

ЭВИ ПЯРСИМ, РЕЙН КООЛИ

О ВЛИЯНИИ НЕКОТОРЫХ СПЕЦИФИЧЕСКИХ И НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ ШТАММОВ КЛУБЕНЬКОВЫХ БАКТЕРИЙ НА РОСТ КЛЕВЕРА, ЛЮЦЕРНЫ И СОИ

Работы многих исследователей (Fred и др., 1932; Wilson, 1946; Gregory, Allen, 1953; Allen, Baldwin, 1954; Красильников, 1958; Nutman, 1959; Bjälve, 1963; Доросинский, Лазарева, 1966, 1967; Pärsim, 1969) показывают, что отдельные культуры клубеньковых бактерий способны инфицировать лишь определенную, иногда большую, иногда меньшую группу бобовых растений. Избирательная способность клубеньковых бактерий в отношении растения-хозяина, то есть свойство специфичности клубеньковых бактерий, положено в основу их систематики, а также представляет большой теоретический и практический интерес в области прикладной микробиологии и сельского хозяйства.

Так как специфичность клубеньковых бактерий взаимосвязана с их эффективностью (наиболее активными для бобовых растений оказываются специфические культуры клубеньковых бактерий), то дальнейшее изучение проблем специфичности позволит найти новые высокоэффективные штаммы клубеньковых бактерий, ценные для практического применения. В то же время понятие специфичности клубеньковых бактерий в литературе формулируется различно и поэтому этот термин требовал бы уточнения.

Целью настоящей работы было изучение влияния различных штаммов клубеньковых бактерий на рост некоторых видов бобовых растений и на формирование в них общего азота и установление по этим данным пределов специфичности подопытных штаммов клубеньковых бактерий при симбиозе с растениями клевера, люцерны и сои.

Материал и методика

Для установления специфической инфекционной способности штаммов клубеньковых бактерий в 1969 и 1970 гг. были поставлены вегетационные опыты с тремя видами бобовых растений: клевер белый (*Trifolium repens*), люцерна посевная (*Medicago falcata*) и соя (*Glycine hispida*). Растения инфицировались пятью различными штаммами клубеньковых бактерий: *Rhizobium leguminosarum* (штамм вики), *Rh. trifolii* (штамм белого клевера), *Rh. meliloti* (штамм посевной люцерны), *Rh. lupini* 359 (штамм люпина) и *Rh. japonicum* 631 (штамм сои). Культуры клубеньковых бактерий для опыта взяты с таким учетом, чтобы были представлены быстро- и медленнорастущие штаммы. Три первых названных штамма относятся к быстрорастущим и выделены одним из авторов (Pärsim, 1966), два последних штамма — медленнорастущие и получены из коллекции Н. Лазаревой.

В качестве критериев симбиотической эффективности использовались показатели сухого веса массы надземных частей и корней и накопление в растениях общего азота, определяемое по Кьельдалю.

Растения выращивались в природных нестерильных условиях в специальных биометрах, подробное описание которых дано П. Рахно (Рахно, 1964, 1968). Все использованные шесть биометров были заполнены одинаковой, просеянной через 5-миллиметровое сито дерново-карбонатной типичной суглинистой почвой с pH 7,2—7,4. Каждый биометр, кроме того, разделяли стеклянными перегородками на равные участки для отдельных видов растений.

Семена клевера, люцерны и сои высеивались в биометры. Растения в каждом биометре, кроме контрольного, заражали разными штаммами клубеньковых бактерий. Таким образом, в начале опыта все биометры по содержанию почвы и растений были одинаковыми, но отличались по качеству заражения.

Заражение растений проводилось путем полива почвы суспензией соответствующих штаммов клубеньковых бактерий через три недели после посева семян. Суспензия клубеньковых бактерий получена при помощи выращивания штаммов в основной питательной среде (ОКБ — см. Рахно, Пярсим, 1970). Титр суспензии — $8 \cdot 10^6$ — $12 \cdot 10^6$ клеток/мл; эта концентрация считается оптимальной для заражения (Allen, 1966, Vincent, 1966).

В следующий вегетационный период, весной 1970 года, семена изучаемых бобовых растений высеивались в те же биометры, в которых сохранялась ранее зараженная почва. Кроме того, проводился еще дополнительный полив суспензией тех же штаммов клубеньковых бактерий, что и в предыдущем году. Таким образом, данные опытов 1970 года показывают и эффект дополнительного заражения растений.

