

МИКРОБИОЛОГИЯ

М. В. ФЕДОРОВ и И. В. КОЗЛОВ

ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ БОБОВОГО РАСТЕНИЯ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ КЛУБЕНЬКОВ И УСВОЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНОГО АЗОТА КЛУБЕНЬКОВЫМИ БАКТЕРИЯМИ

(Представлено академиком А. Л. Курсановым 26 III 1954)

Образование клубеньков и азотфиксирующая активность клубеньковых бактерий находятся в большой зависимости от условий азотного питания бобовых растений. При достаточном снабжении корневой системы растения связанным азотом в ней создаются особые физиологические условия, препятствующие образованию клубеньков и усвоению атмосферного азота клубеньковыми бактериями. М. П. Корсакова и А. А. Конокотина ⁽¹⁾ в своих опытах с люпином и соей показали, что азотистые соединения действуют на клубеньковые бактерии после проникновения их в корневую систему бобового растения и в определенной степени депрессируют их азотфиксирующую активность в клубеньках.

Аналогичные данные были получены и в опытах М. Х. Чайлахяна и А. А. Меграбян ⁽²⁾ с двухъярусной культурой корневой системы бобовых растений. Они показали, что проникновение клубеньковых бактерий в корень бобового и дальнейшее развитие их в клубеньках определяется не тем количеством азота, которое находится в субстрате, а тем, которое проникло в корень и находится в клеточном соку. На основе этих данных следует сделать вывод, что регулятором образования клубеньков являются не клубеньковые бактерии, а бобовое растение, точнее физиологическое состояние корней бобового, зависящее в свою очередь от азотистого питания растений. Однако и эти опыты не разрешили ряда вопросов, связанных с характером влияния минерального азота на взаимоотношения между клубеньковыми бактериями и бобовыми растениями. В связи с этим нами был поставлен ряд опытов, цель которых сводилась к уточнению отдельных положений этой проблемы.

Наши опыты ставились с фасолью в условиях вегетационного домика. В ходе опыта корневая система растений делилась на две части, в каждой из которых создавались особые условия питания связанным азотом. Сущность опытов сводилась к тому, что семена фасоли предварительно проращивались в песке, содержащем 0,1 нормы азота, до образования клубеньков. После этого молодые растения переносились в условия водной культуры, но с разделением корней растения на две равные части: первая половина корневой системы с клубеньками помещалась во внутренний сосуд, а вторая — в наружный. Внутренний сосуд удерживался в середине наружного сосуда пазом деревянной крышки, покрывавшей оба сосуда.

Отверстия в крышке сосуда, предназначенные для растений, находились над ребром внутреннего сосуда, которое разделяло корни растения на две равные части. Это ребро сосуда покрывалось, во избежание пореза, тонким слоем корковой пробки, предварительно пропарафинирован-

Таблица 1

Образование клубеньков и накопление азота у фасоли при изолированном питании отдельных частей корневой системы нитратным азотом (посев 7 VII, уборка 10 IX)

Варианты опыта по изолированному питанию нитратным азотом	Добавлено азота на сосуд в мг			Повтор-ность	Вес воздушно сухой раститель-ной массы в г				Найдено азота в мг				Остаток азота в сосуде в мг	Смесь азота из воздуха в мг	
	наружн.	внутрен.	всего		корни	наземная часть	клубеньки	общин	Оъем клубеньков в мл	корни	наземная часть	клубеньки			всего
1, Питательная смесь + 0,5/1,0 нормы азота	126	252	378	1 2 средн.	2,61 2,49 2,55	14,90 14,05 14,47	0,51 0,43 0,47	18,02 16,97 17,49	3,1 3,0 3,05	461 435 448	27 25 26	556 525 541	56 61 —	234 208 221	
2, Питательная смесь + 0,2/1,5 нормы азота	51	378	429	1 2 средн.	2,72 2,61 2,66	15,80 13,96 14,88	0,61 0,41 0,51	19,13 16,98 18,05	4,4 3,0 3,7	489,8 434 462	32 28 30	593 530 561	98 129 —	262 230 246	

ной. Как в наружный, так и во внутренний сосуд вставлялись стеклянные распылители воздуха, соединенные каучуковой трубкой для продувания.

В этих опытах были использованы два варианта азотного питания: 1) питательная смесь с 0,5 нормы азота в наружном сосуде и питательная смесь с 1,0 нормой азота во внутреннем сосуде; 2) питательная смесь с 0,2 нормы азота в наружном сосуде и питательная смесь с 1,5 нормы — во внутреннем сосуде.

Результаты опыта показали, что на одной части корневой системы одного и того же растения, находящейся в среде с обильным азотным питанием, ранее возникшие клубеньки либо исчезали совсем (вариант 2), либо сохранились в том же количестве (вариант 1). На другой же части корневой системы, находящейся в среде с малой дозой азота, клубеньки возникли в большом количестве (см. рис. 1) и бактерии усваивали атмосферный азот с последующей отдачей его растению.

Растения того и другого варианта за 40 дней роста и развития с момента образования клубеньков усвоили азота из воздуха 220—240 мг (см. табл. 1).

