

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Собко З.З., Вознюк Н.М. Вплив агрометеорологічних чинників на врожайність теплолюбних сільськогосподарських культур (на прикладі Рівненської області). *Молодий вчений*. 2017. № 8. С. 5–9.
2. Стегней М.І. Аналіз виробництва та споживання аграрної продукції в Україні. *Агросвіт: науковий журнал*. Київ, 2014. № 23. С. 3–9.
3. Стегней М.І., Білак Г.Г., Архангельська А.-М.І. Аналіз виробництва сільськогосподарської продукції в контексті продовольчої безпеки: регіональний та національний аспект. *Економіка та управління національним господарством*. № 12. 2017. С. 149–154.
4. Добряк Д.С., Тихонов А.Г., Гребенюк Н.В. Теоретичні засади сталого розвитку землекористування у сільському господарстві. К.: Урожай, 2004. 136 с.
5. Лендел М.А. Аграрне виробництво в Карпатському регіоні: сучасний стан, тенденції, перспективи розвитку: монографія. Ужгород: Карпати, 2006. 216 с.
6. Лісовський С.А., Марушевський Г.Б., Павличенко П.Г., Руденко Л.Ч., Тимочко Т.В. Проект доповіді України до конференції ООН зі сталого (збалансованого) розвитку. К.: Центр економічної освіти та інформації, 2012. 60 с.
7. Клименко М.О., Прищепя А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля: підручник. К.: Видавничий центр «Академія», 2006. 360 с.
8. Коротун І.М., Коротун Л.К. Географія Рівненської області. Рівне, 1996. 274 с.
9. Масовець Б.П., Адаменко Т.І. Агрокліматичний довідник по Рівненській області. Довідкове видання. Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друкарня «Рута», 2012. 136 с.
10. Головне управління статистики у Рівненській області. URL: <http://www.rv.ukrstat.gov.ua/>

**УДК 635.655:631.5****ФОТОСИНТЕТИЧНА ТА НАСІННЕВА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО**

**Темрієнко О.О.** – аспірант,  
Інститут кормів і сільського господарства Поділля  
Національної академії аграрних наук

*Вивчено вплив комплексного застосування інокуляції бактеріальними препаратами на основі азотфіксувальних і фосформобілізуючих бактерій «Ризоактив» (2,0 л/т) + «Фосфогентерин» (0,8 л/т) та оброблення посівів у фазі третього трійчастого листка «Омекс 3Х» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га) і цвітіння «Омекс Мікромакс» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га) на основні показники фотосинтетичної продуктивності посівів сої (площа листя, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу, суха речовина) та урожайність насіння сортів сої різної групи стиглості: «Оріана» (ранньостиглий) і «Діадема Поділля» (середньоранньостиглий). Максимальні показники фотосинтетичного*

апарату рослин сої й урожайність насіння сорту «Оріана» (2,69 т/га) і сорту «Діадема Поділья» (2,80 т/га) були одержані у варіантах досліду, де проводили подвійну інокуляцію насіння бактеріальними препаратами «Ризоактив» (2,0 л/т) + «Фосфозентерин» (0,8 л/т) і позакореневі підживлення у фазі третього трійчастого листка «Омекс 3Х» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га) і цвітіння «Омекс Мікромакс» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га).

**Ключові слова:** соя, інокуляція, позакореневі підживлення, площа листя, суха речовина, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу, урожайність.

**Темриенко О.А. Фотосинтетическая и семенная продуктивность посевов сои в зависимости от технологических приемов выращивания в условиях Лесостепи Правобережной**

Изучено влияние комплексного применения инокуляции бактериальными препаратами на основе азотфиксирующих и фосформобилизующих бактерий «Ризоактив» (2,0 л/т) + «Фосфозентерин» (0,8 л/т) и обработки посевов в фазе третьего тройничного листка «Омекс 3Х» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га) и цветения «Омекс Микромакс» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га) на основные показатели фотосинтетической продуктивности посевов сои (площадь листьев, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза, сухое вещество) и урожайность семян сортов различной группы спелости: «Ориана» (раннеспелый) и «Диадема Подолья» (среднераннеспелый). Максимальные показатели фотосинтетического аппарата растений сои и урожайность семян сорта «Ориана» (2,69 т/га) и сорта «Диадема Подолья» (2,80 т/га) были получены на вариантах опыта, где проводили двойную инокуляцию семян бактериальными препаратами «Ризоактив» (2,0 л/т) + «Фосфозентерин» (0,8 л/т) и внекорневые подкормки в фазах третьего тройничного листка «Омекс 3Х» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га) и цветения «Омекс Микромакс» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га).

