

**ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ ПОСІВІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД  
ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ  
ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

**Н. П. МОСЬОНДЗ**, науковий співробітник

*Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН»*

*Розкриття потенціалу продуктивності сої вимагає розробки адаптивних складових технологій вирощування відповідно до ґрунтово-кліматичних умов конкретного регіону. Серед таких складових є спосіб сівби та удобрення. Особливо проблемним у сучасних умовах господарювання залишається питання ресурсозбереження, а саме пошуки шляхів зменшення найвитратнішої складової технології на придбання та внесення мінеральних добрив під посіви сої.*

*У статті наведено результати трирічних досліджень з вивчення впливу мінерального удобрення, передпосівного інокулювання насіння та попередника на формування фотосинтетичної продуктивності посівів сої в умовах північної частини Лісостепу України. Встановлено високу ефективність внесення азотних добрив у підживлення та інокулювання насіння штамом *Bradyrhizobium Jarrowicum 71 T* для підвищення врожайності та формування показників асиміляційної поверхні.*

**Ключові слова:** *інокуляція, способи сівби, соя, мінеральні добрива, площа листкової поверхні, урожайність, чиста продуктивність фотосинтезу*

Фотосинтез – основне джерело формування біомаси рослин, який забезпечує енергією всі процеси росту і розвитку [7]. Посіви польових культур – могутні фотосинтезуючі системи, які за здатністю поглинати сонячну енергію у 2-5 разів перевищують природні угіддя, в тому числі пасовища і лісові насадження. Урожай біомаси створюється за наявності певних умов у результаті фотосинтетичної діяльності і активності кореневої системи рослин.

[5]. Одним із найдинамічніших показників фотосинтетичної діяльності посівів є листова поверхня. Як відомо, листок є основним органом фотосинтезу, хоч частково цю роль виконують також зелені стебла, суцвіття на початку їх утворення і, навіть, корені [4].

Для оптимального проходження фотосинтезу посів повинен мати певну площу листової поверхні. Чим більшу площу листової поверхні мають посіви, тим краще фіксується посівами сонячна радіація і тим енергійніше йде накопичення органічної речовини за виключенням окремих випадків, що обумовлює збільшення урожайності цієї культури [2].

Формування оптимального показника фотосинтетичного потенціалу залежить і від гідротермічних ресурсів року, сортових особливостей, системи удобрення, агротехнічних прийомів, а також системи захисту рослин від бур'янів, шкідників та хвороб. [1].

**Мета досліджень** – встановити особливості фотосинтетичної діяльності посівів сої ранньостиглого сорту Елена залежно від мінерального удобрення, попередника, передпосівного інокулювання насіння поліштамом азотофіксувальних та фосфоромобілізувальних бактерій в умовах північної частини Лісостепу України.

**Методика досліджень.** Дослідження проводили на стаціонарному досліді відділу адаптивних інтенсивних технологій зернобобових, круп'яних і олійних культур на сірих лісових крупнопилувато легкосуглинкових ґрунтах в умовах північної частини Лісостепу (ДПДГ “Чабани ННЦ “Інститут землеробства НААН”) впродовж 2006-2008 рр. висівали ранньостиглий сорт Елена, попередниками були просо і гречка. Сівбу проводили вузькорядним способом сівби з шириною міжрядь 15 см. Вивчали ефективність застосування бактеріального препарату на основі високоактивного штаму симбіотичних азотофіксуючих бактерій (*Bradyrhizobium Japonicum* 71T) та мінерального добрива Еколіст макро 6-12-7 (концентрат макроелементів з підвищеним вмістом фосфору з додаванням мікроелементів) за різних норм (1 - без добрив (контроль); 2 -  $N_{30}P_{60}K_{60}$ ; 3 -  $N_{45}P_{45}K_{45} + N_{15}$  + підживлення Еколіст макро 6-12-7;

4 -  $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$ ). Інокулювання насіння проводили перед сівбою, позакореневе підживлення азотними добривами ( $N_{15}$ ) та добривами Ekolist макро 6-12-7 (у нормі 1-2 л/га) проводили у фазі бутонізації сої. Досліди закладали згідно всіх вимог методики дослідної справи за Б. О. Доспеховим [3]. Площа облікової ділянки 30 м<sup>2</sup> за чотириразового повторення.

