

# Особливості формування листкової поверхні та структури врожаю сочевиці сорту 'Антоніна' залежно від елементів технології

О. І. Присяжнюк\*, С. В. Слободянюк

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, \*e-mail: ollpris@gmail.com

**Мета.** Установити особливості формування площі листя та структури врожаю сочевиці 'Антоніна' залежно від елементів технології вирощування: інокуляції азотфіксувальними й фосфатмобілізувальними мікроорганізмами та застосування позакореневого стимулятора росту. **Методи.** Польові, лабораторні. Схема досліду передбачала інокуляцію насіння азотфіксувальними мікроорганізмами (Ризогумін), унесення в зону рядка фосфатмобілізувальних мікроорганізмів (Поліміксобактерин і Біофосфорин) та позакореневого підживлення стимулятором росту (Альга 600). **Результати.** У статті наведено результати досліджень щодо вивчення особливостей формування площі листя та структури врожаю сочевиці залежно від впливу елементів технології. У результаті проведених досліджень визначено, що у фазі цвітіння рослин сочевиці утворювали максимальні показники площі листя, яка в середньому по досліді була на рівні 37,5 тис. м<sup>2</sup>/га, а от на контрольному варіанті – лише 32,0 тис. м<sup>2</sup>/га. За інокуляції насіння Ризогуміном та внесення фосфатмобілізувальних препаратів і позакореневого підживлення отримали максимальні параметри листкової поверхні рослин сочевиці в досліді. Зокрема, у варіанті інокуляції Ризогуміном, унесення Біофосфору та оброблення Альга 600 рослини сочевиці формували площу листя 40,3 тис. м<sup>2</sup>/га. А от у разі застосування на фоні інокуляції насіння Ризогуміном фосфатмобілізувального препарату Поліміксобактерин та Альга 600 була сформована площа листя на рівні 39,9 тис. м<sup>2</sup>/га. **Висновки.** За оброблення насіння азотфіксувальними мікроорганізмами (Ризогумін) та фосфатмобілізувальними бактеріями (Поліміксобактерин та Біофосфорин) урожайність сочевиці суттєво збільшувалася. Зокрема, у варіанті застосування Ризогумін + Поліміксобактерин урожайність становила 1,64 т/га, Ризогумін + Поліміксобактерин + стимулятор росту Альга 600 – 1,90 т/га. Інокуляція насіння позитивно вплинула й на висоту рослин. Ліпші результати отримано за оброблення насіння Ризогуміном у поєднанні з Біофосфорином та Поліміксобактерином – 44,5 і 44,1 см відповідно.

**Ключові слова:** інокуляція насіння; стимулятор росту; висота рослин; кількість стебел; кількість вузлів; урожайність.

## Вступ

Сочевиця займає одне з провідних місць серед зернобобових культур за повноцінністю рослинного білка й перевищує за його вмістом горох, нут та квасолю [1].

Зернобобові, зокрема сочевиця, добре пристосовані до умов помірного клімату й характеризуються високою посухо- та холодостійкістю [2]. Також культура здатна нагромаджувати 100–150 кг/га азоту за рік [2, 3].

Технології вирощування таких зернобобових культур, як соя та горох, сьогодні вивчено максимально повно. Однак технологія вирощування сочевиці не відповідає потребам сучасного виробництва, оскільки не дає змоги повною мірою забезпечити формування її високої продуктивності. Тому, одним із важливих завдань, які має розв'язати сучасна наука, є вдосконалення елементів технології вирощування сочевиці [4].

Основним показником фізіологічного стану посівів сільськогосподарських культур загалом, і сочевиці зокрема, є їхня фотосинтетична активність. Остання залежить від площі листків сочевиці й за досягнення 30–40 тис. м<sup>2</sup>/га накопичення сухої речовини завдяки засвоєнню енергії сонця є оптимальним.

Подальше збільшення площі листків призводить до погіршення освітленості середніх і особливо нижніх ярусів, тому чиста продуктивність фотосинтезу може бути навіть меншою, ніж за оптимальних параметрів формування листкової площі. Для інших рослин оптимальні показники площі листкової поверхні можуть варіювати в досить широких межах – від 25 до 60 тис. м<sup>2</sup>/га [5].

