

УДК 633.658:638.5(477.4+292.485)

DOI: 10.37128/2707-5826-2022-4-5

**ФОРМУВАННЯ  
СИМБІОТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ  
СОЧЕВИЦІ ЗАЛЕЖНО ВІД  
ОПТИМІЗАЦІЇ ЇЇ ЖИВЛЕННЯ В  
УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ  
ПРАВОБЕРЕЖНОГО**

**С.П.<sup>1</sup> КОРШЕВНЮК,**

*аспірант*

*Вінницький національний аграрний  
університет*

*У статті висвітлено результати вивчення особливостей формування симбіотичного апарату та симбіотичного потенціалу сочевиці сорту Лінза залежно від застосування інокуляції, обробки насіння мікроелементами та застосування системи позакоренових підживлень. Розглянуто особливості формування симбіотичного апарату сочевиці з огляду на її біологічні особливості та технологічні аспекти вирощування.*

*Визначено що як максимальна кількість бульбочок так і їх сира маса мали максимум формування на фенологічну фазу формування бобів у варіанті комплексного поєднання інокуляції, обробки насіння та двох позакоренових підживлень у значенні 40,8 шт./рослину та 324,7 мг/рослину, відповідно. Для цього ж варіанту визначена і максимальні показники активних бульбочок 35,9 шт./рослину (при 86,46 % частці активних бульбочок) і 276,3 мг/рослину, відповідно. При цьому середня частка впливу у дисперсійній системі формування показників складала, відповідно, для річної варіанси умов 22,51 % і 16,39 %, для інокуляції 55,0% і 61,03 %, для обробки насіння мікроелементами 4,34 % і 8,33 %, для застосування позакоренових підживлень 14,52 % і 16,3 %. Встановлено, що максимальне середнє по досліді значення як ЗСП, так і АСП у міжфазний період формування бобів-достигання 3,69 г діб/рослину та 2,30 г діб/рослину, а мінімальне на міжфазний період стеблуння-бутонізація – 0,38 та 0,33 г діб/рослину, відповідно. Мінімальне значення як ЗСП, так і АСП відмічено у варіанті без застосування додаткових заходів оптимізації живлення сочевиці із середнім значенням у розрізі облікованих міжфазних періодів на рівні 0,82 та 0,37 г діб/рослину, відповідно, а мінімальне – у варіанті комплексного застосування чинників досліді – 3,62 та 3,04 г діб/рослину або ж у гектарному виразі 9,18 тис. кг діб/га та 6,92 тис. кг діб/га, відповідно.*

**Ключові слова:** сочевиця, бульбочкові азотфіксуючі бактерії, інокуляція, мікроелементи, позакоренові підживлення.

**Табл. 6. Літ. 16.**

**Постановка проблеми.** Сочевиця сьогодні є однією із перспективних нішевих зернобобових культур, яка завойовує все більшу популярність як на світовому так і українському аграрних ринках [1].

Культура володіє цілим рядом цінних властивостей, зокрема висока харчова та продовольча цінність, сидеральне використання, поліпшувач ґрунтів [2].

Разом із тим наголошується що для сочевиці відсутні сьогодні ефективні адаптовані технологічні рішення щодо її вирощування у лісостеповій зоні. У наслідок цього рівень її урожайності низький. За останніх п'ять років він склав всього 1,27 т/га, що при потенціалові сучасних сортів культури на рівні до 2,5

<sup>1</sup> Науковий керівник кандидат с.-г. наук, доцент Дідур І. М.

т/га низьким рівнем з огляду на реалізацію урожайного потенціалу [3].

З іншого боку для сочевиці як зернобобової культури важливим в пошуку оптимальних технологій є врахування закономірностей її симбіотичного потенціалу, який у свою чергу визначає успішність ґрунтового живлення та майбутній урожай зерна [4].

Враховуючи вище викладені аргументи, дослідження процесів формування симбіотичного апарату сочевиці за оптимізації її живлення є завданням актуальним, що потребує наукового вирішення.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Для сочевиці, в силу її середнього рівня окультурення, короткого вегетаційного розвитку та короткого періоду нагромадження основної вегетативної маси симбіотична фіксація та її симбіотичний потенціал відіграють важливу роль у реалізації врожайного потенціалу її сортів [5].

Формування бульбочок у сочевиці порівняно з іншими зернобобовими культурами має свої особливості. Так початок її активної фази за оптимальних умов розпочинається вже на 7 добу після сходів, а найбільш інтенсивна фаза припадає на 2–4 тиждень після сходів [6, 8, 9].

Симбіотичний апарат сочевиці відноситься до середньовираженого за розмірами бульбочок у ризосфері рослин, які у сочевиці мають червонувато-коричневий відтінок і у відмитому стані досить добре контрастують із системою галуження кореневої системи [4, 10, 11]. Проте, не дивлячись на досить детальне вивчення самого процесу формування бульбочок у ризосфері сочевиці, питання впливу на цей процес, а також загальну діяльність її симбіотичного комплексу є питанням спірним, яке потребує додаткового вивчення.