**Результати досліджень.** Як показав аналіз отриманих результатів, досліджувані фактори по різному впливали на ріст і розвиток рослин сої. Так, надземна їх біомаса у фазі першого трійчастого листка знаходилася в межах 6,5 – 11,7 г/рослину. У фазі бутонізації найвищу надземну масу формували рослини на варіантах, які передбачали внесення  $N_{45}P_{45}K_{45} + N_{15}$  та Ekolist макро 6-12-7 по попереднику просо та  $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$  по попереднику гречка з проведенням передпосівного інокулювання насіння (36,4 та 32,2 г/роsl.). Підживлення азотними добривами у дозі  $N_{15}$  забезпечило подальше наростання надземної маси та у фазу наливу бобів на фоні  $N_{30}P_{60}K_{60}$  вона становили 115,3 г/роsl. (попередник просо) та 135,8 г/роsl. (попередник гречка) за рівнів на контролі відповідно 86,9 та 92,3 г/роsl. (табл.1).

**1. Біометричні параметри рослин сої залежно від мінерального удобрення, інокулювання насіння та попередника, (середнє за 2006-2008 рр.), г/роsl.**

Варіант удобрення	Інокулювання насіння	Фаза росту і розвитку			
		першого трійчастого листка	бутонізації	цвітіння	наливу бобів
попередник просо					
Без добрив (контроль)	-	7,2	16,2	39,1	64,9
	+	6,5	21,4	47,5	86,9
$N_{30}P_{60}K_{60}$	-	7,4	19,4	49,2	70,1
	+	8,7	26,1	56,2	79,9
$N_{45}P_{45}K_{45}$ + підживлення $N_{15}$ та Ekolist макро 6-12-7	-	7,9	28,0	58,4	98,1
	+	9,6	36,4	74,5	102,6
$N_{30}P_{60}K_{60}$ + підживлення $N_{15}$	-	8,1	25,2	57,6	69,7
	+	9,7	32,4	61,7	115,3
попередник гречка					
Без добрив (контроль)	-	8,9	19,6	38,2	92,1
	+	9,6	24,7	46,7	92,3
$N_{30}P_{60}K_{60}$	-	9,1	24,1	53,7	89,8
	+	9,9	30,6	54,8	108,5
$N_{45}P_{45}K_{45}$ + підживлення $N_{15}$ та Ekolist макро 6-12-7	-	7,9	27,1	50,1	104,1
	+	9,1	29,2	53,2	108,5
$N_{30}P_{60}K_{60}$ + підживлення $N_{15}$	-	10,8	28,1	44,9	109,1
	+	11,7	32,2	70,0	135,8
НР <sub>05</sub>		1,0	4,1	7,4	14,1

Узагальнюючим показником ефективності роботи фотосинтетичного апарату продуктивності сої є вихід сухої речовини з господарсько-цінною частиною врожаю. За даними М. В. Медяникова [6], майже 95 % сухої речовини рослини формують за рахунок фотосинтезу.

За результатами аналізу накопичення сухої маси встановлено, що синтез органічної речовини в молодих рослинах (до початку фази цвітіння ) проходив повільно, а в ході подальшого розвитку – підвищувався (табл. 2). Найнижчим цей показник (18,8 г/роsl.) був на абсолютному контролі. Максимальне ж наростання маси сухої речовини по попереднику просо (27,6 г/роsl.) і гречка (31,0 г/роsl.) спостерігалось у період повного наливання насіння – за інокулювання насіння та внесення  $N_{45}P_{45}K_{45} + N_{15}$  у підживлення та Ekolist макро 6-12-7. В процесі дозрівання, внаслідок обпадання листків, вміст сухої речовини зменшувався.

## 2. Динаміка накопичення сухої речовини рослинами сої залежно від удобрення та попередника (середнє за 2006-2008 рр.), г/роsl.

Варіант удобрення	Інокулювання насіння	Фаза росту і розвитку			
		першого трійчастого листка	бутонізації	цвітіння	наливу бобів
попередник просо					
Без добрив (контроль)	-	1,2	2,7	8,4	18,8
	+	1,3	3,9	8,9	23,9
$N_{30}P_{60}K_{60}$	-	1,2	4,2	10,1	21,4
	+	1,4	4,4	10,9	25,4
$N_{45}P_{45}K_{45}$ + підживлення $N_{15}$ та Ekolist макро 6-12-7	-	1,3	4,3	11,7	22,8
	+	1,7	5,4	13,8	27,6
$N_{30}P_{60}K_{60}$ + підживлення $N_{15}$	-	1,4	5,7	12,5	23,2
	+	1,4	6,3	13,5	25,0
попередник гречка					
Без добрив (контроль)	-	1,2	4,0	8,2	20,5
	+	1,2	4,0	8,5	21,7
$N_{30}P_{60}K_{60}$	-	1,4	4,1	10,2	22,8
	+	1,4	4,7	11,2	24,1
$N_{45}P_{45}K_{45}$ + підживлення $N_{15}$ та Ekolist макро 6-12-7	-	1,4	4,5	10,2	26,2
	+	1,5	5,2	11,3	31,0
$N_{30}P_{60}K_{60}$ + підживлення $N_{15}$	-	1,6	5,5	10,4	25,5
	+	1,7	6,1	14,7	30,7
$НІР_{05}$		0,1	0,7	1,5	2,5