За даними Е. П. Ігнатушкина [6], максимум урожайності насіння сочевиці формується за утворення рослинами у фазі бутонізації 41 тис. м<sup>2</sup>/га площі листя та рівня фотосинтетичного потенціалу 1406 тис. м<sup>2</sup>/га за добу й відповідно значення чистої продуктивності фотосинтезу 2,5 г/м<sup>2</sup> за добу.

Одним із дієвих заходів підвищення врожайності сочевиці є передпосівна інокуля-

Oleh Prysiazhniuk

<http://orcid.org/0000-0002-4639-424X>

Svitlana Slobodianiuk

<https://orcid.org/0000-0001-9939-596X>

ція насіння азотфіксувальними та фосфатмобілізувальними мікроорганізмами. Завдяки передпосівній бактеризації насіння бобові культури забезпечуються активними штамми бульбочкових бактерій, що дає можливість подвоїти, а інколи й потроїти надходження в агроценози «біологічного» азоту [7].

Інокуляція насіння впливає на симбіотичну діяльність рослини. Як зазначає О. М. Данильченко [8], залежно від інокуляції насіння певних змін зазнали кількісні показники рівня симбіотичної діяльності посівів бобових культур, зокрема кількість бульбочок на рослині та їхня маса. У варіантах із передпосівною інокуляцією насіння ризогуміном кількість бульбочок збільшилася на 18,7%, а їхня маса на 26,9%.

У своїх дослідженнях А. Д. Гирка, О. І. Лень, Л. М. Алейнікова [9] з вивчення впливу мінеральних добрив та інокуляції насіння встановили, що приріст урожайності насіння сочевиці від інокуляції насіння досягав 22,1%.

У досліджах С. В. Дідович, Р. О. Кулініч [10] висвітлено можливість підвищення врожайності сочевиці на 0,1–0,6 т/га завдяки передпосівній бактеризації насіння біопрепаратами.

Каленська С. М. та Шихман Н. В. [11] досліджували вплив інокуляції насіння на фотосинтетичну діяльність рослин культури. За інокуляції насіння площа листкової поверхні посівів збільшувалася на 9,1–12,5%.

На думку М. А. Бобро та ін. [12] застосування регуляторів росту рослин сприяє підвищенню врожайності та поліпшенню якості продукції сільськогосподарських культур, відіграючи при цьому не менш важливу роль, ніж використання мінеральних добрив чи засобів захисту рослин.

На особливості формування площі листя та структуру врожаю сочевиці впливає багато чинників. За результатами досліджень Г. І. Сухової, В. Я. Бухало [13], основним показником, що характеризує стан посівів, є площа листя. Було встановлено позитивну залежність між площею листя і швидкістю його формування. За умови досягнення площі листків до 30–40 тис. м<sup>2</sup>/га частка поглинутої енергії підвищується маже пропорційно. Високі врожаї можна отримати тоді, коли відбувається швидке формування оптимальної площі листя [7].

*Мета досліджень* – встановити особливості формування площі листя та структури врожаю сочевиці ‘Антоніна’ залежно від елементів технології вирощування: інокуляції азотфіксувальними й фосфатмобілізу-

вальними мікроорганізмами та застосування позакоренево стимуляторів росту.

### Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили впродовж 2018–2019 рр. на Уладово-Люлинецькій дослідно-селекційній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України (Калинівський р-н, Вінницька обл.).

Територія станції розміщена в південно-східній частині Правобережного Лісостепу України. Ґрунтово-кліматичні умови загалом є сприятливими для вирощування більшості сільськогосподарських культур, зокрема й сочевиці.

Ґрунти дослідного поля – чорноземи типові, глибокі, малогумусні, крупнопилувато-середньосуглинкові, зі вмістом гумусу 3,72% (за Тюріним і Коновою). Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної, уміст легкогідролізованого азоту – 12,02 мг/100 г ґрунту (за Корнфілдом), рухомого фосфору й калію (за Чиріковим) – 19,4 і 10,4 мг/100 г ґрунту відповідно.

Погодні умови у 2018 році були несприятливими для нормального росту й розвитку сочевиці, адже за вегетаційний період випала велика кількість опадів, а ця культура погано переносить надмірну кількість вологи.

