

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

М. АЛИ ЗАДЕ

**УСВОЕНИЕ БОБОВЫМИ РАСТЕНИЯМИ АЗОТА КЛУБЕНЬКОВ**

(Представлено академиком А. А. Рихтером 10 VIII 1940)

Несмотря на то, что прошло несколько десятилетий после удачных опытов Гельригеля, приведших к классическим открытиям фиксации атмосферного азота клубеньковыми бактериями в симбиозе с бобовыми культурами, до сих пор в этом вопросе дальнейших шагов вперед не наблюдалось.

Остается невыясненным не только механизм фиксации азота бактериями, но и процесс усвоения фиксированного азота самим бобовым растением-хозяином. Исследователи долгое время даже не задумывались над последним вопросом. Не так давно Виртанен высказал гипотезу использования фиксированного азота и пытался экспериментально доказать ее. По этой гипотезе клубеньковые бактерии после фиксации атмосферного азота выделяют в окружающую среду продукцию этой фиксации в основном в виде аминокислот<sup>(5-7)</sup>.

Однако повторение опытов Виртанена другими исследователями, как иностранными, так и советскими<sup>(1, 2, 4, 8, 9)</sup>, не дало положительных результатов. Несмотря на то, что многие из них в своих работах пользовались методом Виртанена, подбирали те же самые расы клубеньковых бактерий гороха и других бобовых растений, все же не удалось обнаружить какого-либо выделения азотистых соединений клубеньковыми бактериями. Так же не наблюдался лучший рост небобового растения за счет предполагаемого выделения азота бобовым растением в случае их совместного посева, что было достигнуто в опытах Виртанена.

Так же неудачно кончилась проверка другой гипотезы о возможности использования азота клубеньков растением-хозяином при непосредственном переходе его и клубеньковой массы в другие органы. Попытка Корсаковой и Лопатиной<sup>(3)</sup> доказать такого рода передвижение азота в результате протеолитических процессов, идущих в клубеньках, была неудачной из-за неправильного подхода к учету протеолиза.

Считая более вероятной гипотезу, предполагающую непосредственное передвижение азотистых веществ из клубеньков в надземные органы, мы стали на путь разрешения этой проблемы. С этой целью в 1938 г. был заложен ряд вегетационных и лабораторных опытов, часть которых описываем в настоящей работе.

Вегетационный опыт закладывался с желтым люпином в 5-килограммовых сосудах. Земля перед набивкой в сосуд удобрялась фосфором и калием по 0,1 г на 1 кг абсолютно сухой почвы. Пророщенные семена

люпина перед посевом заражались чистой культурой клубеньковых бактерий. После вступления растений люпина в фазу бутонизации на главном стебле листья делились на три группы по числу узлов: нижние, средние и верхние. В каждой группе было по восемь листьев. В соответствии со схемой опыта (см. табл. 1—2) удалялись группы листьев. При удалении листа удалялись также пазушные побеги. На всех растениях до уборки систематически удалялись бутоны, что обеспечивало вегетативный рост растений. Через 20 дней после начала удаления листьев растения убирались, корни отмывались и велся учет (см. табл. 1) клубеньков по сухому весу и по содержанию в них общего и белкового азота (в % на сухой вес).

Таблица 1

Варианты опыта	Общий азот	Белковый азот	Небелковый азот	Белковый азот в % от общего
Контроль, без удаления листьев . . . . .	5,5	4,32	1,23	79,8
Удалены нижние листья . . . . .	5,61	4,06	1,35	74,5
Удалены средние листья . . . . .	5,52	4,01	1,51	72,6
Удалены верхние листья . . . . .	4,79	3,87	0,92	80,8
Удалены нижние и средние листья . . . . .	—	—	—	—
Удалены нижние и верхние листья . . . . .	4,36	3,78	0,58	86,7
Удалены средние и верхние листья . . . . .	4,09	3,85	0,24	94,2
Во время бутонизации, когда началось удаление листьев . . . . .	5,61	4,82	0,79	85,9

При удалении нижних листьев не наблюдалось нового образования листьев взамен срезанных. При удалении же средних и верхних листьев, в особенности верхних, наблюдали активный рост пазушных побегов и листьев.

В случае усиленного роста вегетативных органов после нарушения нормальной жизни растения оно по всей вероятности вырабатывает вещества, усиливающие процессы распада, вернее, активизирующие работу гидролитических ферментов других неповрежденных органов.

Удаление средних и верхних листьев вызывало бурный рост пазушных побегов, что на основании вышеизложенного положения действует на процессы, идущие в клубеньках. При удалении средних и верхних листьев уменьшается процентное содержание азота в клубеньках. Распад белка в этом случае усиливается. Любопытно то, что самое активное изменение наблюдается по небелковому азоту. Как это видно из таблицы, при удалении средних и верхних листьев содержание небелкового азота доходит до незначительных величин.

Это положение позволяет нам утверждать, что растворимые формы азота (в случае активного роста надземных органов после их повреждения) передвигаются из клубеньков во вновь образующиеся части растения (табл. 2).

Если в одно и то же время в клубеньках контрольных растений содержание небелкового азота составляло 7,75 мг на сосуд (при 34,96 мг общего азота), то при удалении средних и верхних листьев оно снизилось до 0,65 мг (при 10,96 мг общего азота). Если в первом случае небелковый азот составляет примерно  $\frac{1}{5}$  часть общего азота, то во втором случае это отношение выражается в  $\frac{1}{15}$  части.

Таблица 2

## Количество азота в клубеньках

Варианты опыта	Общий азот	Белковый азот	Небелковый азот	Отношение белкового азота к небелковому
Контроль . . . . .	34,96	27,21	7,75	3,7:1
Удалены нижние листья . . . . .	34,27	24,80	9,47	2,6:1
Удалены средние листья . . . . .	27,60	20,05	7,55	2,6:1
Удалены верхние листья . . . . .	21,84	17,58	4,16	4,2:1
Удалены нижние и средние листья . . . . .	—	—	—	—
Удалены нижние и верхние листья . . . . .	44,17	12,28	2,89	4,2:1
Удалены средние и верхние листья . . . . .	10,96	10,31	0,65	15,8:1
Во время бутонизации, когда началось удаление листьев . . . . .	13,29	11,42	1,77	6,4:1

Такое положение можно объяснить не иначе, как переходом растворимых форм азота из клубеньков в растения в случае удаления средних и верхних листьев.

По остальным вариантам опыта наблюдаем такую же картину передвижения азота из клубеньков в надземные органы.

Поступило  
30 VII 1940

## ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Annals of Botany, II, № 5 (1938). <sup>2</sup> А. А. Исакова и В. А. Андреева, ДАН, XVIII, № 2 (1938). <sup>3</sup> М. П. Корсакова и Г. В. Лопатина, Микробиология, III, № 2 (1934). <sup>4</sup> П. И. Ромашев, Хим. соц. земл., № 11 (1936). <sup>5</sup> A. J. Virtanen a. S. von Hausen, Journ. of Agric. Science, 25, 2 (1935). <sup>6</sup> A. J. Virtanen, Nature, 21, 880 (1936). <sup>7</sup> A. J. Virtanen a. others, Journ. of Agric. Science, 27, p. 3 (1937); *ibid.*, p. 4. <sup>8</sup> P. W. Wilson, The Botanical Review, 3, № 8 (1937). <sup>9</sup> P. W. Wilson, Journ. of Agric. Science, 28 (1938).