

УДК 633.34:581.557.24:631.461.4

## **ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА СИМБИОТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОСЕВОВ СОИ СЕВЕРНОГО ЭКОТИПА**

**Ф. Ч. НВОРГУ, В. Н. ПОСЫПАНОВА, Г. С. ПОСЫПАНОВ**

**(Калужский филиал ТСХА)**

Повышение симбиотрофического взаимодействия бобовых растений и клубеньковых бактерий достигается двумя основными путями — созданием высокоактивных штаммов клубеньковых бактерий, с одной стороны, и выведением новых сортов бобовых культур, восприимчивых к ним — с другой.

Определенную роль в решении

данной проблемы может сыграть изучение симбиотрофических связей бобовых растений и клубеньковых бактерий с позиции аллелопатии [1]. Уже при появлении всходов их корневые выделения положительно сказываются на развитии клубеньковых бактерий [2], размножающихся в основном на поверхности корней и вокруг них, особенно в слое слизигеля [3]. Экзометаболиты прорастающих семян содержат комплекс биологически активных веществ (витамины группы В, ферменты, фитогормоны, органические и нуклеиновые кислоты, аминокислоты и др.), одновременно стимулирующих рост проростков и эпифитной микрофлоры [4]. В опытах, проведенных в Харьковском сельскохозяйственном институте, обработка семян гороха сорта Львовский экссудатом из прорастающих семян озимой пшеницы обеспечивала увеличение численности и массы клубеньков на 66—82 % [5], а обработка семян сои — на 15 % [6].

В задачу наших исследований входило определение возможности повышения симбиотической активности сои северного экотипа за счет аллелопатического эффекта разного рода препаратов. Для этого изучалось влияние экссудата, его сухого аналога — аллелостима, фузикокина, синтезированного из гриба *Fusicoccum amygdali*, и квартазина — искусственно синтезированного препарата — на размеры и активность симбиотического аппарата сои, а также на количество фиксированного азота.

### Методика

Опыты проводились в 1990—1991 гг. на экспериментальной базе Калужского филиала ТСХА. Почвы опытного поля дерново-подзолистые супесчаные. Содержание гуму-

са 1,5 %, рН<sub>сол</sub> 6,0, К<sub>2</sub>O — 80—90; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 400; В — 0,4; Мо — 0,12 мг на 1 кг. Плотность почвы 1,2 г/см<sup>3</sup>.

Семена сои сорта Магева во всех вариантах перед посевом обрабатывали суспензией ризоторфина штамма ризобий 3391 и соответствующего биостимулятора. Экссудат извлекали из зерна пшеницы сорта Немчиновская 86. Аллелостим получали из Харьковского ГАУ. Посев сои широкорядный с междурядьем 45 см. Норма высева 600 тыс. всхожих семян на 1 га, глубина их заделки 3—4 см. Размещение вариантов опыта рендомизированное.

Метеорологические условия вегетационного периода в 1990 г. были неблагоприятны для возделывания сои: температура воздуха ниже средней многолетней в мае и июле на 1,5, в июне — на 2,4 °С, а в сентябре, когда шло созревание семян сои, — на 3,5 °С. В сентябре осадков выпало в 3 раза больше средней многолетней нормы.

В 1991 г. вегетационный период оказался более благоприятным для выращивания сои, чем в 1990 г. В мае, июне, августе температура воздуха была на уровне средних многолетних, в июле — выше на 2,6 °С, в сентябре — ниже на 1,6 °С. В течение вегетационного периода осадков выпало несколько меньше средних многолетних.

Схема опыта включала 5 вариантов, различающихся по видам используемых препаратов: 1 — контроль — инокуляция семян ризоторфином; 2 — обработка семян фузикокином в норме 0,68 г/т; 3 — обработка семян экссудатом пшеницы из расчета 5 л на гектарную норму семян; 4 — обработка семян сухим экссудатом — аллелостимом в дозе 8 г на гектарную норму семян; 5 — замачивание семян в водном растворе квартазина (70 мкг/л) в течение 30 мин.

Дозы препаратов были установле-

ны в рекогносцировочных опытах, проведенных в 1989 г.

Биометрический анализ растительных проб, в том числе симбиотического аппарата, проводили 6 раз за вегетацию. Отдельно учитывали общее количество клубеньков и количество активных.

### Результаты

Полученные в опыте данные свидетельствуют о том, что образование клубеньков, появление в них леггемоглобина, его переход в коле-

глобин проходили на сутки — двое раньше в вариантах, где семена обрабатывали биологически активными веществами (БАВ).

