

УДК 633.34:631.84:631.461.52(575.3)

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ВЕЛИЧИНУ АЗОТФИКСАЦИИ СОИ, УРОЖАЙ СЕМЯН И ЕГО КАЧЕСТВО НА СЕРОЗЕМНЫХ ПОЧВАХ

Т.А. БУХОРНЕВ

(Кафедра растениеводства)

В опытах с соей на орошаемых темных сероземах Гиссарской долины в результате наблюдений за динамикой развития растений и активности симбиотического аппарата на разных фонах азотного питания установлена нецелесообразность внесения высоких норм азотных удобрений (256N в 2 срока) под эту культуру, выращиваемую на семена. В этом варианте в значительной мере угнетались образование клубеньков и на 58 дней сокращалась продолжительность и активность симбиоза; урожай семян и сбор белка не повышались по сравнению с контролем. Стартовая норма азота (40N) задерживала образование клубеньков в начале роста растений, что привело к некоторому отставанию в накоплении сухого вещества от контроля, в дальнейшем все рассматриваемые в опыте показатели мало отличались от контрольных.

Проблеме азотного питания бобовых культур, остающейся до настоящего времени весьма дискуссионной, посвящено большое количество работ как в нашей стране, так и за рубежом. Одни авторы считают биологический азот малозначимым фактором для этих растений и утверждают, что необходимо применять большие дозы минерального азота для получения высоких урожаев бобовых культур независимо от характера его влияния на симбиотический аппарат [1, 4, 9, 13, 16, 17].

Другие исследователи, не отрицая существенного его влияния, полагают, что при инокуляции семян высокоактивными штаммами клубеньковых бактерий и создании оптимальных условий как для бобовых культур, так и для бактерий растение будет полностью обеспечено биологическим азотом [2, 3, 5—7, 11]. Некоторые из этих авторов считают целесообразным внесение небольших доз минерального азота для развития бобового растения до начала симбиотической азотфиксации, осо-

бенно на бедных почвах. обстоятельный анализ состояния проблемы выполнен Е.П. Трещачевым и Г.С. Посыпановым [14, 15]. Тем не менее вопрос об оптимальных соотношениях биологического и минерального азота не окончательно решен. При этом главной сдерживающей причиной является большое разнообразие природных условий и невозможность их учета на практике. Поэтому и рекомендуемые дозы минерального азота для бобовых культур в известной степени являются условными [8].

Если мнения о целесообразности внесения под эти культуры минерального азота противоречивы, то в отношении характера влияния последнего на симбиотические отношения растений с клубеньковыми бактериями они в большинстве случаев совпадают. В целом нет сомнений, что внесение минерального азота снижает уровень использования молекулярного азота.

На орошаемых сероземах Гиссарской долины вопросы азотного питания сои ранее не изучались. В связи с этим в задачу нашей работы входило исследование действия азотных удобрений на активность симбиотического аппарата и урожайность сои на фоне оптимального варианта, т.е. при инокулировании семян перед посевом активным штаммом 634, обработке их молибденовокислым аммонием из расчета 50 г на норму высева и внесении в расчете на гектар 1 кг бора в форме боренизированного суперфосфата.

Методика

Полевые опыты проводили в 1982—1992 гг. на опытном поле колхоза «Ватан» Гиссарского района. Почва — темный серозем; содержание гумуса — 1,5%, легкогидролизуемого азота — 40, подвижного фосфора — 43, обменного калия — 330 мг на 1 кг почвы.

В опытах определяли влияние стартовой нормы (40N) и высокой, рассчитанной на получение урожая семян 3,0 т/га за счет минерального азота (256N) на динамику величины и активности симбиотического аппарата, динамику фотосинтетической деятельности посевов, а также на уровень и качество урожая. Стартовую норму азота вносили под предпосевную культивацию, а высокую, рассчитанную на минеральный тип азотного питания — в 2 приема — половину под предпосевную культивацию и половину в начале налива семян. Фон (контроль), как указывалось выше, — оптимальный.

Опыт был заложен в 4-кратной повторности методом рандомизированных блоков. Площадь учетной делянки 25 м². Высевали семена районированного сорта сои Орзу широкорядным способом с междурядьями 60 см. Предшественник — хлопчатник. Агротехника в опытах — общепринятая для зоны.

