

## ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗА ВПЛИВУ ДІЇ ІНОКУЛЯЦІЇ, УДОБРЕННЯ, СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ

**ГАРБАР Л.А.** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

*orcid.org/0000-0003-4249-0434*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**ДОВБАШ Н.І.** – кандидат сільськогосподарських наук

*orcid.org/0000-0002-4741-2657*

Національний науковий центр «Інститут землеробства

Національної академії аграрних наук України»

**ВЕНГЕР В.В.** – магістр

*orcid.org/0000-0001-8685-8726*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Постановка проблеми.** Ефективне і раціональне застосування добрив, оптимізація режимів живлення рослин сої за рахунок використання сучасних біологічних препаратів є одним з пріоритетних заходів, які здатні забезпечити гарантоване й конкурентоспроможне виробництво зерна сої [1, 2]. Вивчення впливу ефективності передпосівної інокуляції насіння у поєднанні з стимуляцією росту і розвитку рослин за вирощування за різних систем удобрення на продуктивність сої є актуальним і має важливе практичне значення [3]. Існуючі технології вирощування сої не повною мірою враховують біологічні особливості сортів, а з таких питань, як застосування азотних добрив, проведення інокуляції насіння, норм висіву насіння, способів сівби та інших елементів технології висновки вчених суперечливі. Результати досліджень ряду вчених свідчать, що соя здатна формувати високу урожайність за інокуляції насіння, без внесення азотних добрив за умов вирощування на родючих ґрунтах [4, 5]. Поширеними є рекомендації щодо внесення невеликої стартової дози азотних добрив –  $N_{30}$ . Оптимізація всіх технологічних прийомів вирощування для конкретного сорту забезпечує максимальну реалізацію його урожайного потенціалу [6].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Фотосинтез відноситься до процесів, які пов'язані з багатьма зовнішніми і внутрішніми чинниками середовища. Саме тому, коли проводять прогнозування врожайності конкретної культури, оцінки її продукційного процесу, використовують переважно стабільні показники. Один з них є фотосинтетичний потенціал (ФП). Важливою умовою для максимально ефективного використання енергії сонця є формування оптимальної площі листків. Крім того, важливим є тривалість перебування асиміляційної поверхні в активному стані.

Формування площі листкової поверхні та фотосинтетичного потенціалу являється основою отримання максимальних врожаїв сільськогосподарських культур [7].

Показники площі листків рослин, тривалість її функціонування визначається генотипом сорту, ґрунтово-кліматичними умовами, зоною вирощування та технологічними прийомами вирощування культури. Для отримання максимально можливої врожайності індекс листкової поверхні у рослин повинен відповідати 4–5  $m^2/m^2$  [8].

Проте, за твердженнями інших вчених, оптимальний індекс може варіювати від 2 до 7  $m^2/m^2$  [9].

Листкова поверхня найефективніше функціонує лише за створення оптимальних умов. Ці умови досягаються завдяки оптимальній щільності посіву, умовам живлення, проведенню інокулювання та обробки ріст регулюючими речовинами. Фотосинтез є основним джерелом формування біомаси рослин [10–13].

За формування площі листкової поверхні понад 60 тис.  $m^2$  на 1 га відбувається порушення нормального газообміну та освітленості у посівах. Це призводить до зниження продуктивності фотосинтезу. Для одержання високого врожаю недостатньо сформувати велику площу листків, так як це не гарантує високу врожайність культури.

**Метою** досліджень було виявити вплив інокуляції та умов живлення, створених варіантами удобрення, на ріст, розвиток рослин та формування ними продуктивності рослин сої сорту Меркур.

**Матеріали та методика досліджень.** Польові досліді проводили на чорноземах типових малогумусних із умістом гумусу 4,17 %. Ґрунт характеризувався низькою забезпеченістю азотом (47,1 мг/кг), середньою фосфором (56,32 мг/кг) та калієм (132 мг/кг). Дослід двофакторний. Чинник А включав варіанти удобрення, чинник В – застосування інокуляції.

Повторність досліді чотириразова. Висівали сорт ультраранньої групи Меркур. Попередник сої – пшениця озима. Основні елементи живлення вносили у вигляді діамофоски  $N_{10}P_{26}K_{26}$  під основний обробіток. Комплекс стимуляторів росту рослин Гулівер Стимул – позакоренево у мікростадіях ВВСН 13-15; ВВСН 51-55 – 1 л/га. Для інокуляції застосовували сухий інокулянт Нітрофікс П – 1 кг/т посівного матеріалу.

