

УДК 633.31"32:631.811:631.435

ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ НОРМ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ И ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВЫ НА АКТИВНОСТЬ СИМБИОЗА И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ ЛЮЦЕРНЫ И КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО

Р.М. БЕКБУЛАТОВ, И.Н. КУНИЧНИКОВА, В.К. БОРИСЕВИЧ,
Г.С. ПОСЫПАНОВ

(Кафедра растениеводства)

В вегетационном опыте с люцерной сорта Вега и клевера ВИК 7 при благоприятных условиях симбиоза стартовая норма азота (15N) не оказывала влияния на продуктивность растений, высокая норма (100N) подавляла образование клубеньков до начала цветения люцерны. В опыте с клевером луговым она угнетала симбиоз тем сильнее, чем тяжелее был гранулометрический состав почвы: масса клубеньков на супесчаной почве была ниже, чем в контроле, в 5 раз, на среднесуглинистой — в 7, на тяжелосуглинистой — в 10, на глинистой — в 12 раз; активность нитрогеназы на супесчаной и среднесуглинистой почве — в 5—7 раз, а на глинистой — в 12,5 раз. Наибольшая сухая масса клевера была на среднесуглинистой почве в контроле, наименьшая — на тяжелых глинистых почвах.

По данным ряда исследователей (1—4), применение азотных удобрений отрицательно влияет на формирование симбиотического аппарата и фиксации азота воздуха. Даже малые (30—40 кг/га), так называемые стартовые нормы минерального азота задерживают образование клубеньков [5], а высокие нормы подавляют их образование. Однако отмечено [6], что одна и та же норма азотных удобрений оказывает неодинаковое влияние на

разные симбиотические системы.

В задачу наших исследований входило изучить действие стартовой и высокой норм азотных удобрений на симбиотическую и фотосинтетическую деятельность люцерны северного экотипа сорта Вега при благоприятных условиях симбиоза, а также влияние этих норм на активность симбиоза и продуктивность клевера лугового сорта ВИК 7 на разных по гранулометрическому составу почвах.

Методика

Вегетационные опыты проводили в пластмассовых сосудах емкостью 6 кг сухой почвы с поддонами. В опытах с люцерной почва дерново-подзолистая среднесуглинистая с содержанием гумуса 2,0%, $pH_{\text{соль}}$ 6,5, повышенной обеспеченностью подвижным фосфором, обменным калием, бором и молибденом. Влажность почвы поддерживали не ниже влажности разрыва капилляров. Испытывали нормы минерального азота 15 и 100 мг на 1 кг почвы, что примерно соответствует 45 и 300 кг азота на 1 га. В сосудах высаживали по 14 проростков с корешками одинаковой длины. На проростки наносили суспензию ризоторфина со специальным активным штаммом ризобий 425а. Повторность опыта 6-кратная.

В фазу начала цветения проводили биометрический анализ растений [7]: определяли количество и массу клубеньков, в том числе с леггемоглобином (Лб), содержание Лб в клубеньках, сырую и абсолютно сухую массу листьев, стеблей, корней; площадь листьев; содержание азота в отдельных органах растений.

В опытах с клевером луговым использовали ту же методику. Почвы различались по гранулометрическому составу: супесчаная и среднесуглинистая с содержанием гумуса 1,5%, повышенным — фосфора, калия, бора и молибдена; тяжелосуглинистая и глинистая с содержанием гумуса 2,0% и повышенным содержанием макро- и микроэлементов. Кроме анализов и учетов, выполненных в

опытах с люцерной, определяли концентрацию хлорофилла — в спиртовой вытяжке и интенсивность фотосинтеза — на газовом хроматографе ГИП-10 МБ2.

Результаты

Исследованиями установлено, что азотные удобрения, внесенные перед посевом люцерны в норме 15 мг/кг, к фазе начала цветения практически не оказали влияния на массу активных клубеньков, а при их норме 100 мг/кг клубеньки начали образовываться только перед бутонизацией и к началу цветения их масса была в 70 раз меньше, чем в контроле (табл. 1). Растения этого варианта по сравнению с контрольными характеризовались более низким содержанием азота. Это свидетельствует, что минеральный азот к фазе цветения был частично использован растениями, частично закреплен микрофлорой почвы, а концентрация его в почвенном растворе существенно снизилась, снизилось и содержание его в органах растений. При недостатке азота растения начинают формировать симбиотический аппарат.