**Ключевые слова:** соя, инокуляция, внекорневые подкормки, площадь листьев, сухое вещество, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза, урожайность.

**Темриенко О.О. Photosynthetic and seed yield of soybean crops depending on technological methods of cultivation in the conditions of the forest-steppe of right-bank**

The influence of complex application of inoculation with bacterial preparations on the basis of nitrogen fixing and phosphormobilizing bacteria "Risoactive" (2.0 l/t) + "Phosphophetrain" (0.8 l/t) and treatment of crops in the phase of the 3rd triple leaf "Omex 3X" (0.5 l/ha) + "Agrohumat" (0.5 l/ha) and in the phase of blossom "Omex Micromax" (0.5 l/ha) + "Agrohumat" (0.5 l/ha) the indicators of photosynthetic productivity of soybean crop (leaf area, photosynthetic potential, net productivity of photosynthesis, dry matter) and yield of seeds of varieties of different groups of ripeness as the basis: "Oriana" (early ripe) and "Diadema of Podillya" skirts (medium ripe). The maximum indicators of the photosynthetic apparatus of soybean plants and the yield of "Oriana" (2.69 t/ha) seeds and "Dyadema of Podillya" (2.80 t/ha) were obtained on experimental variants, which carried out double inoculation of seeds with bacterial preparations "Risoactive" (2.0 l/t) + "Phosphophetrain" (0.8 l/t) and foliar nutrition in the phase of the 3rd triple leaf "Omex 3X" (0.5 l/ha) + "Agrohumat" (0.5 l/ha) and in the phase of blossom "Omex Micromax" (0.5 l/ha) + "Agrohumat" (0.5 l/ha).

**Key words:** soybean, inoculation, foliar nutrition, leaf area, dry matter, photosynthetic potential, pure (net) productivity of photosynthesis, yield.

**Постановка проблеми.** Фотосинтез є найбільш характерною й важливою особливістю зелених рослин. Це основне джерело формування їхньої біомаси. У процесі фотосинтезу рослини за рік утворюють близько 400 млрд тонн органічної речовини, виділяючи близько 460 млрд тонн кисню [1].

На частку фотосинтезу припадає до 95% усієї накопиченої в рослині енергії. У той же час фотосинтез листків є головним фізіологічним показником, за яким можна судити про норму реакції на різні умови довкілля, а також про реакцію на технологічні прийоми вирощування тієї чи іншої культури [2; 3].

Усе рослинництво, зокрема й технологія вирощування, – це система найкращого використання фотосинтетичної функції рослин. Із цього погляду кожний агротехнічний прийом, що має на меті збільшення врожайності, є ефективним, коли він дає можливість одержувати в посівах таку площу листя, що швидко розвивається й досягає оптимальних розмірів; коли він підвищує інтенсивність і продуктивність роботи кожного квадратного метра площі листків й зберігає їх в активному стані більш тривалий час; коли він сприяє найкращому використанню продуктів фотосинтезу [4; 5].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Одним із найдинамічніших показників фотосинтетичної діяльності посівів є листова поверхня. Як відомо, листок є основним органом фотосинтезу.

Для оптимального проходження фотосинтезу посів повинен мати певну площу листової поверхні. За твердженням А.О. Ничипоровича, оптимальна площа листків сої має коливатися в межах 40–50 тис. м<sup>2</sup>/га. У процесі формування листової площі понад 60 тис. м<sup>2</sup>/га – явище негативне, оскільки порушується нормальний газообмін і освітленість у посівах, унаслідок чого знижується продуктивність фотосинтезу. Крім того, надлишкова листовая поверхня не лише не дає продуктивної віддачі, а і є зайвою, оскільки для її формування використовується багато поживних речовин [5].

Згідно із сучасними експериментальними відомостями, у повністю розвинених рослин 40–50% листової поверхні поглинає 90% енергії світла [6]. Фотосинтез у листках сої відбувається за освітленості, що складає лише близько 20% від повної інтенсивності полуденного сонячного світла [7].

Установлено, що величина й інтенсивність роботи фотосинтетичного листового апарату сої залежить від генотипу сорту, екологічних умов регіону й агротехнічних заходів її вирощування [8].

