

## ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Э. С. Авунджян

Влияние темноты на содержание никотиновых алкалоидов  
в корнях и листьях табака

(Представлено академиком АН Армянской ССР М. А. Тер-Карапетяном 25/V 1961)

Как известно, в темноте растения приступают к голодному обмену веществ, характер и темп которого обусловлены возрастом, фазой развития и другими внутренними, видовыми или сортовыми признаками.

Одним из наиболее характерных признаков растений, голодающих в темноте, является интенсификация гидролиза белков, приводящая к накоплению небелковых азотистых соединений (<sup>1-4</sup>). Наиболее важными из последних являются, несомненно, аминокислоты, участие некоторых из них в биосинтезе никотиновых алкалоидов доказано (<sup>5-11</sup>).

Изучение специфики голодного обмена никотиновых алкалоидов в темноте более целесообразно, так как в данных условиях синтез белков практически приостанавливается, а аминокислоты, являющиеся их наиболее вероятными предшественниками (<sup>12-13</sup>), включаются в биосинтез других сложных азотсодержащих соединений, в том числе и алкалоидов. Кроме того, в темноте процессы образования, распада и накопления алкалоидов не затеняются одновременно идущими процессами фотосинтеза и прочими фотохимическими реакциями и превращениями, как это имеет место на свету.

Исходя из вышесказанного, была сделана попытка изучить обмен никотиновых алкалоидов в корнях и листьях табака сорт «Самсун 935» в темноте в зависимости от фазы развития растений. С этой целью растения, выращенные в вегетационных сосудах Кирсанова, содержащих удобренную почву, были помещены в светонепроницаемые большие ящики, в различных фазах: вегетативного роста, бутонизации, цветения. Для лучшего доступа воздуха к растениям со всех сторон ящиков были сделаны большие отверстия, которые присоединялись к длинным черным резиновым трубкам. Ящики были помещены в тенистое, сравнительно прохладное место с таким расчетом, чтобы средняя дневная температура в них в летние жаркие дни равнялась 25—28°, а ночная 12—18°. Опыт проводился летом 1959 года на территории Ботанического сада АН Армянской ССР. Взятие и приготовление материала для анализов, а также полив растений произ-

водились при слабом освещении. Растения поливались через каждые 2—3 дня.

Экстракция, разделение на хроматографической бумаге и определение количества никотиновых алкалоидов производились по методике, описанной, нами в другой работе (14).

Полученные данные представлены в виде двух таблиц и двух хроматограмм. В таблицах приведены данные относительно влияния темноты на содержание алкалоидов в корнях (табл. 1) и листьях (табл. 2) растений табака, находящихся в разных фазах своего онтогенетического развития. Хроматограммы иллюстрируют образцовое разделение алкалоидов корней (фиг. 1) и листьев (фиг. 2) в фазе массового цветения.

Данные таблицы показывают, что в темноте в корнях и листьях табака, находящихся на разных фазах развития происходят существенные изменения в содержании никотиновых алкалоидов. Корни и листья растений, находящихся в фазе массового цветения, отличаются наибольшим содержанием и набором алкалоидов. В них обнаружено 6 фракций (в убывающем порядке): никотин, норникотин, миосмин, анабазин и два алкалоида, с низкими коэффициентами распределения и условно обозначенные нами  $x_1$  и  $x_2$ .