Нітрофікс П (сухий інокулянт для сої). Живі клітини бактерії *Bradyrhizobium japonicum* та *Bradyrhizobium elkanii* (бактерії *Bradyrhizobium japonicum* штам 5079, *Bradyrhizobium elkanii* штам 587 титр життєздатних клітин бактерій – не менше 2,5 млрд у 1 г препарату), які для розвитку потребують таких умов: наявність у ґрунті фосфору не нижче 2,5 мг/100 г ґрунту; кислотність ґрунту для посівів зернобобових культур не повинна виходити за межі рН 5,0–7,0.

Гулівер Стимул – комплекс стимуляторів росту рослин. Використовується для позакореневого підживлення та при обробці посівного матеріалу всіх культур. Склад: гумат калію у перерахунку на гумінові кислоти – не менше 40 г/л, бурштинова кислота – 3 г/л, мікроелементи, інші біологічно активні елементи (гібереліни, ауксини, цитокініни).

Визначення площі листової поверхні проводили методом сканування з подальшим розрахунком на густоту рослин на га. Фотосинтетичний потенціал визначали розрахунковим методом. Визначення вмісту сухої речовини у рослинних зразках проводили термостатно-ваговим методом у певні періоди розвитку рослин сої шляхом висушування наважок рослинних зразків до постійної ваги за температурного режиму 105 °С.

Облік урожаю здійснювали методом комбайнового обмолоту з площі облікові ділянки. Фактично одержаний урожай перераховували на базисну вологість (14 %) та з урахуванням наявності домішок [14–15].

**Результати досліджень.** Результати досліджень показали, що з розвитком рослин спостерігалось і збільшення площі листків. При цьому зростання асимілюючої поверхні було відмічено до повного наливу насіння сої. У подальшому спостерігалось зниження асимілюючої поверхні у рослин. Збільшення доз добрив, як і застосування на їх фоні підживлення стимулятором росту давало позитивний результат у показниках площі листової поверхні рослин сої. Максимальні показники площі листової поверхні нами були отримані у фазі повного наливу насіння (ВВСН 79). У середньому за роки досліджень на варіантах, де не проводили обробку насіння інокулянтном, площа листків залежно від варіанту удобрення змінювалася від 41,6 до 43,5 тис. м<sup>2</sup>/га. У свою чергу, передпосівна обробка насіння інокулянтном Нітрофікс П сприяла збільшенню площі листків до 42,5–44,1 тис. м<sup>2</sup>/га (табл. 1).

За результатами досліджень встановлено, що найбільший приріст листової площі був отриманий у міжфазний період початок цвітіння (ВВСН 62) – кінець цвітіння (ВВСН 69).

Максимальну площу листків формували рослини у варіанті за удобрення N<sub>20</sub>P<sub>52</sub>K<sub>52</sub> + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55).

Головна умова отримання високого рівня врожайності – формування потужного фотосинтетичного потенціалу (ФП) посіву. Понад 90 % урожаю формується завдяки фотосинтетичній діяльності рослин у посіві.

Результати досліджень показали, що показники фотосинтетичного потенціалу зростали по мірі росту та розвитку рослин, сягаючи свого максимуму у фазі повного наливу насіння (ВВСН 79).

Фотосинтетичний потенціал, сягаючи свого максимуму у період повного наливу насіння (ВВСН 79), залежно від варіантів удобрення за відсутності інокуляції варіював від 2,190 до 2,223 млн м<sup>2</sup> днів/га, за проведення її – 2,250–2,283 млн м<sup>2</sup> днів/га (табл. 2).

Основним компонентом посіву, який визначає фотосинтетичний потенціал, інтенсивність поглинання та використання сонячної енергії, є нагромадження сухої речовини. Високу урожайність культура здатна формувати при оптимальних параметрах сформованої вегетативної маси рослинами. Попередні дослідження засвідчують, що розміри надземної маси є відображенням впливу на рослини технологічних прийомів та абіотичних чинників.

Дослідження динаміки накопичення вегетативної маси рослинами сої забезпечує здатність виявлення впливу на неї елементів технології, які вивчаємо. Крім того, показники накопичення сухої речовини дозволяють визначити шляхи управління вищезгаданим процесом та забезпечити максимальну реалізацію генетичного потенціалу продуктивності відповідного сорту культури.