Щоб мати змогу об'єктивно оцінити потенціал продуктивності посівів сої залежно від факторів, які вивчалися, аналізували показники площі листового апарату. Дослідження процесу формування листового апарату рослинами сої на досліді (табл. 3) показало, що його розмір в основні фази онтогенезу, темпи початкового його росту і швидке наростання до максимального рівня суттєво залежали від рівня мінерального удобрення та інокуляції насіння. Найінтенсивніше наростання листового апарату відмічалось у фазі наливу бобів (101,7 тис м<sup>2</sup>/га – по попереднику просо та 120,5 тис м<sup>2</sup>/га – по попереднику гречка) на варіантах з основним удобренням N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>+ підживлення N<sub>15</sub> та інокулювання насіння.

### 3. Фотосинтетична і господарська продуктивність посівів сої залежно від мінерального удобрення, інокулювання насіння та попередника (середнє за 2006-2008 рр.)

Варіант удобрення	Інокулювання насіння	Площа листової поверхні посівів сої, тис м <sup>2</sup> /га			Фотосинтетичний потенціал посіву, млн. м <sup>2</sup> /га×добу		
		міжфазний період					
		першого трійчастого листка - бутонізації	бутонізації - цвітіння	цвітіння – наливу бобів	першого трійчастого листка - бутонізації	бутонізації - цвітіння	цвітіння – наливу бобів
попередник просо							
Без добрив (контроль)	-	16,0	37,2	45,0	0,27	0,26	1,44
	+	17,9	46,1	57,9	0,30	0,32	1,85
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	-	22,5	45,8	47,0	0,38	0,32	1,55
	+	23,4	52,4	59,8	0,40	0,37	1,97
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> + підживлення N <sub>15</sub> та Ekolist макро 6-12-7	-	35,7	49,7	60,1	0,60	0,40	2,04
	+	30,9	63,9	72,2	0,52	0,51	2,45
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + підживлення N <sub>15</sub>	-	30,7	64,3	68,7	0,52	0,51	2,27
	+	38,3	87,8	101,7	0,65	0,70	3,35
попередник гречка							
Без добрив (контроль)	-	21,4	44,1	48,6	0,36	0,31	1,55
	+	22,7	50,5	56,3	0,39	0,35	1,80
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	-	20,6	45,8	51,2	0,35	0,32	1,69
	+	24,8	57,0	64,8	0,42	0,40	2,14
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> + підживлення N <sub>15</sub> та Ekolist макро 6-12-7	-	24,3	52,1	60,4	0,41	0,41	2,05
	+	33,4	70,8	78,5	0,57	0,57	2,67
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + підживлення N <sub>15</sub>	-	33,7	68,6	77,3	0,57	0,55	2,55
	+	38,1	94,5	120,5	0,69	0,76	4,10
НІР <sub>05</sub>		5,4	12,0	15,3	0,10	0,11	0,53

Накопичення органічної речовини залежить не тільки від величини листової поверхні рослин, але й від тривалості її функціонування. Важливим показником діяльності листового апарату є фотосинтетичний потенціал посіву (табл. 4). Максимальний фотосинтетичний потенціал спостерігали у міжфазний період цвітіння – наливу бобів за внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}+$  підживлення  $N_{15}$  та інокулювання насіння і по попереднику просо становив  $3,35 \text{ м}^2/\text{га}\times\text{добу}$ ; по попереднику гречка -  $4,10 \text{ м}^2/\text{га}\times\text{добу}$  та переважав абсолютний контроль відповідно на 1,5 та  $2,5 \text{ м}^2/\text{га}\times\text{добу}$ , а варіанти з аналогічним фоном удобрення, але без підживлення азотом - відповідно на 1,38 та  $1,96 \text{ м}^2/\text{га}\times\text{добу}$ .

