

УДК 633.34:631.8(477.41/.42)

В. Г. Дідора

д.с.-г.н.

О. С. Ступніцька

аспірантка*

Житомирський національний агроекологічний університет

ФОТОСИНТЕТИЧНА АКТИВНІСТЬ ТА УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Однією з головних складових формування продуктивності посіву сої є фотосинтетична активність залежно від інокуляції насіння, мінерального живлення та позакореневого підживлення, що сприяє формуванню оптимальної площі листкового апарату, фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу. Доведено, що на ясно-сірих ґрунтах Полісся висока фотосинтетична активність проявляється на варіанті з інокуляцією насіння та позакореним підживленням на фоні внесення мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$, що забезпечує урожайність 3,0 т/га.

Ключові слова: соя, інокуляція, добрива, позакоренеve підживлення, продуктивність фотосинтезу та урожайність.

Постановка проблеми

У світовому землеробстві проблема виробництва білка вважається першочерговою, й це характерно як для минулого, так і початку нинішнього століття. Тому, пошук джерел одержання та ефективного використання високобілкових рослинних ресурсів є актуальним для всього людства і, в тому числі – для населення України.

За хімічним складом насіння сої є унікальним. Нездарма сою називають «рослинною короною», адже за вегетаційний період вона синтезує два врожаї – білок та жир – і майже повний склад всіх органічних речовин, що є в рослинному світі [1]. Унікальність її заключається у поєднанні факторів, фотосинтетичної діяльності, фіксації біологічного азоту та покращення родючості ґрунтів, особливо Поліського регіону. Це обумовлює площі посіву в Україні довести до 4 млн га, а в сівоzmінах Поліської зони питома вага сої повинна становити 15–20 %.

У перспективі виробництво сої в Україні поширюється і в ґрунтово-виробничих умовах перехідної зони Полісся, де лісостепові умови, зокрема абіотичні фактори, теплові та водні ресурси, тривалість вегетаційного періоду, ґрунти придатні для вирощування сої. Таким умовам відповідають регіони Полісся України Волинської, Житомирської, Рівненської, Чернігівської областей, південні райони яких припадають на лісостепову зону [2, 3]. Тому, першочергове завдання стоїть щодо удосконалення і розробки сучасної інтенсивної технології вирощування, яка базується на формуванні високої енергоємності за рахунок фотосинтетичних процесів.

© В. Г. Дідора, О. С. Ступніцька

* Науковий керівник – д.с.-г.н. В. Г. Дідора

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Фотосинтез – основне джерело формування фітомаси рослин та сухої маси врожаю (90–95 %). Він також забезпечує енергією всі процеси росту і розвитку, обміну енергії. Для оптимального проходження фотосинтезу посів повинен мати певну площу листової поверхні. За Ничипоровичем А. А., оптимальна площа листової поверхні (40–50 тис. м²/га) має припадати на період активної вегетації рослин, збільшення площі до 60 тис. м²/га та більше є негативним, тому що освітленість у посівах порушується і, відповідно, знижується продуктивність фотосинтезу [7].

Як відомо, на інтенсивність фотосинтезу впливає цілий ряд чинників: особливості сорту, його вегетаційний період, а також умови навколишнього середовища, технологічні прийоми догляду за посівами [9].

Важливими показниками фотосинтетичної діяльності є площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал та чиста продуктивність фотосинтезу.

Формування площі листової поверхні є передумовою отримання максимальних врожаїв культури. Останні дослідження в умовах Лісостепу України довели, що оптимальна площа листової поверхні для сої становить 40 – 50 тис. м²/га [6], а в Поліській зоні, залежно від строків сівби і норм висіву, коливається в межах 44 – 60 тис.м²/га [4].

Мета, завдання та методика досліджень

Мета досліджень: встановити вплив інокуляції насіння, мінерального удобрення та позакореневого підживлення рослин на формування фотосинтетичної продуктивності посівів сої на ясно-сірих ґрунтах Полісся України.

Об'єктом дослідження є: процеси росту і розвитку та формування продуктивності посівів сої залежно від інокуляції, азотного живлення та позакореневого підживлення в умовах Полісся України.

Предмет дослідження: інокуляція, мінеральні добрива, позакореневе підживлення, фотосинтетична продуктивність, врожайність насіння сої в умовах Полісся України.

Польові досліді проводилися протягом 2012–2014 рр. на дослідному полі, що знаходиться у с. В. Горбаша Черняхівського району Житомирської області, аналітична робота – у ліцензованій вимірювальній лабораторії міні-цукрового заводу Житомирського національного агроекологічного університету.