Средние пробы (в каждой по 10 растений) для определения в растениях сухого вещества и общего азота брали после их цветения в трех повторностях. Растения были убраны из биометров осенью при наступлении первых заморозков. Почвенные пробы из ризосферы растений брали перед посевом, во время анализов растений и при уборке для определения содержания в почве сухого вещества, общего азота и микроэлементов (B, Mn, Cu).

При обработке полученных данных вычислялись арифметические средние и разность средних между вариантами, а также их ошибки, и оценивалась по Стьюденту достоверность различий между контролем и зараженными вариантами и между вариантами, зараженными соответствующим штаммом данного вида и другими штаммами. Вычисления проводились по Бейли (Bailey, 1959).

Результаты и обсуждение

Результаты опытов по влиянию различных штаммов клубеньковых бактерий на формирование сухой массы и накопление общего азота в надземных частях и корнях бобовых растений представлены в табл. 1, 2.

Данные показывают, что заражение бобовых растений — клевера, люцерны и сои — соответствующими культурами клубеньковых бактерий дает значительный положительный эффект. Прирост урожая сухой массы надземных частей подопытных культур клевера был на 54—87%, люцерны на 21—67% и сои на 7—36% выше по сравнению с контролем. Повышение сухой массы корней составляло соответственно 44—64, 15—18 и 19—34% по сравнению с контролем. Общего азота в сухой массе надземных частей клевера было накоплено больше на 101—145%, в сухой массе люцерны на 99—146% и сои на 61—86%, а в корнях соответственно на 145—154, 56—68 и 59—127% (см. табл. 1).

В вариантах, в которых бобовые растения были заражены несоответствующими клубеньковыми бактериями, растения по весу зеленой массы и накоплению в них азота не превышали контрольные растения,

Таблица 1
 Эффективность инокуляции бобовых растений в условиях вегетационного опыта по средним данным на 1 растении в надземной части

Растение	Показатели	Год	Контроль	Заражение штаммами клубеньковых бактерий				
				<i>Rh. trifolii</i>	<i>Rh. japonicum</i>	<i>Rh. meliloti</i>	<i>Rh. leguminosarum</i>	<i>Rh. lupini</i>
Клевер	Сухой вес, мг	1969	1696±81	2604±245	1305±79	1226±51*	1450±58°	1119±72*
		1970	1816±44°	3405±301*	1600±74°	1915±69°	1633±80°	1463±64*
	Содержание азота, % от сухого веса	1969	3,44	4,55	2,13	3,59	2,30	2,11
		1970	3,83	5,02	2,86	4,47	2,77	2,81
	Азот, мг	1969	58,1±2,0°	117±6,0*	27,4±2,2*	44,0±3,6°	33,0±2,0*	23,6±1,1*
		1970	69,5±3,1°	170±9,6*	45,4±5,4°	85,4±3,0°	45,6±5,2°	40,9±0,7*
Люцерна	Сухой вес, мг	1969	3460±33°	3310±197°	2283±144*	4182±91*	2528±109*	2218±22*
		1970	4032±66°	3985±33°	2627±71*	6734±132*	3057±48*	2654±44*
	Содержание азота, % от сухого веса	1969	2,26	2,22	1,63	3,70	1,87	1,75
		1970	2,84	2,55	2,04	4,18	2,84	2,36
	Азот, мг	1969	77,9±2,9°	72,6±2,3°	36,7±1,7*	155±7,5*	47,0±0,2*	38,8±0,4*
		1970	114±2,8°	101±4,2°	53,6±2,1*	281±1,2*	86,9±7,8°	62,5±3,6*
Соя	Сухой вес, мг	1969	1832±57	1597±32°	1960±47	1784±85	1730±121	1569±125
		1970	2557±49°	2033±56*	3466±140*	2300±108°	2124±94°	2038±64*
	Содержание азота, % от сухого веса	1969	3,19	2,79	4,88	2,64	2,42	3,46
		1970	3,75	2,99	5,16	3,04	2,51	3,83
	Азот, мг	1969	58,5±3,5°	44,6±2,7°	94,0±0,9*	47,3±4,7°	41,9±5,3°	54,1±4,9°
		1970	96,0±6,0°	60,7±0,8*	179±9,4*	69,9±2,1°	52,9±3,9*	78,2±3,4°

Примечание. *Существенная разница по сравнению с контролем; °существенная разница по сравнению со специфическими штаммами. Уровень значимости $P \leq 0,05$.

