

## **ВПЛИВ РІЗНИХ ФОРМ І ДОЗ МІНЕРАЛЬНИХ АЗОТНИХ ДОБРИВ НА СИМБІОТИЧНУ АЗОТФІКСАЦІЮ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ**

*У післяжнивних посівах сої на зрошуваному південному чорноземі вивчено дію аміачної селітри, вуглеамонійних солей та екологічного карбамідного добрива в дозах  $N_{30}$  і  $N_{60}$  на симбіотичну азотфіксацію та урожай зерна скоростиглих сортів сої Кріпиш і Полянка. При автотрофному живленні азотом всі добрива істотно підвищували урожай зерна сої у залежності від дози на 1,4-4,5 ц/га і вміст в ньому сирого протеїну на 1,1-4,0%. Нітрагінізація ризобіотом насіння сої сорту Кріпиш збільшувала урожай зерна на 5,7-7,1 ц/га, а застосування азотних добрив на цьому фоні було неефективним. У сорту Полянка прибавка від нітрагінізації становила 2,5-3,3 ц/га, а азотні добрива незалежно від форми додатково підвищували урожай зерна інокульованих рослин на 1,0-2,2 ц/га при дозі  $N_{30}$  і на 2,5-4,1 ц/га при дозі  $N_{60}$ .*

**Ключові слова:** *соя, азотні добрива, післяжнивний посів, урожай зерна, симбіотична азотфіксація.*

У вирішенні проблеми кормового і харчового білка на Україні важливе місце займає збільшення виробництва зерна сої, білок якої за біологічною цінністю та складом незамінних амінокислот наближається до білків тваринного походження [1]. На півдні України резервом розширення виробництва зерна сої можуть бути післяякісні та післяжнивні посіви на зрошуваних землях. Відомо, що в симбіозі з бульбочковими бактеріями *Bradyrhizobium japonicum* соя здатна засвоювати молекулярний азот повітря, задовольняючи свої потреби в даному елементі живлення на 50-70% [2]. Мінеральні азотні добрива підвищують продуктивність рослин сої, але негативно впливають на формування та функціонування бобово-ризобіального симбіозу і їх ефективність на інокульованих ризобіями посівах сої залежить від числених факторів [3, 4]. У багатьох дослідах передпосівне в грунт внесення 20-30 кг/га мінерального азоту істотно збільшувало уро-

жай зерна сої і ця доза рекомендована для використання у виробництві як стартова [5].

Для повторних посівів сої на півдні України недостатньо вивчено ефективність застосування нових форм азотних добрив, зокрема вуглеамонійних солей, які в порівнянні з аміачною селітрою більш дешеві, екологічно безпечні і в малих дозах здатні стимулювати процеси симбіотичної та асоціативної азотфіксації [6]. У післяжнивних посівах початок вегетації сої проходить при високій температурі та інтенсивній біологічній іmobilізації мінерального азоту в процесах мінералізації стерневих і кореневих залишків зернових культур. В таких умовах використання під сою азотних добрив може бути доцільним. Метою наших досліджень було вивчення впливу різних форм азотних добрив на продуктивність сої та ефективність її нітрагінізації у післяжнивних посівах в умовах Криму.

**Матеріали і методика досліджень.** Польові дрібноділянкові досліді були розташовані на зрошуваних виробничих посівах сої ЗАТ „Партизан” Сімферопольського району АР Крим. Попередник – озимий ячмінь. Грунт – південний чорнозем на карбонатному елювії, вміст гумусу в орному шарі становив 2,93-3,10%,  $pH_{(KCl)}$  – 7,2-7,5. Забезпеченість ґрунту рухомим фосфором та легкогідролізуємим азотом середня, обмінним калієм – висока. Вивчали вплив двох доз ( $N_{30}$  і  $N_{60}$ ) мінеральних азотних добрив у формі аміачної селітри (АС), повільнодіючого екологічного карбамідного добрива (ЕКД) та вуглеамонійних солей (ВАС) на симбіотичну азотфіксацію і зернову продуктивність скоростиглих сортів сої з високим (сорт Кріпиш) та низьким (сорт Полянка) азотфіксуючим потенціалом.