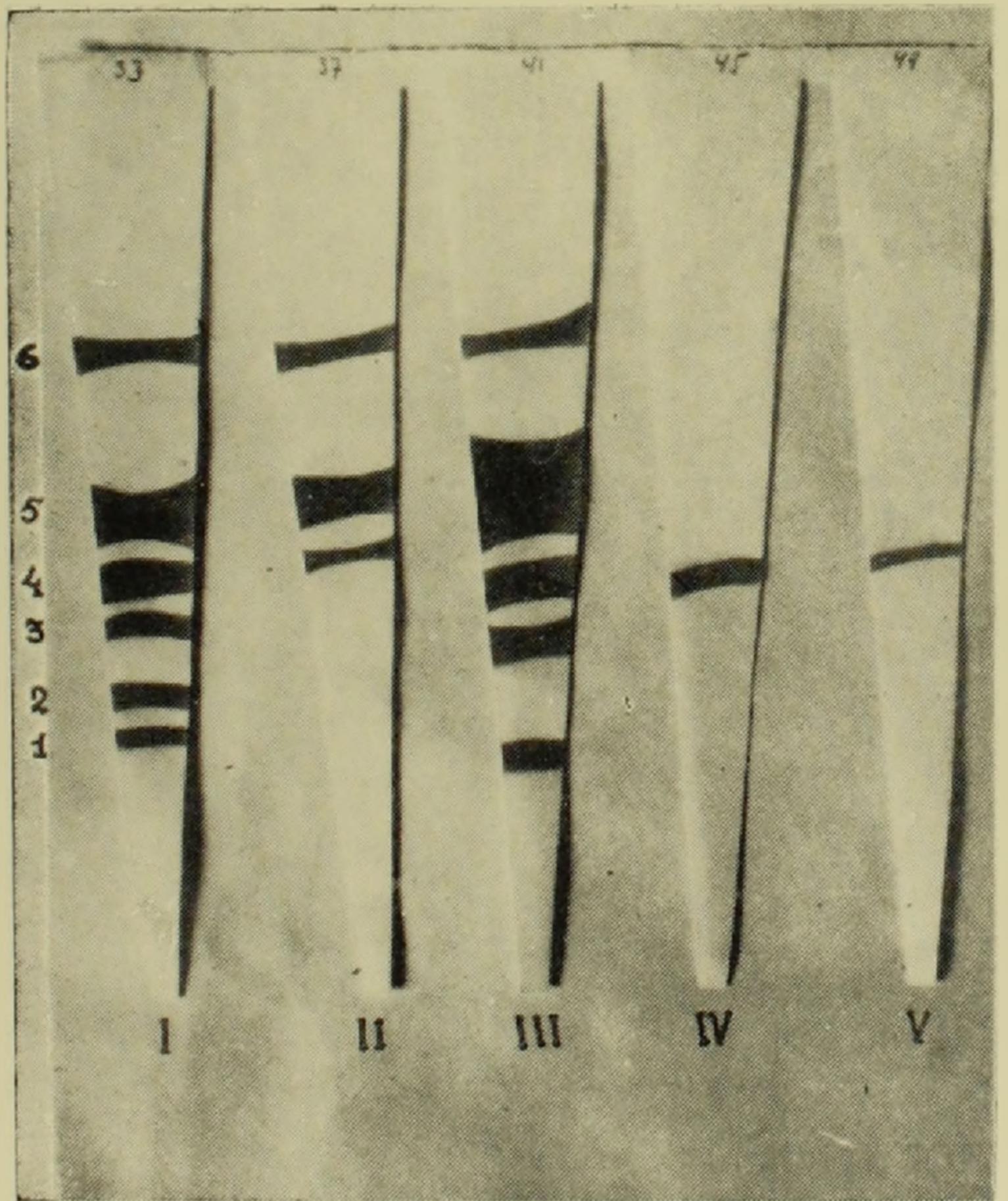
Как видно из данных таблиц, алкалоиды  $x_1$  и  $x_2$  совсем исчезают из корней на первые сутки пребывания в темноте.  $x_1$  вновь проявляется в довольно большом количестве на вторые сутки. В листьях этих растений  $x_1$  в темноте отсутствует, а количество  $x_2$  сохраняется на почти одинаковом уровне до конца первых суток, после чего быстро падает, в дальнейшем совсем исчезает.

В темноте содержание норникотина в основном быстро падает в корнях при одновременном увеличении его количества в листьях в течение начальных периодов пребывания в темноте (первые сутки). Этот факт, по всей вероятности, свидетельствует о перемещении этого алкалоида из корней в листья. По непонятным нам причинам, в корнях растений, находящихся в фазе массового цветения, наблюдалось некоторое увеличение содержания норникотина на вторые сутки пребывания растений в темноте.