**Постановка завдання.** Мета статті – виявити залежності формування й функціонування фотосинтетичного апарату рослин сої від організованих елементів технології їх вирощування, таких, як інокуляція та позакореневі підживлення, спрямованих на реалізацію її генетичного потенціалу в умовах Лісостепу Правобережного.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Дослідження проводилося протягом 2015–2017 рр. в Інституті кормів і сільського господарства Поділля НААН на сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах. Ґрунтовий покрив дослідних ділянок характеризувався середнім умістом гумусу 2,66% в орному шарі ґрунту, слабокислою реакцією ґрунтового розчину рН 5,1–5,8, гідролітичною кислотністю в межах 1,86–2,16 мг-екв/100 г ґрунту. За ступеня насиченості основами 75–80% сума вбирних основ складає 18,8–30,1 мг-екв/100 г ґрунту. Щільність складає 1,32 г/см<sup>3</sup>. Уміст рухомого фосфору становив 214 мг/кг ґрунту, обмінного калію – 104 мг/кг ґрунту (за Чириковим), уміст азоту, що легко гідролізується, 43,5 мг/кг ґрунту (за Корнфілдом).

Передбачалося вивчення дії та взаємодії трьох факторів: А – сорт («Діадема Поділля», «Оріана»); В – спосіб передпосівної обробки насіння (без інокуляції, «Ризоактив» (2 л/т), «Фосфоентерин» (0,8 л/т), «Ризоактив» + «Фосфоентерин»); С – позакореневі підживлення (без підживлення, підживлення у фазі третього трійчастого листка «Омекс 3Х» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га), підживлення у фазі цвітіння «Омекс Мікромакс» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га), поєднання підживлень у фазі третього трійчастого листка «Омекс 3Х» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га) і цвітіння «Омекс Мікромакс» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га)).

Градація факторів – 2х4х4, повторність досліду чотириразова. Розміщення варіантів систематичне. Площа облікової ділянки – 25 м<sup>2</sup>, загальна площа ділянки – 54 м<sup>2</sup>. Попередник – пшениця озима спельта. Система удобрення

передбачала внесення фосфорних і калійних добрив (суперфосфат і калійна сіль) із розрахунку  $P_{60}K_{60}$  під основний обробіток ґрунту й азотних у формі аміачної селітри ( $N_{30}$ ) під передпосівну культивуацію. Проводили протруєння насіння за 14 діб до сівби протруйником «Максим XL 035 FS» (1 л/т насіння). Інокуляцію бактеріальними препаратами «Ризогумін» і «Фосфоентерин» проводили за день до сівби. У період вегетації згідно зі схемою досліду застосовували позакореневі підживлення (норма робочого розчину – 250 л/га).

Під час проведення досліджень керувалися «Основами наукових досліджень в агрономії» [9]. Площу листя, фотосинтетичний потенціал і чисту продуктивність фотосинтезу визначали за методикою А.А. Ничипоровича [5].

За результатами досліджень протягом 2015–2017 рр. установлено, що динаміка наростання листової поверхні мала криволінійний характер. Площа листової поверхні поступово зростала до фази кінця цвітіння і в сорту «Діадема Поділля» становила 24,8–41,8 тис.  $m^2/га$ , у сорту «Оріана» – 24,1–36,2 тис.  $m^2/га$ , після чого починала зменшуватися, оскільки формування насіння зумовлює сповільнення вегетативного росту та відтоку поживних речовин, і в фазі фізіологічної стиглості цей показник становив відповідно 16,2–23,8 і 13,2–23,0 тис.  $m^2/га$  (табл. 1, 2).

Таблиця 1

**Показники фотосинтетичної продуктивності сорту сої «Діадема Поділля» залежно від інокуляції та позакореневих підживлень (у середньому за 2015–2017 рр.)**

Інокуляція	Позакореневі підживлення	Площа листя, тис. $m^2/га$	Фотосинтетичний потенціал, млн $m^2 \cdot днів/га$	Чиста продуктивність фотосинтезу, $г/м^2$ за добу		Накопичення сухої речовини, т/га
		кінець цвітіння	повні сходи – фізіологічна стиглість	повні сходи – бутонізація	кінець цвітіння – налив насіння	фізіологічна стиглість
Контроль	1*	24,8	2,091	4,35	1,55	3,53
	2	27,7	2,455	4,52	1,59	4,25
	3	29,4	2,559	4,57	1,62	4,50
	4	33,0	2,855	4,72	1,71	5,10
«Ризоактив»	1*	25,9	2,348	4,49	1,58	3,72
	2	30,5	2,667	4,74	1,63	4,67
	3	34,4	2,856	4,87	1,65	5,24
	4	35,4	3,224	4,90	1,80	6,12
«Фосфоентерин»	1*	26,7	2,356	4,47	1,71	4,08
	2	32,0	2,793	4,55	1,73	4,94
	3	36,1	2,975	4,77	1,75	5,43
	4	37,3	3,316	4,81	1,78	6,42
«Ризоактив» + «Фосфоентерин»	1*	28,4	2,615	4,73	1,72	4,43
	2	37,7	3,155	4,96	1,73	5,83
	3	38,8	3,232	5,03	1,85	6,05
	4	41,8	3,658	5,20	1,87	6,88

\*Примітка: 1 – без підживлення (контроль); 2 – «Омекс ХХХ» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га) у фазі третього трійчастого листка; 3 – «Омекс Мікромакс» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га) у фазі цвітіння; 4 – «Омекс ХХХ» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га) та «Омекс Мікромакс» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га) у фазі третього трійчастого листка та повного цвітіння.

