

УДК 633.353+633.358]:631.811.1

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ И АЗОТФИКСАЦИЮ У ГОРОХА И КОРМОВЫХ БОБОВ

Б. А. ЯГОДИН, Т. А. ДЕМЬЯНОВА, И. В. ВЕРНИЧЕНКО
(Кафедра агрономической и биологической химии)

В «Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 гг.» отмечается необходимость расширения посевов бобовых культур [4]. Выращивание бобовых дает возможность, с одной стороны, пополнить ресурсы пищевого и кормового белка без расходу-

вания или с небольшим расходом технического азота благодаря способности растений к фиксации азота атмосферы, с другой, улучшить азотный баланс пахотных почв за счет азота, остающегося в корневых и послеуборочных остатках бобовых.

Внесение оптимальных научно обоснованных доз минерального азота, не подавляющих уникальной способности бобовых фиксировать атмосферный азот, является важным фактором повышения урожайности и содержания белка у зернобобовых культур. Однако вопрос о целесообразности внесения технического азота под бобовые далек от окончательного решения.

Литературные данные по азотному питанию бобовых можно довольно четко разделить на четыре группы:

1) бобовые вообще не нуждаются в минеральном азоте, он им даже вреден [3, 10—13, 15, 17];

2) необходимы небольшие «стартовые» дозы минерального азота, т. е. требуется участие минерального азота в формировании азотфиксирующего аппарата [1, 5];

3) следует применять средние дозы азотных удобрений — взаимодополнение симбиотрофного и автотрофного питания азотом [9, 14, 16];

4) полное обеспечение зернобобовых минеральным азотом для достижения их максимальной продуктивности, как правило, при подавлении процесса симбиотической азотфиксации [6, 7, 8].

Вопрос о применении минерального азота под бобовые очень важен, однако он не может быть решен однозначно, следует дифференцированно подходить к выбору доз при выращивании той или иной бобовой культуры.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния различной обеспеченности растений минеральным азотом на формирование урожая и размеры фиксации азота горохом и кормовыми бобами, которые различаются по биологии развития.

Материал и методика исследований

Вегетационные опыты (песчаная культура) проводились в 1977—1978 гг. на Агрохимической опытной станции им. Д. Н. Прянишникова. Для выращивания гороха сорта Немчиновский 766 и кормовых бобов сорта Херц Фрей использовали пластмассовые сосуды, вмещающие 6 кг песка. Повторность опытов 8-кратная. В опытах применялась питательная смесь Ринькиса для бобовых культур [9] с нашей корректировкой по микроэлементам.

Азот в виде меченой ^{15}N аммиачной селитры в 1977 г. вносили в трех дозах (мг на 1 кг песка): I — 50; II — 100 и III — 200; в

1978 г. в четырех дозах: I — 25, II — 50, III — 100 и IV — 200.

В различные фазы вегетации определяли использование растениями азота удобрений и размеры фиксации ими азота атмосферы. Содержание в растениях общего и белкового азота определяли методом озоления; общий азот — по Кьельдалю; белковый — по методу Барнштейна; меченый — на масс-спектрометре МИ-1305. Размеры фиксации азота атмосферы горохом и кормовыми бобами устанавливали расчетным методом с учетом использования ими азота семян и усвоения азота растениями из удобрений.

Результаты исследований

Одним из первых проявлений реакции растений на азотное питание является изменение темпов их роста и накопления сухого вещества (табл. 1 и 2). Горох, выращенный без азота, отставал в росте, особенно в начале вегетации (табл. 1). В это время растения при включении минерального азота в питательную среду развивались и росли лучше, чем в контроле (за счет азота семян и фиксированного азота атмосферы). Однако не все уровни минерального азота одинаково влияли на накопление сухого вещества горохом. Так, внесение азота в дозах 50 и 100 мг на 1 кг песка в 1977 г. и 25 мг — в 1978 г. привело к увеличению коли-

Таблица 1

Рост и развитие гороха (г воздушно-сухого вещества на сосуд) при разных уровнях азотного питания