Сою вирощували за технологією, рекомендованою Інститутом землеробства південного регіону УААН, але без застосування протруйників і гербіцидів. Добрива вносили під передпосівну культивуацію. Насіння сої в день посіву обробляли біопрепаратом бульбочкових бактерій ризобіфітом, виготовленому на штамі *Bradyrhizobium japonicum* М-8, із розрахунку  $10^6$  бактерій на насінину. Сою висівали ручною селекційною сівалкою з нормою висіву 600 тисяч схожих насінин на гектар при ширині міжрядь 0,45 м. Облікова площа ділянки становила 7,2 м<sup>2</sup>, повторність чотириразова.

Кількість, біомасу та нітрогеназну активність бульбочок сої визначали в період максимальної активності симбіотичної азотфіксації, який припадав на кінець цвітіння – початок формування бобів. Аналізували по 10 рослин з кожного повторення. Урожай збирали вручну снопами, які обмолочували на сноповій молотарці МС 500. Вміст загального азоту в усереднених зразках зерна сої визначали методом К'ельдаля і перераховували

на сирий протеїн, використовуючи коефіцієнт 6,25. Статистичну обробку одержаних даних здійснювали методом дисперсійного аналізу [7].

**Результати досліджень.** Погодні умови у 1996 році (тепла та сонячна друга половина літа і осінь) були сприятливими для післяжнивної сої протягом всієї вегетації рослин, а у 1997 році через відносно прохолодні та дошові літо і осінь відчувався дефіцит сонячної радіації та тепла для дозрівання зерна сої. В зв'язку з цим урожай зерна в останньому році був меншим, ніж урожай 1996 року, у сорту Кріпиш на 1,3-2,1 ц/га і у сорту Полянка на 2,6-3,2 ц/га, але кількість, біомаса та азотфіксуюча активність бульбочок у інокерованих рослин обох сортів сої, навпроти, були значно вищими у 1997 році. Незважаючи на різні погодні умови, характер дії азотних добрив на симбіотичну азотфіксацію та зернову продуктивність рослин у роки досліджень був аналогічним. Мінеральні азотні добрива негативно впливали на формування і функціонування бобово-ризобіального симбіозу сортів сої, а величина зниження показників симбіотичної азотфіксації залежала від форми та дози добрив, які досліджували (табл. 1, 2).

**1. Вплив азотних добрив на симбіоз сої сорту Кріпиш з *Bradyrhizobium japonicum* штам М-8 у фазі цвітіння**

Варіант досліджу	Кількість бульбочок, одиниць/рослину			Біомаса бульбочок, мг/рослину			Нітрогеназна активність бульбочок, мкМоль C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> / рослину за годину		
	1996 р.	1997 р.	У середньому	1996 р.	1997 р.	У середньому	1996 р.	1997 р.	У середньому
Контроль – без добрив	8,3	11,5	9,9	254	462	358	13,9	23,5	18,7
ЕКД N <sub>30</sub> N <sub>60</sub>	5,1	8,7	6,9	237	465	351	18,5	30,3	24,4
	4,6	6,0	5,3	97	180	138	5,7	15,5	10,6
АС N <sub>30</sub> N <sub>60</sub>	5,2	4,5	4,8	103	126	114	5,6	10,2	7,9
	2,8	2,9	2,8	44	73	58	1,9	4,7	3,3
ВАС N <sub>30</sub> N <sub>60</sub>	4,8	6,5	5,6	135	282	208	5,6	17,0	11,3
	4,0	5,0	4,5	54	127	90	2,4	9,2	5,8