Таблиця 1

Динаміка площі листової поверхні рослин сої, середнє за 2019–2020 рр., тис. м<sup>2</sup>/га

Варіанти удобрення	Фаза росту рослин сої			
	ВВСН 13	ВВСН 62	ВВСН 69	ВВСН 79
Без інокуляції				
N <sub>10</sub> P <sub>26</sub> K <sub>26</sub> (фон 1)	9,1	21,8	37,8	41,6
N <sub>15</sub> P <sub>39</sub> K <sub>39</sub> (фон 2)	9,2	23,0	38,2	42,3
N <sub>20</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> (фон 3)	9,0	23,4	38,7	42,8
Фон 1 + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55)	9,3	22,1	37,9	41,8
Фон 2 + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55)	9,5	23,3	39,0	42,6
Фон 3 + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55)	9,5	23,6	39,2	43,5
<b>V, %</b>	<b>2,23</b>	<b>3,25</b>	<b>1,52</b>	<b>1,64</b>
Інокуляція насіння Нітрофікс П				
N <sub>10</sub> P <sub>26</sub> K <sub>26</sub> (фон 1)	9,4	23,0	39,7	42,5
N <sub>15</sub> P <sub>39</sub> K <sub>39</sub> (фон 2)	9,5	24,4	40,1	43,2
N <sub>20</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> (фон 3)	9,5	24,5	40,6	43,6
Фон 1 + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55)	9,6	23,3	39,8	42,7
Фон 2 + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55)	9,8	24,6	40,9	43,7
Фон 3 + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55)	9,7	24,5	41,1	44,1
<b>V, %</b>	<b>1,54</b>	<b>2,94</b>	<b>1,45</b>	<b>1,42</b>

Максимальні показники сухої речовини були накопичені рослинами сої на період повного наливу насіння (ВВСН 79) і, залежно від варіанту удобрення, вони змінювалися на варіантах без інокуляції від 5,75 до 6,68 т/га, за інокуляції – від 5,91 до 6,89 т/га. Відмічено, що коефіцієнт варіації в усіх варіантах дослід у період росту і розвитку рослин сої був слабкий за  $V = 5,23-6,70$  (табл. 3).

Максимальний показник сухої речовини посіви сої забезпечували на варіанті за внесення добрив  $N_{20}P_{52}K_{52}$  + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55), як за проведення інокуляції Нітрофікс П, так і без неї.

Аналіз показників урожайності сої за 2019–2020 рр. свідчить, що вони різнилися у зв'язку з недостатньою кількістю опадів у 2020 році.

Варто зазначити, що на варіантах без інокуляції показники урожайності у середньому за роки досліджень варіювали залежно від варіанту удобрення від 2,07 до 2,90 т/га (рис. 1).

Застосування інокуляції насіння перед сівбою препаратом Нітрофікс П забезпечило підвищення урожайності на фоні варіантів без інокуляції та дозволило отримати показники, які змінювалися у діапазоні від 2,23 до 2,90 т/га. Найвищу урожайність рослини сої формували

