

УДК 633.367:631.811.1

ФОРМИРОВАНИЕ СИМБИОТИЧЕСКОГО АППАРАТА И УРОЖАЙНОСТЬ ЛЮПИНА ЖЕЛТОГО ПРИ РАЗНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНЫМ АЗОТОМ

Г. С. ПОСЫПАНОВ, И. К. БАРАНОВ

(Кафедра растениеводства ТСХА, кафедра земледелия МГМИ)

На симбиотические отношения между клубеньковыми бактериями и бобовой культурой оказывает влияние ряд факторов внешней среды, в том числе содержание доступных форм минерального азота [4—6]. Внесение азотных удобрений даже при благоприятных условиях симбиоза задерживает образование клубеньков, снижает их количество и массу, но не изменяет урожайности бобовых культур [1] и, как правило, увеличивает содержание азота в растениях [3]. При недостаточной активности симбиоза азотные удобрения способствуют повышению урожайности зернобобовых культур и его качества [2].

Не все бобовые культуры одинаково реагируют на минеральные азотные удобрения. У фасоли, например, образование клубеньков задерживается даже при небольших дозах азотных удобрений [3], а кормовые бобы формируют достаточно большой симбиотический аппарат при внесении 200—300 кг азота на гектар [1].

В задачу наших исследований входило выяснить влияние различных доз азотных удобрений на формирование симбиотического аппарата, фотосинтетическую деятельность посевов желтого люпина, урожай и его структуру.

Условия и методика

Полевые опыты с желтым люпином сорта Академический 1 проводились в 1977—1978 гг. на Опытной станции полеводства ТСХА.

Почва средний суглинок, содержание гумуса составляет 2,1 %, легкогидролизуемого азота — 6 мг, подвижного P_2O_5 — 45, обменного K_2O — 8 мг на 100 г почвы, $pH_{сол}$ до известкования 5,7, после известкования 6,7. В контрольном варианте 1 (РК) были созданы оптимальные условия для формирования симбиотического аппарата люпина. Вариант рассчитан на питание растений азотом почвы и усвоение его из воздуха. В вариантах 2 и 3 (соответственно $PKN_{1/3}$ и $PKN_{2/3}$) предполагалось использование растениями азота почвы, воздуха и удобрений, причем варьирование доз азота позволяло судить о степени антагонизма между симбиотрофной и автотрофной формами азотного питания. Вариант 4 (PKN_1) рассчитан на автотрофное питание азотом. В варианте 5 (PKN_1 др.) ту же дозу азота применяли дробно в 4 приема путем опрыскивания растений с фазы цветения до полного налива бобов. Предполагалось, что до цветения растения активно используют азот воздуха и в период формирования и налива бобов дополнительное минеральное азотное питание способствует формированию большего урожая лучшего качества, а дробное внесение азота будет меньше угнетать симбиотическую азотфиксацию.

Дозы удобрений рассчитывали по максимальному потреблению

элементов питания урожаем семян 25 ц/га с учетом плодородия почвы и коэффициентов использования элементов питания из почвы и удобрений предшествующей культурой. Полная норма азота (N₁) составляла 318—325, K₂O — 60—93 кг/га. Фосфором почва обеспечена. Под предпосевную культивацию на всей площади опыта вносили бор из расчета 1 кг/га и азотные удобрения в соответствии со схемой в опыте. Все семена перед посевом инокулировали штаммом Rhirobium 359A.

Опыты закладывали методом рендомизированных блоков в 4-кратной повторности. Площадь учетной делянки 50 м². Посев узкорядный (9 см), норма высева 1,2 млн. всхожих семян на 1 га.

Вегетационный период 1977 г. был теплым и влажным, количество осадков на 51 мм, температура воздуха на 0,9° превышали норму, а в 1978 г. — прохладным с неравномерным выпадением осадков.

Результаты и обсуждение

У люпина желтого клубеньки начали формироваться в фазу двух пар листьев: в 1977 г. на 15-й, а в 1978 г. — на 26-й день после появления семядолей на поверхности почвы. Влажность почвы в период образования клубеньков в 1977 г. была благоприятной — 70—90 % ППВ, а в 1978 г. она опускалась до 54 % ППВ, что привело к задержке появления клубеньков. Общее количество их в оба года увеличивалось до фазы преспевающих бобов и достигало 5—8 шт. на растение, затем они отмирали. Масса клубеньков на гектаре также увеличивалась до фазы преспевающих бобов (табл. 1). Активная фиксация азота началась с фазы 3 пар настоящих листьев и продолжалась до конца фазы блестящих бобов, т. е. до окончания поступления азота в семена.

