабазин сильнейшим образом доминирует над никотином, напоминая нам в этом отношении первое поколение генеративных гибридов *N. tabacum* и *N. glauca*, в которых также анабазин полностью доминирует над никотином.

Несколько иные соотношения в содержании алкалоидов наблюдаются в том случае, когда *N. tabacum* служит подвоем, а *N. glauca* привоем.

В том случае, когда и подвой и привой сохраняют свои листья, наблюдается присутствие обоих алкалоидов (как никотина, так и анабазина) в подвое и в привое.

Опыт	III. <i>N. tabacum</i> —подвой <i>N. glauca</i> —привой	Анабазин Никотин		
		(в % к абсолютно сухому веществу)		
Подвой <i>N. tabacum</i>	{	стебли	1.29	0.87
		листья	0.66	1.89
Привой <i>N. glauca</i>	{	стебли	1.86	0.11
		листья	3.24	0.01

Обращает внимание гораздо более значительное накопление анабазина в листьях *N. glauca*, привитом на табаке, чем в контрольном растении *N. glauca*.

Содержание никотина в привитом *N. glauca* очень невелико; весьма вероятно, что он попал диффузно из подвоя (*N. tabacum*), так как содержание никотина в листьях *N. glauca* в десять раз меньше, чем в стебле. Такое

распределение алкалоидов является совершенно необычным для нормально растущего растения.

Подвой (*N. tabacum*) содержит как в стеблях, так и в листьях оба алкалоида, причем анабазин превалирует над никотином в стеблях и никотин над анабaziном в листьях. Это указывает, по видимому, на то, что *N. tabacum* сохраняет свой обычный тип синтеза никотина и анабазин поступает лишь диффузно из привоя, поэтому в стебле табака его значительно больше, чем в листьях.

В том случае, когда у подвоя *N. tabacum* были удалены листья, ход накопления алкалоидов несколько иной и мы находим:

Опыт	IV. <i>N. tabacum</i> —подвой <i>N. glauca</i> —привой	Анабазин (в % к абсолютно сухо- му веществу)	Никотин
Подвой	(листья удалены)		
<i>N. tabacum</i>	стебли	0.66	0.19
Привой <i>N. glauca</i>	стебли	1.55	0.01
	листья	2.69	0.02

В привое *N. glauca* идет нормальное образование анабазина, причем количество образующегося алкалоида также значительно выше, чем в контрольном растении, и влияние подвоя выразилось лишь в присутствии весьма незначительных количеств никотина, содержащихся как в стебле подвоя (*N. tabacum*), так и в стеблях и листьях *N. glauca*.

В свою очередь привой *N. glauca* обусловил накопление заметных количеств анабазина в стебле подвойного растения (*N. tabacum*).

Приведенные исследования с совершенной определенностью свидетельствуют о сильнейшем влиянии привитых растений друг на друга в отношении процесса накопления алкалоидов, причем намечаются следующие правильности.

1. Привитые растения часто накапливают значительно большие количества алкалоидов, чем контрольные растения.

2. В привитом на *N. glauca* табаке резко доминирует образование анабазина над никотином, что напоминает доминирование этого алкалоида в первом поколении генеративных гибридов.

3. Полное замещение никотина на анабазин в привитом табаке не является результатом передвижения анабазина из подвоя в привой, а есть следствие полного изменения биохимического процесса образования алкалоида в привое, совершившееся благодаря специфическому влиянию подвоя.

4. Исследование показывает исключительно сильное влияние подвоя на привой, что дает широкие возможности для вмешательства в химический состав растений и получения привитых растений с новым химическим составом.

Институт генетики
Академия Наук СССР

Поступило
4 X 1939

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ K. Linsbauer u. V. Grafe, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 24, p. 366—371 (1906). ² A. Meyer u. E. Schmidt, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., B. 25, H. 3 (1907). ³ L. Guignard, Ann. d. Scien. Natur. Botan., T. VI, 262—304 (1907). ⁴ L. Daniel, Comptes Rendus d. l'Ac. Sc. Paris, T. 175, 984 (1922). ⁵ Н. Кренке, Хирургия растений (1928). ⁶ Ehrenstein, Habil. Schrift., Berlin (1931). ⁷ Smith, Journ. Amer. Chem. Soc., V. 57, 959 (1935). ⁸ М. Хмура, Журн. прикл. химии, XI, 105 (1938). ⁹ В. Pfl u. S m i t t, Zeit. f. Unters. d. Lebensmit., 54—60 (1927). ¹⁰ Д. Ростов, ДАН, XXII, № 3 (1939). ¹¹ Г. Жуков, ДАН, XXII, стр. 116 (1939).