Примітка. ЕКД – екологічне карбамідне добриво  
 АС – аміачна селітра  
 ВАС – вуглеамонійні солі

Найбільш безпечним для бобово-ризобіального симбіозу виявилось повільнодіюче добриво ЕКД, яке в дозі N<sub>30</sub> зменшило кількість утворених бульбочок на сортах Кріпиш та Полянка відповідно на 24-39% і 10-14%, істотно не вплинуло на їх біомасу та підвищило їх нітрогеназну активність на 29-33% і 26-34% в порівнянні з неудобреним контролем. Негативна дія

АС та ВАС була набагато сильнішою, ніж ЕКД, – ці добрива в дозі  $N_{30}$  в середньому за 2 роки зменшили кількість бульбочок на 42-52%, їх біомасу на 42-68% і нітрогеназну активність на 30-58% (табл. 1, 2). Слід зауважити, що пригнічення симбіотичної азотфіксації у сої ВАС в спекотному 1996 році було близьким до дії АС, а у вологому та прохолодному 1997 році – значно слабкішим в порівнянні з АС, особливо на такі показники, як біомаса та нітрогеназна активність бульбочок.

## 2. Вплив азотних добрив на симбіоз сої сорту Полянка з *Bradyrhizobium japonicum* штам М-8 у фазі цвітіння

Варіант досліджу	Кількість бульбочок, одиниць на рослину			Біомаса бульбочок, мг/рослину			Нітрогеназна активність бульбочок, мкМоль $C_2H_4$ /рослину за годину		
	1996 р.	1997 р.	У середньому	1996 р.	1997 р.	У середньому	1996 р.	1997 р.	У середньому
Контроль – без добрив	4,0	8,3	6,2	141	246	194	7,3	12,4	9,8
ЕКД $N_{30}$	3,6	7,1	5,4	142	229	186	9,2	16,6	12,9
$N_{60}$	1,9	4,5	3,2	65	150	108	3,7	8,5	6,1
АС $N_{30}$	2,7	4,6	3,6	26	143	85	2,6	10,4	6,5
$N_{60}$	2,5	2,9	2,7	29	56	42	1,0	3,2	2,1
ВАС $N_{30}$	1,8	5,4	3,6	25	171	98	2,6	11,2	6,9
$N_{60}$	2,2	3,5	2,8	33	95	64	1,3	5,0	3,2

Примітка. ЕКД – екологічне карбамідне добриво

АС – аміачна селітра

ВАС – вуглеамонійні солі

Внесення добрив в дозі  $N_{60}$  істотно знизило всі показники бобово-ризобіального симбіозу, але негативний вплив ЕКД був набагато меншим, ніж дія АС та ВАС і приблизно дорівнював їх впливу в дозі  $N_{30}$ .

Отже, серед вивчених форм азотних добрив ЕКД відзначалось найменшим негативним впливом на симбіоз сої з бульбочковими бактеріями і в дозі  $N_{30}$  воно навіть підсилювало нітрогеназну активність бульбочок. Близький характер дії АС та ВАС на бобово-ризобіальний симбіоз може бути пояснений високою інтенсивністю гідролізу вуглекислого амонію та його нітріфікації в зрошуваних карбонатних ґрунтах півдня України.

Азотні добрива закономірно підвищували урожай зерна в умовах автотрофного живлення сої азотом на 1,4-2,8 ц/га при дозі  $N_{30}$  та на 3,0-4,5 ц/га при дозі  $N_{60}$ , а вплив форми добрив знаходився в межах похибки дослідів (табл. 3). Без нітрагінізації сорт Полянка по урожаю зерна дещо перевершував сорт Кріпиш, але реакція обох сортів на мінеральний азот

**3. Ефективність ризобіоту та різних форм і доз азотних добрив у післяжнивних посівах зрошуваної сої, урожай зерна в ц/га**