Доза азота, мг/кг	Цветение			Образование бобов			Полная спелость			
	надземная масса	корни	всего	надземная масса	корни	всего	зерно	солома	корни	всего
1977 г.										
0	14,9	3,2	18,1	19,3	3,6	22,9	7,1	29,9	3,8	40,8
50	11,7	2,3	14,0	21,8	4,0	25,8	11,9	27,6	4,1	43,6
100	16,4	3,5	19,9	31,8	4,3	36,1	11,1	27,0	4,5	42,6
200	9,5	2,0	11,5	17,7	3,5	21,2	5,2	14,7	3,9	23,8
					НСП _{0,95}		2,03	—	—	—
1978 г.										
0	11,8	1,1	12,9	25,2	1,5	26,7	14,6	18,9	1,8	35,3
25	16,0	2,0	18,0	30,2	2,3	32,5	20,0	22,7	2,8	45,5
50	15,9	2,0	17,9	28,7	2,0	25,7	16,8	23,7	2,4	42,9
100	15,4	2,2	15,6	35,9	2,6	38,5	16,3	24,4	2,6	43,0
200	17,6	2,4	20,0	36,4	2,6	39,0	17,3	26,2	2,7	46,2
					НСП _{0,95}		2,39	—	—	—

Таблица 2

Рост и развитие кормовых бобов (г воздушно-сухого вещества на сосуд) при разных уровнях азотного питания

Доза азота, мг/кг	Цветение			Образование бобов			Полная спелость			
	надземная масса	корни	всего	надземная масса	корни	всего	зерно	солома	корни	всего
1977 г.										
0	7,8	—	7,8	15,7	5,2	20,9	11,6	19,3	6,2	37,1
50	12,6	—	12,6	20,1	6,4	26,5	13,1	17,6	8,2	38,9
100	10,2	—	10,2	18,6	5,8	24,4	16,1	22,0	6,0	44,1
200	6,1	—	6,1	13,0	4,0	17,0	10,9	14,8	6,1	31,8
					НСП _{0,95}		1,70	—	—	—
1978 г.										
0	6,3	2,6	8,9	11,4	4,1	15,5	8,3	14,4	5,1	27,8
25	10,0	4,5	14,5	20,3	5,2	25,5	15,8	24,5	9,5	49,8
50	13,1	4,9	18,0	29,7	8,3	38,0	16,0	26,6	8,7	51,3
100	17,5	5,2	22,7	30,6	7,1	37,7	16,3	34,8	11,9	63,0
200	17,2	3,4	20,6	37,0	6,7	42,7	18,0	35,9	7,6	61,5
					НСП _{0,95}		1,67	—	—	—

чества сухого вещества в растениях по сравнению с контролем в фазу зеленых бобов. Повышение дозы азота до 200 мг/кг не вызвало существенного увеличения количества сухого вещества в горохе в эту фазу, а в 1977 г. оно даже несколько снизилось.

Таким образом, в фазу зеленых бобов отсутствие минерального азота отрицательно сказывается на накоплении сухой массы и развитии гороха. Самый высокий урожай зерна гороха был получен при внесении 50 мг N на 1 кг песка в 1977 г. и 25 мг N в 1978 г. В варианте с максимальной дозой азота в оба года этот показатель был заметно ниже, чем в оптимальных вариантах, а в 1977 г. уменьшилась общая масса растений.

С увеличением дозы минерального азота отношение зерна к соломе изменялось в сторону увеличения доли последней. Включение минерального азота в питательную среду способствовало нарастанию большей массы корней (табл. 1). Некоторые различия во влиянии различных доз минерального азота на развитие гороха по годам, по-видимому, связаны с неодинаковыми температурными условиями, сложившимися в 1977 и 1978 гг.

Кормовые бобы лучше развивались при внесении в среду минеральных соединений азота, чем только за счет фиксированного азота в безазотном варианте, причем влияние минерального азота на развитие растений зависело от применяемой дозы (табл. 2). Так, двойная доза азота (200 мг N на 1 кг песка) в 1977 г. оказывала ингибирующее действие на кормовые бобы во все фазы роста. В фазу зеленых бобов наибольшее накопление сухого вещества отмечено в варианте с 50 мг N, а к моменту уборки — со 100 мг N.

В условиях вегетационного опыта 1978 г. повышение дозы азота (до 200 мг/кг) не оказывало угнетающего действия на формирование урожая кормовых бобов. Наибольшее накопление сухой массы у растений наблюдалось в фазу полной спелости при внесении максимальных доз азота (100 и 200 мг/кг): оно было более чем в 2 раза выше контрольного. Самый высокий урожай зерна кормовых бобов получен в варианте с двойной дозой азота — 18 г/сосуд. Доза азота 200 мг/кг не только не оказала токсичного действия на растения, как в опыте с горохом, но и способствовала наилучшему их развитию. Кормовые бобы, выращенные без азота, отставали в росте и развитии в оба года; урожаи как зерна, так и соломы в этом варианте были минимальными.