Слід відмітити, що показник площі листя сорту «Діадема Поділля» перевищував показник площі листя сорту «Оріана» на 0,7–5,6 тис. м<sup>2</sup>/га.

Виявлено, що бактеризація насіння та застосування позакоренових підживлень комплексними добривами значно впливали на всі життєві функції рослинного організму й насамперед на формування фотосинтетичної продуктивності.

Таблиця 2

**Показники фотосинтетичної продуктивності  
сорту сої «Оріана» залежно від інокуляції та позакоренових підживлень  
(у середньому за 2015–2017 рр.)**

Інокуляція	Позакореневі підживлення	Площа листя, тис. м <sup>2</sup> /га	Фотосинтетичний потенціал, млн м <sup>2</sup> ·днів/га	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м <sup>2</sup> за добу		Накопичення сухої речовини, т/га
		кінець цвітіння	повні сходи – фізіологічна стиглість	повні сходи – бутонізація	кінець цвітіння – налив насіння	фізіологічна стиглість
Контроль	1*	24,1	1,881	3,99	1,67	3,02
	2	26,2	2,322	4,33	1,84	3,45
	3	27,7	2,410	4,42	1,90	3,67
	4	30,9	2,739	4,55	2,02	4,14
«Ризоактив»	1*	25,3	2,142	4,14	1,71	3,09
	2	26,9	2,545	4,40	1,97	3,78
	3	29,5	2,776	4,62	2,17	4,37
	4	32,8	3,106	5,00	2,30	4,90
«Фосфоентерин»	1*	25,8	2,251	4,10	1,90	3,29
	2	29,2	2,628	4,36	2,03	4,13
	3	31,3	2,913	4,61	2,04	4,58
	4	33,8	3,160	4,65	2,31	5,29
«Ризоактив» + «Фосфоентерин»	1*	28,9	2,421	4,35	2,05	3,64
	2	32,0	3,033	4,44	2,15	4,69
	3	33,5	3,254	4,62	2,24	5,33
	4	36,2	3,539	5,07	2,42	5,95

*\*Примітка: 1 – без підживлення (контроль); 2 – «Омекс ХХХ» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га) у фазі третього трійчастого листка; 3 – «Омекс Мікромакс» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га) у фазі цвітіння; 4 – «Омекс ХХХ» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га) та «Омекс Мікромакс» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га) у фазі третього трійчастого листка та повного цвітіння.*

Використання біопрепаратів «Ризоактив» і «Фосфоентерин» активізувало наростання листової поверхні сортів сої. Проте найбільш ефективною передпосівна обробка була за поєднання цих біопрепаратів. Інокуляція насіння композицією «Ризоактив» + «Фосфоентерин» забезпечувала 3,6–4,8 тис. м<sup>2</sup>/га приросту площі листової поверхні посівів сої сортів «Діадема Поділля» й «Оріана».

Щодо позакоренових підживлень, то найбільш ефективним виявилось проведено двох позакоренових підживлень комплексними добривами марки «Омекс» у поєднанні з «Агрогуматом» у фазі третього трійчастого листка та

повного цвітіння. Асиміляційна поверхня сортів, що досліджувалися, зростала на 28,2–33,1%.

Максимальна площа листової поверхні в сортів сої «Оріана» (36,2 тис. м<sup>2</sup>/га) і «Діадема Поділля» (41,8 тис. м<sup>2</sup>/га) сформувалася за інокуляції насіння препаратами «Ризоактив» + «Фосфоентерин» у поєднанні з позакореновим підживленням у фазі третього трійчастого листка та повного цвітіння комплексними добривами «Омекс ХХХ» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га) і «Омекс Мікромакс» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га), що більше на 7,3 та 13,4 тис. м<sup>2</sup>/га порівняно з ділянками, де проводилася тільки інокуляція та більше на 12,1 і 17,0 тис. м<sup>2</sup>/га за контроль (без інокуляції та позакоренових підживлень).

Проведений кореляційно-регресійний аналіз показав, що площа листової поверхні значно залежала від факторів, що вивчалися. Виявлена залежність описується рівняннями лінійної регресії.