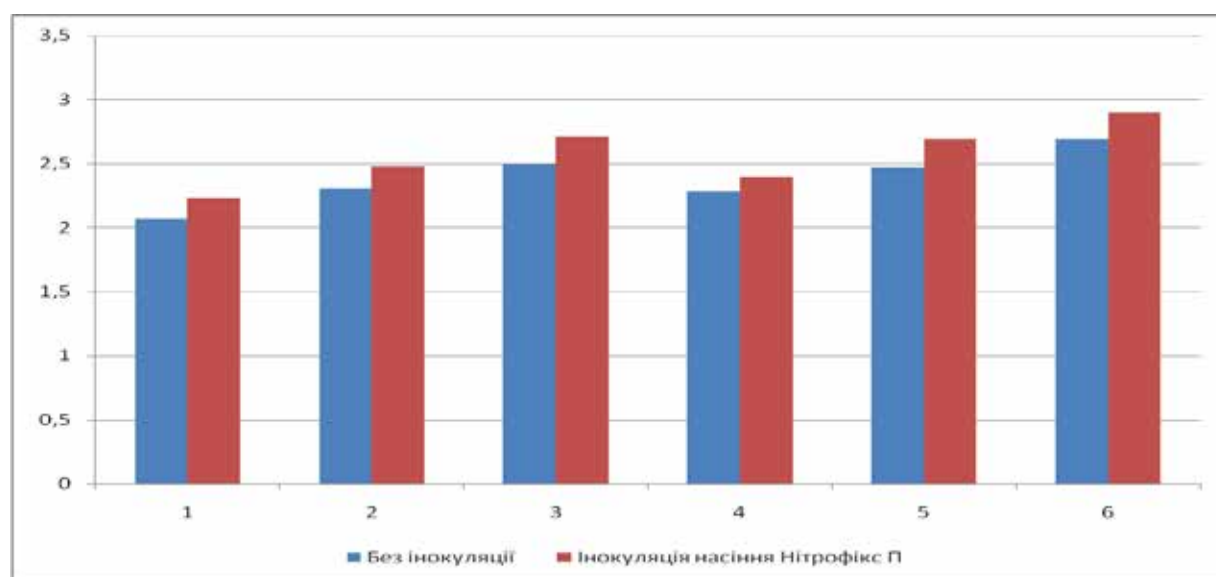


Рис. 1. Динаміка урожайності сої, т/га (1 –  $N_{10}P_{26}K_{26}$  (фон 1); 2 –  $N_{15}P_{39}K_{39}$  (фон 2); 3 –  $N_{20}P_{52}K_{52}$  (фон 3); 4 – Фон 1 + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55); 5 – Фон 2 + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55); 6 – Фон 3 + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55).  $НІР_{05}$  для факторів, т/га : для фактора А – 0,07 т/га, В – 0,05 т/га; для взаємодії АВ – 0,12 т/га)

Таблиця 2

Динаміка показників фотосинтетичного потенціалу рослин сої, середнє за 2019–2020 рр., млн  $m^2$  днів/га

Варіанти удобрення	Фаза росту рослин сої			
	ВВСН 13	ВВСН 62	ВВСН 69	ВВСН 79
Без інокуляції				
$N_{10}P_{26}K_{26}$ (фон 1)	0,391	1,274	2,056	2,190
$N_{15}P_{39}K_{39}$ (фон 2)	0,402	1,281	2,067	2,204
$N_{20}P_{52}K_{52}$ (фон 3)	0,425	1,296	2,080	2,215
Фон 1 + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55)	0,396	1,277	2,066	2,195
Фон 2 + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55)	0,409	1,293	2,072	2,209
Фон 3 + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55)	0,437	1,303	2,087	2,223
<b>V, %</b>	<b>4,33</b>	<b>0,90</b>	<b>0,53</b>	<b>0,56</b>
Інокуляція насіння Нітрофікс П				
$N_{10}P_{26}K_{26}$ (фон 1)	0,401	1,364	2,125	2,250
$N_{15}P_{39}K_{39}$ (фон 2)	0,415	1,375	2,137	2,261
$N_{20}P_{52}K_{52}$ (фон 3)	0,435	1,388	2,151	2,275
Фон 1 + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55)	0,407	1,370	2,132	2,257
Фон 2 + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55)	0,419	1,383	2,141	2,269
Фон 3 + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55)	0,447	1,398	2,159	2,283
<b>V, %</b>	<b>4,13</b>	<b>0,90</b>	<b>0,58</b>	<b>0,54</b>

## Динаміка накопичення сухої речовини рослинами сої, середнє за 2019–2020 рр., т/га

Варіанти удобрення	Період росту та розвитку рослин сої		
	ВВСН 10-ВВСН 62	ВВСН 62-ВВСН 69	ВВСН 69-ВВСН 79
Без інокуляції			
N <sub>10</sub> P <sub>26</sub> K <sub>26</sub> (фон 1)	1,31	3,25	5,75
N <sub>15</sub> P <sub>39</sub> K <sub>39</sub> (фон 2)	1,35	3,49	6,11
N <sub>20</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> (фон 3)	1,46	3,70	6,33
Фон 1 + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55)	1,34	3,42	5,96
Фон 2 + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55)	1,40	3,67	6,30
Фон 3 + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55)	1,51	3,89	6,68
<b>V, %</b>	<b>5,53</b>	<b>6,39</b>	<b>5,23</b>
Інокуляція насіння Нітрофікс П			
N <sub>10</sub> P <sub>26</sub> K <sub>26</sub> (фон 1)	1,37	3,32	5,91
N <sub>15</sub> P <sub>39</sub> K <sub>39</sub> (фон 2)	1,46	3,59	6,31
N <sub>20</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> (фон 3)	1,56	3,83	6,49
Фон 1 + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55)	1,44	3,48	6,07
Фон 2 + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55)	1,49	3,76	6,54
Фон 3 + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55)	1,61	3,99	6,89
<b>V, %</b>	<b>5,79</b>	<b>6,70</b>	<b>5,52</b>

у варіанті N<sub>20</sub>P<sub>52</sub>K<sub>52</sub> + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55) та проведення інокуляції препаратом Нітрофікс П, яка склала у середньому за роки досліджень 2,9 т/га.