Фенологические наблюдения вели по методике Госкомиссии по сортоиспытанию (1985). Определяли густоту стояния растений в фазу полных всходов и в период созревания на каждой делянке.

Для биометрического анализа отбирали по 25 растений с каждой делянки в 4-кратной повторности. В пробах определяли: высоту растений, количество и массу клубеньков, сухую массу каждого органа растений, площадь листьев (методом высечек). Фотосинтетический потенциал и чистую продуктивность фотосинтеза рассчитывали по Ничипоровичу, общий и активный симбиотический потенциал — по методу Г.С. Посыпанова. Количество белка находили расчетным путем (6,25 x N). Элементы структуры урожая анализировали по пробным снопам, состоящим из 25 растений с каждой делянки. Учитывали число и массу бобов и семян в пробе, массу 1000 семян, урожай семян с делянки. Последний приводили к стандартной 14% влажности и 100% чистоте. Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа. В статье приводятся средние данные за 1982—1990 гг.

В годы проведения опытов ве-

гетационные периоды различались по метеорологическим условиям, но температурный режим был всегда благоприятным для возделывания сои. Отклонения от средних многолетних температур — 1,4—2,7°С. Поскольку осадки летом в этом районе не выпадали, влажность почвы поддерживали в оптимальном состоянии путем орошения. За вегетацию проводили 6—7 поливов поливной нормой 600—700 м³/га. В отдельные годы первый раз поливали уже до появления всходов. Наибольшее количество поливов приходилось на период цветения — налив семян. Интервал между поливами 12—17 дней.

Результаты

Стартовая норма азота задерживала образование клубеньков на 8 дней, а высокая — на 28 дней (табл. 1), при этом продолжительность активного симбиоза в последнем случае сокращалась на 58 дней.

Таблица 1
Продолжительность симбиоза растений сои (дней) в зависимости от уровня обеспеченности минеральным азотом

Межфазный период	Контроль	40N	256N
Всходы — образование клубеньков	7	15	35
Образование клубеньков — появление леггемоглобина (ЛБ)	4	4	5
Переход ЛБ в хлороглобин (ХБ)	92	84	34
ХБ — отмирание клубеньков	6	6	6
Продолжительность симбиоза:			
общего	102	94	65
активного	92	84	34

Согласно имеющимся данным [12], в условиях без орошения при внесении высокой нормы азота под сою клубеньки не образуются совсем или появляются в конце вегетации в небольшом количестве. При орошении часть азота вымывается в нижележащие слои почвы и концентрация

его в пахотном слое снижается.

При внесении стартовой нормы азота снизилось количество и масса клубеньков в начале вегетации, однако с фазы цветения значения этих показателей выравнились с контрольными и далее были одинаковыми до конца вегетации (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Динамика количества (числитель) и масса (знаменатель) активных клубеньков сои

Фаза развития	Контроль	40N	256N
Всходы	<u>4,5</u>	<u>1,7</u>	<u>0</u>
	43	28	0
Ветвление	<u>7,8</u>	<u>4,0</u>	<u>0</u>
	68	57	0
Цветение	<u>10,4</u>	<u>9,9</u>	<u>1,2</u>
	84	78	18
Налив семян	<u>12,5</u>	<u>11,4</u>	<u>4,0</u>
	105	104	24
НСР ₀₅	<u>1,0</u>		
	5		
Полный налив семян	<u>8,5</u>	<u>8,1</u>	<u>2,1</u>
	69	70	16
Созревание	<u>6,3</u>	<u>5,9</u>	<u>1,0</u>
	50	50	11

Предпосевное внесение половины высокой нормы азота (128N, или 3,7 ц аммиачной селитры на 1 га) задерживало образование клубеньков и снижало их массу почти в 5 раз, а повторное его внесение в фазу налива семян задерживало рост клубеньков, масса которых в фазу полного налива семян была в 4 раза меньше, чем в контроле.

Сильное ингибирующее влияние оказывали азотные удобрения

на концентрацию леггемоглобина (табл. 3). При стартовой норме азота она снизилась в фазу ветвления в 2 раза, однако к фазе цветения и в последующие фазы, когда минеральный азот был уже использован растениями и закреплён почвой, концентрация леггемоглобина была такой же, как в контроле.

