

УДК 635.15:631.5

DOI: 10.37128/2707-5826-2021-4-5

**ФОРМУВАННЯ
СІМБІОТИЧНОГО АПАРАТУ
СОЧЕВИЦІ ЗАЛЕЖНО ВІД
ІНОКУЛЯЦІЇ ТА ОБРОБКИ
НАСІННЯ
МІКРОЕЛЕМЕНТАМИ**

І.М. ДІДУР, канд. с.-г. наук, доцент
С.П. КОРШЕВНЮК, аспірант
Вінницький національний аграрний
університет

У статті наведено результати багаторічного вивчення особливостей формування симбіотичного потенціалу рослин сочевиці з огляду як на гідротермічні особливості періоду вегетації рослин, так і з позиції застосування різних варіантів передпосівної обробки насіння інокулянтном та комплексними мікродобривами. Визначено аспекти формування симбіотичного потенціалу сочевиці у розрізі різних років за гідротермічним режимом, що дозволило визначити оптимальний інтервал ГТК для реалізації ефективного потенціалу формування бульбочкових бактерій та їх життєдіяльності. Досліджено особливості застосування одного із сучасних інокулянтів насіння саме для сочевиці Андеріс-р та комплексного хелатного мікродобрива для передпосівної обробки насіння – Оракул насіння у форматі одинарного та комбінованого застосування на фоні рекомендованого фону мінерального живлення на рівні 30 кг/га діючої речовини азоту, фосфору і калію з позиції формування симбіотичного апарату у динаміці фенологічного розвитку сочевиці.

Вивчено вплив вказаних препаратів на формування кількості та маси бульбочок на кореневій системі рослин сочевиці за період від галузження стебла до початку формування плодоеlementів. Доведено, що комбіноване застосування інокулянту та мікродобрива забезпечує загальне збільшення кількості бульбочок на рослині щонайменше на 80 % за збільшення їх маси у 2,4 рази. Встановлено особливості формування співвідношення між кількістю та масою бульбочкових бактерій рослин сочевиці як з позиції гідротермічних режимів вегетації, так і з позиції застосування варіантів передпосівної інокуляції насіння та застосування комплексних мікродобрив для всієї ж передпосівної обробки насіння. Відмічено, що з позиції позитивноформуючого впливу на загальні показники формування симбіотичного потенціалу рослин у сочевиці обов'язковим технологічним елементом є передпосівна інокуляція насіння видоспецифічним штамом бактерій, що дозволяє істотно підвищити загальну кількість бульбочок на коренях сочевиці з 5-7 до 30-31 залежно від фенологічної фази та року дослідження.

Ключові слова: сочевиця, мікродобрива, якість насіння, інокуляції, позакореневі підживлення.

Табл. 3. Рис. 3. Літ. 15.

Постановка проблеми. Сочевиця є однією з найбільш давніх культивованих людиною рослин.

У нашій країні вона несправедливо забута, як і решта зернобобових культур. Однак для країн Західної Європи та Азії ця рослина залишається цінною продовольчою культурою, адже належить до культур з досить високою посухо- і холодостійкістю та доброю пристосованістю до вирощування в умовах помірного клімату [1]. Нехтування основних біологічних вимог культури в кінцевому підсумку призводить до отримання нестабільного рівня її продуктивності, значного впливу неконтрольованих факторів вирощування, тощо [2].

Питання формування симбіотичного апарату сочевиці є питанням важливим, оскільки серед інших зернобобових культур за кількістю азоту, який фіксується за

вегетацію, зернобобові культури можна розташувати в наступний ряд (у порядку зростання): сочевиця, горох, нут, квасоля, вика, боби, соя, люпин. Тобто у вказаному ряду саме для сочевиці аспекти ефективного функціонування симбіотичного апарату є одним з ключових у ефективній технології її вирощування та гарантування відповідних рівнів продуктивності [1, 3-6]. Як й інші зернобобові культури, сочевиця здатна засвоювати азот із повітря шляхом симбіозу з бульбочковими бактеріями *Rhizobium leguminosarum*. Тому в день сівби її насіння дуже важливо обробити препаратом бульбочкових бактерій. Використання таких добрив дає змогу поліпшити умови живлення сочевиці завдяки фіксації атмосферного азоту, підвищити її врожай та збільшити вміст білка в рослині [1, 6].

Відомо, що на початку вегетації сочевиця розвивається дуже повільно, активна симбіотична фіксація атмосферного азоту настає досить пізно, тому вона добре відгукується на більш високі стартові дози (N_{35-45} кг/га) азотних добрив [1].

Є певні фізіологічні особливості розвитку симбіотичного апарату сочевиці. Бульбочкові бактерії на коренях сочевиці з'являються на 6-7 день після сходів. Ще через тиждень в них утворюється легтемоглобін пігмент, що надає бульбами рожевий колір і є показником ефективності симбіотичного процесу. Найбільша кількість бульбочок на коренях сочевиці утворюється в період цвітіння. Бульбочки дуже дрібні, їх суха маса становить 1,2-1,6 мг, середня кількість на одній рослині коливається в широкому діапазоні (від 20 до 70 шт. і більше), в залежності від сортових особливостей, рівня мінерального живлення, аерації ґрунту і метеоумов, які складаються у період вегетації. Основна маса бульбочок формується в шарі ґрунту від 8 до 15 см [1, 5, 7].