**Умови та методика досліджень.** Дослідження проводились у рамках вивчення формування продуктивності сочевиці на зерно залежно від технологічних прийомів вирощування. Польові дослідження проводили впродовж 2019–2021 років на базі дослідного господарства «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету (с. Агрономічне Вінницького району Вінницької області). Агротехнологічна характеристика дослідного поля: рівний рельєф, тип ґрунту сірі лісові із такими властивостями: глибина гумусово-елювіального горизонту 30 см, колір сірий, низький вміст гумусу – 1,97 % та лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 67 мг/кг ґрунту, підвищений вміст рухомого фосфору (за Чириковим) – 140 мг/кг ґрунту та середній обмінного калію (за Чириковим) – 90 мг/кг ґрунту. Сума ввібраних основ – 1,45 мг.-екв. на 100 г ґрунту за гідролітичної кислотності 3,44 мг.екв./100 г ґрунту при рН 5,5–5,7. Слід зауважити, що погодні умови за період досліджень знаходились у межах норми відхилень для умов нестійкого зволоження. Відповідно до представлених графічних представлень роки досліджень за показником ГТК вегетаційний період сочевиці можна віднести до наступних класифікуючих категорій ГТК<sub>2018</sub> 1,179, ГТК<sub>2019</sub> – 1,690, ГТК<sub>2020</sub> – 1,859, ГТК<sub>2021</sub> – 1,369 (табл. 1).

Таблиця 1

**Середньомісячний гідротермічний коефіцієнт за період травень–серпень, 2019–2021 рр.**

Рік	Місяці				Середнє значення за період вегетації
	V	VI	VII	VIII	
2019	4,710	1,555	1,003	0,235	1,690
2020	5,489	1,474	0,649	0,474	1,859
2021	4,204	2,662	0,530	1,077	1,543

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Розрахункові погодні константи періоду вегетації сочевиці представлено у таблиці 2.

Таблиця 2

**Параметри погодних умов періоду вегетації сочевиці (2019–2021 рр.)**

Коефіцієнт посушливості М. В. Бова на періоди обліку			За період травень – липень					
			сума опадів, мм	середня за період		ГТК	випаровуваність, мм	коефіцієнт зволоження М.М. Іванова
				середньодобова температура повітря, °С	відносна вологість повітря, %			
10.04	10.06	10.08						
2019 р.								
$\frac{3,09}{2,78}^*$	$\frac{5,41}{5,19}$	$\frac{1,77}{1,67}$	402,2	18,6	72	2,350	342	1,176
2020 р.								
$\frac{2,59}{1,91}$	$\frac{1,55}{1,54}$	$\frac{1,36}{1,28}$	325,5	17,6	70	2,010	327	0,995
2021 р.								
$\frac{2,65}{2,22}$	$\frac{2,00}{1,79}$	$\frac{1,20}{1,05}$	261,5	20,2	65	1,407	367	0,713

Примітка. \* в знаменнику значення коефіцієнта для 2/3 запасів вологи

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Таким чином, гідротермічні режими років досліджень мали істотні відмінності за базовими показниками, із розподілом їх у ряду зростання стресовості по відношенню до забезпечення оптимальних темпів росту і розвитку рослин сочевиці у наступному порядку 2019–2020–2021 роки.

Програмою досліджень було передбачено закладення одного багатofакторного польового дослідy схема якого представлена у табл. 3.

Таблиця 3

**Схема дослідy з вивчення комбінованого поєднання інокуляції та застосування мікроелементів за вирощування сочевиці (передпосівний фон удобрення для всіх варіантів N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>)**

Інокуляція насіння азотфіксуючими мікроорганізмами (чинник А)	Передпосівна обробка насіння мікроелементами (чинник В)	Позакореневе підживлення мікродобривами (чинник С)
Без інокуляції (А <sub>1</sub> )	Контроль (без обробки) (В <sub>1</sub> )	(С <sub>1</sub> ) Без підживлення
		(С <sub>2</sub> ) Ярило активний старт PRO (2.0 л/га у фазу початку стеблування (BBCH* 13–15))
		(С <sub>3</sub> ) Авангард Комплекс Бобові (2.0 л/га у фазу початку бутонізації (BBCH 53–55))
		(С <sub>4</sub> ) Ярило активний старт PRO (2.0 л/га у фазу початку стеблування (BBCH 13–15)) + Авангард Комплекс Бобові (2.0 л/га у фазу початку бутонізації (BBCH 53–55))
	Оракул насіння (1 л/т) (В <sub>2</sub> )	(С <sub>1</sub> ) Без підживлення
		(С <sub>2</sub> ) Ярило активний старт PRO (2.0 л/га у фазу початку стеблування (BBCH* 13–15))
		(С <sub>3</sub> ) Авангард Комплекс Бобові (2.0 л/га у фазу початку бутонізації (BBCH 53–55))
		(С <sub>4</sub> ) Ярило активний старт PRO (2.0 л/га у фазу початку стеблування (BBCH 13–15)) + Авангард Комплекс Бобові (2.0 л/га у фазу початку бутонізації (BBCH 53–55))
Інокуляція Андеріс-р (багатокомпонентний інокулянт (2 л/т)) (А <sub>2</sub> )	Контроль (без обробки) (В <sub>1</sub> )	(С <sub>1</sub> ) Без підживлення
		(С <sub>2</sub> ) Ярило активний старт PRO (2.0 л/га у фазу початку стеблування (BBCH* 13–15))
		(С <sub>3</sub> ) Авангард Комплекс Бобові (2.0 л/га у фазу початку бутонізації (BBCH 53–55))
		(С <sub>4</sub> ) Ярило активний старт PRO (2.0 л/га у фазу початку стеблування (BBCH 13–15)) + Авангард Комплекс Бобові (2.0 л/га у фазу початку бутонізації (BBCH 53–55))
	Оракул насіння (1 л/т) (В <sub>2</sub> )	(С <sub>1</sub> ) Без підживлення
		(С <sub>2</sub> ) Ярило активний старт PRO (2.0 л/га у фазу початку стеблування (BBCH* 13–15))
		(С <sub>3</sub> ) Авангард Комплекс Бобові (2.0 л/га у фазу початку бутонізації (BBCH 53–55))
		(С <sub>4</sub> ) Ярило активний старт PRO (2.0 л/га у фазу початку стеблування (BBCH 13–15)) + Авангард Комплекс Бобові (2.0 л/га у фазу початку бутонізації (BBCH 53–55))

\* – фаза розвитку сочевиці за шкалою Задокса.