Сорт «Оріана»:

$$y = 23,7000 + 3,7000 \cdot x_1 + 1,4875 \cdot x_2,$$

$$r = 0,916; R^2 = 0,839,$$

Сорт «Діадема Поділля»:

$$y = 23,9250 + 5,2125 \cdot x_1 + 2,2375 \cdot x_2,$$

$$r = 0,900; R^2 = 0,810,$$

де  $y$  – площа листя, тис. м<sup>2</sup>/га;  $x_1$  – позакоренові підживлення, л/га;  $x_2$  – проведення інокуляції насіння, л/т.

Формування потужного фотосинтетичного апарату рослин і забезпечення тривалості його продуктивної роботи є важливою науковою проблемою, оскільки між величиною врожайності й площею листків багатьма авторами визначена пряма кореляційна залежність [10; 11; 12].

Для характеристики фотосинтетичної роботи посіву за період вегетації використовують такий показник, як фотосинтетичний потенціал (далі – ФП), який характеризує сумарну площу листків за весь вегетаційний період, відображає особливості темпів росту й розвитку рослин, формування листової поверхні сої у зв'язку з умовами, які впливають на її розвиток. Він повніше, ніж площа листя, характеризує реальні можливості посіву в синтезі органічної речовини.

У середньому за три роки досліджень найвищі показники фотосинтетичного потенціалу (1,881–3,658 млн.м<sup>2</sup> днів/га) в усіх варіантах досліджу спостерігались у період повних сходів – фізіологічної стиглості.

Відмічено аналогічний вплив інокуляції насіння та позакоренових підживлень на показники фотосинтетичного потенціалу в сортів, що досліджувалися.

Виявлено, що в сорту «Діадема Поділля» фотосинтетичний потенціал у період повних сходів – фізіологічної стиглості становив 2,091–3,658 млн м<sup>2</sup>·днів/га та був більшим на 1,658–1,567 млн м<sup>2</sup>·днів/га за показники ФП сорту «Оріана».

Максимальні показники фотосинтетичного потенціалу в сорту «Оріана» (3,539 млн м<sup>2</sup>·днів/га) і в сорту «Діадема Поділля» (3,658 млн м<sup>2</sup>·днів/га) відмічені у варіантах досліджу, де проводили передпосівне оброблення насіння композицією «Ризоактив» + «Фосфоентерин» і застосовували два позакоренових підживлення у фазі третього трійчастого листка та повного цвітіння препаратами «Омекс ХХХ» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га) та «Омекс Мікромакс» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га).

Розрахунок коефіцієнтів парної кореляції показав, що фотосинтетичний потенціал більшою мірою залежав від проведення позакоренових підживлень (сорт «Оріана»  $r = 0,777$  та «Діадема Поділля»  $r = 0,790$ ), ніж від проведення інокуляції насіння (сорт «Оріана»  $r = 0,530$  та «Діадема Поділля»  $r = 0,532$ ).

У процесі фотосинтезу синтезується близько 95% загальної біомаси рослин. Тому зміна цієї величини може досить об'єктивно відображати їх асиміляційну діяльність. Саме цей показник лежить в основі визначення чистої продуктивності фотосинтезу.

Чиста продуктивність фотосинтезу (далі – ЧПФ) – це маса сухої речовини, що синтезувалася за певний проміжок часу, у перерахунку на одиницю площі листків у ценозі. Цей показник виражає продуктивну здатність до фотосинтезу одиниці площі листової поверхні за певний інтервал часу.

Установлено, що на відміну від формування асиміляційної поверхні листків динаміка ЧПФ протягом вегетаційного періоду сої мала зворотну залежність: від сходів до третього трійчастого листка вона зростала, набувала абсолютного максимуму (3,99–5,20 г/м<sup>2</sup> за добу), оскільки площа листової поверхні була ще незначна і взаємне затінення рослин було відсутнє; у результаті інтенсивність проходження фотосинтезу в листках нижнього й верхнього ярусів була однаковою. Із фази цвітіння ЧПФ зменшувалася (1,37–2,43 г/м<sup>2</sup> за добу), оскільки відбувся перерозподіл поживних речовин і їх використання на формування генеративних органів. За період кінця цвітіння – наливу насіння вона знову зростала й досягала другого максимуму (1,55–2,42 г/м<sup>2</sup> за добу), хоча порівняно з першим зростанням ЧПФ друге було помітно нижчим. Слід зауважити, що динаміка ЧПФ мала синусоїдний характер.

Аналогічна залежність відмічена щодо впливу інокуляції та позакорневих підживлень на показники чистої продуктивності фотосинтезу.