При высокой норме азота, внесенной в 2 приема, концентрация леггемоглобина в фазу цветения

Таблица 3

Содержание леггемоглобина (г на 1 кг сырых клубеньков) в клубеньках сои
(в среднем за 1982—1992 гг.)

Фаза развития	Контроль	40N	256N
Ветвление	7,6	3,8	0
Цветение	10,3	9,4	1,4
Налив семян	14,4	14,3	3,2
HCP ₀₅	1,2		
Созревание	6,4	6,2	1,7

оказалась в 7 раз меньше, чем в контроле, и в фазу налива семян — в 4,5 раза меньше.

Высокая обеспеченность минеральным азотом в начале вегетации вызвала интенсивный рост сои. Уже в фазу 3 тройчатых листьев растения в этом варианте были на 11 см выше, чем в кон-

троле, а в фазу ветвления — на 16 см выше (табл. 4). Наибольшая высота растений отмечена в фазу налива семян. При внесении стартовой нормы азота значения этого показателя соответствовали контрольным, а при высокой норме высота растений увеличилась на 13 см.

Таблица 4

Динамика линейного роста (см) растений сои

Фаза развития	Контроль	40N	256N
2—3 тройчатых листа	21	22	32
Ветвление	32	36	48
Цветение	66	65	80
Налив семян	115	115	128
Созревание	95	95	118

Таким образом, преимущественно минеральный тип азотного питания увеличил продолжительность вегетационного периода на 17 дней и высоту растений сои на 11 см.

Тип азотного питания существенно влиял на формирование площади листьев и накопление сухого вещества (табл. 5). Уже в фазу 2—3 тройчатых листьев полная норма азота способствовала увеличению листовой поверхности на 25%, а накопления сухого

вещества — на 20%. Стартовая норма азота в данную фазу не влияла на значения этих показателей. В фазу ветвления они были такими же, как в контроле. В период цветения уступали контролю по площади листьев, что, видимо, обусловлено задержкой образования клубеньков в самом начале развития растений, в результате чего симбиотический аппарат не успевает к указанной фазе достигнуть уровня контроля, а внесенный азот уже израсходовался.

Таблица 5

Динамика площади листьев (числитель) и накопления сухого вещества (знаменатель) растений сои

Фаза развития	Контроль	40N	256N
2—3 тройчатых листа	$\frac{5}{4}$	$\frac{6}{4}$	$\frac{6}{5}$
Ветвление	$\frac{13}{10}$	$\frac{13}{10}$	$\frac{15}{12}$
Цветение	$\frac{34}{30}$	$\frac{33}{34}$	$\frac{38}{39}$
Налив семян	$\frac{41}{65}$	$\frac{41}{67}$	$\frac{45}{70}$
Полный налив семян	$\frac{37}{63}$	$\frac{38}{63}$	$\frac{42}{68}$
НСР ₀₅	$\frac{2,3}{3,1}$	—	—
Созревание	$\frac{32}{52}$	$\frac{32}{53}$	$\frac{34}{55}$

При высокой норме удобрения обеспечивалось достаточное азотное питание растений за счет минерального азота. Площадь листьев в фазу полного налива семян была на 13% больше, чем в контроле. Накопление сухого вещества в фазу цветения превышало контроль на 30%, а к фазе на-

лива семян эти различия сглаживались. Достаточно развитый симбиотический аппарат в контрольном варианте обеспечивал потребности растений в азоте.

Показатели фотосинтетического потенциала (ФСП) коррелировали с показателями динамики площади листьев (табл. 6).

Таблица 6

Фотосинтетический потенциал (тыс. м² дн/га) сои

Межфазный период	Контроль	40N	256N
Всходы — ветвление	261	277	322
Ветвление — цветение	446	456	520
Цветение — налив семян	787	808	943
Налив семян — полный налив	632	656	739
Полный налив — созревание	595	620	654
За вегетацию	2721	2877	3178
НСР ₀₅	120		

В варианте со стартовой нормой азота и в контроле ФСП за вегетацию был практически одинаковый; при полной норме азота — на 17% больше, чем в контроле.

Следовательно, преимущественно минеральный тип азотного питания обеспечивает более интенсивный рост площади листьев и накопления вегетативной массы в период до фазы налива семян. В последующие фазы роста и развития сухая масса растений, использующих преимущественно биологически фиксированный азот воздуха, была немного меньше, чем в вариантах с удобрением азотом.