За програмою досліджень трифакторний дослід був закладений на ясно-сірих ґрунтах. Ґрунт дослідної ділянки мав такі агрофізичні та агрохімічні властивості: щільність ґрунту 1,17–1,3 г/см³, загальну пористість 48–51,6 %, вміст рухомих форм азоту – 61,6 мг/кг, Р₂О₅ – 160 мг/кг, К₂О – 65 мг/кг, рН=5,9. У досліді вивчали вплив удобрення, інокуляції та позакореневого підживлення на фотосинтетичну діяльність й продуктивність сої.

Фактор А – удобрення. На фосфорно-калійному фоні вивчався вплив різних норм азотних добрив. Мінеральні добрива застосовували у вигляді аміачної селітри – 34,4 % д.р. [ГОСТ 2-85Е], гранульованого суперфосфату – 19,8 % д.р. [ГОСТ 5956-78] та хлористого калію – 28,0% д.р. [ГОСТ 4568-83].

Фактор Б – інокуляція насіння. Передпосівна обробка насіння штамми живих бульбочкових бактерій роду *Bradirisobium japonicum* проводилася для покращення симбіозу рослин з бульбочковими бактеріями та утворення бульбочок препаратом Ризогумін у нормі 200 г на 1 ц насіння сої.

Фактор С – позакореневе підживлення. У період бутонізації вносили комплексні добрива на хелатній основі «Кристалон Універсальний» у нормі 2 кг/га, який містить $N_{18}P_{18}K_{18}$ та комплекс мікроелементів.

Дослід закладено у чотирикратній повторності. Розміщення варіантів у досліді – систематичне. Площа дослідної ділянки – 31,2 м², а облікової – 25,3 м².

У Поліському регіоні площі посіву сої за останні роки збільшуються, тому прийнята технологія вирощування її в зоні Полісся вимагає удосконалення та розробки окремих агротехнічних прийомів. У досліді ми користувалися загальноприйнятою технологією, яка розроблена для зони Лісостепу, висіваючи ранньостиглий сорт КиВін.

Площу листової поверхні (L) визначали методом «висічок» [8] і розраховували за формулою

$$P = \frac{M}{M_1} \cdot K,$$

де M – маса листя у пробі, г; P_1 – площа однієї «висічки», см²; K – кількість «висічок»; M_1 – маса «висічок», г.

Динаміку фотосинтетичного потенціалу розраховували за методикою І. С. Шатиловим і М. К. Каюмовим [5].

$$\Phi P = [(L_1 + L_2) \cdot T_1 + (L_2 + L_3) \cdot T_2 \dots] / 2,$$

де $L_1 + L_2$ – сума площі листків за періодами, тис. м²/га; $T_1, T_2 \dots$ – тривалість роботи листя, днів.

Чисту продуктивність фотосинтезу визначали за формулою Briggs G., Kidd F., West G., 1920

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1}{(L_1 + L_2) \cdot \frac{1}{2}n},$$

де B_1 і B_2 – суха фітомаса проби урожаю на початку і кінці облікового періоду; $B_2 - B_1$ – приріст сухої маси (г) за врахований період у n днях; L_1 і L_2 – площа листя, проби на початку, і кінці періоду, м²; $(L_1 + L_2) \cdot \frac{1}{2}$ – середня працююча площа листя за цей проміжок часу; n – число днів в обліковому проміжку часу.

Результати досліджень

За результатами досліджень виявлено, що максимально площа листової поверхні наростає у період утворення бобів.

З даних таблиці 1 видно, що внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ сприяє розвитку листкової поверхні впродовж фаз росту і розвитку, але у фазу наливу бобів площа листкової поверхні зменшується, тому що максимальне використання NPK припадає на період утворення бобів, така ж закономірність зберігається і за внесення N_{60-90} кг д.р. Максимальне формування площі асиміляційної поверхні відбувається за внесення дози азоту N_{60} , приріст її порівняно з контрольним варіантом за фазами росту і розвитку, відповідно, становить: 0,11–0,15–0,29, збільшення норми до N_{90} кг д.р. не сприяє розвитку листкової поверхні, тому що надлишок азоту в ґрунті виступає конкурентом розвитку бульбочкових бактерій. У фазу наливу бобів за всіх варіантів дослідів розвиток площі листкової поверхні призупиняється.

Таблиця 1. Динаміка формування листкової площі сої залежно від мінерального живлення, інокуляції насіння та позакореневого підживлення (середнє за 2012–2014 рр.)