Максимальні показники ЧПФ у сортів «Оріана» (5,07 г/м<sup>2</sup> за добу) і «Діадема Поділля» (5,20 г/м<sup>2</sup> за добу) відмічені у варіанті досліду, де проводили інокуляцію бактеріальними препаратами «Ризоактив» + «Фосфоенетерин» і подвійне позакореневе підживлення сої у фазі третього трійчастого листка та повного цвітіння «Омекс ХХХ» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га) та «Омекс Мікромакс» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га), що більше на 1,08 г/м<sup>2</sup> за добу (27,1%) і на 0,85 г/м<sup>2</sup> за добу (19,5%) порівняно з контролем (без інокуляції та без підживлень). Слід відмітити, що аналогічна залежність спостерігалася й у наступні періоди вегетації.

На основі регресійного аналізу відмічена залежність чистої продуктивності фотосинтезу від факторів, які вивчалися:

$$\begin{array}{ll} \text{Сорт «Оріана»:} & \text{Сорт «Діадема Поділля»:} \\ y = 3,9915 + 0,3362 \cdot x_1 + 0,1002 \cdot x_2, & y = 4,3182 + 0,1988 \cdot x_1 + 0,1420 \cdot x_2, \\ r = 0,932; R^2 = 0,869, & r = 0,953; R^2 = 0,908, \end{array}$$

де  $y$  – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м<sup>2</sup> за добу;  $x_1$  – позакореневі підживлення, л/га;  $x_2$  – проведення інокуляції насіння, л/т.

Накопичення сухої речовини в рослинах є одним із найважливіших показників, що характеризує ріст і розвиток рослин і їх продуктивність. Оптимальний ріст листової поверхні та накопичення сухої речовини рослинами сої значною мірою залежить від технології вирощування, яка забезпечить більш тривалу роботу листового апарату [13].

Вихід сухої речовини є узагальнюючим показником ефективності роботи фотосинтетичного апарату сої. За даними М.В. Медяникова, майже 95% сухої речовини рослини формують за рахунок фотосинтезу [14]. Засвоєння елементів

мінерального живлення, що становлять 5% сухої маси, також можливе тільки за наявності енергії, першоджерелом якої є фотосинтез [6; 15].

Виявлено, що максимальне нагромадження сухої речовини сформувалось у фазі фізіологічної стиглості залежно від факторів, що були поставлені на вивчення; у сорту «Оріана» воно становило від 3,09 до 5,95 т/га, а в сорту «Діадема Поділля» – 3,72–6,88 т/га (табл. 1, 2). Найменшим цей показник (3,02–3,53 т/га) був на контролі.

За покращення умов мінерального живлення в результаті проведення бактеризації насіння інокулянтами «Ризоактив» або «Фосфоентерин» накопичення сухої речовини збільшилось у сорту «Оріана» відповідно на 2,3% і 8,2%, у сорту «Діадема Поділля» – на 5,4% і 15,6% порівняно з контролем.

Найбільше нагромадження сухої речовини в сорту «Оріана» (5,95 т/га) і «Діадема Поділля» (6,88 т/га) відмічене у варіантах досліду, де проводили передпосівне оброблення насіння інокулянтами «Ризоактив» + «Фосфоентерин» і два позакореневі підживлення у фазі третього трійчастого листка та повного цвітіння препаратами «Омекс ХХХ» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га) та «Омекс Мікромакс» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га). Прибавка до контролю відповідно становила 2,94 та 3,35 т/га.

На основі кореляційно-регресійного аналізу виявлені залежності описуються такими рівняннями регресії:

$$\begin{array}{ll} \text{Сорт «Оріана»:} & \text{Сорт «Діадема Поділля»:} \\ y = 3,3677 + 1,0950 \cdot x_1 + 0,4078 \cdot x_2, & y = 2,7460 + 0,9050 \cdot x_1 + 0,3710 \cdot x_2, \\ r = 0,939; R^2 = 0,882, & r = 0,911; R^2 = 0,830, \end{array}$$

де  $y$  – нагромадження сухої речовини, т/га;  $x_1$  – позакореневі підживлення, л/га;  $x_2$  – проведення інокуляції насіння, л/т.

Критерієм оцінки роботи фотосинтетичного потенціалу є величина урожайності насіння сої.

У середньому за роки досліджень (2015–2017 рр.) урожайність насіння сої коливалася в таких межах: у сорту «Оріана» – від 1,94 до 2,69 т/га, у сорту «Діадема Поділля» – від 2,04 до 2,80 т/га (табл. 3).