Таблица 2

Эффективность инокуляции бобовых растений в условиях вегетационного опыта по средним данным на 1 растении в корнях

Растение	Показатели	Год	Контроль	Заражение штаммами клубеньковых бактерий				
				<i>Rh. trifolii</i>	<i>Rh. japonicum</i>	<i>Rh. meliloti</i>	<i>Rh. leguminosarum</i>	<i>Rh. lupini</i>
Клевер	Сухой вес, мг	1969	461 ± 30°	666 ± 34*	309 ± 17*°	450 ± 55	357 ± 29°	272 ± 18*°
		1970	570 ± 37°	937 ± 40*	499 ± 32°	565 ± 40°	421 ± 17°	330 ± 28*°
	Содержание азота, % от сухого веса	1969	4,39	7,41	3,43	4,24	3,50	3,25
		1970	5,21	8,02	4,64	5,17	3,87	3,22
	Азот, мг	1969	20,1 ± 0,3°	49,3 ± 0,9*	10,5 ± 0,1*°	18,8 ± 1,3°	12,5 ± 1,0*°	8,77 ± 0,03*°
		1970	29,5 ± 0,6°	74,8 ± 0,6*	23,0 ± 0,1*°	29,1 ± 1,3°	16,2 ± 0,2*°	10,5 ± 0,5*°
Люцерна	Сухой вес, мг	1969	1651 ± 41	1512 ± 19*°	1350 ± 60°	1944 ± 64	1551 ± 53°	1378 ± 29*°
		1970	1760 ± 43	1421 ± 183	1672 ± 44°	2026 ± 71	1591 ± 111	1483 ± 52°
	Содержание азота, % от сухого веса	1969	3,26	2,38	2,30	4,66	2,48	2,21
		1970	3,63	2,86	2,48	4,91	2,82	2,44
	Азот, мг	1969	53,8 ± 0,4°	36,0 ± 2,5*°	31,2 ± 2,4*°	90,5 ± 5,4*	38,4 ± 1,5*°	30,4 ± 1,7*°
		1970	63,8 ± 0,5°	40,7 ± 5,6°	41,4 ± 0,3*°	99,4 ± 4,3*	44,6 ± 1,1*°	36,3 ± 3,6*°
Соя	Сухой вес, мг	1969	432 ± 28	255 ± 24*°	512 ± 12	130 ± 18*°	239 ± 14*°	391 ± 11°
		1970	598 ± 3°	258 ± 13*°	800 ± 32*	155 ± 13*°	427 ± 20*°	583 ± 22°
	Содержание азота, % от сухого веса	1969	3,75	2,85	5,05	2,68	3,84	3,13
		1970	4,09	3,69	6,95	3,20	3,92	4,04
	Азот, мг	1969	16,2 ± 1,4°	7,25 ± 0,7*°	25,8 ± 0,6*	3,42 ± 0,8*°	11,3 ± 0,6°	12,2 ± 0,4°
		1970	24,5 ± 0,1°	9,59 ± 0,9*°	55,7 ± 3,1*	4,89 ± 0,7*°	16,7 ± 0,5*°	23,6 ± 0,9°

Примечание. Обозначения см. табл. 1.

а даже отставали от них. Наибольший отрицательный эффект получен при заражении бобовых растений различными несоответствующими им физиологическими группами клубеньковых бактерий. Например, при заражении клевера и люцерны штаммами *Rh. japonicum*, *Rh. lupini* или сои штаммами *Rh. trifolii*, *Rh. meliloti*, *Rh. leguminosarum*, т. е. при заражении медленнорастущими штаммами таких видов бобовых растений, у которых клубеньки образуются быстрорастущими штаммами, и наоборот. Таким образом, существенные различия достигают максимума при данных конкретных условиях.

Причина отрицательного влияния заражения определенных видов бобовых растений штаммами клубеньковых бактерий, выделенных из других видов бобовых растений, на симбиотическую фиксацию азота, в особенности по сравнению с незараженным контролем, не ясна и, по-видимому, это влияние может варьировать при разных условиях в зависимости от растений, штамма *Rhizobium*, количества питательных веществ в почве и т. п.