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Сівбу проводили у другій декаді квітня звичайним рядковим способом Норма висіву 2,1–2,2 млн. схожих насінин на 1 га при глибині заробки насіння – 4–5 см. Після сівби застосовували коткування. У дослідженнях використано районований сорт сочевиці Лінза.

Кількість та сиру масу бульбочок на рослинах сочевиці визначали відповідно до методики В.В. Волкогона [12].

Симбіотичну діяльність рослин сочевиці оцінювали за методикою С.Я. Коць [13] з калькуляцією загального (ЗСП) та активного (АСП) симбіотичного потенціалу, кількість біологічно фіксованого азоту.

ЗСП (індивідуальний вираз для рослини, г добу/рослину) визначали за формулою 1:

$$ЗСП = \frac{M_1 + M_2}{2} \times T \quad (1)$$

де:  $M_1$  та  $M_2$  – показники маси бульбочок на початок та кінець облікового періоду, г/рослину;

$T$  – період між двома обліками, що відповідає настанню фенологічної фази рослин, діб.

АСП (індивідуальний вираз для рослини, г добу/рослину) визначали за формулою 2:

$$АСС = \frac{M_1 + M_2}{2} \times T \quad (2)$$

де:  $M_1$  та  $M_2$  – показники маси активних бульбочок на початок та кінець облікового періоду, г/рослину (кг/га);

$T$  – період між двома обліками, що відповідає настанню фенологічної фази рослин, діб.

Статистичну обробку результатів польових і лабораторних досліджень проводили з використанням методики [14].

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Результати обліку загальної кількості бульбочок та їх сирої маси у динаміці фенологічного розвитку рослин сочевиці (табл. 4) засвідчили позитивний вплив досліджуваних факторів на формування даного показника. Так загальна кількість бульбочок, за загальної виявленої тенденції до зростання включно до фази формування бобів та послідуного зниження на фазу досягання – змінювалась на варіанті без застосування додаткових заходів оптимізації живлення сочевиці в інтервалі від 3,2 шт./рослину на фазу стеблуння до 14,2 шт./рослину на фазу формування бобів із зниженням до 11,1 на фазу досягання.

На варіанті із застосуванням комплексного поєднання заходів оптимізації живлення сочевиці ці значення становили 11,1 шт./рослину, 40,8 шт./рослину та 34,7 шт./рослину. При цьому застосування інокуляції насіння інокулянтном, який містить комплекс штаму бактерій виявився істотно ефективнішим з позиції формування симбіотичного потенціалу – індекс збільшення кількості бульбочок у співставленні середнього значення показника по фонах з

Таблиця 4

**Фенологічна динаміка загальної кількості (шт./рослину) і сирової маси  
бульбочок (мг/рослину) на кореневій системі сочевиці сорту Лінза залежно  
від впливу варіантів досліду, середнє за 2019-2021 рр.**

Інокуляція (чинник В)	Обробка насіння (чинник С)	Варіант позакореневого підживлення (чинник D)	Стеблук- вання		Бутоні- зація		Цвітіння		Формування бобів		Достигання	
			к-сть бульбочок	сира маса	к-сть бульбочок	сира маса	к-сть бульбочок	сира маса	к-сть бульбочок	сира маса	к-сть бульбочок	сира маса
Без інокуляції	Контроль (без обробки)	1	3,2	4,2	7,1	8,1	11,8	66,2	14,2	100,5	11,1	60,5
		2	4,1	5,2	9,6	11,1	15,2	77,4	17,4	105,7	13,2	71,5
		3	3,2	4,5	8,9	10,2	14,3	74,8	17,9	108,5	13,8	74,1
		4	4,1	5,1	9,4	10,5	15,8	78,3	18,2	110,2	14,8	78,2
	Оракул насіння (1 л/т)	1	4,2	5,4	8,4	9,6	13,9	70,1	15,8	102,7	12,7	62,8
		2	5,1	5,8	10,7	12,3	17,8	87,7	19,3	110,5	14,7	78,1
		3	4,2	5,6	10,1	11,3	17,3	86,2	20,0	112,7	15,2	82,3
		4	5,2	5,9	10,5	11,7	17,9	89,6	20,9	113,8	16,3	84,8
Інокуляція Андеріс-р (2 л/т)	Контроль (без обробки)	1	9,7	18,9	23,8	37,9	28,8	211,2	29,9	249,8	22,4	149,7
		2	10,4	19,9	27,5	47,7	33,7	238,7	35,5	278,7	27,8	187,5
		3	9,9	19,2	26	42,9	35,1	247,9	37,3	297,9	29,2	211,2
		4	10,7	20,3	28,1	48,5	37,5	252,5	38,8	316,8	32,1	226,9
	Оракул насіння (1 л/т)	1	9,9	19,4	26,1	39,2	29,5	223,9	30,8	254,7	23,6	178,6
		2	10,9	20,9	30,5	51,6	33,8	256,5	35,3	280,2	29,1	194,9
		3	10,1	19,0	28,8	49,1	35,4	269,8	37,6	309,6	31,1	234,3
		4	11,1	21,7	32,4	55,7	37,9	281,3	40,8	324,7	34,7	247,8
НІР <sub>05</sub> , шт (мг) А			0,13	0,37	0,26	0,34	0,21	0,24	0,24	3,04	0,28	2,87
В			0,11	0,31	0,21	0,28	0,17	0,20	0,20	2,48	0,23	2,34
С			0,11	0,31	0,21	0,28	0,17	0,20	0,20	2,48	0,23	2,34
D			0,15	0,43	0,30	0,39	0,25	0,28	0,28	3,50	0,33	3,31
AB			0,18	0,53	0,37	0,48	0,30	0,34	0,34	4,29	0,40	4,06
AC			0,18	0,53	0,37	0,48	0,30	0,34	0,34	4,29	0,40	4,06
AD			0,26	0,75	0,52	0,68	0,43	0,48	0,48	6,07	0,56	5,74
BC			0,15	0,43	0,30	0,39	0,25	0,28	0,28	3,50	0,33	3,31
BD			0,21	0,61	0,42	0,56	0,35	0,40	0,39	4,96	0,46	4,69
CD			0,21	0,61	0,42	0,56	0,35	0,40	0,39	4,96	0,46	4,69
ABC			0,26	0,75	0,52	0,68	0,43	0,48	0,48	6,07	0,56	5,74
ABD			0,37	1,06	0,73	0,96	0,60	0,69	0,68	8,58	0,80	8,12
ACD			0,37	1,06	0,73	0,96	0,60	0,69	0,68	8,58	0,80	8,12
BCD			0,30	0,86	0,60	0,79	0,49	0,56	0,55	7,01	0,65	6,63
ABCD			0,52	1,50	1,03	1,36	0,85	0,97	0,96	12,14	1,13	11,48