Из табл. 1 видно, что динамика численности активных клубеньков коррелирует с динамикой общего их количества, а процентное соотношение тех и других меняется в течение вегетации. В фазу 2-го тройчатого листа активные составляли в среднем 90 % общего числа клубеньков, в фазу образования бобов их было уже 100 %, а в фазу полного налива

Таблица 1

Динамика общего количества (числитель) и активных (знаменатель) клубеньков

Фаза развития (дата)	Контроль	Фузи- кокцин	Эксу- дат	Аллело- стим	Кварта- зин
<i>1990 г.</i>					
2-й тройчатый лист (20.06)	6,8	6,6	4,8	6,2	6,2
	6,1	5,7	4,4	5,7	5,1
Бутонизация (4.07)	12,9	8,4	10,1	11,0	13,3
	10,1	7,5	8,4	10,1	11,7
Цветение (10.07)	18,0	14,9	14,9	18,5	14,4
	16,9	14,5	14,5	18,0	13,7
Образование бобов (25.07)	33,5	25,9	20,7	21,6	28,9
	33,5	25,5	20,7	21,6	28,5
Налив семян (6.08)	23,0	19,8	15,4	24,2	23,8
	21,9	18,9	14,9	23,3	23,0
Полный налив семян (23.08)	20,1	18,9	15,0	21,0	20,5
	17,4	14,2	11,2	18,0	15,2
<i>1991 г.</i>					
2-й тройчатый лист (18.06)	11,5	12,8	13,0	12,5	10,8
	7,4	9,7	8,5	10,0	9,0
Бутонизация (28.06)	14,3	16,8	16,0	17,5	13,1
	11,9	15,3	14,5	16,0	11,3
Цветение (6.07)	17,0	18,9	20,0	20,0	16,7
	17,0	18,9	20,0	20,0	16,7
Образование бобов (17.07)	20,2	20,9	22,5	23,0	17,6
	18,9	19,9	20,5	22,5	17,1
Налив семян (29.07)	19,3	21,9	24,5	20,5	19,4
	17,9	18,4	23,0	19,0	18,0
Полный налив семян (15.08)	23,9	20,4	23,0	23,5	19,8
	3,7	3,6	4,0	3,5	3,6

Т а б л и ц а 2

Динамика сырой массы (кг/га) всех клубеньков (числитель) и активных (знаменатель)

Фаза развития	Контроль	Фузикоцин	Эксудат	Аллелостим	Квартазин
<i>1990 г.</i>					
2-й тройчатый лист	25	26	40	35	42
	22	22	35	33	35
Бутонизация	122	141	128	136	129
	108	123	110	123	109
Цветение	148	238	224	211	140
	140	229	220	207	137
Образование бобов	756	726	660	616	686
	756	722	647	616	683
Налив семян	673	752	796	906	772
	640	722	762	867	741
Полный налив семян	277	572	625	400	577
	104	180	207	154	164
<i>1991 г.</i>					
2-й тройчатый лист	73	103	117	91	59
	47	78	77	73	50
Бутонизация	93	141	168	189	98
	78	129	152	173	84
Цветение	274	338	364	340	228
	274	338	364	340	228
Образование бобов	502	473	494	446	381
	468	450	450	436	371
Налив семян	576	672	714	557	485
	535	625	671	516	451
Полный налив семян	837	765	700	865	738
	129	133	120	130	135

семян — всего лишь 17 % (опыт 1991 г.).

В 1990 г. максимальное количество клубеньков на корнях сои формировалось к фазе образования бобов, в 1991 г. — в фазу налива семян. Указанные различия связаны с неодинаковыми температурными условиями в изучаемые вегетационные периоды. В оба года количество клубеньков было приблизительно одинаковым, но в 1991 г. фаза полного налива семян наступила раньше и раньше началось отмирание клубеньков.

Биостимуляторы — фузикоцин, эксудат и аллелостим — увеличивали количество клубеньков на корнях сои лишь в благоприятном 1991 г. Так, в фазу бутонизации в варианте с аллелостимом клубеньков было на 22 % больше, а в варианте с квартазином — даже меньше, чем в контроле. Подобная картина наблюдалась и в другие фазы развития сои.

Масса клубеньков в 1990 г. увеличивалась до фазы налива семян, в 1991 г. — до полного налива семян (табл. 2). Фузикоцин, эксудат,

Таблица 3

Динамика содержания леггемоглобина в клубеньках (г на 1 кг сырой их массы) в 1990 (числитель) и 1991 г. (знаменатель)

Фаза развития	Контроль (ин)	Фузикоцин+ин	Экссу-дат+ин	Аллелостим+ин	Квартазин+ин
2-й тройчатый лист	2,0	2,8	2,3	3,0	2,2
	2,7	3,0	2,9	3,1	3,6
Бутонизация	4,4	4,4	3,5	6,2	3,0
	5,4	5,8	6,3	6,9	6,3
Цветение	7,1	8,1	9,9	9,2	9,4
	6,6	7,0	7,6	7,0	6,3
Образование бобов	7,7	9,5	10,3	10,8	10,4
	6,4	7,2	7,5	7,7	7,1
Налив семян	5,2	6,9	5,9	7,2	7,1
	5,7	5,8	6,0	5,9	6,0
Полный налив семян	4,7	4,6	4,3	6,2	4,6
	2,9	3,6	4,0	3,1	2,8