Избыточная листовая поверхность сильнее затеняет листья нижних ярусов, бобы в их пазухах

не получают достаточно углеводов и к фазе полного налива семян опадают. Из-за этого повышается высота прикрепления нижнего боба и несколько снижается количество бобов на 1 растение. На 11 г меньше была и масса 1000 семян. При завышенной площади листьев и их взаимозатенении семена в указанном варианте оказались менее выполненными, повышалась их матричная разнокачественность. Семена нижних ярусов были более мелкими. В результате их масса с 1 растения и биологический урожай оказались на 9% ниже, чем в контроле (различия математически достоверны). Аналогичная закономерность отмечена и при учете поделяночного урожая.

Т а б л и ц а 7

Структура урожая сои

Показатель	Контроль	40N	256N	НСР ₀₅
Высота закладки нижних бобов, см	10	10	13	
Количество бобов, шт/раст.	50	50	48	
Количество семян, шт/раст.	85	83	86	
Масса семян, г/раст.	10,7	10,2	9,8	0,5
Масса 1000 семян, г	126	123	115	6
Биологический урожай, т/га	3,21	3,00	2,94	0,26

Таким образом, преимущественно автотрофный тип азотного питания сои не имеет преимуществ перед симбиотрофным: урожайность семян не повышается, наблюдается даже тенденция к ее снижению. Применение стартовой нормы минерального азота не изменяет показателей величины и структуры урожая сои.

Что касается потребления элементов питания соей, то оно было

наибольшим в фазу полного налива семян (табл. 8). При высокой норме азотных удобрений потребление посевами азота превышало контрольный показатель на 12 кг. Погреблено фосфора и калия различий не установлено.

Не выявлено больших различий вариантов и по содержанию белка в семенах (табл. 9). Сбор белка с урожаям семян несколько выше был в контроле за счет большего урожая.

Таблица 8

Динамика потребления элементов питания (кг/га) посевами сои

Фаза роста и развития	Контроль	40N	256N	НСП ₀₅
<i>Азот</i>				
2—3 тройчатых листа	21,9	22,0	25,0	—
Цветение	82,0	81,4	96,0	4,4
Налив семян	201,9	203,0	222,3	11,0
Полный налив семян	227,8	223,1	239,8	12,8
Созревание	188,6	187,3	194,4	7,3
<i>Фосфор</i>				
2—3 тройчатых листа	1,7	1,8	1,6	—
Цветение	9,4	9,2	9,4	—
Налив семян	29,8	29,7	31,2	—
Полный налив семян	32,3	32,4	33,0	1,5
Созревание	25,6	24,2	25,4	—
<i>Калий</i>				
2—3 тройчатых листа	11,0	12,6	13,6	—
Цветение	48,5	47,4	61,5	3,1
Налив семян	98,0	97,0	106,2	8,4
Полный налив семян	119,0	118,8	123,5	8,8
Созревание	70,3	69,4	78,5	6,9

Таблица 9

Урожайность сои, содержание в семенах белка и его сбор

Показатель	Контроль	40N	256N	НСП ₀₅
Урожайность, т/га	3,21	3,00	2,94	
Содержание белка в семенах, %	42,2	41,3	42,6	1,4
Сбор белка, т/га	1,35	1,24	1,25	0,05

Из приведенных данных следует, что стартовая норма азотных удобрений практически не изменяет содержания азота, фосфора и калия в растениях сои в течение вегетации, лишь в период от всходов до трех настоящих листьев содержание азота и калия в растениях было несколько больше, чем в контроле. Не увеличиваются также потребление этих элемен-

тов и урожай, не улучшается его качество.

При внесении высокой нормы минерального азота (256 кг/га) в 2 приема резко угнетается формирование клубеньков, но повышается содержание азота и калия во всех органах растений, снижается содержание фосфора, увеличивается потребление этих элементов, однако сбор белка с

гектара не только не возрастает, а даже имеет тенденцию к снижению.

Выводы

1. В условиях Гиссарской долины на орошаемых темных сероземах стартовая норма минеральных азотных удобрений задерживала образование клубеньков соев (на 8 дней), снижала их массу и содержание леггемоглобина в первые фазы развития. С фазы цветения значения этих показателей выравнивались с контрольными и далее оставались одинаковыми до конца вегетации. При этом продолжительность активного симбиоза сокращалась на 58 дней.

