

Г. С. ильин

СИНТЕЗ АЛКАЛОИДОВ В ИЗОЛИРОВАННЫХ ПРИВОЯХ ТАБАКА

(Представлено академиком А. И. Опариным 2 I 1948)

Каждый орган в жизни растений выполняет определенную функцию, но, помимо своего прямого назначения, в некоторых случаях он может проявлять и специфические свойства, закрепленные в нем эволюционным процессом. Например, табак, привитый на томате, развивается вполне нормально и по внешнему виду в нем не замечается особых различий от контрольных растений, т. е. корневая система растения другого вида вполне обеспечивает потребность табака в воде и питательных веществах для завершения полного цикла его развития. Однако это растение в данном случае не содержит никотина, типичного алкалоида табака (1). Значит, корни одного вида растения не могут выполнять всех функций другого, хотя и близкого к нему вида без нарушения свойственных ему биохимических процессов. Перед нами стал вопрос: как будет реагировать растение в отношении синтеза алкалоидов, будучи снова укоренено?

Для решения этого вопроса летом 1945—1946 гг. были взяты растения: табак, амфидиплоид *Nicotiana rustica* × *N. glauca* и *Nicotiana glutinosa* и сделаны прививки их на томат и обратно. После того

Таблица 1

Изменение содержания никотина в привитых растениях

Привитые растения	Дата прививки и взятия пробы	Никотин в %
Томат на табаке	15 VII—7 VIII	4,0
» контроль	—	0
Табак на томате	15 VII—7 VIII	0,08
» контроль	—	2,15
Томат на табаке	15 VII—4 IX	3,85
Табак на томате	15 VII—4 IX	0,04
Махорка, подвой	4 IX	4,30
Табак на амфидиплоиде № 77	24 VII—9 IX	0,38
<i>N. glutinosa</i> на томате № 64, 66	22 VI—9 IX	0
Томат на <i>N. glutinosa</i> № 59, 63, 65	22 VII—9 IX	1,18
» » амфидиплоиде № 71	23 VII—9 IX	0,95
» » табаке № 34	29 XI	2,4
» » » № 36, 34, 47	29 XI	1,52
» » » № 36; был укоренен без отделения от подвоя; дал свои корни 17 IX	29 XI	0,35
Корни табака, подвой	—	0,56
Табак на томате № 37	29 XI	0
Махорка на томате № 6, 9	—	0
Томат на табаке № 45	29 XI	1,42
Табак на томате № 28, образовал корни	29 XI	0,08

как черенки прижились и растения стали нормально расти и развиваться, с них были взяты снова черенки — верхушки уже привитых растений.

Черенки предварительно выдерживались на воде в течение 15—20 дней и после того, как они образовали корни, растения в дальнейшем выращивались до конца вегетационного периода по методу водных или почвенных культур на питательной смеси Кюпа. Развитие их шло вполне нормально, после чего они были убраны и анализированы на содержание в них алкалоидов по методу Pful или А. А. Шмука и А. С. Бороздиной (2,3). Полученные данные представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 2
Алкалоиды в изолированных растениях-привоях

Р а с т е н и я	Дата изолирования прививки и взятия пробы	Никотин в %
Махорка с томата № 7, водные культуры	30 VII—18 IX	3,88
Табак с томата № 28, 37, 28, водные культуры . . .	9 VIII—18 IX	0,29
Томат с табака № 47, 49, водные культуры	7 VIII—18 IX	0,05
Табак с томата № 24, 30, 41, 42, почвенные культуры	25 VIII—18 IX	0,73
Томат с табака № 45, 48, почвенные культуры . . .	30 VII—18 IX	0,21
Махорка с томата № 7, водные культуры	29 XI	0,60
Табак с томата № 28 » »	29 XI	0,15
» » » № 37 » »	29 XI	0,33
» » » № 24, 28, почвенные культуры	29 XI	0,55
» » » № 41, 42, » »	29 XI	0,65
Томат с табака № 47, водные культуры	29 XI	0
» » » № 49 » »	29 XI	0
» » » № 45, почвенные культуры	29 XI	0
» » » № 48 » »	29 XI	0
		Сумма алкалоидов
Амфидиплоид с томата № 30, почвенные культуры	29 XI	0,65
<i>N. glutinosa</i> с томата № 55, почвенные культуры . . .	29 XI	0,76
Томат с <i>N. glutinosa</i> № 58, водные культуры	29 XI	0,11
» » » № 67 » »	29 XI	0,13
» » амфидиплоида № 69, водные культуры	29 XI	0,29
» » » № 73 » »	29 XI	0,11

1 опыт. Растения *Nicotiana tabacum* и *Nicotiana rustica* были привиты на томат и обратно. Через 24 дня после того, как привитые растения прижились и начали расти, были взяты пробы для анализа. Листья привитых растений томата по краям имели небольшой участок некротической ткани, шириной 1—2 мм; при дальнейшем развитии листьев на последующих ярусах этого не наблюдалось. Эти „ожоги“, повидимому, обуславливаются накоплением в тканях листа никотина; после того как начинают образовываться новые листья у привитого на подвое томата, они развиваются вполне нормально. К этому времени содержание никотина в листьях привитого растения томата достигает 4% и это количество удерживается почти в течение всего периода дальнейшего развития растения.

Противоположная этому картина наблюдается в привитых растениях табака. Количество никотина быстро падает; вероятно, оставшееся количество, привнесенное вместе с черенком, обуславливается содержанием никотина в количестве 0,08%. Растения образуют новые листья, пышно развиваются и, как показывают взятые на анализ пробы, в них совершенно нет никотина.