Выявленные различия в реакции растений на неодинаковое количество минерального азота в питательной среде обусловлены биологическими особенностями опытных культур, в частности их различиями в проявлении способности к симбиотической фиксации атмосферного азота и различной чувствительностью к минеральному азоту их нитрогеназных комплексов.

У гороха в 1977 г. в период цветения — образование бобов при внесении минимальной дозы азота накопление его растениями по сравнению с контролем снизилось (табл. 3). Увеличение дозы минерального азота до 100 мг на 1 кг вызывало максимальное его накопление в эти фазы развития. Однако дальнейшее увеличение в среде концентрации связанного азота приводило к резкому снижению количества этого элемента в горохе, несмотря на повышение относительного содержания азота во всех органах растений. В 1978 г. в первые фазы вегетации потребление горохом азота при увеличении дозы азотных удобрений возросло, максимум накопления этого элемента в растениях отмечен в эти фазы при внесении самой высокой дозы азота.

При уборке гороха, когда основная часть вынесенного азота приходилась на фиксированный азот атмосферы, максимальный общий вынос азота горохом как в первый, так и во второй год наблюдался при внесении минимальной дозы азотных удобрений. При повышении дозы связанного азота этот показатель заметно снижался, но все же он был выше, чем в контроле.

У кормовых бобов в 1977 г. максимальное накопление азота отмечалось в фазу полной спелости при дозе минерального азота 100 мг (табл. 4). При повышении его дозы до 200 мг этот показатель значительно снизился. В условиях вегетационного опыта 1978 г. уже в фазу цветения общее накопление азота растениями при внесении 100 мг азота было почти в 2,5 раза больше, чем в контроле; при увеличении дозы азота вынос общего азота кормовыми бобами в эту фазу несколько уменьшился. В фазу образования бобов максимум азота в растениях наблюдали в варианте с 200 мг азота (почти в 3 раза выше, чем в кон-

Таблица 3

Содержание общего азота в горохе (в расчете на сосуд)

Доза азота, мг/кг	Цветение			Образование бобов			Полная спелость				
	надземная масса		всего*, мг	надземная масса		всего*, мг	солома		зерно		всего*, мг
	%	мг		%	мг		%	мг	%	мг	
1977 г.											
0	2,5	372	446	3,0	573	648	1,5	451	3,8	268	798
50	2,8	326	379	2,4	525	602	1,3	345	3,6	432	857
100	2,6	420	491	1,8	579	663	1,0	273	3,5	392	753
200	3,3	310	371	2,4	418	483	1,9	279	4,2	217	565
1978 г.											
0	3,2	378	412	2,2	561	598	1,4	268	3,3	474	788
25	3,3	520	577	2,1	646	710	1,3	295	3,3	664	1029
50	3,1	498	548	2,6	612	666	1,2	275	3,2	539	864
100	2,9	443	508	2,0	725	796	1,2	290	3,3	535	896
200	3,2	563	620	2,1	761	828	1,0	249	3,1	529	856

* С учетом корней.

троле). При учете урожая накопление азота растениями было наибольшим в варианте со 100 мг азота, а при дозе 200 мг N общий вынос азота был несколько ниже.

Применение в качестве азотных удобрений соединений, меченных ^{15}N , позволило разграничить использование горохом минерального азота удобрений и свободного азота атмосферы, точно определить абсолютные размеры потребления растениями азота из этих источников, установить, какую долю в общем выносе азота составляет азот семян, удобрений и атмосферы, выяснить зависимость этих показателей от уровня обеспеченности минеральным азотом (табл. 5 и 6).

Таблица 4

Содержание общего азота в кормовых бобах (в расчете на сосуд)

Доза азота, мг/кг	Цветение			Образование бобов			Полная спелость				
	надземная масса		всего*, мг	надземная масса		всего*, мг	солома		зерно		всего*, мг
	%	мг		%	мг		%	мг	%	мг	
1977 г.											
0	3,14	245	245	2,66	419	549	1,1	214	4,7	499	844
50	3,08	388	388	2,49	501	621	1,2	204	4,6	612	974
100	3,24	330	330	2,51	467	568	1,0	220	4,9	747	1085
200	4,40	268	268	2,83	368	471	1,0	144	4,3	532	802
1978 г.											
0	2,75	173	239	2,02	230	339	1,75	252	4,39	364	732
25	1,47	147	263	2,51	510	627	1,63	399	4,46	705	1349
50	2,39	313	462	2,24	665	872	1,86	495	4,49	718	1383
100	2,58	452	608	1,91	585	741	1,63	567	4,02	655	1472
200	2,49	428	560	2,31	855	995	1,28	460	4,01	722	1333

* С учетом корней.