Варіант дослідження	Сорт Кріпліш				Сорт Полянка							
	Без інюкуляції		Штам М-8		Без інюкуляції		Штам М-8					
	1996 р.	1997 р.	Середнє	1996 р.	1997 р.	Середнє	1996 р.	1997 р.				
Контроль - без добрив	12,7	10,5	11,6	19,8	16,2	18,0	15,0	13,4	11,8	17,5	15,1	16,3
ЕКД N <sub>30</sub>	15,2	13,3	14,2	21,1	17,7	19,4	17,1	15,8	14,5	19,2	17,3	18,2
N <sub>60</sub>	17,2	15,0	16,1	22,0	17,5	19,8	19,3	17,8	16,2	21,0	18,8	19,9
АС N <sub>30</sub>	14,1	12,5	13,3	18,1	14,5	16,3	16,5	14,9	13,3	18,0	16,5	17,3
N <sub>60</sub>	15,7	14,2	15,0	19,6	16,8	18,2	18,0	16,5	15,0	20,3	18,0	19,2
ВАС N <sub>30</sub>	14,4	13,1	13,8	18,5	15,6	17,0	16,6	15,3	14,0	18,6	16,7	17,6
N <sub>60</sub>	16,3	15,0	15,6	19,8	17,3	18,6	18,3	17,0	15,6	20,0	19,2	19,6
НІР <sub>05</sub>	2,1	1,5	-	2,1	1,5	-	2,1	-	1,5	2,1	1,5	-

Гримітка. ЕКД – екологічне карбамідне добриво

АС – аміачна селітра

ВАС – вуглеамонійні солі

була близькою.

На продуктивність інокульованих рослин дія азотних добрив була не такою однозначною і залежала як від виду добрив, так і від інтенсивності симбіотичної азотфіксації сої. У сорту Кріпиш нітрагінізація підвищила урожай зерна в середньому за 2 роки на 6,4 ц/га або 55% до контролю без добрив, а у сорту Полянка відповідно тільки на 2,9 ц/га або 22%. Мінеральний азот, з одного боку, сприяв росту продуктивності рослин, а з другого боку, в тій чи іншій мірі пригнічував симбіотичну азотфіксацію. При дозі  $N_{30}$  ЕКД зменшило ефективність нітрагінізації сорту Кріпиш на 19%, а сорту Полянка – на 17%, АС відповідно на 55 та 31% і ВАС – на 50 та 21%. У варіантах з  $N_{60}$  ЕКД знизило прибавку від ризобіофіту у сорту Кріпиш на 42% і у сорту Полянка на 28%, АС відповідно на 50 та 7% і ВАС – на 53 та 10%.

Отже, у інокульованих рослин сорту Кріпиш з високою інтенсивністю симбіотичної азотфіксації азотні добрива істотно не підвищували урожай зерна, а у сорту Полянка із значно нижчим азотфіксуючим потенціалом сумісне живлення рослин мінеральним і симбіотрофним азотом збільшувало його на 1,0-3,6 ц/га порівняно з окремим застосуванням ризобіофіту і мінеральних добрив.

При автотрофному живленні сої азотом мінеральні добрива сприяли не тільки зростанню урожаю зерна, а й підвищували в ньому вміст сирого протеїну у сорту Кріпиш на 0,8-4,8 і у сорту Полянка на 1,1-4,3 абсолютних відсотка (табл. 4). Нітрагінізація сої впливала на вміст у зерні сирого протеїну значно сильніше, ніж азотні добрива, збільшивши цей показник у сорту Кріпиш на 5,2-8,6 і у сорту Полянка на 3,9-5,7 абсолютних відсотка.

Вплив азотних добрив на вміст сирого протеїну в зерні інокульованих рослин сорту Кріпиш в більшій мірі залежав від погодних умов року, ніж від форми та дози добрив. У 1996 році добрива знижували цей показник на 1,3-5,1, а в 1997 році, навпроти, збільшували його на 0,4-4,2 абсолютних відсотка. В зерні інокульованих рослин сорту Полянка незначне підвищення вмісту сирого протеїну спостерігали тільки у варіантах з ЕКД, а при застосуванні інших форм добрив цей показник був близьким до контролю.