Варіант	Індекс листкової поверхні							
	бутонізація	±	цвітіння	±	утворення бобів	±	налив бобів	±
1. Контроль	2,07	0,04	2,45	0,09	2,63	0,09	2,24	0,06
2. $P_{60}K_{60}$	2,28	0,06	2,61	0,06	2,87	0,06	2,44	0,09
3. $N_{30}P_{60}K_{60}$	2,33	0,08	2,69	0,07	3,04	0,07	2,59	0,09
4. $N_{60}P_{60}K_{60}$	2,56	0,06	2,82	0,07	3,05	0,08	2,60	0,08
5. $N_{90}P_{60}K_{60}$	2,38	0,11	2,83	0,07	3,08	0,14	2,62	0,07
1. ПП	2,26	0,11	2,47	0,07	2,85	0,07	2,43	0,09
2. $P_{60}K_{60}$ +пп	2,35	0,06	2,60	0,06	2,90	0,10	2,47	0,07
3. $N_{30}P_{60}K_{60}$ +пп	2,37	0,05	2,67	0,06	2,96	0,08	2,53	0,08
4. $N_{60}P_{60}K_{60}$ +пп	2,52	0,05	2,73	0,08	3,16	0,12	2,69	0,09
5. $N_{90}P_{60}K_{60}$ +пп	2,43	0,06	2,82	0,07	3,21	0,07	2,73	0,09
1. Інокуляція	2,33	0,05	2,62	0,05	2,79	0,09	2,38	0,06
2. $P_{60}K_{60}$ + і	2,37	0,06	2,71	0,06	2,94	0,15	2,51	0,08
3. $N_{30}P_{60}K_{60}$ + і	2,47	0,06	2,91	0,07	2,99	0,05	2,55	0,08
4. $N_{60}P_{60}K_{60}$ + і	2,58	0,07	2,98	0,10	3,17	0,07	2,70	0,07
5. $N_{90}P_{60}K_{60}$ + і	2,57	0,08	2,98	0,10	3,24	0,17	2,76	0,06
1. І + ПП	2,41	0,08	2,91	0,07	2,94	0,15	2,50	0,05
2. $P_{60}K_{60}$ +пп+ і	2,49	0,06	2,99	0,11	3,08	0,14	2,62	0,07
3. $N_{30}P_{60}K_{60}$ +пп+ і	2,55	0,07	2,97	0,09	3,24	0,17	2,76	0,06
4. $N_{60}P_{60}K_{60}$ +пп+ і	2,60	0,04	3,22	0,15	3,28	0,19	2,79	0,09
5. $N_{90}P_{60}K_{60}$ +пп+ і	2,49	0,08	3,22	0,15	3,25	0,15	2,77	0,10

Примітка: ПП – позакоренеve підживлення; І – інокуляція (для таблиць 1, 2).

Проведення позакореневого підживлення комплексними добривами на хелатній основі сої у фазу бутонізації на фоні внесення мінеральних добрив сприяє розвитку листової поверхні і у фазу утворення бобів і становить 32,1 тис. м²/га, на варіанті внесення N₉₀P₆₀K₆₀, що на 1,3 тис. м²/га більше порівняно з варіантом без підживлення.

Розвиток листової поверхні за період вегетації значно покращується за передпосівної обробки насіння сої інокулянтами, порівняно з контрольним варіантом вона зростає за фазами росту і розвитку, відповідно, на 2,6–1,7–1,6–1,4 тис. м²/га, а порівняно з варіантом позакореневого підживлення – на 0,6–1,5–(-0,04)–(-0,09) тис. м²/га. Також, інокуляція насіння проявляється лише у фазі бутонізації та цвітіння, що і пояснюється припиненням розвитку бульбочок. Проведення інокуляції на фоні мінеральних добрив сприяє розвитку надземної фітомаси до початку наливу бобів. Варіанти внесення N₆₀P₆₀K₆₀ та N₉₀P₆₀K₆₀ і проведення інокуляції дають майже однакові результати і відносно до застосування позакореневого підживлення отримано приріст площі листової поверхні, відповідно, 0,5–2,5–2,1–0,1 тис. м²/га.

Комбіноване живлення сої: внесення мінеральних добрив, проведення позакореневого підживлення на фоні застосування інокуляції забезпечує найкращий розвиток асиміляційної поверхні, нами встановлено, що за внесення мінеральних добрив у нормі N₆₀P₆₀K₆₀ та проведення позакореневого підживлення у фазі бутонізації із інокуляцією насіння, площа листової поверхні у фазі цвітіння досягає 32,5 тис. м²/га.

За класифікацією академіка Ничипоровича А. А. [8] посіви поділяються на:

- добрі – фотосинтетичний потенціал становить 2,2–3,0 млн м²*діб/га;
- середні – 1,0–1,5 млн м²*діб/га;
- незадовільні – 0,5–0,7 млн м²*діб/га.

Таблиця 2. Фотосинтетична активність та врожайність сої залежно від мінерального живлення, інокуляції насіння та позакореневого підживлення (середнє за 2012–2014 рр.)