Щодо показників температури, то максимальне їх значення за вегетацію становило 17,7 °С (середня багаторічна – 14,8 °С). Найвищу температуру фіксували в першій декаді серпня – 22,3 °С (середня багаторічна – 19,2 °С), найменшу в першій декаді квітня – 10,0 °С (середня багаторічна – 5,8 °С).

Веgetаційний період 2019 року був загалом сприятливим для проходження основних етапів органогенезу культури, зокрема і в період наливання й досягання насіння.

Схемою дослідження передбачалося інокулювання насіння азотфіксувальними бактеріями (Ризогумін), унесення в зону рядка фосфатмобілізувальних мікроорганізмів (Поліміксобактерин та Біофосфорин) та позакоренево підживлення стимулятором росту (Альга 600). Площа посівної ділянки становила 35 м<sup>2</sup>, облікової – 25 м<sup>2</sup>; повторність – триразова. Сорт сочевиці ‘Антоніна’.

Насіння сочевиці обробляли інокулянтами перед сівбою, а регулятором росту у фазі бутонізації рослин у рекомендованих виробниками нормах витрати. Для уникнення негативного взаємовпливу мікроорганізмів їх застосовували роздільно: фосфатмобілізувальні вносили в зону рядка на глибину сівби насіння сочевиці, а азотфіксувальними інокулювали насінневий матеріал.

Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин сочевиці проводили за Методикою державного сортопробування сільськогосподарських культур [14].

Густоту рослин обліковували двічі за вегетацію – на час повних сходів і перед збиранням культури на площі  $\frac{1}{6}$  м<sup>2</sup> на трьох зафіксованих майданчиках по діагоналі облікової ділянки I і III повторень [15].

Площу листової поверхні розраховували методом висічок. Зокрема листя зважували, після чого з кожного листка робили висічки і їх теж зважували. Знаючи площу кожної висічки та їхню кількість, із кожної проби визначали масу 1 см<sup>2</sup> листка, а поділивши загальну масу проби на одержану питому,

визначали площу листової поверхні кожної проби [15].

Статистичний аналіз проводили дисперсійним методом із використанням прикладної програми Statistica-6 [16].

### Результати досліджень

Важливим аспектом формування високого рівня продуктивності рослин сочевиці є створення достатньо ефективної площі листової поверхні та підтримання її тривалий час в активному стані упродовж періоду вегетації.

Застосування інокуляції насіння та регулятора росту позначилося на показниках площі листя рослин сочевиці (табл. 1).

Таблиця 1

Площа листя рослин сочевиці залежно від досліджуваних елементів технології вирощування, тис. м<sup>2</sup>/га (середнє за 2018–2019 рр.)

Інокуляція насіння	Унесення в зону рядка	Позакоренеve підживлення	Сходи	Стеблуння	Бутонізація	Цвітіння	Формування бобів
Без інокуляції	Контроль (без унесення)	Без підживлення	2,38	9,95	19,55	32,00	20,20
		Альга 600	2,38	9,95	19,55	34,40	21,90
	Поліміксобактерин	Без підживлення	2,40	11,05	20,85	35,15	22,90
		Альга 600	2,38	11,05	20,80	36,40	23,40
	Біофосфорин	Без підживлення	2,40	11,45	21,45	35,10	23,05
		Альга 600	2,40	11,45	21,30	36,40	23,35
Ризогумін	Контроль (без унесення)	Без підживлення	2,45	12,40	22,10	37,75	22,15
		Альга 600	2,46	12,35	22,10	38,85	24,45
	Поліміксобактерин	Без підживлення	2,45	13,65	23,05	39,05	24,70
		Альга 600	2,47	13,65	23,15	39,85	25,35
	Біофосфорин	Без підживлення	2,49	13,85	23,40	39,25	24,60
		Альга 600	2,46	13,90	23,50	40,25	24,95
НІР <sub>0,05</sub>			0,07	0,32	1,24	2,05	1,43

На час формування повних сходів параметри листової поверхні рослини сочевиці були на рівні 2,38–2,49 тис. м<sup>2</sup>/га. Загалом же можна стверджувати, що на варіантах інокуляції насіння Ризогуміном площа листової поверхні була незначно вищою порівняно з контрольними варіантами.

