

УДК 635.655:581.132(571.61)

ФОРМИРОВАНИЕ СИМБИОТИЧЕСКОГО АППАРАТА СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ В ПРИАМУРЬЕ

В. Т. НИКОЛАЕВА, В. В. РУСАКОВ, Г. С. ПОСЫПАНОВ

(Кафедра растениеводства)

Некоторые сорта сои могут фиксировать из воздуха до 74 % азота от общей потребности [3]. Однако для этого необходимы оптимальные влажность почвы (от 60 до 100 % ППВ) и воздушный режим, реакция среды, близкая к нейтральной ($pH_{\text{сол}}$ 6,0—6,5), температура почвы на глубине заложения клубеньков 18—24°, наличие активного штамма специфичной расы *Rhizobium*, высокое содержание доступного фосфора, достаточное — калия, кальция, магния, серы, железа, низкое — азота, присутствие ряда микроэлементов и т. д. Иначе биологическая азотфиксация может быть подавлена [5, 8, 9, 13].

На Дальнем Востоке, где размещается более 90 % посевов сои, зависимость активности бобоворизовиального симбиоза от условий среды изучена крайне недостаточно. В связи с этим целью наших исследований было определить степень влияния обеспеченности макро- и микроэлементами, кислотности почвы на азотфиксирующую актив-

ность сои в годы с благоприятными и неблагоприятными для симбиоза влажностью почвы и температурой.

Методика и условия

Опыты проводили в экспериментальном севообороте лаборатории агрохимии ВНИИ сои (с. Садовое Тамбовского района Амурской области в 1979—1982 гг. Почва лугово-черноземовидная среднесплошная, $pH_{\text{сол}}$ до известкования 5,1—5,5, содержание подвижного фосфора — 1,2—3,9, обменного калия — 14,0—23,0 мг на 100 г почвы, глубина пахотного слоя 20—22 см. Сорт сои Янтарная. Семена обрабатывали раствором молибденовокислого аммония (50 г на гектарную норму) и инокулировали вирулентным активным штаммом ЗД-4 производства лаборатории биологических исследований ВНИИ сои.

Схема опыта: вариант 1 — естественное

плодородие почвы (контроль); 2 — известкование по одинарной норме гидrolитической кислотности (12 т извести на 1 га, условно Са); 3 — известь + 90Р60К; 4 — известь + 90Р60К + подкормка жидким комплексным удобрением (ЖКУ) в фазу налива семян, общая доза 40 кг д. в. на 1 га, соотношение элементов питания (N : P₂O₅ : K₂O : S = 10 : 1 : 3 : 0,5). Агротехника общепринятая для южной зоны области с обязательным применением гербицидов (третлан). Все работы в опытах механизированы, кроме некорневой подкормки и ручной прополки в рядах (удаление дурнишника). Общая площадь делянки 60, учетная — 30 м², расположение вариантов рендомизированное, повторность 4-кратная. Основные показатели подвергнуты математической обработке методом дисперсионного анализа [4].

Для учета формирования клубеньков брали по 40 растений каждого варианта с момента образования клубеньков и далее через 10—14 дней до конца вегетации. Корни освобождали от почвы при помощи сухой разборки, затем отмывали на сите с диаметром отверстий 1 мм. Подсчитывали общее количество клубеньков в пробе, в том числе с леггемоглобином (активных), определяли их массу и влажность. Влажность почвы устанавливали в слоях 0—10 и 10—20 см каждые 10 дней в течение вегетации весовым методом. Метеорологические данные получены на ГМС с. Садовое ВНИИ сои.