Чинник А – річні умови вегетації. Джерело: сформовано автором за результатами дослідження. Варіанти підживлень: 1 – без підживлення; 2 – Ярило активний старт PRO; 3 – Авангард Комплекс Бобові; 4 – Ярило активний старт PRO + Авангард Комплекс Бобові.

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

інокуляцією і без становив за період досліджень 2,34. Застосування передпосівної обробки насіння мікроелементами забезпечив середнє у розрізі облікових феностадій рослин зростання загальної кількості бульбочок на 4,9 % на неінокульованому фоні та на 16,5 % на фонах із її застосуванням.

Застосування мікродобрив у позакореневе підживлення було більш ефективним за його застосування на початку стеблуння із аналогічним приростом величини показника до середнього по контролю без застосування підживлень 17,9 %. У варіанті застосування позакореневого підживлення на фазу початку бутонізації цей показник склав 16,1 %. Найбільш ефективним було застосування двох позакорневих підживлень із приростом в 26,1 %. Різницю у відмінностях застосування мікродобрив ми пояснюємо позитивною дією даного заходу вже на етапі активного формування симбіотичного потенціалу і в цьому плані ефект від застосування мікродобрива збігається з початком активного симбіозу. На пізніших стадіях позакореневе підживлення більш ефективно впливає саме на вегетативний морфогенез рослин сочевиці і в меншій мірі на формування симбіотичного потенціалу. При цьому за твердженнями [15] перший варіант більш виражено впливає на кількість бульбочок, другий – на їх загальну масу.

Абсолютно подібний характер формування встановлено для показника сирої маси бульбочок з мінімальним значенням у варіанті повної відсутності застосованих заходів оптимізації удобрення сочевиці та максимальним за умов їх комплексного поєднання із середнім співвідношенням між цими граничними варіантами як 1 до 4,7. При цьому приріст від інокуляції у середньому склав коефіцієнт 3,36. При цьому значення цього показника є вищим ніж аналогічне для загальної кількості бульбочок, що з огляду на ряд досліджень [7, 9] свідчить на користь ефекту пролонгованої дії від застосування інокуляції зі зміщенням ефекту на більш пізніші феностадії. Застосування мікроелементів для обробки насіння забезпечило зростання сирої маси бульбочок на 7,0 у варіанті без інокуляції та на 11,2 % у варіанті із її застосуванням. Приріст від застосування підживлень у фазу початку стеблуння склав 16,1 %, у фазу початку бутонізації – 17,9 %, від комбінованого поєднання – 26,1 % до контролю без застосування підживлень.

Подібні окреслені закономірності формування відмічено в обліку кількості та маси активних бульбочок залежно від варіантів досліду (табл. 5). За збереження тих же тенденцій у динаміці формування впливу факторів досліду за показниками приростів посилювався майже у двічі. Так, співвідношення середнього значення показника отриманого на варіантах на фоні інокуляції по відношенню до середнього по варіантах без її застосування становило за період досліджень для кількості активних бульбочок коефіцієнт співвідношення 6,3, а для сирої маси активних бульбочок – 8,8. Прирости від застосування передпосівної обробки насіння мікроелементами склали 11,5 % та 11,3 %, відповідно для кількості та сирої маси активних бульбочок на фоні без

Таблиця 5

**Фенологічна динаміка загальної кількості (шт./рослину) і сирової маси активних бульбочок (мг/рослину) на кореневій системі сочевиці сорту Лінза залежно від впливу варіантів досліду, середнє за 2019-2021 рр.**