**4. Чиста продуктивність фотосинтезу і урожайність рослин сої залежно від удобрення та попередника (середнє за 2006-2008 рр.),  $\text{г}/\text{м}^2 \times \text{добу}$**

Варіант		Міжфазний період росту і розвитку			Урожайність, т/га
удобрення	інокулювання насіння	першого трійчастого листка - бутонізації	бутонізації - цвітіння	цвітіння – наливу бобів	
попередник просо					
Без добрив (контроль)	-	2,88	2,28	3,68	2,46
	+	4,34	3,26	4,09	2,49
$N_{30}P_{60}K_{60}$	-	3,58	2,45	3,64	2,60
	+	4,21	2,64	3,69	2,68
$N_{45}P_{45}K_{45}$ + підживлення $N_{15}$ та Ekolist макро 6-12-7	-	3,76	3,10	3,09	2,95
	+	4,89	3,35	3,75	3,12
$N_{30}P_{60}K_{60}+$ підживлення $N_{15}$	-	4,39	1,99	2,31	3,37
	+	5,11	2,59	2,82	3,49
попередник гречка					
Без добрив (контроль)	-	3,27	1,80	3,62	2,47
	+	3,63	2,04	4,08	2,57
$N_{30}P_{60}K_{60}$	-	3,72	2,40	3,22	2,63
	+	3,97	2,64	3,71	2,84
$N_{45}P_{45}K_{45}$ + підживлення $N_{15}$ та Ekolist макро 6-12-7	-	4,39	2,07	4,43	2,46
	+	5,01	2,74	4,74	3,10
$N_{30}P_{60}K_{60}+$ підживлення $N_{15}$	-	3,98	1,42	2,42	3,19
	+	4,36	2,14	3,78	3,54
$НІР_{05}$		0,47	0,40	0,50	0,29

У процесі фотосинтезу створюються близько 95 % загальної біомаси рослин. Тому динаміка сухої біомаси рослин може досить об'єктивно відображати їх асиміляційну діяльність. Саме цей показник лежить в основі

визначення чистої продуктивності фотосинтезу [8].

Вивчення чистої продуктивності фотосинтезу в наших дослідженнях упродовж 2006–2008 рр. показало, що на відміну від формування асиміляційної поверхні листків, чиста продуктивність фотосинтезу зростає від сходів до початку бутонізації, досягаючи свого абсолютного максимуму, потім, у фазі цвітіння - утворення зелених бобів зменшується, а в період кінець цвітіння – повне наливання насіння знову зростає і досягає свого другого максимуму, хоча величина другого зростання нижча порівняно з першим (табл. 4). Незначні величини показників ЧПФ у початковий період росту пояснюється тим, що перші листочки, які формує рослина сої мають дуже малу площу.

У процесі проведення досліджень нами виявлено, що чиста продуктивність фотосинтезу в значній мірі змінюється під впливом досліджуваних прийомів технології вирощування. Динаміка формування чистої продуктивності фотосинтезу по попереднику просо і гречка показала, що найкращим фоном удобрення було внесення  $N_{45}P_{45}K_{45}$  із підживленням азотом у дозі  $N_{15}$  та Еколист макро 6-12-7 у фазу бутонізації. В основні міжфазні періоди вегетації за інокулювання насіння чиста продуктивність фотосинтезу становила: у міжфазний період першого трійчастого листка – бутонізації по попереднику просо –  $4,89 \text{ г/м}^2$  за добу, по попереднику гречка –  $5,01 \text{ г/м}^2$  за добу; у міжфазний період бутонізації - цвітіння – відповідно  $3,35$  та  $2,74 \text{ г/м}^2$  за добу, у міжфазний період цвітіння налив бобів – відповідно  $3,75$  та  $4,74 \text{ г/м}^2$  за добу.

### **Висновки.**

Аналіз отриманих даних, проведених в умовах північної частини Лісостепу, з виявлення особливостей фотосинтетичної діяльності рослин сої залежно від попередника, удобрення та передпосівного оброблення насіння показав, що оптимальні біометричні параметри посівів відзначено у фазу наливу бобів за інокулювання насіння та внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$  із підживленням азотом ( $N_{15}$ ) у фазу бутонізації і становили: площа листової поверхні по попереднику просо  $101,7$  тис  $\text{м}^2/\text{га}$ , вегетативна маса –  $115,3$

г/роsl., та сухої речовини – 25,0 г/роsl., що зумовлює чисту продуктивність фотосинтезу 2,82 г/м<sup>2</sup> за добу, фотосинтетичний потенціал на рівні 3,35 м<sup>2</sup>/га×добу, забезпечуючи врожайність культури на рівні 3,49 т/га. По попереднику гречка площа листкової поверхні становила - 120,5 тис м<sup>2</sup>/га, вага вегетативної маси - 135,8 г/роslину, вага сухої речовини - 30,7 г/роslину, чиста продуктивність фотосинтезу - 3,78 г/м<sup>2</sup> за добу; фотосинтетичний потенціал - 4,10 м<sup>2</sup>/га×добу та врожайність - 3,54 т/га.