Варіант	Максимальна площа листової поверхні, тис.м ² /га	ФП за весь період вегетації, млн м ² днів/га	ЧПФ, г/м ² за добу	Урожайність, т/га	
1	2	3	4	5	
Без інокуляції та підживлення	1. Контроль	40798	1,37	3,33	1,9
	2. P ₆₀ K ₆₀	44074	1,48	3,15	2,1
	3. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	46251	1,50	3,02	2,3
	4 N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	46445	1,60	3,01	2,6
	5. N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	47319	1,57	2,95	2,4

Закінчення таблиці 2

1	2	4	5	6	7
Без інокуляції	1. ПП	44124	1,45	3,11	2,2
	2. P ₆₀ K ₆₀ +пп	44724	1,51	3,09	2,4
	3. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +пп	45498	1,53	3,05	2,5
	4. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +пп	47793	1,58	2,95	2,8
	5. N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +пп	48777	1,58	2,92	2,6
Без підживлення	1. Інокуляція	42338	1,46	3,25	2,0
	2. P ₆₀ K ₆₀ + i	44497	1,50	3,11	2,2
	3. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +i	45405	1,58	3,08	2,4
	4. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +i	47645	1,63	3,00	2,8
	5. N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +i	49717	1,68	2,87	2,6
Інокуляція + підживлення	1. I + ПП	44746	1,57	3,10	2,5
	2. P ₆₀ K ₆₀ +пп+i	46669	1,62	3,04	2,7
	3. N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +пп+i	48633	1,63	2,93	2,8
	4. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +пп+i	49568	1,72	2,88	3,0
	5. N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +пп+i	49409	1,68	2,90	2,9
НІР _{0,5}	–	–	–	–	0,13

Обробка насіння інокулянтном Ризогуміном на фоні внесення мінеральних добрив N₆₀P₆₀K₆₀ забезпечує достовірний приріст врожаю насіння сої в межах 0,7 т/га. Приріст врожаю на варіанті застосування комплексного внесення мінеральних добрив у дозі N₆₀P₆₀K₆₀ з подальшим позакореневим підживленням на фоні обробки насіння сої інокулянтном отримано максимальний врожай його у середньому за 2012–2014 рр. – 3,0 т/га, порівняно з іншими варіантами достовірний приріст становить 1,1–1,0–0,8 т/га.

Висновки та перспективи подальших досліджень

У Поліській зоні України, яка характеризується гідротермічним коефіцієнтом (ГТК_{V-IX}) 1,1–1,5, нами встановлено, що на ясно-сірих ґрунтах ранньостиглий сорт КиВін за проведення інокуляції, внесення добрив з нормою N₆₀P₆₀K₆₀, із застосуванням додаткового позакореневого підживлення комплексним добривом «Кристалон Універсальний» забезпечує отримання врожайності сої 3,0 т/га.

Перспективи подальших досліджень слід зосередити на вивченні впливу різних норм використання мінеральних добрив разом з іншими видами РКД. Також, було б доцільно вивчити різні компоненти однорічних сумішок та нових перспективних сортів. Особливу увагу приділити вивченню динаміки накопичення поживних речовин, яка відбувається в рослинах впродовж вегетації.

Отже, перспективи подальшого удосконалення елементів технології вирощування сої в умовах Полісся України будуть спрямовані на вивчення попередників, основного й передпосівного обробітку, добрив та впливу нових високоефективних рідких азотних добрив на продуктивність сої.

Література

1. Адамень Ф. Ф. Использование сои в народном хозяйстве / Ф. Ф. Адамень, В. Н. Письменов. – Симферополь : Таврида, 1995. – 207 с.
2. Бабич А. О. Проблеми білка і вирощування зернобобових на корм / А. О. Бабич. – 3-є вид., переробл. і допов. – К.: Урожай, 1993. – 429 с.
3. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої / А. О. Бабич. – К.: Урожай, 1993. – 405 с.
4. Дідора В. Г. Формування фотосинтетичного апарату сої залежно від норм та строків посіву в умовах Полісся України / В. Г. Дідора, А. І. Баранов, О. С. Ступницька // Вісн. Сумського нац. аграр. ун-ту. – 2013. – № 3. – С. 138–141.
5. Каюмов М. К. Дозы удобрений на запланированный урожай / М. К. Каюмов // Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / под ред. И. С. Шатилова, М. К. Каюмова. – М. : Колос, 1975. – С. 271–280.
6. Колісник С. І. Формування продуктивності сої залежно від способів сівби, густоти рослин і добрив в умовах центрального Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.01.09 «Рослинництво» / С. І. Колісник. – Вінниця, 1996. – 18 с.
7. Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А. А. Ничипорович, Л. Е. Строганова, М. П. Власова. – М. : АН СССР, 1969. – 137 с.
8. Ничипорович А. А. Фотосинтез и вопросы интенсификации сельского хозяйства / А. А. Ничипорович. – М. : Наука, 1965. – 47 с.
9. Рябчун Н. Фотосинтез та врожайність зернових культур [Електронний ресурс] / Н. Рябчун. – Режим доступу: <http://www.propozitsiya.com/?page=146&itemid=4198>.