Інокуляція (чинник В)	Обробка насіння (чинник С)	Варіант позакорене вого піджив- лення (чинник D)	Стеблю- вання		Бутоні- зація		Цвітіння		Формування бобів		Дости- гання	
			к-сть бульбочок	сира маса	к-сть бульбочок	сира маса	к-сть бульбочок	сира маса	к-сть бульбочок	сира маса	к-сть бульбочок	сира маса
Без інокуляції	Контроль (без обробки)	1	1,5	2,5	3,1	6,2	7,8	46,7	7,2	42,7	4,1	9,8
		2	2,2	3,4	4,6	9,1	11,6	57,9	10,3	53,3	5,2	16,9
		3	1,7	3,0	4,2	8,2	11,7	59,7	11,1	56,1	5,7	20,7
		4	2,4	3,5	4,6	9,2	13,2	61,5	11,7	58,7	6,2	24,4
	Оракул насіння (1 л/т)	1	2,1	3,3	3,7	7,4	9,5	50,8	8,2	47,5	4,7	11,2
		2	2,8	3,8	5,2	10,3	13,7	65,2	11,8	61,3	6,9	18,7
		3	2,3	3,5	4,7	9,2	13,5	67,1	12,7	63,5	7,3	23,8
		4	2,8	3,8	5,3	10,5	15,4	70,8	13,9	68,1	8,7	29,7
Інокуляція Андеріс-р (2 л/т)	Контроль (без обробки)	1	8,2	15,3	20,2	32,3	23,7	177,1	22,1	176,7	11,1	74,6
		2	9,1	16,7	24,1	42,3	29,9	208,4	28,2	210,1	16,8	93,8
		3	8,5	16,1	22,7	37,8	31,3	228,8	30,2	229,2	18,5	116,8
		4	9,2	17,2	24,9	43,4	33,8	245,9	32,5	252,8	20,6	133,8
	Оракул насіння (1 л/т)	1	8,4	16,1	22,2	35,8	25,9	193,4	24,9	193,7	14,4	88,9
		2	9,5	17,8	26,9	47,5	31,5	221,9	30,2	226,7	20,3	106,7
		3	9,2	16,4	25,1	45,2	33,1	246,7	32,6	251,8	23,2	142,8
		4	9,7	18,7	28,8	52,1	35,7	266,8	35,9	276,3	25,6	155,2
НІР <sub>05</sub> , шт (мг) А			0,12	0,29	0,20	0,97	0,29	1,32	0,28	1,86	0,24	1,24
В			0,10	0,23	0,17	0,79	0,23	1,08	0,23	1,51	0,20	1,01
С			0,10	0,23	0,17	0,79	0,23	1,08	0,23	1,51	0,20	1,01
D			0,14	0,33	0,23	1,12	0,33	1,52	0,33	2,14	0,28	1,43
AB			0,17	0,40	0,29	1,38	0,41	1,86	0,40	2,62	0,34	1,75
AC			0,17	0,40	0,29	1,38	0,41	1,86	0,40	2,62	0,34	1,75
AD			0,25	0,57	0,41	1,95	0,57	2,63	0,57	3,71	0,48	2,48
BC			0,14	0,33	0,23	1,12	0,33	1,52	0,33	2,14	0,28	1,43
BD			0,20	0,47	0,33	1,59	0,47	2,15	0,46	3,03	0,40	2,02
CD			0,20	0,47	0,33	1,59	0,47	2,15	0,46	3,03	0,40	2,02
ABC			0,25	0,57	0,41	1,95	0,57	2,63	0,57	3,71	0,48	2,48
ABD			0,35	0,81	0,58	2,75	0,81	3,73	0,81	5,25	0,69	3,50
ACD			0,35	0,81	0,58	2,75	0,81	3,73	0,81	5,25	0,69	3,50
BCD			0,28	0,66	0,47	2,25	0,66	3,04	0,66	4,28	0,56	2,86
ABCD			0,49	1,14	0,81	3,89	1,15	5,27	1,14	7,42	0,97	4,95

Чинник А – річні умови вегетації. Джерело: сформовано автором за результатами дослідження. Варіанти підживлень: 1 – без підживлення; 2 – Ярило активний старт PRO; 3 – Авангард Комплекс Бобові; 4 – Ярило активний старт PRO + Авангард Комплекс Бобові.

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

інокуляції та 21,2 % і 14,6 % на фоні з інокуляцією. Застосування позакореневого підживлення у фазу початку стеблування у співставленні до середнього по контрольних варіантах без його застосування забезпечило приріст аналогічних показників 28,5 та 22,3 %, а позакореневе підживлення на



фазу початку бутонізації – 31,0 % та 30,3 %, відповідно. При цьому подвійне застосування мікродобрив у підживлення було найбільш ефективним за рахунок приростів кількості та маси активних бульбочок на рівні 44,8 % та 44,7 %, відповідно. Нами встановлено, з огляду на проаналізовані раніше як особливості фенологічного розвитку рослин сочевиці (табл. 6), так і

Таблиця 6

**Індивідуальний загальний та активний симбіотичний потенціал сорту сочевиці Лінза залежно від впливу варіантів дослідів вирощування, г діб/рослину (середнє за 2019-2021 рр.)**