Залежність урожайності культури (y) від варіантів удобрення (x) без проведення інокуляції можна описати наступним лінійним рівнянням:  $y = 0,111x + 1,996$  з величиною достовірності апроксимації  $R^2 = 0,951$ . У випадку із застосуванням інокуляції Нітрофікс П залежність виявилася також лінійною та мала вигляд  $y = 0,129x + 2,114$  з  $R^2 = 0,976$ , що свідчить про тісний кореляційний зв'язок.

**Висновки.** Отже, на ріст і розвиток, а також урожайність сої сорту Меркур значно впливала інокуляція насіння перед сівою препаратом Нітрофікс П.

Максимальну площу листової поверхні отримано у фазі повного наливу насіння (ВВСН 79) – 44,1 тис. м<sup>2</sup>/га при передпосівній обробці насіння інокулянтном Нітрофікс П і внесення добрив N<sub>20</sub>P<sub>52</sub>K<sub>52</sub> + Гулівер Стимул за фотосинтетичного потенціалу на рівні 2,283 млн м<sup>2</sup> днів/га та накопичення сухої речовини – 6,89 т/га.

Найбільший приріст урожайності посівів сої (0,83 т/га) отримано у варіанті N<sub>20</sub>P<sub>52</sub>K<sub>52</sub> + Гулівер Стимул та проведення інокуляції препаратом Нітрофікс П порівняно з іншими варіантами. На основі кореляційно-регресійного аналізу, як без проведення інокуляції так і з інокуляцією, встановлено лінійну залежність, яка характеризується тісним кореляційним зв'язком між урожайністю сої та варіантами удобрення.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

- Parfenuk A. I., Havryliuk L. V., Beznosko I. V., Pasichnik L. P., Turonik Y. A., Ternovyi Y. V. Influence of Filazonit biopreparation on soybean seed quality. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. № 11(3). P. 86–89. doi: 10.15421/2021\_148.
- Григор'єва О. М., Дімова С. Б., Алмаєва Т. М. Ефективність біопрепаратів у технології вирощування сої на чорноземі звичайному важкосуглинковому Правобережного Степу України. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2019. Вип. 29. С. 46–55. DOI: 10.35868/1997-3004.29.46-55.
- Кукол К. П., Воробей Н. А., Пухтаєвич П. П., Коць С. Я. Ефективність інокуляції сої біопрепаратами на основі стійких до фунгіцидів штамів ризобій за впливу протруйників насіння. *Фізіологія рослин і генетика*. 2020. Т. 52, № 6. С. 494–506. doi: 10.15407/frg2020.06.494
- Novytska N., Gadzovskiy G., Mazurenko B., Svistunova I. & Martynov O. 2020. Effect of seed inoculation and foliar fertilizing on structure of soybean yield and yield structure in western Polissya of Ukraine. *Agronomy Research*. 2020. 18(4). P. 2512–2519. doi: 10.15159/ar.20.203
- Кукол К. П., Воробей Н. А., Пухтаєвич П. П., Рибаченко Л. І., Якимчук Р. А. Вплив фунгіцидів на ефективність інокуляції сої стійкими до пестицидів бульбочковими бактеріями. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2020. Т. 31. С. 26–35. doi: 10.35868/1997-3004.31.26-35
- Федорук І. В. Вплив інокуляції насіння на врожай сої. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2019. № 108. С. 110–116. doi: 10.32851/2226-0099.2019.108.15
- Смірнов В. В., Підгорський В. С., Іутинська Г. О. Мікробні біотехнології у сільському господарстві. *Вісник аграрної науки*, 2002. № 4. С. 5–10.
- Холодченко Р. М. Фотосинтетична діяльність посівів вівса голозерного залежно від умов мінерального живлення та норм висіву. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 77. С. 280–285.
- Голодна А. В. Технологічні аспекти вирощування кормових люпинів у зоні Лісостепу України : монографія. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2018. 380 с.
- Kalenska S., Novytska N., Stolyarchuk T., Shutiy O., Garbar L. et al. Nanopreparations in technologies of plants growing. *Agronomy Research*, 2021. Vol. 19, Iss. 1. P. 795–808. doi: 10.15159/AR.21.017