Высота растений, площадь листьев, накопление сухого вещества в контрольном варианте и при внесении небольшой нормы азота были одинаковыми. По-видимому, минеральный азот шел в компенсацию снижения симбиотически фиксированного азота. При внесении высокой нормы азота значения этих показателей были несколько выше за счет обильного азотного питания в первые фазы роста и развития.

Симбиотическая и фотосинтетическая деятельность люцерны

Показатель	1993 г.			1994 г.		
	контроль	15N	100N	контроль	15N	100N
Клубеньки, мг/сосуд	3214	3116	235	3408	3211	270
в т.ч. активные:						
мг/сосуд	2993	2880	42	3187	3003	28
%	90	90	24	90	89	10
Масса 100 клубеньков, мг	260	262	111	263	260	108
Площадь листьев, дм ² /сосуд	37	37	39	38	38	39
Высота растений, см	70	70	73	77	77	79
Сухая масса, г/сосуд	25,4	25,3	27,4	26,8	26,9	28,3
N, %:						
в листьях	4,11	4,11	3,81	4,13	4,11	3,79
в стеблях	1,88	1,86	1,53	1,96	1,94	1,62
в корнях	1,96	1,96	1,64	2,08	2,07	1,71
N, мг/сосуд	698	691	712	755	748	781

В опыте с клевером луговым азотные удобрения в норме 15 мг/кг несколько снижали массу клубеньков, содержание леггемоглобина и активность нитрогеназы на всех типах почв (табл. 2).

При 100N в фазу начала цветения клевера масса клубеньков на супесчаной почве была ниже, чем в контроле, в 5 раз, на среднесуглинистой — в 7, на тяжелосуглинистой — в 10 и на глинистой — в 12 раз. Содержание Лб на всех типах почв снизилось в 2 и более раза, интенсивность фиксации азота воздуха (активность нитрогеназы) на супесчаной и среднесуглинистой почве снизилась в 5—7 раз, а на глинистой — в 12,5 раз.

Высокая норма азотных удобрений ингибировала симбиотическую деятельность клевера тем сильнее, чем тяжелее был гранулометрический состав почвы. Это

обусловлено тем, что на песчаной почве минеральный азот быстрее вымывается, а на тяжелых — из-за более медленного вымывания азота к фазе цветения его концентрация бывает выше, чем на легких. Кроме того, на легких почвах при повышенной концентрации азота в почвенном растворе растения интенсивнее используют его в первую половину вегетации и быстрее исчерпывают азот удобрений. При снижении содержания минерального азота в почве растения клевера вынуждены формировать симбиотический аппарат, и к фазе цветения он может достигать значительной величины.

Показатели фотосинтетической деятельности растений клевера лугового (табл. 3) под влиянием стартовой нормы азотных удобрений на супесчаной и среднесуглинистой почве практически не

Симбиотическая деятельность растений клевера лугового

Вариант (норма N, мг/кг)	Клубеньки, мг/сосуд	Лб, мг на 1 г сырых клубеньков	N _{азот.} , мг/сосуд в 1 ч
<i>Супесчаная</i>			
Контроль	2395	2,43	4,97
15	2212	2,42	4,91
100	466	1,48	1,03
<i>Среднесуглинистая</i>			
Контроль	2468	2,86	4,38
15	2242	2,82	4,30
100	356	1,21	0,68
<i>Тяжелосуглинистая</i>			
Контроль	1364	2,43	2,85
15	1312	2,33	2,80
100	131	1,11	0,27
<i>Глинистая</i>			
Контроль	1056	2,32	2,64
15	967	2,30	2,49
100	88	1,06	0,21
НСР ₀₅ для азота	181	0,11	0,10
НСР ₀₅ для гранулометрического состава почвы	165	0,12	0,11

изменились. По-видимому, азот минеральных удобрений шел в компенсацию снижения симбиотически фиксированного азота воздуха. Высокая норма минерального азота усилила ветвление растений, на 4 см увеличила их высоту, на 15% повысила площадь листьев и накопление сухого вещества.