**Висновки.** 1. У післяживних посівах сої застосування азотних мінеральних добрив підвищує урожай зерна і вміст в ньому сирого протеїну при автотрофному живленні сої азотом або при недостатній ефективності симбіозу з бульбочковими бактеріями.

2. Всі форми азотних добрив пригнічують процес симбіотичної азот-

**4. Вплив різних форм і доз азотних добрив та ризобіофіту на вміст сирового протеїну в насінні післяжнивної сої, в % на абсолютно суху речовину**

Варіант досліду	Сорт Крішш				Сорт Полянка							
	Без інокуляції	Штам М-8	У середньому	1997 р.	Без інокуляції	Штам М-8	У середньому	1997 р.				
	1996 р.	1996 р.	1997 р.	1997 р.	1996 р.	1996 р.	1997 р.	1997 р.				
Контроль – без добрив	35,2	32,4	33,8	43,8	37,6	40,7	31,3	30,6	31,0	37,0	34,5	35,8
ЕКД N <sub>30</sub>	38,7	34,0	36,4	42,5	40,3	41,4	32,3	32,0	32,2	37,7	36,0	36,9
N <sub>60</sub>	40,0	34,5	37,2	42,1	41,8	42,0	35,6	34,5	35,0	38,4	37,2	37,8
АС N <sub>30</sub>	36,5	33,2	34,9	38,7	38,0	38,4	32,5	31,7	32,1	36,8	35,6	36,2
N <sub>60</sub>	38,5	34,2	36,4	40,6	38,5	39,6	34,0	33,0	33,5	35,6	36,9	36,2
ВАС N <sub>30</sub>	38,2	34,0	36,0	41,3	38,6	40,0	32,9	32,6	32,8	37,3	35,5	36,4
N <sub>60</sub>	39,4	34,4	36,9	42,3	39,3	40,8	35,2	33,5	34,4	37,6	36,5	37,1

Примітка. ЕКД – екологічне карбамідне добриво

АС – аміачна селітра

ВАС – вуглеамонійні солі

фіксації у сої, але екологічне карбамідне добриво значно менше, ніж аміачна селітра та вуглеамонійні солі.

3. Доцільно не застосовувати під сою азотні добрива, а формувати високі урожаї зерна переважно за рахунок симбіотрофного азоту, використовуючи сорти з високим азотфіксуючим потенціалом і відповідні агротехнічні засоби для його максимальної реалізації.

### Бібліографічний список

1. Бабич А.О. Сучасне виробництво і використання сої. – К.: Урожай, 1993. – 432 с.

2. Рекомендации по применению ризоторфина в технологии возделывания бобовых культур. – К.: Урожай, 1987. – 21 с.

3. Адамень Ф.Ф. Теоретическое обоснование минерального питания растений сои в условиях юга Украины. – Симферополь: Таврида, 1995. – 94 с.

4. Даценко В.К., Маліченко С.М., Береговенко С.К., Коць С.Я. Нові агрохімікати як засіб підвищення азотфіксувальної здатності сої //Збірник „Онтогенез рослин, біологічна фіксація молекулярного азоту та азотний метаболізм”. – Тернопіль, 2001. – С. 69-72.

5. Мальцева Н.Н., Вилесов Г.И., Давыдова О.Е. Интенсификация биологической фиксации азота при использовании аммонийно-карбонатных соединений //Збірник „Елементи регуляції в рослинництві”. – К.: ВВП „Компас”, 1998. – С. 146-156.

6. Ризобифит под сою на основе *Bradyrhizobium japonicum* штамм М-8 / Информационный листок КРЦНТЭИ. – Симферополь, 2001. – № 3. – 5 с.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.