Оценивая симбиотическую эффективность по содержанию сухого вещества и накоплению азота в урожае с точки зрения специфичности изучаемых клубеньковых бактерий, можно сказать, что специфические для данного вида бобовых растений штаммы обеспечивали эффективный симбиоз. Заражение несоответствующими или неспецифическими бактериями отрицательно сказывалось на развитии растений и в таких случаях взаимоотношения между клубеньковыми бактериями и растением-хозяином становились не симбиотическими, а скорее паразитическими по отношению к последнему.

Как и предполагалось, в самих растениях, инокулированных специфическими штаммами клубеньковых бактерий, процентное содержание азота было примерно в 1,5 раза выше по сравнению с контролем, а в растениях, инокулированных неспецифическими бактериями, — примерно равно контролю или даже ниже.

Сравнив процентное содержание азота в корнях и надземных частях бобовых растений, можно сказать, что наивысшее содержание азота отмечено в корнях (табл. 2). Это, видимо, объясняется тем, что при взятии проб для анализов мы не отделяли клубеньки от корней, а как известно по данным литературы, самое большое количество азота содержат клубеньки (Uziak, 1964; Мишустин, Шильникова, 1968). Образование клубеньков на корнях бобовых растений было отмечено во всех вариантах, в том числе и в контроле. Это можно объяснить тем, что полевые почвы обычно содержат спонтанные штаммы клевера и люцерны в достаточном количестве для естественного заражения растений. Исключение представляла соя, которая не является местным видом, и в наших почвах отсутствуют соответствующие ей спонтанные штаммы. Поэтому на корнях сои клубеньки образовывались только при заражении ее штаммом *Rh. japonicum*. Этим и можно объяснить несущественное различие между контролем и вариантом, зараженным *Rh. japonicum* в первый год опыта.

Нами изучалось и влияние повторного заражения на продуктивность бобовых растений и накопление общего азота. Повторное или дополнительное заражение на второй год опыта повысило урожай сухой массы и содержание общего азота в среднем соответственно на 36 и 39%. Таким образом, дополнительное заражение дало вполне существенный положительный эффект. Особенно целесообразно использовать дополнительное заражение для впервые интродуцируемых бобовых растений.

Содержание азота и микроэлементов в почве является одним из важнейших факторов, определяющих симбиотическую фиксацию азота

в природных условиях. Избыточные количества или недостаток Mn, Cu, Mo, B могут препятствовать нормальному росту растений (Mulder, 1954; Пейве, 1965).

Чтобы выяснить, зависит ли рост исследуемых бобовых растений в почвах биометров от содержания в них азота и микроэлементов, были проведены определения содержания общего азота и микроэлементов в почве.

Таблица 3

Накопление атмосферного азота в дерново-карбонатной почве под бобовыми растениями (1969 г.)

Растение	Показатели	Контроль	Заражение штаммами клубеньковых бактерий				
			<i>Rh. trifolii</i>	<i>Rh. japonicum</i>	<i>Rh. meliloti</i>	<i>Rh. leguminosarum</i>	<i>Rh. lupini</i>
Без растений	Исходное содержание азота, % (M_0)	0,2673	0,2673	0,2673	0,2673	0,2673	0,2673
Клевер Люцерна Соя	Промежуточное содержание азота, %	0,2846	0,3272	0,2814	0,2989	0,3010	0,2903
		0,2858	0,2870	0,2801	0,3105	0,3094	0,2837
		0,2761	0,2798	0,2955	0,2889	0,2960	0,2824
Клевер Люцерна Соя	Конечное содержание азота, % (M_1)	0,3116	0,3576	0,3004	0,3106	0,3182	0,3200
		0,3106	0,3218	0,3074	0,3378	0,3207	0,2995
		0,2972	0,2998	0,3104	0,2987	0,3064	0,3072
Клевер Люцерна Соя	Разница между средними, % ($M_1 - M_0$)	0,0443	0,0903	0,0331	0,0453	0,0509	0,0527
		0,0453	0,0545	0,0401	0,0705	0,0534	0,0322
		0,0299	0,0325	0,0431	0,0314	0,0391	0,0399