На тяжелой глинистой почве, где в контрольном варианте симбиоз был угнетен из-за слабой аэрации и растения испытывали азотную недостаточность, высокая норма азотных удобрений увеличивала площадь листьев по сравнению с контролем в 1,5 раза, содержание хлорофилла — на 0,46—0,63 мг на 1 г листьев, интенсивность фотосинтеза — на

11%, накопление сухой массы — на 25—47%.

На среднесуглинистой почве наибольшая интенсивность фотосинтеза была при симбиотрофном питании азотом.

Наибольшее накопление сухого вещества растениями клевера лугового отмечено на среднесуглинистых, хорошо аэрируемых почвах с благоприятным водным режимом, наименьшее — на тяжелых глинистых почвах.

Содержание азота в органах растений в фазу бутонизации было самым высоким в контроле на супесчаной и среднесуглинистой почвах (табл. 4) благодаря наиболее активной симбиотической азотфиксации, особенно в фазу цветения.

Таблица 3

Фотосинтетическая деятельность растений клевера лугового

Вариант (норма N, мг/кг)	Высо- та, см	Побег, шт/ раст.	Площадь листьев, см ² /раст.	Хлоро- филл, мг/г	Интенсивность фотосинтеза, мг СО ₂ /дм ² · ч	Сухая масса, г/сосуд	
						надземная	корни
<i>Супесчаная</i>							
Контроль	45	1,1	327	2,37	7,22	32,9	42,8
15	45	1,1	327	2,37	7,25	32,7	42,9
100	49	1,8	391	2,50	7,23	37,4	46,6
<i>Среднесуглинистая</i>							
Контроль	46	1,3	333	2,43	8,04	34,9	41,7
15	46	1,3	331	2,42	8,04	34,8	41,1
100	50	1,5	395	2,48	7,85	39,4	47,7
<i>Тяжелосуглинистая</i>							
Контроль	31	1,3	217	1,76	6,71	27,0	31,2
15	31	1,3	223	1,72	6,77	27,6	31,1
100	41	1,5	330	2,12	7,10	32,1	38,7
<i>Глинистая</i>							
Контроль	26	1,4	103	1,38	5,97	23,6	24,1
15	27	1,4	100	1,36	6,01	23,4	23,9
100	39	1,7	162	2,01	6,84	30,2	35,5
НСР ₀₅ по азоту	—	—	18	0,08	0,16	1,3	2,2
НСР ₀₅ по грану- лометрическому составу почвы	—	—	23	0,11	0,36	2,0	3,8

Высокая норма азота угнетала симбиоз, а к фазе бутонизации на супесчаной почве минеральный азот был использован растениями и вымыт. Поскольку симбиотический аппарат был угнетен и менее активен, чем в других вариантах, растения испытывали азотную недостаточность и содержание этого элемента в их органах было минимальным. Такая же закономерность отмечена на среднесуглинистой почве.

На тяжелосуглинистой почве симбиоз угнетен из-за слабой аэрации почвы: растения испытывали азотную недостаточность и содержание азота во всех органах

было ниже, чем при высокой норме азота.

Накопление азота в растениях было больше на супесчаной и среднесуглинистой почве при симбиотрофном типе питания азотом, а на тяжелосуглинистой и глинистой почве — при повышенной норме азотных удобрений.