Использование горохом азота из разных источников

Доза азота, мг/кг	Использование растениями азота						Коэффициенты использования азота из удобрений, %	
	мг/сосуд				% от выноса			
	всего	из семян	из удобрений	из атмосферы	из семян	из удобрений		из атмосферы
1977 г.								
Цветение								
0	446,7	78	0	368,7	17	0	83	0
50	379,1	78	120,4	180,7	21	32	47	40,1
100	491,4	78	241,6	171,8	16	49	35	40,3
200	371,0	78	278,2	14,8	21	75	4	23,2
Образование бобов								
0	648,0	78	0	570,0	12	0	88	0
50	602,2	78	121,2	403,0	13	20	67	40,0
100	662,7	78	375,3	209,4	12	57	31	62,5
200	483,2	78	393,3	11,9	16	81	3	38,5
Полная спелость								
0	797,8	78	0	719,8	10	0	90	0
50	857,4	78	219,0	560,4	10	26	65	73,0
100	752,9	78	426,3	248,6	10	57	33	71,0
200	565,4	78	492,0	0	14	86	0	41,0
1978 г.								
Цветение								
0	412	69	0	343	17	0	83	0
25	577	69	115	394	12	20	68	77
50	548	69	138	340	13	25	62	46
100	508	69	229	210	14	45	41	38
200	621	69	355	197	11	57	32	30
Образование бобов								
0	598	69	0	529	11	0	89	0
25	710	69	129	511	10	18	72	86
50	666	69	164	433	10	25	65	55
100	796	69	298	429	9	37	54	50
200	828	69	460	299	8	56	36	38
Полная спелость								
0	788	69	0	719	9	0	91	0
25	1029	69	137	823	7	13	80	91
50	864	69	232	563	8	27	65	77
100	896	69	376	451	8	42	50	63
200	856	69	479	308	8	56	36	40

Установлено, что горох использовал азот удобрений с самого начала вегетации. По мере увеличения его дозы абсолютные размеры потребления меченого минерального азота возрастали. Азот удобрений использовался горохом вплоть до полной спелости зерна. Относительная доля азота удобрений в общем его выносе горохом в отдельных вариантах в процессе развития растений в различные фазы не изменялась.

При увеличении доз азотных удобрений во все фазы развития растений возрастало относительное содержание в общем выносе азота меченого азота удобрений (табл. 5).

Повышение доз азотных удобрений приводило к снижению коэффициентов их использования растениями. Горох к фазе цветения обладал активной азотфиксирующей системой. Так, в 1977 и 1978 гг. к этой

фазе растения усвоили из атмосферы в контроле почти 369 и 343 мг N на сосуд, что составляло половину фиксированного азота, найденного в этом же варианте в фазу полной спелости (табл. 5).

Внесение минерального азота приводило к снижению абсолютных и относительных размеров фиксации азота атмосферы горохом во все фазы развития растений, причем степень подавления этого процесса зависела от дозы минерального азота. Так, во время уборки при фиксации в контроле около 720 мг азота в варианте с 200 мг N усвоение азота атмосферы снизилось почти в 2,5 раза в 1978 г. и полностью подавлялось в 1977 г. В результате подавления азотфиксации при увеличении доз минеральных удобрений заметно снижалась доля фиксированного азота в общем выносе этого элемента горохом и растения все больше переходили на питание связанным азотом (повышалась доля азота удобрений в общем выносе азота растениями). Так, в 1977 г. доля фиксированного азота атмосферы уменьшилась с 90 % в контроле до 33 % при внесении 100 мг N на 1 кг песка, в варианте с максимальной дозой азота (200 мг/кг) он не был обнаружен.

Анализируя данные об изменении продуктивности гороха и фиксации им азота атмосферы под влиянием различных доз азота (табл. 5), можно заключить, что в условиях песчаной культуры оптимальной является доза азота 25 мг/кг. В этом варианте в 1978 г. получен наивысший урожай зерна, вынос азота также был самым высоким, а абсолютные размеры продуктивной азотфиксации были даже выше, чем в контроле.