Из этих данных следует, что обильное снабжение одной части корневой системы фасоли нитратным азотом не мешает успешному образованию клубеньков на другой ее части, находящейся в среде с малым содержанием нитратного азота. Образующиеся при этих условиях клубеньки оказываются достаточно активными и, как видно из данных табл. 1, успешно фиксируют азот атмосферы, несмотря на то, что вторая половина корней име-

ет избыточное азотистое питание и не в состоянии за время опыта использовать весь предоставленный ей минеральный азот. На той же части корней, которая находится в среде с обильным содержанием нитратного азота, не только не образуются новые клубеньки, но даже и те, которые формировались на них при предварительном проращивании инокулированных семян, постепенно отмирают и исчезают. В этих условиях опыта одна половина корней ведет себя так, как будто второй половины вовсе

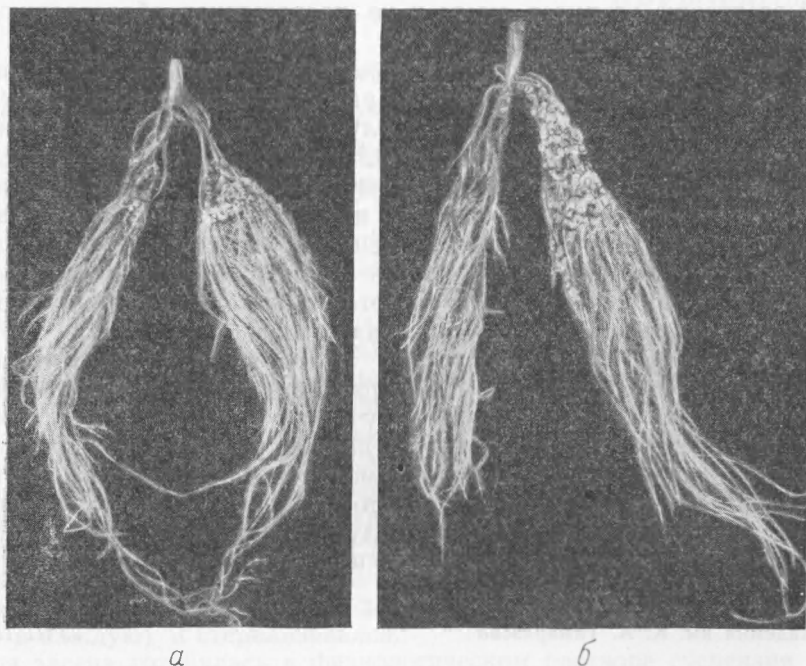


Рис. 1. Вид корневой системы с клубеньками при изолированном питании отдельных ее частей разными концентрациями нитратного азота. *а* — 0,5/1,0 нормы азота, *б* — 0,2/1,5 нормы азота

нет. Количественное определение общего азота, накопленного растением за время опыта, показало, что в клубеньках идет усиленная фиксация атмосферного азота.

Растения фасоли за 40 дней роста после образования клубеньков накопили за счет фиксации атмосферного азота клубеньковыми бактериями, находившимися в клубеньках одной половины корневой системы, от 221 до 246 мг азота, хотя вторая половина и не успела использовать весь нитратный азот. Такую продуктивность фиксации азота, выполненной половиной корневой системы растения, следует признать весьма высокой. Весьма высокой была при данных условиях культивирования растений и отдача фиксированного азота клубеньками, так как в составе клубеньков было найдено менее 10% фиксированного азота. В связи с тем, что половина азота урожая была взята из воздуха той половиной корней, которая имела клубеньки, нужно предполагать, что отдельные части корня осуществляют свои процессы синтеза клеточного вещества довольно самостоятельно.

Приведенные данные показывают, что минеральный азот, обильно поступающий в клетки одной части корневой системы бобового, повидимому, быстро связывается в этих частях и не оказывает тормозящего влияния на образование клубеньков другой части корневой системы. Поэтому тормозящее влияние минерального азота на образование клубеньков у бобового, отмеченное рядом исследователей, следует связывать только

с местной концентрацией его в корне. Когда весь корень находится в среде с большим количеством минерального азота, последний диффундирует во все части корня и создает в нем избыточную концентрацию азота в клеточном соке или же приводит к понижению концентрации углеводов за счет быстрой переработки их в клеточные вещества и тем самым препятствует образованию клубеньков. Когда же минеральным азотом обеспечена только половина корней, а другая половина находится в среде с малой дозой минерального азота, поступление его из первой половины корней во вторую не имеет места и не препятствует образованию клубеньков.

Исходя из этих данных следует признать, что регулятором образования клубеньков, а также задержка их развития или же полного их сбрашивания, действительно являются не клубеньковые бактерии, а физиологическое состояние бобового растения, зависящее в свою очередь от условий азотного питания. Весьма вероятно, что при достаточном поступлении в растение минерального азота идет столь быстрая переработка поступающих в корень безазотистых веществ, что создаются неблагоприятные условия для снабжения клубеньковых бактерий энергетическим материалом, и тем самым ограничивается или даже совсем приостанавливается их развитие и азотфиксирующая активность.

На основе наших данных выходит, что образование клубеньков тормозится только тем количеством минерального азота, которое непосредственно проникло в соответствующие участки корня, а не в корневую систему вообще, как это вытекало из данных предшествующих исследователей. Каждая часть корня, в зависимости от диффундирующего в него минерального азота, ведет себя самостоятельно и может то препятствовать, то способствовать образованию клубеньков. Этот вновь установленный факт представляет существенный научный интерес.

Московская сельскохозяйственная
академия им. К. А. Тимирязева

Поступило
23 III 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ М. П. Корсакова, А. А. Конокотина, Тр. Всесоюзн. инст. с.-х. микробиологии, 7, в. 2 (1936). ² М. Х. Чайлахян, А. А. Меграбян, ДАН, 48, № 2, 145 (1945).