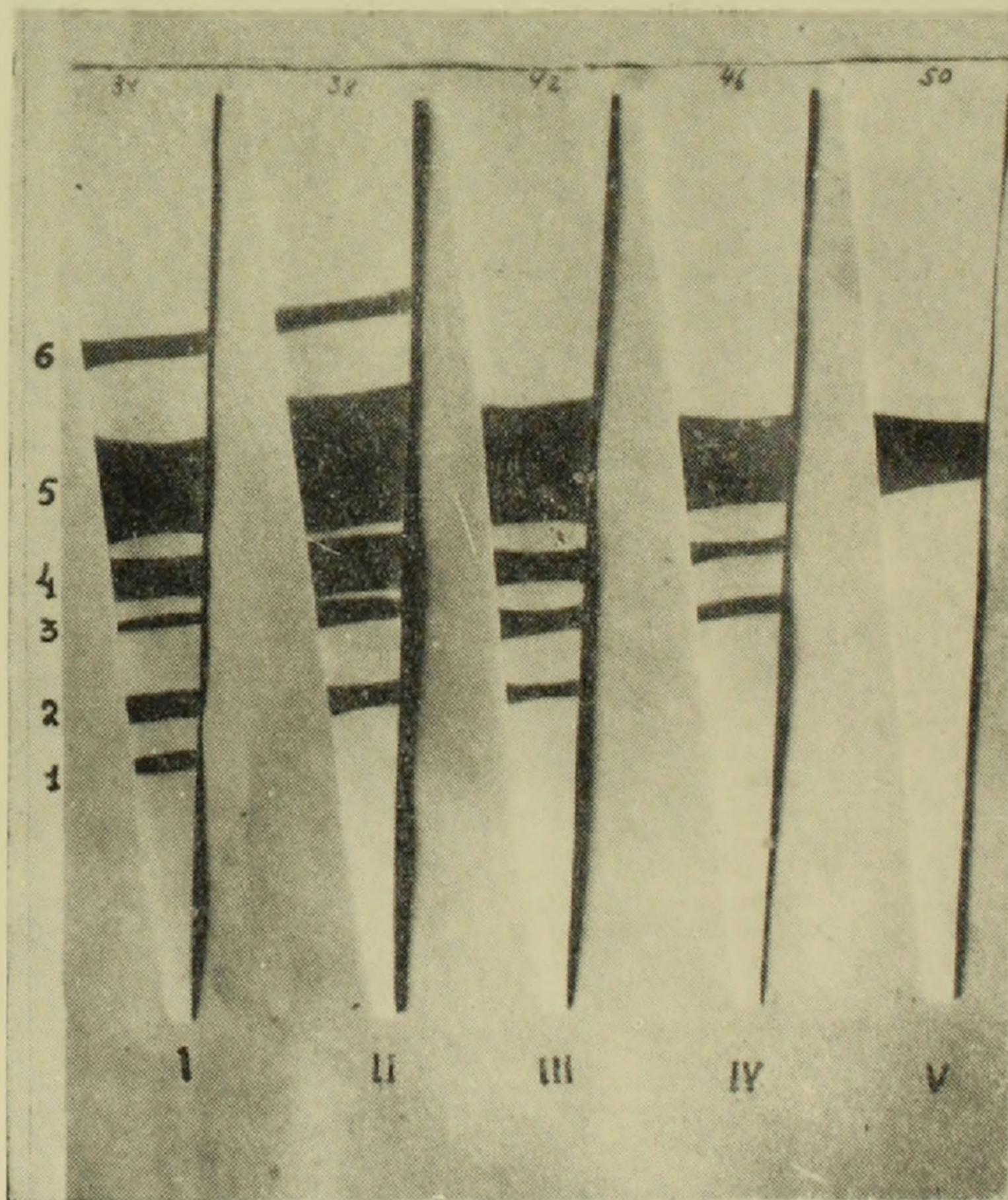
Интересно отметить, что содержание миосмина очень близкого по своей структуре к норникотину подвергается аналогичным изменениям в корнях и листьях растений в условиях опыта.

Содержание анабазина незначительно уменьшается в корнях в начальные периоды пребывания растений в темноте, при соответствующем увеличении его количества в листьях. Но, начиная со вторых или четвертых суток он совершенно исчезает из корней и листьев. В темноте анабазин обнаруживался в корнях цветущих растений сравнительно более длительное время (4 сутки).

Обращает на себя внимание то, что в фазе массового цветения табака его корни и листья не только содержат наибольшие количества сопутствующих никотину алкалоидов, но последние не разрушаются в темноте в течение длительного времени. Это обстоятельство объясняется, быть мо-



Фиг. 1. Хроматограмма никотиновых алкалоидов  
в корнях табака.



Фиг. 2. Хроматограмма никотиновых алкалоидов  
в листьях табака.