Кормовые бобы к фазе цветения усвоили более половины азота минеральных удобрений, зафиксированного при учете урожая (табл. 6), причем в отличие от гороха усвоение кормовыми бобами азота удобрений практически заканчивалось к фазе образования бобов.

По мере увеличения дозы минерального азота во все фазы развития повышались абсолютные размеры его усвоения и доля азота удобрений в общем выносе этого элемента. К концу вегетации в связи с окончанием поглощения кормовыми бобами азота удобрений и активным процессом азотфиксации вплоть до уборки снижалось относительное количество удобрений в общем выносе этого элемента растениями.

Коэффициенты использования азота удобрений, как и в опытах с горохом, хотя и не так четко, зависели от его дозы и снижались при увеличении последней (табл. 6). Так, в 1978 г. они уменьшались с 84 до 45 % от внесенного азота. Сравнительно высокие коэффициенты использования азота удобрений (до 90 % у гороха в варианте с минимальной дозой азота) вполне объяснимы для условий песчаной культуры, где процессы иммобилизации и денитрификации значительно менее интенсивны, чем в почве.

Установлено, что кормовые бобы существенно отличаются от гороха по продуктивности и общей динамике симбиотической фиксации атмосферного азота. Если горох (табл. 5) к фазе образования бобов фиксировал основную массу азота атмосферы, содержащегося в растении при полной спелости, то у кормовых бобов (табл. 6) основное количество азота атмосферы было зафиксировано в последние фазы развития (образование бобов — полная спелость).

Симбиотическая азотфиксирующая система кормовых бобов оказалась менее чувствительной к наличию в среде минерального азота, чем у гороха. Хотя при увеличении дозы азотных удобрений доля фиксированного азота в общем выносе этого элемента несколько снижалась по сравнению с контролем (до 22 % в 1977 г. и до 55 % в 1978 г.), абсолютная продуктивность азотфиксации во всех вариантах, кроме варианта с максимальной дозой азота, была выше, чем в контроле. Значительное подавление процесса азотфиксации у кормовых бобов при внесении

Использование кормовыми бобами азота из разных источников

Доза азота, мг/кг	Использование растениями азота							Коэффициент использования азота из удобрений
	мг/сосуд				% от выноса			
	всего	из семян	из удобрений	из атмосферы	из семян	из удобрений	из атмосферы	
1977 г.								
Цветение								
0	245,0	79	0	166,6	32	0	68	0
50	388,0	79	89,2	219,8	20	23	57	29,7
100	330,0	79	168,3	82,7	24	51	25	28,0
200	268,0	79	131,6	57,4	29	49	22	11,0
Образование бобов								
0	548,9	79	0	469,9	14	0	86	0
50	620,8	79	136,0	495,8	13	22	65	45,0
100	568,4	79	236,1	253,3	14	42	44	39,0
200	470,7	79	400,4	0	15	85	0	33,0
Полная спелость								
0	844,4	79	0	763,4	9	0	91	0
50	974,3	79	132,0	763,3	8	14	78	44,0
100	1085,2	79	341,6	664,6	7	32	61	57,0
200	801,8	79	549,2	173,6	10	68	22	46,0
1978 г.								
Цветение								
0	299,3	60	0	179,3	25,1	0	74,9	0
25	262,5	60	58,2	144,3	22,9	22,2	54,9	38,8
50	461,8	60	144,4	257,4	13,0	31,3	55,7	48,1
100	607,5	60	294,3	253,2	9,9	48,4	41,7	49,0
200	560,2	60	366,7	133,5	10,7	65,5	23,8	30,6
Образование бобов								
0	339,0	60	0	279,0	17,7	0	82,3	0
25	626,5	60	101,1	465,4	9,6	16,1	74,3	67,4
50	872,0	60	188,9	623,1	6,9	28,5	71,5	63,0
100	740,7	60	267,2	413,5	8,1	36,1	55,8	44,5
200	995,4	60	537,2	397,8	6,0	54,0	40,0	44,8
Полная спелость								
0	731,7	60	0	671,7	8,2	0	91,8	0
25	1349,2	60	125,9	1163,3	4,4	9,3	86,3	83,9
50	1382,9	60	201,3	1121,6	4,3	14,6	81,1	67,1
100	1472,4	60	280,5	1131,9	4,1	19,1	76,8	46,8
200	1333,3	60	546,6	733,2	4,5	40,5	55,0	45,0

минерального азота в дозе 200 мг на 1 кг наблюдалось только в 1977 г.