У фазі стеблуння в середньому по досліді рослини сочевиці формували 12,1 тис. м<sup>2</sup>/га площі листя, однак були деякі відмінності за варіантами. Зокрема, за внесення в ґрунт Поліміксобактерину формувалось 11,1 тис. м<sup>2</sup>/га площі листя, Біофосфорину – 11,5 тис. м<sup>2</sup>/га. Кращі параметри площі листової поверхні отримано в разі інокуляції насіння Ризогуміном – 12,4 тис. м<sup>2</sup>/га, а за комплексного застосування Поліміксобактерину або Біофосфорину – 13,7 та 13,9 тис. м<sup>2</sup>/га відповідно.

У фазі бутонізації в середньому по досліді рослинами сочевиці утворювалося 21,7 тис. м<sup>2</sup>/га листової поверхні, що було цілком достатньо для ефективного контролювання в посівах бур'янів без застосування гербіцидів.

Максимальну площу листя рослини сочевиці формували у фазі цвітіння: у середньому по досліді цей показник був на рівні 37,0 тис. м<sup>2</sup>/га, тоді як на контрольному варіанті лише 32,0 тис. м<sup>2</sup>/га. За інокуляції насіння Ризогуміном, унесення фосфатмобілізувальних препаратів і позакореневого підживлення отримано максимальні параметри листової поверхні рослин сочевиці в досліді. Зокрема, у варіанті інокуляції Ризогуміном, унесення Біофосфорину та оброблення Альга 600 вона становила 40,3 тис. м<sup>2</sup>/га. У разі застосування на фоні інокуляції насіння Ризогуміном фосфатмобілізуювального препарату Поліміксобактерин та Альга 600 – 39,1 тис. м<sup>2</sup>/га.

У фазі формування бобів площа листя сочевиці значно зменшилася і становила в середньому по досліді 23,5 тис. м<sup>2</sup>/га. Кращі параметри показника, аналогічно попереднім періодам, забезпечували варіанти інокуляції насіння та застосування фосфатмобілізувальних мікроорганізмів.

Важливими показниками у структурі соці рослини, кількість стебел та вузлів врожаю сочевиці на період вегетації є ви- (табл. 2).

Таблиця 2

**Показники елементів структури врожаю сочевиці залежно від впливу досліджуваних елементів технології (середнє за 2018–2019 рр.)**

Інокуляція насіння	Унесення в зону рядка	Позакореневе підживлення	Висота рослин, см	Кількість стебел, шт./роsl.	Кількість вузлів шт./роsl.
Без інокуляції	Контроль (без унесення)	Без підживлення	35,0	4,3	23,0
		Альга 600	37,0	4,3	24,0
	Поліміксобактерин	Без підживлення	38,4	4,5	24,4
		Альга 600	41,2	4,5	25,3
	Біофосфорин	Без підживлення	37,7	4,6	24,3
		Альга 600	40,6	4,6	25,4
Ризогумін	Контроль (без унесення)	Без підживлення	40,7	4,6	24,6
		Альга 600	43,5	4,6	25,7
	Поліміксобактерин	Без підживлення	44,1	4,9	25,2
		Альга 600	47,8	4,9	27,6
	Біофосфорин	Без підживлення	44,5	4,9	25,9
		Альга 600	47,3	4,9	26,7
НІР <sub>0,05</sub>			2,3	0,2	1,5

На дослідних ділянках варіантів без інокуляції насіння азотфіксувальними мікроорганізмами висота рослин загалом змінювалась у межах від 35,0 до 37,7 см. Застосування Поліміксобактерину та Біофосфорину сприяло збільшенню цього показника до 38,4 та 37,7 см відповідно, тоді як за унесення на їхньому фоні Альга 600 – до 41,2 та 40,6 см відповідно.

Одержані дані показали, що інокуляція насіння позитивно вплинула на висоту рослин. Кращі результати отримано на фоні оброблення насіння Ризогуміном у поєднанні з Біофосфорином та Поліміксобактерином – 44,5 і 44,1 см відповідно.

Застосування Ризогуміну в комплексі з фосфатмобілізуювальними препаратами сприяло збільшенню кількості стебел з 4,3 до 4,9 шт./роsl. Водночас позакореневе підживлення Альга 600 проводили у фазі, що вже не давала змоги вплинути на формування цього показника.