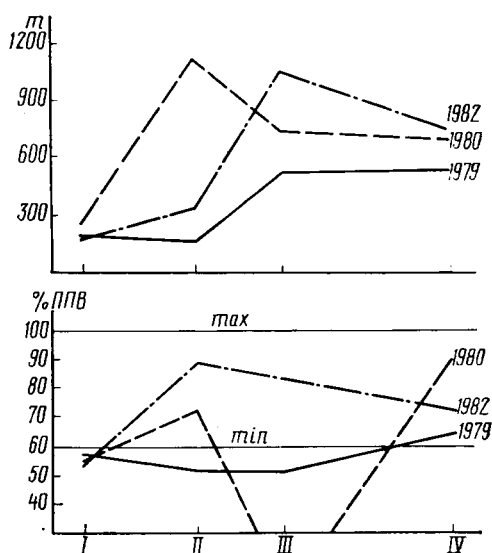
Результаты

Температурные условия в годы исследований (1979—1982) были благоприятными для активного симбиоза в период максимальной потребности сои в азоте, но режим влажности в 1979 и 1980 гг. не в полной мере отвечал требованиям симбиоза. В 1981 и 1982 гг. начиная с фазы массового цветения он был оптимальным. В 1979 г. во все фазы развития растений влажность почвы на глубине 10 см не превышала 51—66 % ППВ, а в 1980 г. в фазы начала цветения и начала налива семян она даже снижалась до 23 % ППВ. Это оказало влияние на величину симбиотического аппарата. Так, в 1979 г. масса клубеньков на растении составляла 300—500 мг и оставалась относительно постоянной в течение вегетации. В 1980 г. она достигла максимума (1100 мг на растение) в фазу начала образования бобов, а затем уменьшилась почти в 2 раза (рисунок).

В годы с более оптимальными условиями увлажнения для бобоворизобинального симбиоза образование клубеньков в значительной мере зависело от температуры. В 1982 г. максимальная масса клубеньков сформировалась к фазе начала налива семян и в дальнейшем клубеньки не образовывались, а в 1981 г. новообразование их продолжалось до фазы полного налива семян.

Сырая масса и количество клубеньков, сформировавшихся на одном растении, достигали максимума к фазе начала налива семян, а затем уменьшались, несмотря на благоприятные условия симбиоза (табл. 1).

После известкования почвы, проведенного в 1981 и 1982 гг. непосредственно под сою при вспашке зяби, рН_{сол} с 5,1—5,4 поднял-



Динамика массы клубеньков в зависимости от влажности почвы в слое 0—10 см.

I—IV — соответственно начало цветения, начало образования бобов, начало налива семян и налив семян; *m* — сырая масса клубеньков, мг/растение; min — max — пределы оптимальной влажности почвы.

ся до 6,4. В вариантах Са и Са+РК все показатели, отражающие развитие симбиотического аппарата, с фазы начала налива семян были выше контрольных на 40—60 %. Но если в этих вариантах в дальнейшем наблюдалось уменьшение количества и массы клубеньков, то в контроле, наоборот, — их нарастание. Доля активных клубеньков в вариантах с внесением удобрений была выше контрольной на 1—26 % в зависимости от фазы развития растений. Слабое развитие симбиотического аппарата в начальные фазы развития в варианте с внесением одной извести, объясняется недостатком доступного фосфора. Этот вывод сделан на основании того, что при внесении фосфорно-калийных удобрений симбиотический аппарат развивался активнее (табл. 2).

По данным [1, 2, 6, 7, 10, 12], у сои начиная с фазы налива семян основная часть ассимилятов поступает в репродуктивные органы, а клубеньки испытывают недостаток углеводов и прекращают фиксацию азота воздуха. Некорневые подкормки способствуют улучшению снабжения бобов и клубеньков продуктами ассимиляции и более продолжительной работе последних.

Наиболее полное представление о величине симбиотического аппарата дают показатели общего и активного симбиотического потенциала (ОСП и АСП) [11]. Наибольшими во все годы опытов они были в варианте Са+РК+ЖКУ — соответственно около 33 и 17 тыс. единиц. Доля АСП в ОСП по мере старения растений снижалась с 98 до 38 %, причем в среднем за вегетацию в вариантах с внесением удобрений она равнялась 47 %, а в контрольном — 43 % (табл. 3).

Удельная активность симбиоза в среднем за 1980—1981 гг. составила 11,7 г N на единицу АСП, а доля биологического азота, определенная с помощью метода [11], при

Температура и влажность почвы на глубине 10 см и их влияние на развитие клубеньков при известковании и внесении фосфорно-калийных удобрений (среднее за 1979—1982 гг.)

Показатель	Начало цветения	Начало образования бобов	Начало налива семян	Налив семян
Температура почвы, °С	22,0	22,4	22,0	19,5
Влажность почвы, % ПТВ	58,1	64,1	58,7	75,6
Клубеньки на растение:				
мг	168	510	859	816
шт.	21	50	60	43

Т а б л и ц а 2

Сырая масса и количество клубеньков на растение в зависимости от условий минерального питания. Среднее за 1979—1982 гг.