11. 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*. 2008. Вип. 62. С. 112–118.
12. Пашченко О. І. Формування асиміляційної листкової поверхні сої залежно від способів основного обробітку ґрунту та рівня мінерального живлення. *Бюлетень інституту зернового господарства УААН*. Дніпропетровськ, 2009. URL : [www.institut-erna.com/library/pdf37/10.pdf](http://www.institut-erna.com/library/pdf37/10.pdf).
13. Гарбар Л. А., Довбаш Н. І., Венгер В. В. Формування листкового апарату гібридів соняшника та ефективність його функціонування за впливу удобрення. *Аграрні інновації*. 2022. № 13. С. 24–29. doi: [10.32848/agrar.innov.2022.13.3](https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.13.3)
14. Дослідна справа в агрономії : навч. посібник: у 2 кн. – Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков, В. К. Пузік, С. М. Каленська та ін.; за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 316 с.
15. Дослідна справа в агрономії : навч. посібник: у 2 кн. – Кн. 2. Теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков, В. К. Пузік, С. М. Каленська та ін.; за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 341 с.
6. Fedoruk I. V. (2019). Vpliv inokuljacji nasinnja na vrozhaj soi [Influence of seed inoculation on soybean harvest]. *Tavrijs'kij naukovij visnik – Taurian Scientific Bulletin*, 108, 110-116. doi: 10.32851/2226-0099.2019.108.15, Ukraine.
7. Smirnov V. V., Pidhorskyi V. S., Iutynska H. O. (2002). Mikrobni biotekhnologii u silskomu gospodarstvi [Microbial biotechnology in agriculture]. *Visnyk ahraryj nauky – Bulletin of Agrarian Science*, 4, 5-10, Ukraine.
8. Kholodchenko R. M. (2013). Fotosyntetychna diialnist posiviv vivsa holozernoho zalezno vid umov mineralnogo zhyvlennia ta norm vysivu [Photosynthetic activity of whole-grain oat crops depending on the conditions of mineral nutrition and sowing rates]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Fodder and fodder production*, 77, 280-285, Ukraine.
9. Holodna A. V. (2018) Tekhnolohichni aspekty vyroshchuvannia kormovykh liupyniv u zoni Lisostepu Ukrainy : monohrafiia [Technological aspects of growing fodder lupins in the forest-steppe zone of Ukraine: a monograph.], TOV «TVORY», Vinnytsia, Ukraine.
10. Kalenska S., Novytska N., Stolyarchuk T., Shutiy O., Garbar L. et al. (2021). Nanopreparations in technologies of plants growing. *Agronomy Research*, 19 (1), 795-808. doi: 10.15159/AR.21.017
11. Stotska S. V. (2008). Dynamika narostannia lystkovoї poverkhni ta kontsentratsiia khlorofilu v koniushyni luchnii zalezno vid vplyvu ahrotekhnichnykh pryimov vyroshchuvannia v umovakh Polissia [Dynamics of leaf surface growth and chlorophyll concentration in meadow clover depending on the influence of agrotechnical methods of cultivation in Polissia conditions]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Fodder and fodder production*, 62, 112-118, Ukraine.
12. Pashchenko O. I. (2009). Formuvannia asymiliatsiinoї lystkovoї poverkhni soi zalezno vid sposobiv osnovnogo obrobittu gruntu ta rivnia mineralnogo zhyvlennia. [Formation of the assimilation leaf surface of soybean depending on the methods of basic soil cultivation and the level of mineral nutrition]. *Biuletyn instytutu zernovoho gospodarstva UAAN – Bulletin of the Institute of Grain Management of the Ukrainian Academy of Sciences*. URL : [www.institut-erna.com/library/pdf37/10.pdf](http://www.institut-erna.com/library/pdf37/10.pdf), Ukraine.
13. Garbar L. A., Dovbash N. I., Venger V. V. (2022). Formuvannia lystkovoho aparatu hibrydiv soniashnyka ta efektyvnist yoho funktsionuvannia za vplyvu udobrennia [Formation of leaf apparatus of sunflower hybrids and efficiency of its functioning under the influence of fertilizer]. *Ahrami innovatsii – Agrarian innovations*, 13, 24-29, Ukraine.
14. Rozhkov A. O., Puzik V. K., Kalenskaya S. M. (2016). *Doslidna sprava v ahronomii* [Research in agronomy: textbook. manual]: in 2 books. – Book 1. *Statystychna obrobka rezultativ ahronomichnykh doslidzhen – Theoretical aspects of research*. For order. A. O. Rozhkova. Maidan, Kharkiv, Ukraine.
15. Rozhkov A. O., Puzik V. K., Kalenskaya S. M. (2016). *Doslidna sprava v ahronomii* [Research in agronomy: textbook. manual]: in 2 books. – Book 2. *Statystychna obrobka rezultativ ahronomichnykh doslidzhen – Theoretical aspects of research*. For order. A. O. Rozhkova. Maidan, Kharkiv, Ukraine.