Інокуляція (чинник В)	Обробка насіння (чинник С)	Варіант позакореневого підживлення (чинник D)	Стеблү- вання- бутонізація		Бутонізація- цвітіння		Цвітіння- формування бобів		Формування бобів- достигання	
			ЗСП	АСП	ЗСП	АСП	ЗСП	АСП	ЗСП	АСП
Без інокуляції	Контроль (без обробки)	1	0,10	0,07	0,30	0,21	1,25	0,67	1,61	0,53
		2	0,15	0,11	0,35	0,27	1,37	0,83	1,77	0,70
		3	0,13	0,10	0,38	0,31	1,47	0,93	1,92	0,81
		4	0,14	0,11	0,40	0,32	1,51	0,96	2,07	0,91
	Оракул насіння (1 л/т)	1	0,14	0,10	0,32	0,23	1,30	0,74	1,66	0,59
		2	0,16	0,13	0,40	0,30	1,59	1,01	1,98	0,84
		3	0,16	0,12	0,44	0,34	1,59	1,04	2,15	0,96
		4	0,17	0,14	0,46	0,37	1,73	1,18	2,18	1,08
Інокуляція Андеріс-р (2 л/т)	Контроль (без обробки)	1	0,51	0,43	1,12	0,94	3,69	2,83	4,19	2,64
		2	0,61	0,53	1,29	1,13	4,14	3,35	5,13	3,34
		3	0,59	0,51	1,31	1,20	4,64	3,89	5,60	3,81
		4	0,65	0,58	1,51	1,45	4,84	4,24	6,25	4,45
	Оракул насіння (1 л/т)	1	0,53	0,47	1,18	1,03	4,07	3,29	4,55	2,97
		2	0,65	0,59	1,39	1,21	4,56	3,81	5,23	3,67
		3	0,65	0,59	1,59	1,46	5,21	4,49	6,25	4,54
		4	0,77	0,71	1,69	1,59	5,45	4,89	6,58	4,96
H <sub>IP</sub> 05, г діб/рослину A			0,012	0,019	0,029	0,027	0,052	0,069	0,113	0,083
B			0,010	0,015	0,023	0,022	0,043	0,056	0,092	0,068
C			0,010	0,015	0,023	0,022	0,043	0,056	0,092	0,068
D			0,014	0,022	0,033	0,031	0,060	0,079	0,130	0,096
AB			0,017	0,027	0,041	0,038	0,074	0,097	0,160	0,118
AC			0,017	0,027	0,041	0,038	0,074	0,097	0,160	0,118
AD			0,024	0,038	0,057	0,053	0,104	0,138	0,226	0,167
BC			0,014	0,022	0,033	0,031	0,060	0,079	0,130	0,096
BD			0,020	0,031	0,047	0,044	0,085	0,112	0,184	0,136
CD			0,020	0,031	0,047	0,044	0,085	0,112	0,184	0,136
ABC			0,024	0,038	0,057	0,053	0,104	0,138	0,226	0,167
ABD			0,034	0,053	0,081	0,075	0,148	0,194	0,319	0,236
ACD			0,034	0,053	0,081	0,075	0,148	0,194	0,319	0,236
BCD			0,028	0,043	0,066	0,062	0,121	0,159	0,261	0,193
ABCD			0,048	0,075	0,115	0,107	0,209	0,275	0,452	0,333

Чинник A – річні умови вегетації. Джерело: сформовано автором за результатами дослідження. Варіанти підживлень: 1 – без підживлення; 2 – Ярило активний старт PRO; 3 – Авангард Комплекс Бобові; 4 – Ярило активний старт PRO + Авангард Комплекс Бобові.

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

закономірності формування загальної кількості та маси бульбочок за видами – істотний вплив вивчаємих факторів досліду на формування індивідуального загального та активного симбіотичного потенціалу сочевиці. При цьому найвище значення як ЗСП, так і АСП відмічено у міжфазний період формування бобів досягання, відповідно, із середнім значенням по досліду 3,69 г діб/рослину та 2,30 г діб/рослину, а мінімальний відповідно на міжфазний період стеблуння-бутонізація – 0,38 та 0,33 г діб/рослину, відповідно.

При цьому мінімальне значення як ЗСП, так і АСП відмічено за період досліджень у варіанті без застосування додаткових заходів оптимізації живлення сочевиці із середнім значенням у розрізі облікованих міжфазних періодів на рівні 0,82 та 0,37 г діб/рослину, відповідно.

Максимальний показник цих же показників встановлено у варіанті комплексного застосування всіх чинників досліду у значенні 3,62 та 3,04 г діб/рослину, відповідно. Слід зауважити, що на варіанті з мінімальним значенням ЗСП та АСП співвідношення між двома потенціалами більш істотно диспропорційне, ніж у варіанті із максимальним їх значенням. Тобто послідовне поєднання інокуляції, обробки насіння мікроелементами та застосування позакореневих підживлень сприяє зниженню різниці між ЗСП та АСП.

При цьому встановлено також, загальне зростання показників ЗСП та АСП у порівнянні варіантів із інокуляцією та без неї за коефіцієнтом приросту у середньому по міжфазних облікових періодах на рівні 3,47 та 4,55 відповідно. Застосування заходу обробки насіння мікроелементами на фоні без інокуляції забезпечувало загальний приріст показників ЗСП та АСП на 10,1 % та 13,9 %, відповідно. Інокуляція підсилювала позитивний ефект від застосування обробки насіння мікроелементами у середньому на 3,3 % для показника ЗСП та на 4,2 % для показника АСП. Застосування позакореневих підживлень мікродобривами також мало позитивний вплив на величину обох симбіотичних потенціалів з посиленням їх дії на 3,5–7,2 % у співставленні фону з інокуляцією до фону без її застосування. В усередненому підсумку у розрізі облікових міжфазних періодів вегетації сочевиці одноразове застосування мікродобрива Ярило активний старт PRO у фазу початку стеблуння забезпечило приріст показника ЗСП та АСП на 17,6 % та 23,6 %, відповідно. Застосування мікродобрива Авангард Комплекс Бобові у фазу початку бутонізації забезпечило ефект приросту на рівні 26,2 % і 37,1 %, відповідно. Максимальний же ефект від позакореневих підживлень відмічено у варіанті комбінованого застосування двох варіантів мікродобрив з приростами 36,9 % і 54,4 %, відповідно.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Таким чином, оптимізація фізіологічних ростових процесів рослин сочевиці на фоні підвищення рівня активізації процесу симбіотичного заселення її ризосфери за рахунок інокуляції, обробки насіння мікроелементами та застосування