Взаємодії інокуляції азотфіксувальними й фосфатмобілізуювальними мікроорганізмами виявилися дещо іншими порівняно з попередньою ознакою. Зокрема, найбільшу кількість стебел зафіксовано у варіанті застосування інокуляції в поєднанні з Ризогуміном + Поліміксобактерин та Ризогумін – Біофосфорин – 4,9 та 4,9 шт./роsl. відповідно.

Таблиця 3

**Урожайність насіння сочевиці залежно від досліджуваних елементів технології вирощування (середнє за 2018–2019 рр.)**

Інокуляція насіння	Унесення в зону рядка	Позакореневе підживлення	Урожайність насіння, т/га
Без інокуляції	Контроль (без унесення)	Без підживлення	1,18
		Альга 600	1,28
	Поліміксобактерин	Без підживлення	1,43
		Альга 600	1,65
	Біофосфорин	Без підживлення	1,47
		Альга 600	1,60
Ризогумін	Контроль (без унесення)	Без підживлення	1,40
		Альга 600	1,47
	Поліміксобактерин	Без підживлення	1,64
		Альга 600	1,90
	Біофосфорин	Без підживлення	1,59
		Альга 600	1,74
НІР <sub>0,05</sub>			0,13

Що стосується зміни кількості бобів на рослині залежно від впливу досліджуваних чинників, то максимальні значення

ознаки отримано у варіантах інокуляції насіння та застосування Альга 600 і фосфатмобілізуювальних мікроорганізмів: Полі-

міксобактерин – 27,6, Біофосфору – 26,7 шт.

Отже, поєднання азотфіксуючих і фосфатмобілізуючих мікроорганізмів та позакореневого застосування Альга 600 позитивно впливало на формування ознаки, збільшивши кількість вузлів порівняно з контрольним варіантом.

Одним із дієвих заходів підвищення врожайності сочевиці є передпосівна інокуляція насіння азотфіксуючими та фосфатмобілізуючими мікроорганізмами в комплексі із застосуванням регулятора росту (табл. 3).

Застосування препарату Альга 600 у період бутонізації сприяло посиленому гілкуванню рослин сочевиці, розвитку більшої кількості квіток, поліпшило їхнє запилення, а також рівномірність утворення бобів. Як наслідок, показники врожайності сочевиці в разі застосування цього препарату були найвищими в усіх варіантах дослідження.

За оброблення насіння сочевиці азотфіксуючими мікроорганізмами (Ризогумін) та фосфатмобілізуючими бактеріями (Поліміксобактерин та Біофосфорин) її врожайність суттєво збільшувалася. Зокрема, у варіанті Ризогумін + Поліміксобактерин врожайність становила 1,64 т/га, а в разі застосування на їхньому фоні ще й стимулятора росту Альга 600 – 1,90 т/га.

Відповідно вищу врожайність насіння отримано у варіантах, де рослини сочевиці формували найбільші параметри площі листового апарату. Інокуляція насіння та позакореневе підживлення рослин комплексно впливають на перебіг фізіологічних процесів та дають змогу суттєво підвищити їхню продуктивність.

## Висновки

Максимальну площу листя рослини сочевиці формували у фазі цвітіння: у середньому по досліді цей показник був на рівні 37,0 тис. м<sup>2</sup>/га, тоді як на контрольному варіанті лише 32,0 тис. м<sup>2</sup>/га. За інокуляції насіння Ризогуміном, унесення фосфатмобілізуючих препаратів і позакореневого підживлення отримано максимальні параметри листової поверхні рослин сочевиці в досліді. Зокрема, у варіанті інокуляції Ризогуміном, унесення Біофосфору та оброблення Альга 600 вона становила 40,3 тис. м<sup>2</sup>/га. У разі застосування на фоні інокуляції насіння Ризогуміном фосфатмобілізуючого препарату Поліміксобактерин та Альга 600 – 39,1 тис. м<sup>2</sup>/га. Зростання площі листової поверхні позитивно позначилося на формуванні інших елементів структури врожаю рослин сочевиці.

Інокуляція насіння позитивно вплинула на висоту рослин. Кращі результати отримано на фоні оброблення насіння Ризогуміном у поєднанні з Біофосфорином та Поліміксобактерином – 44,5 і 44,1 см відповідно.