Максимальний урожай у сорту «Оріана» (2,69 т/га) та в сорту «Діадема Поділля» (2,80 т/га) одержали внаслідок оброблення насіння бактеріальними препаратами «Ризогумін» + «Фосфоентерин» і проведення позакореневих підживлень у фазі третього трійчастого листка «Омекс 3Х» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га) і цвітіння «Омекс Мікромакс» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га), що більше відповідно на 38,8 і 37,4% порівняно з контролем (без оброблення насіння та позакореневих підживлень).

Слід відмітити, що сорти однаково реагували як на спосіб передпосівної обробки насіння, так і на позакореневі підживлення комплексними добривами на хелатній основі.



Таблиця 3

**Урожайність насіння сої залежно від способу передпосівного оброблення насіння та позакоренових підживлень, т/га (у середньому за 2015–2017 рр.)**

Інокуляція (В)	Позакореневі підживлення (С)	Урожайність, т/га	Прибавка до контролю	
			т/га	%
<b>«Оріана» (А)</b>				
без інокуляції	1*	1,94	–	–
	2	2,12	0,18	9,5
	3	2,24	0,30	15,3
	4	2,35	0,41	21,0
«Ризоактив»	1	2,12	0,18	9,1
	2	2,32	0,38	19,4
	3	2,44	0,50	25,6
	4	2,54	0,60	30,9
«Фосфоентерин»	1	2,08	0,14	7,4
	2	2,31	0,37	18,9
	3	2,41	0,47	24,2
	4	2,51	0,57	29,6
«Ризоактив» + «Фосфоентерин»	1	2,21	0,27	13,9
	2	2,50	0,56	28,9
	3	2,59	0,65	33,3
	4	2,69	0,75	38,8
<b>«Діадема Поділля» (А)</b>				
без інокуляції	1*	2,04	–	–
	2	2,24	0,20	9,6
	3	2,34	0,30	14,7
	4	2,46	0,42	20,4
«Ризоактив»	1	2,20	0,16	8,0
	2	2,43	0,39	19,0
	3	2,49	0,45	22,1
	4	2,61	0,57	27,8
«Фосфоентерин»	1	2,14	0,10	4,7
	2	2,39	0,35	17,3
	3	2,49	0,45	22,1
	4	2,59	0,55	27,1
«Ризоактив» + «Фосфоентерин»	1	2,29	0,25	12,4
	2	2,60	0,56	27,5
	3	2,69	0,65	31,9
	4	2,80	0,76	37,4

\*Примітка: 1 – без підживлення; 2 – підживлення у фазі третього трійчастого листка «Омекс 3Х» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га); 3 – підживлення у фазі цвітіння «Омекс Мікромакс» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га); 4 – поєднання підживлень у фазі третього трійчастого листка «Омекс 3Х» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га) і цвітіння «Омекс Мікромакс» (0,5 л/га) + «Агрогумат» (0,5 л/га). НІР<sub>05</sub> т/га: А – 0,019; В – 0,026; С – 0,026; АВС – 0,074

На основі кореляційно-регресійного аналізу було достовірно визначено залежність урожайності насіння сої від показників фотосинтетичної продуктивності. Ця залежність описується такими рівняннями множинної регресії.

Сорт «Оріана»:

$$y = 0,8747 - 0,0009 \cdot x_1 + 0,2496 \cdot x_2 + 0,0864 \cdot x_3 + 0,0934 \cdot x_4,$$

$$R = 0,985, R^2 = 0,970.$$

Сорт «Діадема Поділля»:

$$y = 0,4993 + 0,0060 \cdot x_1 + 0,3781 \cdot x_2 + 0,1919 \cdot x_3 - 0,0316 \cdot x_4,$$

$$R = 0,988, R^2 = 0,976,$$

де  $y$  – урожайність насіння сої, т/га;  $x_1$  – площа листя, тис.м<sup>2</sup>/га;  $x_2$  – фотосинтетичний потенціал, млн м<sup>2</sup>·днів/га;  $x_3$  – чиста продуктивність фотосинтезу, т/м<sup>2</sup> за добу;  $x_4$  – суха речовина, т/га.

**Висновки і перспективи.** Таким чином, в умовах Правобережного Лісостепу України на сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах формування та функціонування фотосинтетичного апарату сої можна регулювати агротехнічними прийомами, зокрема інокуляцією насіння та позакореневими підживленнями. Відмічено, що рівень урожайності насіння сої прямо залежить від роботи фотосинтетичного апарату. На варіантах, де відмічено максимальні показники фотосинтетичної продуктивності, відмічено й найвищий рівень урожайності насіння сої сортів «Оріана» (2,69 т/га) і «Діадема Поділля» (2,80 т/га).