#### REFERENCES:

1. Parfenuk A. I., Havryliuk L. V., Beznosko I. V., Pasichnik L. P., Turovnik Y. A., Ternovy Y. V. (2021). Influence of Filazonit biopreparation on soybean seed quality. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(3), 86-89. doi: 10.15421/2021\_148.
2. Hryhorieva O. M., Dimova S. B., & Almaieva T. M. (2019). Efektyvnist biopreparativ u tekhnologii vyroshchuvannia soi na chornozemi zvychainomu vazhkosuhlynkovomu Pravoberezhnogo Stepu Ukrainy [Efficiency of biologicals in the technology of soybean cultivation on chernozem ordinary heavy loam of the Right Bank Steppe of Ukraine]. *Silskohospodarska mikrobiologija – Agricultural microbiology*, 29, 46-55. doi: 10.35868/1997-3004.29.46-55, Ukraine.
3. Kukol K. P., Vorobey N. A., Pukhtaievych P. P., Kots S. Ya. (2020). Efektyvnist inokuliacii soi biopreparatamy na osnovi stiikykh do funhitsydiv shtamiv ryzobii za vplyvu protruinykiv nasinnia [Efficacy of soybean inoculation by biopreparations based on fungicide-resistant rhizobium strains under seed treaters impact]. *Fiziologija roslin i henetyka – Physiology of plants and genetics*, 52(6), 494-506. doi: 10.15407/frg2020.06.494, Ukraine.
4. Novytska N., Gadzovskiy G., Mazurenko B., Svistunova I. & Martynov O. (2020). Effect of seed inoculation and foliar fertilizing on structure of soybean yield and yield structure in western Polissya of Ukraine. *Agronomy Research*, 18(4), 2512–2519. doi: 10.15159/ar.20.203.
5. Kukol K. P., Vorobey N. A., Pukhtaievych P. P., Rybachenko L. I., Yakymchuk R. Ya. (2020). Vplyv funhitsydiv na efektyvnist inokuliacii soi stiikykh do pestytsydiv bulbochkovykh bakteriiamy [Effect of fungicides on the efficiency of soybean inoculation with pesticide-resistant nodule bacteria]. *Silskohospodarska mikrobiologija – Agricultural microbiology*, 31, 26-35. doi: 10.35868/1997-3004.31.26-35, Ukraine.

**Гарбар Л.А., Довбаш Н.І., Венгер В.В. Формування продуктивності сої за впливу дії інокуляції, удобрення, стимуляторів росту**

**Метою** проведення досліджень є виявлення впливу інокуляції та застосування удобрення, стимуляторів росту на ріст, розвиток рослин і формування продуктивності рослин сої сорту Меркур у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

**Методи.** Дослідження проводилися впродовж 2019–2020 рр. на чорноземах типових малогумусних в умовах Київської області. Дослід двофакторний, чинник А – удобрення та застосування на фоні основного удобрення комплексу стимуляторів росту Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55), чинник В – проведення інокуляції Нітрофікс П (сухий інокулянт для сої).

**Результати.** У результаті проведених досліджень, встановлено залежність між площею листової поверхні рослин сої та нормами внесення мінеральних добрив. Максимальних значень площа листової поверхні посівів сягала у фазі повного наливу насіння (ВВСН 79) у варіанті за удобрення  $N_{20}P_{52}K_{52}$  + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55) – 43,5 тис. м<sup>2</sup>/га. Проведення інокуляції сприяло підвищенню вказаного показника до 44,1 тис. м<sup>2</sup>/га. Посівами сої була сформована суха речовина, показники якої варіювали у діапазоні від 5,75–6,89 т/га на період повного наливу насіння (ВВСН 79). У показниках прослідковувалася аналогічна динаміка до показників площі листової поверхні культури. Варіанти без інокуляції насіння характеризувалися показниками урожайності, яка у середньому за роки досліджень, варіювала залежно від варіанту удобрення від 2,07 до 2,90 т/га. Застосування інокуляції насіння препаратом Нітрофікс П забезпечило її підвищення на фоні варіантів без інокуляції та дозволило отримати показники, які змінювалися від 2,23 до 2,90 т/га. Найвищу урожайність рослини сої формували у варіанті із внесенням  $N_{20}P_{52}K_{52}$  + Гулівер Стимул (ВВСН 13-15; ВВСН 51-55) та проведення інокуляції препаратом Нітрофікс П, яка склала у середньому за роки досліджень 2,90 т/га. На основі кореляційно-регресійного аналізу встановлено лінійну залежність між варіантами удобрення та сформованою продуктивністю культури. **Висновки.** Отже, на ріст і розвиток, а також урожайність сої сорту Меркур значно впливала інокуляція насіння перед сівбою препаратом Нітрофікс П. Максимальну площу листової поверхні отримано у фазі повного наливу насіння (ВВСН 79) – 44,1 тис. м<sup>2</sup>/га при передпосівній обробці насіння інокулянтом Нітрофікс П і внесення добрив  $N_{20}P_{52}K_{52}$  + Гулівер Стимул за фотосинтетичного потенціалу на рівні 2,283 млн м<sup>2</sup> днів/га та накопичення сухої речовини – 6,89 т/га. Найбільший приріст урожайності посівів сої (0,83 т/га) отримано у варіанті  $N_{20}P_{52}K_{52}$  + Гулівер Стимул та проведення інокуляції препаратом Нітрофікс П порівняно з іншими варіантами. На основі кореляційно-регресійного аналізу, як без проведення інокуляції так і з інокуляцією, встановлено лінійну залежність, яка характеризується тісним кореляційним зв'язком між урожайністю сої та варіантами удобрення.