За оброблення насіння сочевиці азотфіксуючими мікроорганізмами (Ризогумін) та фосфатмобілізуючими бактеріями (Поліміксобактерин та Біофосфорин) її врожайність суттєво збільшувалася. Зокрема, у варіанті Ризогумін + Поліміксобактерин врожайність насіння становила 1,64 т/га, а в разі застосування на їхньому фоні ще й стимулятора росту Альга 600 – 1,90 т/га.

## Використана література

- Andrews M., McKenzie B. A., Joyce A., Andrews M. E. The potential of lentil (*Lens culinaris*) as a grain legume crop in the UK: an assessment based on a crop growth model. *Ann. Appl. Biol.* 2001. Vol. 139. P. 293–300. doi: 10.1111/j.1744-7348.2001.tb00142.x
- Zahir Z. A., Arshad M., Frankenberger W. T. Plant growth promoting rhizobacteria: application and perspectives in agriculture. *Adv. Agron.* 2004. Vol. 81. P. 97–168. doi: 10.1016/S0065-2113(03)81003-9
- Alloush G. A., Zeto S. K., Clark R. B. Phosphorus source, organic matter, and arbuscular mycorrhiza effects on growth and mineral acquisition of chickpea grown in acidic soil. *J. Plant Nutr.* 2000. Vol. 23, Iss. 9. P. 1351–1369. doi: 10.1080/01904160009382105
- Singh G., Singh N., Khanna V. Growth of lentil (*Lens culinaris* Medikus) as influenced by phosphorus, *Rhizobium* and plant growth promoting rhizobacteria. *Indian J. Agric. Res.* 2016. Vol. 50, Iss. 6. P. 567–572. doi: 10.18805/ijare.v0i0f.4573
- Кононенко С. И., Ханиева И. М., Чапаев Т. М., Канукова К. Р. Особенности технологии выращивания чечевицы в условиях предгорной зоны КБР. *Научный журнал КубГАУ.* 2013. № 94. С. 622–631.
- Игнатушкин Е. П. Агробиологические особенности возделывания чечевицы в степной зоне Южного Урала : дис. ... канд. с.-х. наук : спец. 06.01.09 «Растениеводство» / Оренбургский гос. аграр. ун-т. Оренбург, 2002. 203 с.
- Darabi F., Hatami A., Zare M. J. Plant growth-promoting rhizobacteria improved growth, yield and yield components of Lentil (*Lens culinaris* Medic.) under shading growing conditions. *Int. J. Biosci.* 2014. Vol. 4, Iss. 12. P. 346–352. doi: 10.12692/ijb/4.12.346–352
- Данильченко О. М. Вплив інокуляції насіння та фонів мінерального живлення на формування симбіотичного апарату чини та сочевиці. *Вісн. Сумського нац. аграрн. ун-ту. Сер. : Агронія і біологія.* 2012. Вип. 9. С. 121–124.
- Гирка А. Д., Лень О. І., Алейнікова Л. М. Ефективність симбіотичної азотфіксації в агроценозах України. *Бюл. Ін-ту сільськогосподарства степової зони НААН України.* 2014. № 6. С. 131–135.
- Дідович С. В., Кулініч Р. О. Високопродуктивні рослинно-мікробні системи в агроценозах бобових культур. *Корми і кормовиробництво.* 2013. Вип. 76. С. 184–187.
- Каленська С. М., Шихман Н. В. Продуктивність сочевиці залежно від мінерального живлення та передпосівної обробки насіння в умовах Правобережного лісостепу України. *Наукові доповіді НУБіП України.* 2011. № 4. URL: [http://nd.nubip.edu.ua/2011\\_4/11ksm.pdf](http://nd.nubip.edu.ua/2011_4/11ksm.pdf).
- Бобро М. А., Головченко Б. Х., Савченко В. Д., Чунг Еанг. Оптимізація технології вирощування зернових і бобових культур. *Современные технологии, экономика и экология в промышленности, на транспорте и в сельском хозяйстве :*

сб. статей по матер. 5-й Междунар. научно-метод. конф. Алушта, 1998. С. 306–310.