Вариант	Начало цветения		Начало образования бобов		Начало налива семян		Налив семян	
	мг	шт.	мг	шт.	мг	шт.	мг	шт.
Контроль	243	24	479	26	652	32	904	38
Ca	150	18	372	24	984	47	918	39
Ca + РК	268	27	389	32	1082	59	1004	46

использовании удобрений возрастала на 4 % (с 61 % в контроле до 65 %).

Таким образом, в условиях богарного земледелия Амурской области симбиотические отношения сои с *Rhizobium* в значительной мере определяются влажностью почвы на глубине расположения клубеньков. Только в двух из четырех лет исследований (1981, 1982) влажность почвы была относительно благоприятной.

В годы с неблагоприятными условиями для симбиоза улучшение режима питания растений (известкование и внесение фосфорно-калийных удобрений) способствует его усилению. Количество и масса клубеньков повышаются на 54 и 60 %, значительно увеличивается доля активных клубеньков.

Участие биологического азота в формировании урожая семян сои существенно (61—64 %) и при улучшении условий питания возрастает незначительно.

Т а б л и ц а 3

Формирование ОСП (в числителе) и АСП (в знаменателе) у сои (кг-дней/га). Среднее за 1980—1982 гг.

Вариант	Начало цветения	Начало образования бобов	Начало налива семян	Полный налив семян	За вегетацию
Контроль	765	4 626	9 501	12 207	12 712
	928	5 314	12 589	20 911	27 707
Ca	605	3 177	11 226	14 973	15 622
	642	3 525	14 420	25 939	30 054
Ca + РК	744	5 459	11 909	16 263	17 128
	830	6 181	15 467	26 130	32 843
Ca + РК + ЖКУ	744	5 459	11 909	15 459	16 084
	830	6 181	15 467	24 509	30 749

ЛИТЕРАТУРА

- Беликов И. Ф. Распределение продуктов ассимиляции у сои в онтогенезе. — В кн.: Физиология сои и картофеля на Дальнем Востоке. М.: Наука, 1963, с. 5—61. — 2. Беликов И. Ф., Сидоренко П. К. Внекорневые подкормки сои в Приморском крае. Владивосток, 1968. — 3. Доросинский Л. М., Тильба В. А., Бегун С. А. Об использовании биологического азота амурскими сортами сои. — В сб.: Биология, генетика и микробиология сои. Новосибирск, 1976, с. 74—79. — 4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. — 5. Жизневская

Г. Я. Медь, молибден и железо в азотном обмене бобовых растений. М.: Наука, 1972.— 6. Иконенко Т. К. О взаимосвязи между корневым и воздушным питанием растений. — В кн.: Физиология растений, 1959, т. 6, вып. 1, с. 95—97. — 7. Конечная Н. В. Физиологические основы получения высоких урожаев сои. Сельск. хоз-во за рубежом, 1969, № 7, с. 42—45.— 8. Мишустин Е. Н., Шильникова В. К. Биологическая фиксация атмосферного азота. М.: Наука, 1968. — 9. Мишустин Е. Н., Шильникова В. К. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс.

М.: Наука, 1973. — 10. Пастухов Н. Соя Иллинойска и Айовы. — Сельск. жизнь, 1977, 27 декабря. — 11. Посыпанов Г. С., Князева Л. Д. К методике определения количества симбиотически фиксированного азота воздуха. — Изв. ТСХА, 1975, вып. 6, с. 41—46.— 12. Garcia R. L., Napwaj I. I. — Agr. J., 1976, v. 68, N 4, p. 653—657. — 13. Lindeman W. C., Ham G. E. — Soil Sci. Soc. Amer. J., 1979, N 6, p. 1134—1137.

Статья поступила 24 сентября 1984 г.

SUMMARY

The article contains data on the influence of soil temperature and moisture, application of lime, phosphorous and potassium fertilizers and foliar application of liquid complete fertilizer (N : P₂O₅ : K₂O : S=10 : 1 : 3 : 0,5) on the formation of symbiotic apparatus of soybeans on meadow chernozem-like soil of the south zone of the Amur region.

The symbiosis of the plants with Rhizobium is largely determined by soil moisture at the depth of nodules location. Improvement of nutrition regime in years of unfavourable conditions for symbiosis contributes to higher amount and mass of nodules, especially of the active ones.

The share of biologic nitrogen at soybean seed yield formation was 61—64 % as determined according to symbiosis specific activeness.