Світовий та український ринок виробництва насіння сої є одним із найбільш динамічних в аграрному секторі. За останні роки в Україні спостерігається тенденція до збільшення площ її посівів. Так, якщо у 2001 р. посівні площі під соєю становили 189,6 тис. га, то в 2017 р. вони зросли у 10 разів. Проте урожайність сої в останні роки в середньому по Україні становила менше 2,0 т/га. Тому проведення подальших досліджень стосовно поглиблення теоретичних знань щодо інтегративних процесів рослинного організму сої, формування високопродуктивних її посівів і розроблення технологій вирощування є доцільним і перспективним.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Стоцька С.В. Динаміка наростання листкової поверхні та концентрація хлорофілу в конюшині лучній залежно від впливу агротехнічних прийомів вирощування в умовах Полісся. *Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб.* 2008. Вип. 62. С. 112–118.
2. Рудник-Іващенко О.І. Вміст хлоропластів у листках рослин проса та їх роль в процесі фотосинтезу. *Наукові доповіді НУБіП.* 2010. № 3 (19). С. 1–7.
3. Рудник-Іващенко О.І. Продуктивність фотосинтезу в рослин проса за фазами його розвитку на різних фонах мінерального живлення. *Наукові доповіді НУБіП.* 2009. № 3 (15). С. 1–10.
4. Ничипорович А.А. Фотосинтез и вопросы интенсификации сельского хозяйства. Москва: Наука, 1965. 47 с.
5. Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Чмора С.Н., Власова М.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. Москва: АН СССР, 1961. 133 с.
6. Ничипорович А.А. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. Москва: АН СССР, 1963. С. 5–36.
7. Бабич А.А., Петриченко В.Ф. Фотосинтетическая продуктивность посевов и урожайность зерна сои в зависимости от способа посева и густоты растений. *Корма и кормопроизводство: сб. научн. тр.* Киев: Урожай, 1991. Вып. 31. С. 7–9.

8. Коць С.Я., Петерсен Н.В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. Київ: Логос, 2005. 150 с.
9. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії /за ред. В.О. Єщенка. Київ: Дія, 2005. 288 с.
10. Афендулов К.П. Влияние сроков внесения, сочетания и доз удобрений на фотосинтетическую активность растений. *Вестник сельскохозяйственной науки*. 1969. № 5. С. 53–56.
11. Калинина З.П., Корзухина А.Ф. Фотосинтетическая деятельность посева кукурузы при разных площадях и уровнях питания. *Сб. научн. тр. Сибирского НИИ кормов*. 1976. С. 19–27.
12. Генгель П.А. Физиология растений. Москва: Просвещение, 1974. 191 с.
13. Шовкова О.В. Фотосинтетична продуктивність посівів сої залежно від строків сівби та застосування мікродобрив. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 2. С. 156–160.
14. Медяников Н.В. Фотосинтез и продуктивность сои при различных нормах и способах посева. *Селекция и агротехника сои: сб. науч. тр.* Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1982. С. 35–39.
15. Kokubun M., Shimada S. Diurnal change of photosynthesis and its relation to yield in soybean cultivars. *Japan J. Crop. Sc.* 1994. Vol. 63. № 2. P. 305–312.

УДК 633.78:631.52.

## АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ, ПРИМЕНИМЫЕ ДЛЯ ЦИКОРИЯ КОРНЕПЛОДНОГО

*Ткач О.В.* – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой,  
Подольский государственный аграрно-технический университет

Описаны основные агротехнические приемы возделывания цикория корнеплодного, которые представлены в сопоставлении с агротехникой сахарной свеклы, чтобы в максимальной степени использовать их в технологии выращивания цикория, которая не в полной мере изучена.

Растения цикория корнеплодного и сахарной свеклы имеют целый ряд сходных агробиологических признаков. В соответствии со свойствами растений основные различия в технологии их возделывания наблюдаются в процессах посева семян и уборки корнеплодов, а остальные приемы агротехники имеют много общего. Семена цикория обычно заделывают в почву на меньшую глубину, а прорастают они при меньшей температуре, чем семена сахарной свеклы. Вместе с тем боронование всходов вполне возможно и выполняется теми же орудиями, что и на сахарной свекле, – легкими зубowymi боронами, а также ротационными боронами, причем обработку последними можно совместить с первыми междурядными обработками. Все приемы междурядной обработки почвы, рекомендованные для сахарной свеклы (рыхление, окучивание), можно применить и для ухода за посевами цикория с той же эффективностью. Уборка корнеплодов цикория в сравнении с сахарной свеклой представляет определенные трудности, обусловленные меньшей величиной корнеплодов. Поэтому лучше всего подходят для уборки корнеплодов цикория машины с вибровыкапывающими органами.