**Ключові слова:** інокуляція, кореляційна залежність, площа листової поверхні, продуктивність, сорт, стимулятори росту, суха речовина, соя, технологія вирощування, удобрення, урожайність.

**Harbar L.A., Dovbash N.I., Venger V.V. Formation of soybean productivity under the influence of inoculation, fertilizer, growth stimulants**

**Purpose** of the research is to identify the effect of inoculation and fertilizer, growth stimulants on the growth, development of plants and the formation of the productivity of Merkur soybean plants in specific soil and climatic conditions. **Methods.** The studies were carried out during 2019–2020 on typical low-humus chernozems in the conditions of the Kyiv region. Two-factor experience, factor A – fertilizer and application against the background of the main fertilizer of the complex of growth stimulants Gulliver Stimulus (BBCH 13-15; BBCH 51-55), factor B – inoculation of Nitrofix P (dry inoculant for soybeans). **Results.** As a result of the research, a relationship was established between the leaf surface area of soybean plants and the application rates of mineral fertilizers. The leaf surface area of crops reached its maximum values in the phase of full seed filling (BBCH 79) in the variant with  $N_{20}P_{52}K_{52}$  + Gulliver Stimul fertilizer (BBCH 13-15; BBCH 51-55) – 43.5 thousand m<sup>2</sup>/ha. Inoculation contributed to the increase in this indicator to 44.1 thousand m<sup>2</sup>/ha. Soybean crops formed a dry matter, the indicators of which varied in the range from 5.75-6.89 t/ha for the period of full filling of seeds (BBCH 79). In indicators, a similar dynamics was traced to indicators of the area of the leaf surface of the crop. Variants without seed inoculation were characterized by yield indicators, which, on average, over the years of research varied depending on the fertilizer variant from 2.07 to 2.90 t/ha. The use of seed inoculation with Nitrofix P ensured its increase against the background of variants without inoculation and made it possible to obtain indicators that varied from 2.23 to 2.90 t/ha. The highest yield of soybean plants was formed in the variant with the application of  $N_{20}P_{52}K_{52}$  + Gulliver Stimulus (BBCH 13-15; BBCH 51-55) and inoculation with Nitrofix P, which averaged 2.90 t/ha over the years of research. Based on the correlation-regression analysis, a linear relationship was established between fertilizer options and the current productivity of the crop. **Conclusions.** Consequently, the growth and development, as well as the yield of soybean variety Mercur, was significantly affected by seed inoculation before sowing with Nitrofix P. The maximum leaf surface area was obtained in the phase of full seed filling (BBCH 79) – 44.1 thousand m<sup>2</sup>/ha during presowing seed treatment inoculant Nitrofix P and fertilization  $N_{20}P_{52}K_{52}$  + Gulliver Stimulus with a photosynthetic potential of 2.283 million m<sup>2</sup> days/ha and a dry matter accumulation of 6.89 t/ha. The greatest increase in the yield of soybean crops (0.83 t/ha) was obtained in the  $N_{20}P_{52}K_{52}$  + Gulliver Stimul option and inoculation with Nitrofix P compared to other options. Based on the correlation-regression analysis, both without inoculation and with inoculation, a linear relationship was established, which is characterized by a close correlation between soybean yield and fertilizer options.

**Key words:** inoculation, correlation dependence, leaf surface area, productivity, variety, growth stimulants, dry matter, soybean, growing technology, fertilizers, yield.