1, 2—неидентифицированные алкалоиды  $X_1$  и  $X_2$ ; 3—миосмин;  
4—норникотин; 5—никотин; 6—анабазин. I—контроль; II—срок  
пребывания в темноте—1 сутки; III—2 суток; IV—4 суток;  
V—5 суток.

жет, наличием более благоприятных условий для их биосинтеза на данной фазе развития.

Содержание никотина (главного алкалоида табака) претерпевает заметные изменения в корнях и листьях. Характерной чертой этих изменений является то, что содержание никотина падает в корнях после первых суток их пребывания в темноте, при соответствующем увеличении его со-

Таблица 1

Влияние темноты на изменение содержания алкалоидов в корнях табака  
(в % к абс. сухому веществу)

Название алкалоидов	Фаза развития в сутки в темноте												
	Вегетативный рост				Бутонизация				Цветение				
	0	1	2	4	0	1	2	4	0	1	2	4	5
X <sub>1</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	0,11	—	0,15	—	—
X <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	0,13	—	—	—	—
Миосмин . . . . .	0,08	—	—	—	0,06	—	—	—	0,16	—	0,22	—	—
Норникотин . . . . .	0,12	—	—	—	0,13	0,06	—	—	0,23	0,10	0,29	—	—
Никотин . . . . .	0,56	0,43	0,62	0,33	0,63	0,54	0,88	0,43	0,69	0,51	0,97	0,23	0,10
Анабазин . . . . .	0,11	0,09	—	—	0,14	0,12	—	—	0,17	0,15	0,13	—	—
Сумма . . . . .	0,87	0,52	0,62	0,33	0,96	0,72	0,88	0,43	1,54	0,76	1,76	0,23	0,10

держания в листьях. На вторые сутки темноты картина меняется. Темнота вызывает противоположные изменения в содержании никотина в корнях и листьях. Это кажущееся противоречие, по-видимому, можно объяснить перемещением никотина из корней в листья в начальные периоды темноты и его обратным передвижением между первыми и вторыми сутками. Содержание никотина быстро падает в корнях и листьях при продолжи-

Таблица 2

Влияние темноты на изменение содержания алкалоидов в листьях табака  
(в % к абс. сухому веществу)

Название алкалоидов	Фаза развития в сутки в темноте												
	Вегетативный рост				Бутонизация				Цветение				
	0	1	2	4	0	1	2	4	0	1	2	4	5
X <sub>1</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	0,09	—	—	—	—
X <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	0,16	0,15	0,08	—	—
Миосмин . . . . .	0,06	0,10	—	—	0,08	0,12	—	—	0,06	0,14	0,12	0,08	—
Норникотин . . . . .	0,10	0,16	0,03	—	0,14	0,1	0,06	—	0,33	0,45	0,20	0,09	—
Никотин . . . . .	0,73	0,92	0,60	0,46	1,04	1,28	0,83	0,56	0,86	1,24	1,08	0,76	0,54
Анабазин . . . . .	0,15	0,18	—	—	0,11	0,14	—	—	0,20	0,19	—	—	—
Сумма . . . . .	1,04	1,36	0,63	0,46	1,37	1,72	0,89	0,56	1,70	2,17	1,38	0,93	0,54

тельном пребывании растений в темноте. Однако скорость разрушения никотина в корнях или листьях табака в большей мере обусловлена фазой развития растения. Как показывают данные таблиц 1 и 2, темнота вызвала наибольшее падение содержания никотина в корнях цветущих и в листьях бутонализирующих растений.

На основе полученных данных можно предположить, что в начальные периоды пребывания растений табака в темноте в их листьях и, особенно,

корнях происходят энергичные процессы обмена — синтеза и разрушения, видоизменения и перемещения никотиновых алкалоидов. Интенсивное разрушение никотина (15) и его аналогов происходит в тканях растений лишь после длительного пребывания в темноте.