Слід відмітити, що формування максимальних значень ЧПФ до початку фази бутонізації пояснюється тим, що в цей період формується порівняно невелика площа листкової поверхні, і, відповідно, всі листки на рослині мають добру освітленість. У подальшому, під час періоду цвітіння - утворення зелених бобів спостерігалось зменшення цього показника майже в 1,1 рази, хоча площа асиміляційної поверхні за цей період зростає вдвічі, тобто виявлена зворотна залежність між цими показниками.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабич А. А. Фотосинтетическая деятельность при известковании, внесении минеральных удобрений и инокуляции в условиях Лесостепи Украины / А. А. Бабич, В. Ф. Петриченко // Вестник с - х науки. – 1992. - №5. – С. 14-15.
2. Грицаєнко З. М. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів / З. М. Грицаєнко, А.О. Грицаєнко, В. П Карпенко. - К.: ЗАТ “НІЧЛАВА”, 2003. – 320 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1998. – 351 с.
4. Зінченко О. І. Рослинництво / За ред.: О. І. Зінченка, Н. В. Салатенко, М. А. Білоножко. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
5. Мотрук Б. Н. Рослинництво / Б. Н. Мотрук. - К.: Урожай, 1999. – 591 с.
6. Медяников Н. В. Фотосинтез и продуктивность сои при различных



нормах и способах посева / Н. В. Медяников // Селекция и агротехника сои: Сб. науч. Тр. - ВАСХНИЛ. Сиб. отд. – Новосибирск: СО. ВАСХНИЛ, 1982. – С. 35 – 39.

7. Синеговская В. Т. Формирование фотосинтетического и симбиотического аппаратов сои в зависимости от технологий ее возделывания / В. Т. Синеговская, С. С. Неробелова // Селекция и технология производства сои. – Благовещенск, 1998. – С.143-149.

8. Федотов В. А. Зависимость урожайности сои от симбиоза и фотосинтеза в Лесостепи ЦЧР / В. А. Федотов [и др] // Аграрная наука. – 2001. - №5. – С. 8-10.

## **ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОСЕВОВ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИ ВЫРАЩИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ**

**Н. П. Мосендз**

*Раскрытие потенциала продуктивности сои требует разработки адаптивных составляющих технологии выращивания соответствию с почвенно-климатических условий конкретного региона. Среди таких составляющих является способ посева и удобрения.*

*В статье наведены результаты трехлетних исследований по изучению влияния минерального удобрения, предпосевной инокуляции семян и предшественника на формирование фотосинтетической продуктивности посевов сои в условиях северной части Лесостепи Украины. Установлена высокая эффективность внесения азотных удобрений в подкормку и инокуляции семян штаммом *Bradyrhizobium Japonicum 71 T* по повышению урожайности и формированию показателей ассимиляционной поверхности.*

**Ключевые слова:** *инокуляция, способы сева, соя, минеральные удобрения, площадь листовой поверхности, урожайность, чистая продуктивность фотосинтеза*

# PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF SOYBEAN CROPS DEPENDING ON THE ELEMENTS OF TECHNOLOGY OF CULTIVATION IN THE CONDITIONS OF RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

**N. P. Mosyondz**

*The disclosure of the productivity potential of soybean requires the development of adaptive components of cultivation according to soil and climatic conditions of a particular region. One of these components is method of seeding and fertilizing of crops.*

*In the article presents the results of results of three years of research on the effects of mineral fertilizers, and preplan inoculation of seeds precursor for the formation of photosynthetic productivity of soybean crops in the conditions of northern steppes of Ukraine. The high efficiency of nitrogen fertilizer and feed inoculation seed strain of Bradyrhizobium Japonicum 71 T to improve yield and formation parameters assimilation surface.*

**Keywords:** *inoculation, methods of sowing, soybeans, fertilizers, leaf surface area, yield, net productivity of photosynthesis*