Затем с этих привитых растений были взяты черенки и на 20-й день укоренившиеся черенки уже выращивались в водных или почвенных культурах.

Развитие и рост растений шли нормально.

Только в первых пробах мы обнаружили никотин в листьях томата в количестве 0,05—0,2%, т. е. заметно резкое снижение никотина, а в конце вегетационного периода мы никотина не нашли, т. е. растение возвращается к своему нормальному обмену.

Противоположная этому картина наблюдается в табаке. В первых же пробах мы обнаружили в листьях 0,29—0,73% никотина; количество его во всей надземной массе растения к концу вегетационного периода составляет 0,55—0,65%. Здесь корневая система табака, стебель и листья в цепи последовательных биохимических реакций создают недостающее звено в обмене веществ, типичном для данного вида растений, в результате чего в нем снова появляется никотин.

II опыт. Растения амфидиплоида привиты на томат и обратно. В привитых растениях томата имеются алкалоиды: никотин и анабазин, так как само растение-амфидиплоид содержит эти алкалоиды в своих корнях, чем и определяется их содержание в томате (4). В результате этого процесса растения накапливают 0,95% никотина уже через 1,5 месяца. Привитые растения были срезаны с подвоя через месяц и затем выращивались, как обычно в условиях данного опыта.

Содержание алкалоидов с развитием растений томата идет на убыль и к концу вегетационного периода снижается до 0,11—0,29%, т. е. биохимический процесс в укорененных привоях томата протекает, как обычно в нормальных растениях этого вида.

В привитых растениях амфидиплоида на томате мы имеем лишь один алкалоид — анабазин, образование которого в растениях, его содержащих, не зависит от собственной корневой системы в противоположность никотину; в отличие от контрольных растений нет и норникотина, так как нет донатора-никотина, из которого он образуется уже в листьях в результате реакции деметилирования.

Черенки амфидиплоида были взяты через 1,5 месяца; после укоренения они были перенесены в вазоны с почвой. Развитие шло вполне нормально. Как показывают данные анализа, укорененные привои содержат 0,65% алкалоидов (норникотин и анабазин), т. е. в них возобновился биохимический процесс, свойственный данному растению, и собственная корневая система в данном случае исправила то отклонение от нормы, которое временно имело место при нахождении привоя на чужом корне томата.

III опыт. *Nicotiana glutinosa* была привита на томат и обратно. Привитые растения *N. glutinosa* не содержат норникотина. Источником для его образования является никотин, синтез которого в свою очередь связан с наличием собственной корневой системы.

Привитые растения *Nicotiana glutinosa*, срезанные с подвоя через месяц и укорененные на 15-й день после снятия их с подвоя, высажены в почву, где и протекало их вполне нормальное развитие до конца вегетационного периода. К этому времени растения вполне восстановили присущий им обмен, обычный для данного вида растения, с образованием норникотина.

Растения томата, привитые на *Nicotiana glutinosa*, были взяты для анализа на 50-й день, и в них мы нашли 1,18% никотина вместо ожидаемого норникотина. Значит, корневая система этого растения нормально вырабатывает никотин; норникотин же, содержащийся в листьях данного растения, появляется вследствие вторичных реакций, в результате которых идет деметилирование никотина с образованием норникотина — алкалоида, являющегося уже вторичным основанием. Специфическая ферментная система *N. glutinosa* отсутствует в томате,

и это обстоятельство привело к появлению в данном случае никотина в листьях привитого растения томата.

Отдельные прививки были срезаны с подвоя через 33 дня, укоренены и в дальнейшем содержались в условиях для водных культур на питательной смеси Кнопа. Содержание алкалоидов в них резко снизилось и к концу опыта растения имели только 0,11—0,13% никотина — вещества, чуждого им в нормальных условиях обмена.

Образование корней привоем без отделения от подвоя резко изменяет направление синтетических процессов в образовании алкалоидов. Так, в опыте 28 прививки табака на томате мы наблюдаем процесс накопления никотина в листьях в количестве 0,08%; в листьях же привитого томата на табаке № 36 мы имеем значительное уменьшение никотина — до 0,35%.

Следовательно, собственная корневая система привитого на чужом корне растения резко меняет направление биохимического процесса в сторону, присущую растению данного вида.

Какова судьба алкалоидов в привитых растениях томата? Опыты по инфильтрации никотина в листья томата показывают, что в них имеет место незначительный распад введенного никотина. Возможно, что растение освобождается от него вместе с корневыми выделениями, которые обычно появляются в субстрате.

Что же касается привитых растений табака, то после укоренения они восстановили свои алкалоиды и собственная корневая система сыграла решающую роль в направлении нормального для них биохимического процесса.

Однако степень накопления алкалоидов заметно снижена по сравнению с растениями в начале вегетации, так как условия выращивания растений в осенний период в оранжерее резко отличались от весенних и напряженность синтетических процессов была ослаблена. На основании полученных нами экспериментальных данных мы с несомненностью констатируем качественные изменения в химическом составе растений после их укоренения, выражающиеся в накоплении собственных данному виду алкалоидов.

Известная нам группа растений в процессе эволюции приобрела характерную особенность — синтезировать очень сложные органические соединения, выяснение роли которых в обмене веществ является очередной задачей нашего исследования.

Поступило
31 XII 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. А. Шмук, А. И. Смирнов и Г. С. Ильин, ДАН, 32, 365 (1941)
² А. А. Шмук, Химия табака и махорки, М., 1938. ³ А. А. Шмук и А. С. Бороздина, ЖПХ, 13, 777 (1940).