позакореневих підживлень сприяло істотно вищому значенні індивідуального ЗСП та АСП. З метою максимальної реалізації симбіотичного потенціалу високоінтенсивних сортів сочевиці доцільно застосовувати комплексне поєднання передпосівної інокуляції, обробки насіння мікроелементами та застосування системи позакореневих підживлень.

### Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Січка В.І. Бобова для сівозмін Півдня. *Farmer*. №10 (94) жовтень, 2017. С. 68–72.
2. Орехівський В.Д., Січка В.І., Овсянникова Л.К., Маматов М.О., Соломонов Р.В. Сочевиця – джерело рослинного білка. *Зернові продукти і комбікорми*. 2017. Vol. 17 (I) №. 4. С. 22–29.
3. Клиша А.І., Кулініч О.О. Сочевиця: цінна зернобобова культура *Агроном*. 2010. № 4. С. 176–177.
4. Черенков А.В., Клиша А.І., Гирка А.Д. Сучасна технологія вирощування сочевиці. Дніпро, 2013. 48 с.
5. Yadav S. S., McNeil D. L., Stevenson P.C. (Eds.). *Lentil: An Ancient Crop for Modern Times*. Heidelberg, Netherlands: Springer 2007. 461 p.
6. Тележенко Л.М., Атанасова В.В. Трактат про сочевицю : монографія. Одеська національна академія харчових технологій. Херсон : Гринь Д. С., 2016. 136 с.
7. Присяжнюк О.І., Топчій О.В., Слободянюк С.В., Карпук Л.М., Малярєнко О.А., Павліченко А.А., Свистунова І.В. Сочевиця. Біологія та вирощування : монографія. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. 180 с.
8. Zafar M., Abbasi M.K., Khan M.A., Khaliq A., Sultan T., Aslam M. Effect of plant growth-promoting rhizobacteria on growth, nodulation and nutrient accumulation of lentil under controlled conditions. *Pedosphere*. 2012. Vol. 22. № 6. P. 848–859.
9. Joshia M., Timilsena Y., Adhikari B. Global production, processing and utilization of lentil: A review. *Journal of Integrative Agriculture*. 2017. Vol. 16. Iss. 12. P. 2898–2913.
10. Мазур В.А., Ткачук О.П., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Особливості технології вирощування малопоширених зернобобових культур: монографія. Вінниця: ТВОРИ, 2021. 172 с.
11. Січка В.І., Орехівський В.Д., Кривенко А.І., Маматов М.О., Соломонов Р.В. Особливості біології розвитку сочевиці. *Вісник Харківського національного аграрного університету Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання»* 2018. Вип. 1. С. 190–202.
12. Волкогон В.В. Мікробіологічна трансформація сполук азоту в ґрунтах агроценозів: Монографія. К.; Ніжин: ПП Лисенко М.М., Аграрна наука, 2017. 192 с.
13. Коць С.Я., Моргун В.В., Патица В.Ф. [та ін.]. Біологічна фіксація азоту: моногр.: У 4-х т. Т. 2: Бобово-ризобіальний симбіоз. Київ: Логос. 2011. 523 с.

14. Rumsey D.J. Statistics For Dummies. 2nd Edition. John Wiley & Sons Inc. 2016. 408 p.

15. Hamdi A. Heritability and combining ability of root characters in lentil (*Lens culinaris* Medik). *Egyptian Journal of Agricultural Research*. 1992. Vol. 70. P. 247–255.

### Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Sichkar V.I. (2017). Bobova dlia sivozmin Pivdnia [*Legumes for crop rotation in the South*]. *Farmer*. №10 (94) zhovten. 68–72. [in Ukrainian].

2. Orekhivskyi V.D., Sichkar V.I., Ovsianynkova L.K., Mamatov M.O., Solomonov R.V. (2017). Cochevytsia – dzherelo roslynnoho bilka [*Lentils are a source of vegetable protein*]. *Zernovi produkty i kombikormy – Cereal products and compound feed*. Vol. 17 (I) №. 4. 22–29. [in Ukrainian]

3. Klysha A.I., Kulinich O.O. (2010). Sochevytsia: tsinna zernobobova kultura [*Lentils: a valuable leguminous crop*]. *Ahronom – Agronomist*. № 4. 176–177. [in Ukrainian].

4. Cherenkov A.V., Klysha A.I., Hyrka A.D. (2013). Suchasna tekhnolohiia vyroshchuvannia sochevytsi [*Modern technology of growing lentils*]. Dnipro. 48 s. [in Ukrainian].

5. Yadav S.S., McNeil D.L., Stevenson P.C. (2007). Lentil: An Ancient Crop for Modern Times. (Eds.). Heidelberg, Netherlands: Springer. 461 p. [in English].