Сведения об изменениях содержания почвенного азота в этих же опытах приводятся в табл. 3. При сопоставлении исходного и конечного содержания азота в почве выявилась тенденция к значительному увеличению азота в почве под бобовыми культурами. Достоверность разниц средних показателей $P \leq 0,05$. В контрольных вариантах наблюдалось спонтанное заражение всех бобовых культур, кроме сои, бактериями, находящимися в почве. Прирост общего азота в почве под бобовыми культурами (клевер, люцерна, соя) на 10 кг абсолютно сухой почвы равнялся 0,299—0,903 г. Резких различий между разными бобовыми растениями в накоплении почвенного азота не наблюдалось, кроме того, что в вариантах с соей такой прирост был несколько меньше. Прирост азота в почве при заражении бобовых растений выделенными из этих же культур штаммами был в 1,4—2,0 раза выше, чем в контроле. До образования клубеньков и начала фиксации азота воздуха бобовые растения пользуются почвенным азотом. Метод разницы при определении азота в почве далеко не точен и дает приблизительные результаты. Итак, при отсутствии выноса азота из почвы прирост азота в урожае можно считать результатом биологической фиксации атмосферного азота.

Содержание микроэлементов в почве биометров по анализам, проведенным в республиканской (зональной) агрохимической лаборатории «Кузуки», колебалось в следующих пределах: B — от 0,23 до 0,76 мг на 1 кг почвы; Mn — от 41 до 213 мг/кг и Cu — от 0,86 до 3,06 мг/кг. Поскольку существенных различий между вариантами в содержании

отдельных микроэлементов не наблюдалось, приводятся только крайние пределы колебаний.

Данные опытов с растениями в биометрах за 1969 и 1970 гг. подтверждают общеизвестный факт положительного влияния заражения бобовых растений клубеньковыми бактериями на их рост и урожайность. Эффект инфицирования выявляется в общей массе растений, а особенно в содержании азота. Отсюда можно заключить, что вследствие инфицирования в растениях происходят не только количественные, но и качественные изменения. Растения обогащаются азотом, и в то же время, как правило, повышается содержание сухого вещества. В особенности необходимо отметить, что по содержанию азота положительный эффект получается от дополнительного инфицирования нестерильного опытного материала (семян, ростков) в тех условиях питания (в почве), где содержание азота соответствует требуемым нормам. Следовательно, роль бактерий заключается не просто в увеличении количества доступного азота, но и в повышении уровня доступности и в качественных изменениях метаболизма растений. Также установлен тот факт, что неспецифические штаммы клубеньковых бактерий отрицательно влияют на образование зеленой массы растений и на содержание в них общего азота.

ЛИТЕРАТУРА

- Доросинский Л. М., Лазарева Н. М., 1966. О специфичности некоторых видов клубеньковых бактерий. IX международный конгресс по микробиол. Тезисы докл. М., В 2/31 : 290.
- Доросинский Л. М., Лазарева Н. М., 1967. Активность и вирулентность клубеньковых бактерий в связи с их специфичностью к бобовым растениям. Биологический азот и его роль в земледелии. М. : 88—95.
- Красильников Н. А., 1958. Микроорганизмы почвы и высшие растения. М.
- Мишустин Е. Н., Шильникова В. К., 1968. Биологическая фиксация атмосферного азота. М.
- Пейве Я. В., 1965. Биохимия микроэлементов и проблемы азотного питания растений. Вестн. АН СССР (1) : 42—50.
- Рахно П. Х., 1964. Сезонная количественная динамика почвенных бактерий. Таллин : 68—84.
- Рахно П. Х., 1968. О пробах почвы для микробиологических анализов. Почвоведение (7) : 170—173.
- Рахно П. Х., Пярсим Э. В., 1970. Некоторые новые методы и приемы почвенной микробиологии. Микроорганизмы в с.-х. М. : 88—91.
- Allen O. N., 1966. Rhizobial inoculants in United States Agriculture. Sympos. IX Internat. Microbiol. Congr. Moscow, July 24—30.
- Allen O. N., Baldwin I. L., 1954. Rhizobia-legume relationships. Soil Sci. 78 (6) : 415—427.
- Bailey N. T. J., 1959. Statistical Methods in Biology. London.
- Bjälve G., 1963. The effectiveness of nodule bacteria. Plant and Soil 18 (1) : 70—76.
- Fred E. B., Baldwin I. L., McCoy E., 1932. Root nodule bacteria and leguminous plants. Madison, Univ. Wisconsin.
- Gregory K. F., Allen O. N., 1953. Physiological variation and host plant specificities of rhizobia isolated from *Caragana arborescens* L. Canad. J. Bot. 31 : 730—738.
- Mulder E. G., 1954. Molybdenum in relation to growth of higher plants and microorganisms. Plant and Soil 5 (4) : 368—415.
- Nutman P. S., 1959. Some observations on root-hair infection by nodule bacteria. J. Exptl Bot. 10 (29) : 250—263.
- Pärsim E. V., 1966. Mõgarate esinemisest ja morfoloogias Eestis kasvavatel liblikõielistel. ENSV TA Toimet. biol. seeria 15 (1) : 16—28.
- Pärsim E. V., 1969. Eestis kasvavate liblikõieliste mugarbakterid. Tallinn.
- Uziak Z., 1964. The utilization of inorganic or organic nitrogen by leguminous plants at various C : N ratios in the plants. I—II. Ann. Univ. M. Curie-Sklodowska, Lublin, sect. E 19 : 163—187; 499—535.