2. Высокая норма азота (256 кг/га), рассчитанная на получение урожая семян 3 т/га, ингибировала формирование клубеньков и снижала содержание в них леггемоглобина. Продолжительность вегетационного периода увеличивалась на 17 дней, а высота растений — на 13 см.

3. При внесении высокой нормы азота в 2 приема обеспечивались более интенсивные увеличение площади листьев и накопление вегетативной массы в период от цветения до фазы налива семян, в последующие фазы сухая масса растений, использующих преимущественно биологически фиксированный азот воздуха, была немного ниже, чем у растений в варианте минерального типа азотного питания, урожай семян и сбор белка с гектара в последнем случае не возрастали и даже наблюдалась тенденция к их снижению.

Внесение высоких норм азотных

удобрений под сою, возделываемую на семена, нецелесообразно.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гукова М.М.* Азотфиксация у бобовых растений при внесении азотных удобрений. — Вестн. с.-х. наук, 1971, № 3, с. 35. — 2. *Демолон А.* Рост и развитие культурных растений. М., 1961. — 3. *Доросинский Л.М.* Клубеньковые бактерии и нитрагин. Л., 1970, с. 159—163. — 4. *Загорча К.Л.* Симбиотическое связывание азота при применении удобрений в севообороте на карбонатном черноземе. — В кн.: Удобрение, культура, вынос и баланс вещества в севообороте. Кишинев, 1990, с. 50—55. — 5. *Корягин Ю.Г., Толстенко Л.А.* Влияние минеральных удобрений на функциональное состояние клубеньковых бактерий и урожайность соев. — Микробиология, 1973, т. 42, вып. 5, с. 65—72. — 6. *Мишустин Е.Н., Шильникова В.К.* Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс. М.: Наука, 1973, с. 65—83. — 7. *Мишустин Е.Н., Шильникова В.К.* Биологическая фиксация атмосферного азота. М.: Наука, 1968, с. 60—65. — 8. *Мильто Н.И.* Клубеньковые бактерии и продуктивность бобовых растений. Минск, 1982, с. 72—85. — 9. *Найдин П.Г.* Удобрение зерновых и зернобобовых культур. М.: Колос, 1963, с. 25—31. — 10. *Нагорный В.Д.* Особенности минерального питания и удобрения. — Изд-во РУДН, 1993, с. 149. — 11. *Посытанов Г.С.* Белковая продуктивность бобовых культур при симбиотрофном и автотрофном типах питания азотом. — Автореф. докт. дис. Л.,

1983. — 12. *Посытанов Г.С.* Биологический азот. Проблемы экологии и растительного белка. М.: Изд-во МСХА, 1993, с. 24—34. — 13. *Прокошев В.Н.* Вопросы почвоведения, применения удобрений и обработки почвы. М., 1975, с. 52—67. — 14. *Трепачев Е.П., Атрашкова Н.А.* Минеральный азот в земледелии. — *Агрохимия*, 1973, № 6, с. 3—12. — 15. *Трепачев Е.П.* Значение биологического и минерального азота в проблеме бел-

ка. — В кн.: *Минерал. и биолог. азот в земледелии СССР*. М.: Наука, 1985, с. 27—38. — 16. *Хой Н.С.* Влияние сочетаний и доз минеральных удобрений на продуктивность соев на черноземно-карбонатных почвах Молдавии. — Автореф. канд. дис. Кишинев, 1988, с. 10—13. — 17. *Harper J.E.* — *Crop. Sci.*, 1982, vol. 2, p. 255—260.

Статья поступила 19 июня 1996 г.

SUMMARY

Experiments with soya were conducted on irrigated dark sierozems of Gissarsky valley. As a result of studying the dynamics of plant development and activity of symbiotic system on different backgrounds of nitrogenous nutrition it has been found that it is not desirable to apply high rates of nitrogenous fertilizers (256N at 2 dates) for this crop grown for seed. In such variant formation of nodules was considerably suppressed, and length and activity of symbiosis became shorter by 58 days; the yield of seed and collection of protein were not higher as compared with control.

Starting nitrogen rate (40N) delayed formation of nodules at the beginning of plant growth, which resulted in somewhat lower amount of accumulated dry matter than in control variant, further all indicators considered in the experiment did not differ much from those of control.