13. Сухова Г. І., Бухало В. Я. Формування програмованого врожаю сочевиці на зерно залежно від сортових особливостей в умовах Східного Лісостепу України. *Вісн. ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. Сер. : Рослинництво, селекція і насінництво, плодощовочівництво*. 2017. Вип. 1. С. 13–21.
  14. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина / за ред. С. О. Ткачик. 4-те вид., випр. і доп. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2016. 118 с.
  15. Ермантраут Е. Р., Гопцій Т. І., Каленська С. М. та ін. Методика селекційного експерименту (в рослинництві). Харків, 2014. 229 с.
  16. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica-6. Київ : ПоліграфКонсалтинг, 2007. 56 с.
- References**
1. Andrews, M., McKenzie, B. A., Joyce, A., & Andrews, M. E. (2001) The potential of lentil (*Lens culinaris*) as a grain legume crop in the UK: an assessment based on a crop growth model. *Ann. Appl. Biol.*, 139, 293–300. doi: 10.1111/j.1744-7348.2001.tb00142.x
  2. Zahir, Z. A., Arshad, M., & Frankenberger, W. T. (2004). Plant growth promoting rhizobacteria: application and perspectives in agriculture. *Adv. Agron.* 81, 97–168. doi: 10.1016/S0065-2113(03)81003-9
  3. Alloush, G. A., Zeto, S. K., & Clark, R. B. (2000). Phosphorus source, organic matter, and arbuscular mycorrhiza effects on growth and mineral acquisition of chickpea grown in acidic soil. *J. Plant Nutr.*, 23(9), 1351–1369. doi: 10.1080/01904160009382105
  4. Singh, G., Singh, N., & Khanna, V. (2016). Growth of lentil (*Lens culinaris* Medikus) as influenced by phosphorus, *Rhizobium* and plant growth promoting rhizobacteria. *Indian J. Agric. Res.*, 50(6), 567–572. doi: 10.18805/ijare.v0i06.4573
  5. Kononenko, S. I., Khanieva, I. M., Chapaev, T. M., & Kanukova, K. R. (2013). Features of cultivation technology for lentil in conditions of foothill zone of KBR. *Naučnyj žurnal KubGAU* [Scientific Journal of KubSAU], 94, 622–631 [in Russian]
  6. Ignatushkin, E. P. (2002). *Agrobiologicheskie osobennosti vzdelyvaniya chechevitsy v stepnoy zone Yuzhnogo Urala* [Agrobiological features of lentil cultivation in the steppe zone of the Southern Urals] (Cand. Agric. Sci. Diss.). Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia. [in Russian]
  7. Darabi, F., Hatami, A., & Zare, M. J. (2014). Plant growth-promoting rhizobacteria improved growth, yield and yield components of Lentil (*Lens culinaris* Medic.) under shading growing conditions. *Int. J. Biosci.*, 4(12), 346–352. doi: 10.12692/ijb/4.12.346-352
  8. Danylchenko, O. M. (2012). Influence of inoculation of seeds and backgrounds of mineral nutrition on the formation of the symbiotic apparatus of rank and lentils. *Visnik Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universitetu. Agronomiâ i biologîâ* [Herald of Sumy National Agrarian University. Series: Agronomy and Biology], 9, 121–124. [in Ukrainian]
  9. Hyrka, A. D., Len, O. I., & Aleinikova, L. M. (2014). Efficiency of symbiotic nitrogen fixation in agrocenoses of Ukraine. *Bûleten Institutu sil'skogo gospodarstva stepovoi zoni NAAN Ukranni* [Bulletin Institute of Agriculture of Steppe zone NAAS of Ukraine], 6, 131–135. [in Ukrainian]
  10. Didovych, S. V., & Kulnich, R. O. (2013). Highly productive plant-microbial symptoms in agrocenoses of legumes. *Kormi i kormovirobnictvo* [Feeds and Feed Production], 76, 184–187. [in Ukrainian]
  11. Kalenska, S. M., & Shykhman, N. V. (2011). Productivity of varieties lentils, depending on mineral nutrition and seed pretreatment in conditions on the Right Bank of Forest Steppe of Ukraine. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukraïni* [Scientific reports NULES of Ukraine], 4. Retrieved from [http://nd.nubip.edu.ua/2011\\_4/11ksm.pdf](http://nd.nubip.edu.ua/2011_4/11ksm.pdf) [in Ukrainian]
  12. Bobro, M. A., Holovchenko, B. Kh., Savchenko, V. D., & Chuonh Eanh. (1998). Optimization of technology for growing cereals and legumes. In *Sovremennye tekhnologii, ekonomika i ekologiya v promyshlennosti, na transporte i v sel'skom khozyaystve: sb. statey po mater. 5 Mezhdunar. nauchno-metod. konf.* [Modern technologies, economics and ecology in industry, transport and agriculture: Collection of scientific articles on the materials of the 5th international scientific-methodical conference] (pp. 306–310). Alushta, Ukraine. [in Ukrainian]
  13. Sukhova, H. I., & Bukhalo, V. Ya. (2017). Formation of the programmed crop of lentils on grain depending on varietal features in the conditions of Eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Visnik HNAU. Seriâ Roslinnictvo, selekciâ i nasinnictvo, plodoovočivnictvo i zberigannâ* [The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Crop production, breeding and seed production, horticulture], 1, 13–21. [in Ukrainian]
  14. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Metodyka provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraïni. Zahalna chastyna* [Methods of conducting qualification tests of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. General part]. (4th ed., rev.). Vinnytsya: FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian]
  15. Ermantraut, E. R., Hoptsiï, T. I., Kalenska, S. M., Kryvoruchenko, R. V., Turchynova, N. P., & Prysiazhniuk, O. I. (2014). *Metodyka selektsiinoho eksperymentu (u roslynnytstvi)* [Method of selection experiment (in crop production)]. Kharkiv: N.p. [in Ukrainian]
  16. Ermantraut, E. R., Prysiazhniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi Statistica 6.0* [Statistical analysis of agronomic study data in the Statistica 6.0 software suite]. Kyiv: PolihrafKonsaltnh. [in Ukrainian]