аллелостим повышали значения этого показателя в оба года. В фазу бутонизации в 1991 г. максимальная

масса клубеньков отмечалась в варианте с аллелостимом, она была в 2 раза выше, чем в контроле. Квар-

Таблица 4

Общий (числитель) и активный (знаменатель) симбиотический потенциал сои за вегетацию (кг·дн/га)

Год	Контроль	Фузикоцин	Экссу-дат	Аллелостим	Квартазин
1990	28 343	36 918	37 072	33 825	35 598
	23 593	27 808	27 900	28 070	25 812
1991	41 813	43 774	42 330	44 819	35 243
	21 406	25 993	25 493	23 694	18 634

Таблица 5

Количество фиксированного азота воздуха, рассчитанное по УАС и АСП за вегетацию в 1990 г. (числитель) и 1991 г. (знаменатель)

Показатель	Контроль	Фузикоцин	Экссу-дат	Аллелостим	Квартазин
АСП, кг·дн/га	23 593	27 808	27 900	280 070	25 812
	21 406	25 993	25 492	23 694	18 634
УАС, г/кг·сут	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
	4,0	4,0	4,4	4,4	4,4
Фиксировано азота, кг/га	75,5	89,0	89,3	89,8	82,6
	85,6	104,0	112,2	104,3	82,0

тазин не увеличивал массу клубеньков, а в некоторые сроки определения — даже снижал ее.

Высокая концентрация леггемоглобина в клубеньках указывает на активный процесс азотфиксации. Все виды БАВ способствовали увеличению содержания леггемоглобина в клубеньках на 12—40 % (табл. 3), но особенно эффективными оказались эксудат и аллелостим. Наибольшее количество леггемоглобина в клубеньках было в 1990 и в 1991 гг. в фазу образования бобов.

Состояние бобоворизобияльного симбиоза посева наглядно характеризует симбиотический общий (ОСП) и активный (АСП) потенциал. В 1990 г. в вариантах с БАВ значение первого было выше, чем в контроле, на 19—30 %; а последнего — на 9—18 %, в 1991 г. — на 7 % (за исключением варианта с квартазином, где АСП был меньше на 13 % по сравнению с контролем) и на 11—21 % (табл. 4).

Удельная активность симбиоза (УАС) в 1990 г. во всех вариантах, в том числе в контроле, составила 3,2 г/кг·сут, в 1991 г. в контроле и в вариантах с фузикокином — 4,0, в вариантах с эксудатом, аллелостимом, квартазином — 4,4 г/кг×сут (табл. 5).

Количество фиксированного азота растениями сои за вегетационный период коррелировало с показателями активного симбиотического потенциала. При обработке семян эксудатом, аллелостимом и фузикокином растения фиксировали на 17—21 % азота больше, чем в контроле. В варианте с квартазином в 1990 г. данный показатель был на 9 % выше, чем в контроле, а в 1991 г. — на 13 % ниже.

### Выводы

1. Применение биологически активных веществ увеличивало коли-

чество и особенно массу клубеньков в фазу налива семян в оба года опытов. В 1991 г. исключением был вариант с квартазином, в котором масса клубеньков оказалась меньше, чем в контроле.

2. При обработке семян биологически активными веществами содержание леггемоглобина в клубеньках было выше, чем в контроле, в течение всей вегетации в оба года опытов.

3. Увеличение массы клубеньков и повышение концентрации леггемоглобина при обработке семян биологически активными веществами способствовало более активной фиксации азота воздуха.

4. Среди исследуемых биологически активных веществ наиболее эффективным оказался аллелостим: он сильнее других стимулировал биологическую азотфиксацию симбиотической системы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Головкин Э. А. Микроорганизмы в аллелопатии высших растений. — Киев: Наукова думка, 1984. — 2. Мишустин Е. Н., Шильникова В. К. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс. — М.: Наука, 1973. — 3. Наймен П. С. Клубеньковые бактерии в почве. — В кн.: Почвенная микробиология / Пер. с англ. — М.: Колос, 1979, с. 141—167. — 4. Наумов Г. Ф. Аллелопатические свойства выделений прорастающих семян полевых культур и их с.-х. значение. — В сб.: Аллелопатия и продуктивность растений. — Харьков, Харьковский с.-х. ин-т им. В. В. Докучаева, 1988, с. 5—12. — 5. Наумов Г. Ф. Биологическая стимуляция семян. — Вестн. агронома, 1989, № 12. — 6. Посыпанова Г. С., Посыпанова В. Н., Нворчу Ч. — Действие биологически активных веществ на симбиотическую активность сои. — Тез. докл. Второй научной конференции СОИСаФ в Калуге, 1991, с. 20—22.

Статья поступила 9 апреля 1992 г.