В 1977 г. в начале фазы блестящих бобов влажность почвы упала до 28—30 % ППВ и повышение массы клубеньков приостановилось. Часть их даже отмерла. Однако к концу этой фазы с увеличением

Таблица 1

Масса клубеньков люпина желтого и симбиотический потенциал в онтогенезе, 1977—1978 гг.

Фаза развития	1977 г.					1978 г.				
	PK	PKN _{1/3}	PKN _{2/3}	PKN ₁	PKN ₁ др.	PK	PKN _{1/3}	PKN _{2/3}	PKN ₁	
	Масса, кг/га									
4 листа	8,1	0,9	0,7	0,7	8,0	6,9	0,7	0,8	0,7	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Бутонизация	202	66	56	68	181	84	83	52	35	
	201	62	56	68	181	84	83	52	35	
Начало цветения	623	308	105	177	555	506	348	114	99	
	623	308	105	177	555	506	348	114	99	
Сизые бобы	760	422	126	167	932	679	388	114	92	
	760	422	126	167	932	679	388	114	92	
Блестящие бобы	784	585	146	126	901	719	471	234	153	
	784	585	146	126	901	719	471	234	153	
Прспевающие бобы	1198	458	111	191	792	1094	653	413	142	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Симбиотический потенциал, кг. дн/га									
—	35732	18413	5995	7816	36038	37506	24541	10834	7141	
	30833	17212	5543	7012	32714	34600	22570	9698	6622	

Примечание. Числитель — всего клубеньков, знаменатель — активных



Количество и размеры клубеньков на корнях желтого люпина в фазу блестящих бобов в зависимости от доз азотных удобрений.

1 — РК; 2 — РКN_{1/3}; 3 — РКN_{2/3}; 4 — РКN₁; 5 — РКN₁ др.

влажности почвы до 90 % ППВ возобновились рост клубеньков и образование леггемоглобина (Лб).

В контроле наибольшая часть клубеньков у люпина (до 95 %) размещалась в верхнем слое почвы 0—5 см на главном корне. Размеры их доходили до 10—12 мм (рисунок). В вариантах с азотными удобрениями, где клубеньки появлялись позднее, они располагались на корнях второго и третьего порядков, реже — на главном корне в слое почвы 5—10 см. При этом их размеры и содержание в них Лб были значительно меньше, чем в контроле.

Азотные удобрения в оба года опытов снижали массу клубеньков на гектаре тем сильнее, чем выше доза азота. Только при дробном его внесении в виде некорневой подкормки даже стимулировалось нарастание массы клубеньков в фазы сизых и блестящих бобов, клубеньки начинали интенсивно зеленеть, Лб переходил в холеглобин (Хб), и к фазе созревающих бобов клубеньков с Лб не было обнаружено.

Под влиянием азотных удобрений количество клубеньков на 1 растение снижалось в 1,5—2 раза, масса их в фазу двух пар настоящих листьев — в 8—11 раз, в фазу цветения — в 2—6, в фазу блестящих

Таблица 2

Фотосинтетическая деятельность люпина желтого в зависимости от доз азотных удобрений

Показатель	1977 г.					1978 г.			
	РК	РКN _{1/3}	РКN _{2/3}	РКN ₁	РКN ₁ др.	РК	РКN _{1/3}	РКN _{2/3}	РКN ₁
Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	22	25	27	28	27	38	40	39	44
Максимальное накопление сухого вещества, ц/га	50	54	56	56	53	92	91	93	95
ФСП, тыс. м ² .дн/га	1029	1182	1226	1397	1243	1518	1565	1600	1764

Структура урожая люпина желтого при разной обеспеченности минеральным азотом

Вариант удобрений	Высота растений, см	Бобы	Семена	Масса семян на 1 растение, г	Масса 1000 семян, г	Урожай, ц/га	
		шт. на растение				семян	прочей органической массы
1977 г.							
РК (контроль)	69	5,4	19	1,9	102	14,5	37,5
РК $N_{1/3}$	71	5,4	20	2,0	100	12,1	37,3
РК $N_{2/3}$	71	5,5	21	2,1	100	14,1	35,6
РК N_1	68	5,4	21	2,1	102	13,0	31,3
РК $N_{1др.}$	66	5,0	19	1,9	102	13,9	34,8
НСР $_{05}$						3,4	
1978 г.							
Контроль	63	8,1	25	2,5	110	14,4	71
РК $N_{1/3}$	69	7,8	24	2,5	108	13,1	68
РК $N_{2/3}$	67	7,8	26	2,6	104	12,2	60
РК N_1	70	8,1	30	2,8	91	15,5	63
НСР $_{05}$						3,2	

бобов — в 1,5—6 раз. Таким образом, отрицательное влияние азотных удобрений на количество клубеньков меньше, чем на их массу. Причем в период образования клубеньков все дозы азотных удобрений подавляли прирост массы практически одинаково. В последующие фазы развития степень подавления зависела от дозы азота. Следовательно, нельзя судить о действии той или иной дозы азотных удобрений на формирование клубеньков и активность симбиоза по данным анализа в какую-то одну или две фазы.