Выводы

1. В опыте с люцерной азотные удобрения в норме 15N до начала цветения практически не влияли на массу активных клубеньков, при 100N к этой фазе их масса была в 70 раз меньше, чем в контроле. Содержание азота в орга-

Содержание азота в органах и накопление его растениями клевера лугового

Вариант (норма N, мг/кг)	N, % на абсолютно сухое вещество			N, мг/сосуд			
	листья	стебли	корни	листья	стебли	корни	всего
<i>Супесчаная</i>							
Контроль	3,22	1,53	2,23	364	208	1512	2084
15	3,21	1,46	2,21	354	193	1518	2065
100	2,91	1,38	1,78	334	244	1436	2016
<i>Среднесуглинистая</i>							
Контроль	3,38	1,57	2,46	411	233	1621	2265
15	3,35	1,56	2,45	414	231	1619	2264
100	3,05	1,43	2,15	426	229	1557	2212
<i>Тяжелосуглинистая</i>							
Контроль	3,15	1,51	2,03	322	150	825	1355
100	3,24	1,62	2,15	357	212	1121	1690
<i>Глинистая</i>							
Контроль	3,11	1,44	1,87	151	87	127	365
15	3,11	1,41	1,87	158	94	128	380
100	3,25	1,56	1,90	212	126	389	727
НСП ₀₅ по азоту	0,10	0,06	0,15	—	—	—	103
НСП ₀₅ по гранулометрическому составу почвы	0,10	0,08	0,13	—	—	—	117

нах растений в варианте 100N было ниже, чем в контроле.

2. Высота растений люцерны, площадь листьев, накопление сухого вещества при внесении 15N были такими же, как в контроле. При внесении 100N значения этих показателей несколько увеличились за счет обильного азотного питания в первые фазы роста и развития.

3. В опыте с клевером луговым высокая норма азота угнетала симбиоз тем сильнее, чем тяжелее был гранулометрический состав почвы. При 100N в фазу цветения клевера масса клубеньков оказалась в 5—12 раз ниже (в зависимости от гранулометрического

состава почвы), чем в контроле, активность нитрогеназы в 5—12,5 раз ниже.

4. На тяжелой глинистой почве высокая норма азота увеличивала площадь листьев, по сравнению с контролем, в 1,5 раза, содержание хлорофилла — на 0,46—0,63 мг/г, интенсивность фотосинтеза — на 11%, накопление сухой массы — на 25—47%.

5. Наибольшая интенсивность фотосинтеза отмечена при симбиотрофном питании азотом на среднесуглинистой почве, здесь же была и наибольшая масса сухого вещества, а наименьшая — на тяжелых глинистых почвах.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вавилов П.П., Посытанов Г.С.* Бобовые, азот и проблема белка. — Вестн. с.-х. науки, 1978, вып. 9, с. 44—55. — 2. *Демолон А.* Рост и развитие культурных растений. М.: Гос. изд. с.—х. лит., 1960. — 3. *Дозоров А.В.* Формирование урожая гороха в зависимости от уровня минерального питания и активности бобоворизобияльного симбиоза в лесостепи Поволжья. — Автореф. канд. дис. М., ТСХА, 1992. — 4. *Доросинский Л.М., Лазарева Л.М., Емцев В.Т.* Роль клубеньковых бактерий в азотном питании бобовых расте-

ний. Микробиология, 1962, вып. 6, с. 1062—1066. — 5. *Князева Л.Д.* Формирование урожая фасоли и гороха в зависимости от обеспеченности их минеральным азотом (на темно-серых лесных почвах). — Автореф. канд. дис. М., ТСХА, 1975. — 6. *Посытанов Г.С.* Белковая продуктивность бобовых культур при симбиотрофном и автотрофном типах питания азотом. — Автореф. докт. дис. Л., 1983. — 7. *Посытанов Г.С.* Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. М.: Агрпромиздат, 1991.

*Статья поступила 8 сентября
1997 г.*

SUMMARY

The starting rate of nitrogen (15N) did not effect plant productivity, high rate (100N) suppressed formation of nodules before the beginning of alfalfa flowering. In the experiment with red clover suppression of symbiosis was the stronger, the heavier was soil texture; the weight of nodules on sandy loam soil was 5 times lower than that in control, on medium-textured loam — 7 times lower, on heavy loam — 10 times lower, and on clay soil — 12 times lower; nitrogenase activity on sandy loam soil and on medium-textured loam is 5—7 times lower, and on clay soil — 12.5 times lower. The highest dry weight of clover was on medium-textured loam in variant with 15N, the lowest one — on heavy clay soils.