Таким образом, оптимальной для кормовых бобов в песчаных культурах являлась доза 100 мг N на 1 кг песка. В этом случае продуктивность растений и вынос азота были максимальными, наблюдалось также наилучшее сочетание минерального и симбиотического азота в питании растений.

Выводы

1. Действие различных доз минерального азота на урожай и продуктивность симбиотической фиксации бобовых зависит от биологических особенностей культуры.

2. В условиях песчаных культур оптимальной дозой для гороха явилась доза 25 мг N на 1 кг песка. В этом случае урожай зерна был наибольшим, сохранялась продуктивная азотфиксация.

3. Азотфиксирующая система кормовых бобов менее чувствительна к наличию в среде минеральных соединений азота, чем у гороха. Оптимальной дозой для кормовых бобов в условиях песчаной культуры является 100 мг N на 1 кг песка. В этом варианте наблюдается наилучшее сочетание минерального и атмосферного азота в питании растений.

4. Коэффициенты использования горохом и кормовыми бобами азота минеральных удобрений в песчаной культуре при минимальных дозах азота достигали 70—90 %, они заметно снижались при увеличении дозы азота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Городний Н. Г., Жолтонога А. Д., Устименко А. М. Азот и урожай бобовых. — В сб.: Проблемы азота и урожай на Полесье. Киев, «Колос», 1967.
2. Гукова М. М. Значение минерального азота в питании бобовых растений. — Сб. науч. тр. ТСХА, 1977, вып. 223, с. 33—37.
3. Доросинский А. М. Влияние минерального азота на симбиотическую фиксацию азота. — В кн.: Клубеньковые бактерии и нитрагин. Л., «Колос», 1970.
4. Материалы XXV съезда КПСС, М., Политиздат, 1977, с. 109—155.
5. Марчук П. Н., Сайчук К. И. Действие удобрений на горох на дерново-подзолистых почвах Украины. — Агрохимия, 1971, № 5, с. 74—80.
6. Посыпанов Г. С. О роли симбиотического и минерального азота в питании бобовых культур. — Докл. ТСХА, 1974, вып. 204, с. 41—46.
7. Посыпанов Г. С., Шильникова В. К. Особенности азотного питания бобовых культур. — В сб.: Некоторые вопросы интенсификации земледелия СССР и ЧССР. ТСХА, 1977, с. 98—107.
8. Посыпанов Г. С. Антагонизм и синергизм симбиотического и минерального азота в питании бобовых. — В сб.: Технология производства зернобобовых культур. М., «Колос», 1977.
9. Ринькис Г. Я. Оптимизация минерального питания растений. Рига, «Зинатне», 1972.
10. Трепачев Е. П., Атрашкова Н. А., Хабарова А. И. Использование бобовыми азота удобрений и его влияние на симбиотическую азотфиксацию и урожай бобовых культур. — В кн.: Применение стабильного изотопа ^{15}N в исследованиях по земледелию. М., «Колос», 1973, с. 26—38.
11. Трепачев Е. П. О некоторых аспектах симбиотической фиксации азота бобовыми культурами. — Агрохимия, 1976, № 1, с. 138—145.
12. Трепачев Е. П. Возможные размеры накопления биологического азота и степень его использования. — Агрохимия, 1977, № 4, с. 135—146.
13. Ambus P. — Agrochimica (Bratislava), 1977, N 17, s. 7—8.
14. Bhangoo M., Albritton D. — Agr. J., 1976, N 7—8, p. 642—644.
15. Hinson K. — Agr. J., 1975, N 6, p. 321—300.
16. Parker M. B., Harris H. B. — Agr. J., 1977, vol. 69, N 4, p. 551—554.
17. Nutman P. S. — Symbiotic nitrogen fixation in plants. — Ed. Nutman. L., Cambridge, 1977.

Статья поступила 18 июля 1979 г.

SUMMARY

In pot trials (sandy cultures) which were being conducted for two years, $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ at the doses of 25, 50, 100 and 200 mg N per 1 kg of sand was used.

It has been found that when mineral nitrogen was applied under peas and fodder beans, the productivity of nitrogen fixation was reduced, the range of suppression of the process being dependent on the dose of nitrogen and biological peculiarities of the crops. In sandy cultures the optimum dose of nitrogen for peas was 25 mg per 1 kg, while for fodder beans — 100 mg per 1 kg of sand. In these versions there was the best combination of mineral and air nitrogen in plant nutrition. With higher dose of fertilizers the rate of fertilizer nitrogen utilization by legumes was reduced.