Наиболее полными и обобщающими показателями формирования и деятельности симбиотического аппарата являются общий (ОСП) и активный (АСП) симбиотические потенциалы, включающие массу клубеньков и продолжительность их функционирования.

Наибольшие ОСП и АСП были в контроле и при дробном некорневом применении азота. Допосевное внесение $N_{1/3}$ приводило к снижению этих показателей в 1,5—2 раза, $N_{2/3}$ и N_1 — в 3,5—6 раз.

Итак, азотные удобрения, внесенные до посева, снижают активность бобоворизобияльного симбиоза тем сильнее, чем выше доза азота. Растения переходят в основном на минеральный тип азотного питания.

При обоих типах азотного питания фотосинтетическая деятельность посевов была практически одинаковой (табл. 2). Как в 1977, так и в 1978 г. варианты опытов почти не различались по максимальной площади листьев, накоплению сухого вещества и фотосинтетическому потенциалу. Можно лишь отметить устойчивую тенденцию увеличения площади листьев и накопления сухого вещества с повышением доз азотных удобрений. Как правило, азотные удобрения, особенно в больших дозах, усиливают рост растений в высоту. Однако в наших опытах в 1977 г. варианты не различались по высоте растений (табл. 3), а в 1978 г. растения в контроле были выше на 4—7 см.

Очень близкими по вариантам были и остальные показатели структуры урожая: количество бобов и семян на растение, масса семян с растения и масса 1000 семян. Урожай семян и прочей органической массы во всех вариантах опыта был также одинаковым.

Заклучение

При благоприятных условиях симбиоза — $pH_{\text{сoл}} 6,7$, достаточная обеспеченность водой, макро- и микроэлементами — люпин желтый формирует большой активный симбиотический аппарат (АСП равен 31—35 тыс. кг·дн/га) и обеспечивает сбор сухого вещества более 90 ц/га, урожайность семян — около 14 ц/га. Внесение азотных удобрений до посева ингибирующе действует на формирование клубеньков, особенно при больших дозах; АСП снижается в этом случае в 3,5—6 раз и растения переходят на минеральный тип питания азотом. Однако и урожай сухой массы и семян остаются такими же, как при симбиотрофном питании азотом. Следовательно, при благоприятных условиях симбиоза внесение азотных удобрений под люпин желтый в любых дозах (до 325 кг/га) нецелесообразно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов П. П., Посыпанов Г. С., Баранов И. К. Симбиотическая деятельность посевов и урожай кормовых бобов при разной обеспеченности минеральным азотом. — Изв. ТСХА, 1979, вып. 6, с. 20—25. — 2. Посыпанов Г. С. Об условиях бобоворизобияльного симбиоза и его роли в формировании урожая бобовых культур. — Изв. ТСХА, 1972, вып. 3, с. 28—37. — 3. Посыпанов Г. С., Буханова Л. А., Князева Л. Д., Русаков В. В. Фракционный состав белка семян фасоли, сои и гороха в зависимости от условий выращивания. — Изв. ТСХА, 1977, вып. 4, с. 84—91. — 4. Посыпанов Г. С., Кошкин Е. И. Биологические азотфиксирующие системы. Сельск. хоз-во за рубежом, 1978, № 10, с. 1—16. 5. Путьрская Е. М. Влияние минерального азота на азотфиксирующую способность и урожай люпина желтого. — Сб. науч. тр. Белорус. с.-х. акад., 1970, т. 72, с. 208—216. — 6. Руминская Н. С. Действие некоторых форм и доз азотных удобрений на образование клубеньков и урожай люпина. — Сб. науч. тр. Белорус. с.-х. академии, 1972, т. 98, с. 124—131.

Статья поступила 4 августа 1980 г.

SUMMARY

Field experiments with Academicheskyy 1 variety of yellow lupine were conducted in 1977—1978 at the Field Experimental Station of the Timiryazev Agricultural Academy. Soil — medium loam, $pH_{\text{sa1}} 6.7$, humus content — 2.1%. Readily hydrolyzed nitrogen — 6 mg, mobile P_2O_5 and K_2O — 5 and 8 mg per 100 g of soil. From 100 to 325 kg/ha of nitrogenous fertilizers were applied before sowing and as dressing.

It is found that increased doses of mineral nitrogen produce higher suppressive effect on formation of the symbiotic apparatus. The plants shift to mineral type of nitrogenous nutrition, but the yield of dry mass and seed of yellow lupine does not increase. It is not advisable to apply nitrogenous fertilizers under such conditions.