6. Telezhenko L.M., Atanasova V.V. (2016). Traktat pro sochevytsiu: monohrafiia [*Lentil on essay: monograph*]. Odeska natsionalna akademiia kharchovykh tekhnolohii. Kherson : Hryn D. S. 136 s. [in Ukrainian].

7. Prysiashniuk O.I., Topchii O.V., Slobodianiuk S.V., Karpuk L.M., Maliarenko O.A., Pavlichenko A.A., Svystunova I.V. Sochevytsia (2020). Biolohiia ta vyroshchuvannia : monohrafiia [*Lentil. Biology and cultivation: monograph*]. Vinnytsia : TOV «TVORY». 180 c. [in Ukrainian].

8. Zafar M., Abbasi M.K., Khan M.A., Khaliq A., Sultan T., Aslam M. (2012). Effect of plant growth-promoting rhizobacteria on growth, nodulation and nutrient accumulation of lentil under controlled conditions. *Pedosphere*. Vol. 22. № 6. P. 848–859. [in English].

9. Joshia M., Timilsena Y., Adhikari B. (2017). Global production, processing and utilization of lentil: A review. *Journal of Integrative Agriculture*. Vol. 16. Issue. 12. P. 2898–2913. [in English].

10. Mazur V.A., Tkachuk O.P., Didur I.M., Pantsyreva H.V. (2021). Osoblyvosti tekhnolohii vyroshchuvannia maloposhyrenykh zernobobovykh kultur: monohrafiia [*Peculiarities of technology of cultivation of rare leguminous crops: monograph*]. Vinnytsia : TVORY. 172 s. [in Ukrainian].

11. Sichkar V.I., Orekhivskyi V.D., Kryvenko A.I., Mamatov M.O., Solomonov R.V. (2018). Osoblyvosti biolohii rozvytku sochevytsi [*Peculiarities of the biology of lentil development*]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*

*Seriia «Roslynnystvo, selektsiia i nasinnytstvo, plodoovochivnytstvo i zberihannia» – Bulletin of the Kharkiv National Agrarian University Series "Crop production, selection and seed production, fruit and vegetable production and storage". Issue. 1. 190–202. [in Ukrainian].*

12. Volkohon V.V. (2017). Mikrobiolohichna transformatsiia spoluk azotu v gruntakh ahrotsenoziv: Monohrafiia [*Microbiological transformation of nitrogen compounds in the soils of agroecosystems*]. K.; Nizhyn: PP Lysenko M.M., Ahrarna nauka. 192 s. [in Ukrainian].

13. Kots S.I., Morhun V.V., Patyka V.F. (2011). Biolohichna fiksatsiia azotu: monohr. [*Biological nitrogen fixation: monograph*]: U 4-kh t. T. 2: Bobovoryzobialnyi symbioz. Kyiv: Lohos. 523 c. [in Ukrainian].

14. Rumsey D.J. (2016). Statistics For Dummies. 2nd Edition. John Wiley & Sons Inc. 408 p. [in English].

15. Hamdi A. (1992). Heritability and combining ability of root characters in lentil (*Lens culinaris Medik*). *Egyptian Journal of Agricultural Research*. Vol. 70. P. 247–255. [in English].

#### ANNOTATION

#### **THE FORMATION OF THE SYMBIOTIC POTENTIAL OF LENTIL DEPENDS ON THE OPTIMIZATION OF ITS FOOD IN THE CONDITIONS OF THE FOREST STEPPE OF THE RIGHT RIVER**

*The article highlights the results of the study of the peculiarities of the formation of the symbiotic apparatus and the symbiotic potential of Linza lentils depending on the use of inoculation, treatment of seeds with trace elements and the use of a system of foliar feeding.*

*The peculiarities of the formation of the symbiotic apparatus of lentils are considered in view of its biological features and technological aspects of cultivation.*

*It was determined that both the maximum number of nodules and their raw weight had a maximum formation at the phenological phase of bean formation in the variant of a complex combination of inoculation, seed treatment and two foliar feedings in the amount of 40.8 pcs./plant and 324.7 mg/plant, respectively. For the same option, the maximum indicators of active nodules of 35.9 pcs./plant (at 86.46% share of active nodules) and 276.3 mg/plant were determined, respectively. At the same time, the average share of influence in the dispersion system for the formation of indicators was, respectively, for the annual variance of conditions 22.51% and 16.39%, for inoculation 55.0% and 61.03%, for seed treatment with trace elements 4.34% and 8.33%, for the use of foliar fertilization 14.52% and 16.3%.*

*It was established that the maximum average value of both ZSP and ASP in the interphase period of bean formation-reach is 3.69 g days/plant and 2.30 g days/plant, and the minimum for the interphase period of stemming-budding is 0.38 and 0.33 g day/plant, respectively. The minimum value of both ZSP and ASP was noted in the variant without the application of additional measures to optimize the nutrition of lentils with an average value in the section of the calculated interphase periods at the level of 0.82 and 0.37 g days/plant, respectively, and the minimum - in the variant of the complex application of factors of the experiment - 3.62 and 3.04 g day/plant or in hectare expression 9.18 thousand kg day/ha and 6.92 thousand kg day/ha, respectively.*

**Key words:** lentils, nodule nitrogen-fixing bacteria, inoculation, trace elements, foliar feeding.

**Tabl. 6. Lit. 16.**

### **Інформація про авторів**

**Коршевніук Сергій Петрович** – аспірант кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна 3, 0975640178).

**Korshevnyuk Serhiy** – graduate student of the Department of Agriculture, Soil Science and Agrochemistry of VNAU (21008, Vinnytsia, 3 Sonyachna Street, 0975640178).