UDC 633.36/37:631.54

**Prisiazhniuk, O. I.\***, & **Slobodianiuk, S. V.** (2020). Peculiarities of leaf area formation and yield structure of 'Antonina' lentil variety depending on the elements of technology. *Plant Varieties Studying and Protection*, 16(3), 270–276. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.3.2020.214928>

*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, \*e-mail: ollpris@gmail.com*

**Purpose.** To reveal the peculiarities of leaf area formation and a structure of lentils variety 'Antonina' yield depending on the elements of cultivation technology: inoculation with nitrogen-fixing and phosphate-solubilizing microorganisms and the use of foliar growth stimulants. **Methods.** Field, laboratory. The experimental scheme included inoculation of seeds with nitrogen-fixing microorganisms (Ryzogumin), application of phosphate-solubilizing microorganisms (Polimixobacteryn and Biophosphoryn) into

the row zone, and foliar feeding with a growth stimulator (Alga 600). **Results.** The results of studies of the leaf area formation peculiarities and the structure of lentils yield depending on the influence of cultivation technology elements are given in the article. It was found that the maximum indicators of the leaf area were formed by lentils in the flowering phase, which on average in the experiment was at the level of 37.5 thousand m<sup>2</sup>/ha, and in the control variant – only 32.0 thousand m<sup>2</sup>/ha. By inoculating the seeds with Rhyzo-

min, applying phosphate-solubilizing biopreparation and foliar feeding, we obtained the maximum parameters of the leaf surface of lentil plants in the experiment. Thus, in the variant of inoculation with Rhyzogumin, application of Biophosphoryn and treatment with Alga 600 lentil plants formed a leaf area of 40.3 thousand m<sup>2</sup>/ha. However, due to the use of the phosphate-solubilizing biopreparation Polimixobacteryn and Alga 600 on the background of seeds inoculation with Rhyzogumin, the leaf area was formed at the level of 39.9 thousand m<sup>2</sup>/ha. **Conclusions.** When the seeds were treated with nitrogen-fixing microorganisms (Rhyzogumin) and phosphate-solubilizing bacteria (Poli-

mixobacteryn and Biophosphoryn), the yield of lentils increased significantly. Thus, in the experimental plots in the variants with Ryzogumin + Polimixobacteryn the yield was – 1.64 t/ha, and in the combination Ryzogumin + Polimixobacteryn + growth stimulator Alga 600 the yield of lentils was – 1.90 t/ha. Seed inoculation had a positive effect on plant height. The best results were obtained when the seeds were treated with Ryzogumin in combination with Biophosphoryn and Polimixobacteryn – 44.5 and 44.1 cm, respectively.

**Keywords:** *seed inoculation; growth stimulator; plant height; number of stems; number of nodes; yield.*

*Надійшла 17.08.2020*

*Погоджено до друку 21.09.2020*