- Vincent J. M., 1966. Legume inoculation as an exercise in applied microbiology. Rothamsted Exptl Stat. Harpenden Herts : 1—27.
- Wilson J. K., 1964. Variation in seed as shown by symbiosis. Mem. Cornell Univ. Agric. Exptl Sta. 272 : 21.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
1/IX 1971

EVI PÄRSIM, REIN KOOLI

MÖNEDE SPETSIIFILISTE JA MITTESPETSIIFILISTE MÜGARBAKTERITE TÜVEDE MÖJUST RISTIKULE, LUTSERNILE JA SOJAOALE

Resümee

Uuriti spetsiifiliste (*Rh. trifolii*, *Rh. meliloti*, *Rh. japonicum*) ja mittespetsiifiliste (*Rh. leguminosarum*, *Rh. lupini*) mügarbakteritüvede mõju sümbioosi efektiivsusele katsetes liblikõieliste (*Trifolium repens*, *Medicago falcata*, *Glycine hispida*) taimedega. Sümbioosi efektiivsuse kriteeriumiks võeti taimede kuivmassi- ja üldlämmastikuisaldus.

Tulemused kinnitavad üldtuntud seisukohta mügarbakteritega nakatamise positiivsest mõjust liblikõieliste taimede kasvule ja saagikusele. Efekt ilmneb taimemassis üldse, eriti aga lämmastikuisalduses. See näitab, et infitseerimise tagajärjel toimuvad taimedes peale kvantitatiivsete ka kvalitatiivsed muutused: taimed muutuvad lämmastiku poolest iikkamaks, samal ajal tõuseb reeglipäraselt ka nende kuivainesaldus.

Tehti kindlaks, et nakatamine mittespetsiifiliste mügarbakteritüvedega avaldab negatiivset mõju kuivmassi moodustumisele ja üldlämmastikuisaldusele liblikõielistes taimedes.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Eksperimentaalbioloogia Instituut

Toimetusse saabunud
1. IX 1971

EVI PÄRSIM, REIN KOOLI

ON THE INFLUENCE OF SOME SPECIFIC AND NONSPECIFIC STRAINS OF NODULE BACTERIA ON CLOVER, ALFALFA AND SOYBEAN

Summary

The influence of specific (*Rh. trifolii*, *Rh. meliloti*, *Rh. japonicum*) and nonspecific (*Rh. leguminosarum*, *Rh. lupini*) strains of nodule bacteria on the effectiveness of symbiosis in experiments with leguminous plants (*Trifolium repens*, *Medicago falcata*, *Glycine hispida*) was studied. Plant dry substance and content of total nitrogen served as a criterion of the efficiency of symbiosis.

The results of plant experiments in biometers support the well-known point of view about the positive influence of inoculation with nodule bacteria on the growth and productivity of leguminous plants. The effect of inoculation is evident in plant mass in general, and particularly in the nitrogen content. It is shown that, as a result of inoculation, there occur not only quantitative, but also qualitative changes in plants. Plants become richer in the nitrogen content, and at the same time the dry weight also increases as a rule.

Of particular significance is the fact that nonspecific strains of nodule bacteria exert a negative influence on the formation of the dry substance and on the total nitrogen content.

Academy of Sciences of the Estonian SSR,
Institute of Experimental Biology

Received
Sept. 1, 1971