Ботанический институт  
Академии наук Армянской ССР

Է. Ս. ՇՍՎՈՒՆՁՅԱՆ

### Մրուրյան ազդեցությանը ծխախոտի արմատներում ու տերևներում նիկոտինային ալկալոիդների պարունակության վրա

Նիկոտինային ալկալոիդների սովային նյութափոխանակության ուսումնասիրությունը մթության պայմաններում նպատակահարմար է այն պատճառով, որ տվյալ դեպքում սպիտակուցների սինթեզը համարյա լրիվ կանգ է առնում և կուտակվող ամինոթթուները ավելի ակտիվորեն են ներգրավվում ալկալոիդների բիոսինթեզման պրոցեսի մեջ: Բացի դրանից, մթության պայմաններում ալկալոիդների առաջացման, քայքայման կամ կուտակման պրոցեսները չեն մթաղնվում միաժամանակ ընթացող ֆոտոսինթեզի և այլ ֆոտոբիոսինթեզի ռեակցիաներով կամ ձևափոխություններով, ինչպես այդ տեղի է ունենում լույսի ներկայությամբ:

Ելնելով վերև շարադրվածից փորձ է արված ուսումնասիրվել ծխախոտի տերևներում և արմատներում նիկոտինային ալկալոիդների նյութափոխանակության առանձնահատկությունը մթության պայմաններում, կախված բույսի զարգացման փուլից:

Ստացված տվյալները ցույց են տալիս, որ զարգացման տարբեր փուլերում գտնվող ծխախոտի արմատներում և տերևներում մթությունն առաջացնում է զգալի տարբերություն ալկալոիդների պարունակության մեջ: Զարգացման մասսայական ծաղկման շրջանում գտնվող բույսերի արմատներն ու տերևները պարունակում են ավելի մեծ թվով և քանակությամբ ալկալոիդներ: Բացի նիկոտինից, նորնիկոտինից, անարադինից և միոսմինից, հայտնաբերվել են նաև 2 հաս չբնորոշված ալկալոիդներ, որոնք պայմանականորեն կոչվել են  $X_1$  և  $X_2$ :

Զարգացման այս կամ այն փուլում գտնվող ծխախոտի բույսերը տեղավորելով մթության մեջ, սկզբնական շրջանում (1—2 օր) կարելի է հասնել նրանց տերևներում և հատկապես արմատներում ալկալոիդների նյութափոխանակման պրոցեսների, նրանց սինթեզման, քայքայման և ձևափոխության զգալի ուժեղացման: Նիկոտինի և նրա անալոգների ինտենսիվ քայքայում տեղի է ունենում, ինչպես արմատներում, այնպես էլ տերևներում, միայն բույսերը երկար ժամանակ (2—5 օր) մթության մեջ պահելուց հետո:

### ЛИТЕРАТУРА — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

- <sup>1</sup> К. Мотес, Ber. d. Bot. Ges. 46, 59, 1928; <sup>2</sup> А. И. Смирнов и М. А. Дрбоглав, Тр. Гос. Инст. Табака, 54, 1929; <sup>3</sup> А. И. Смирнов, Физиолого-биохимические основы обработки табачного сырья, Краснодар, 1933; <sup>4</sup> С. Ранджан и М. М. Лалорая, Naturwiss. 42, 537, 1955, Nature 177, 235, 1956, Plant Physiol. 35, 714, 1960; <sup>5</sup> С. А. Браун и Р. У. Байэррум, J. Amer. Chem. Soc. 74, 1523, 1952; Р. У. Байэррум и Р. Е. Уинг, J. Biol. Chem. 205, 637, 1953; <sup>6</sup> Р. У. Байэррум, Р. Л. Гамилл и С. Д. Болл, J. Biol. Chem. 210, 645, 1945; <sup>7</sup> Л. Дж. Дюи, Р. У. Байэррум и С. Д. Болл, J. Amer. Chem. Soc. 76, 3997, 1954; Biochim. et Biophys. Acta 18, 141, 1955. <sup>8</sup> Е. Лит, Chemistry and Industry 259, 537, 1955, J. Amer. Chem. Soc. 78, 3520, 1956; <sup>9</sup> Б. Л. Лэмбертс и Р. У. Байэррум, J. Biol. Chem. 259, 939, 1953; <sup>10</sup> Г. С. Ильин, Физиология раст. 7, 57, 1950; <sup>11</sup> Дж. Ж. Вуд, Ann. Review of Plant Physiol. 6, 43, 1955; <sup>12</sup> Дж. С. Уебстер, Ann. Rev. Plant Physiol. 6, 43, 1955; <sup>13</sup> Э. С. Авунджян Изв. АН АрмССР (биол. науки), в печати, 1961; <sup>14</sup> М. Ф. Машковцев и А. А. Сиротенко, Сб. н.-и. работ ВИТИМ 149, 220, 1956.