Відмічається, що метеоумови в період вегетації і на окремих етапах росту і розвитку сочевиці роблять досить помітний вплив на формування симбіотичного апарату культури. Показники активного симбіотичного потенціалу в посівах сочевиці коливаються в межах 45-80% від загального симбіотичного потенціалу і залежать від погодних умов та агробіологічних чинників. Найбільші значення АСП припадають на фази бутонізації та цвітіння. В період бутонізації та цвітіння число рослин в посівах з бульбами досягало 36-48% [1, 8].

На варіантах пізнього строку посіву бульбочки у сочевиці з'являються як правило на 3-5 діб раніше в порівнянні з посівами ранніх строків, але розвиваються вони слабкіше в кількісному і ваговому відношенні [9].

На широкорядних посівах симбіотичний потенціал сочевиці помітно підвищується. Штучна інокуляція сприяє більш ранньому утворенню активних бульбочок на коренях сочевиці і в більшій кількості, ніж на її посівах з природним зараженням. В цілому, зауважується специфічний вплив різних стимуляторів симбіотичної азотфіксації на формування симбіотичного потенціалу саме сочевиці [8-11]. Незважаючи на досить широкий спектр рекомендованих препаратів для такої обробки насіння перед посівом, питання підбору оптимальних варіантів залишається спірним питанням, що потребує наукового вивчення та узагальнення

саме для умов Правобережного Лісостепу України [1, 11].

Таким чином, пошук найбільш ефективних прийомів підвищення врожайності особливо цінних, що користуються широким попитом зернобобових культур, поліпшення якості продукції, забезпечення переробної промисловості екологічно безпечною сировиною є актуальною завданням і має важливе народногосподарське значення у справі стабілізації сільськогосподарського виробництва.

Умови та методика досліджень. Дослідження проводились на дослідному полі ВНАУ на темно-сірих лісових ґрунтах. Агрохімічний потенціал поля: вміст гумусу: 2,02-3,2 %, легкогідролізованого азоту 67-92, рухомого фосфору 149-220, обмінного калію 92-126 мг/кг ґрунту при $pH_{\text{ккл}}$ 5,5-6,0.

Формат досліджень – дрібноділянковий, повторність 3-х разова. Дослідження проводились з використанням районованого сорту сочевиці Лінза у період 2018-2020 рр. Схема досліду представлена у табл. 1

Таблиця 1

Схема польового досліду з вивчення ефективності інокуляції та обробки насіння комплексом мікроелементів сочевиці сорту Лінза, 2018-2020 рр.

Варіант	Зміст варіанту
Контроль	Без інокуляції насіння та обробки насіння мікродобрином + фон ($N_{30}P_{30}K_{30}$ під передпосівний обробіток)
Варіант 1	Фон + Передпосівна інокуляція насіння (Андеріз-р, 2 л/т)
Варіант 2	Фон + хелатне комплексне мікродобрино Оракул насіння (1 л/т)
Варіант 3	Фон + Передпосівна інокуляція насіння (Андеріз-р, 2 л/т) + хелатне комплексне мікродобрино Оракул насіння (1 л/т)

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Оракул насіння – це унікальне комплексне мікродобрино, розроблене компанією «Долина» спеціально для обробки насіння польових, овочевих, декоративних культур, квітів, лучних та газонних трав. Рідке хімічно чисте, висококонцентроване мікродобрино. Має у своєму складі усі необхідні макро- та мікроелементи для повного забезпечення живлення рослин на первинних етапах життєдіяльності (проростання та сходи). Вміст діючої речовини (г/л): азот NH_4 20; фосфор P_2O_5 44; калій K_2O 54; сірка SO_3 23; залізо Fe 15; мідь Cu 5,4; цинк Zn 5,4; бор B 1,8; марганець Mn 15; кобальт Co 0,1; молібден Mo 0,4.

Андеріз-р – біопрепарат для інокуляції. Складається з двох компонентів. Компонент 1: життєздатні клітини бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, *Rhizobium leguminosarum* bv. viciae, *Rhizobium leguminosarum* bv. phaseoli, *Mezorhizobium ciceri*, *Sinorhizobium* sp., які мають унікальну симбіотичну спорідненість до бобових культур; активні метаболіти мікроорганізмів (вітаміни, фітогормони тощо); компоненти поживного середовища (джерела живлення мікроорганізмів); Загальне число життєздатних клітин – $2,5 \times 10^9$ КУО/г. Компонент 2: фосформобілізує гриби *Penicillium bilai*. Обробку насіння обома препаратами проводили у день сівби за активного перемішування з препаратом.

Технологія вирощування сочевиці включала базові елементи рекомендовані для зони Лісостепу правобережного [1]. Для контролю бур'янів використовували гербіцид Пульсар (40 г/л імазамокс) 0,75 л/га у фазу 2 трійчастого листка. Облікова

площа ділянки 20 м². Основні спостереження та обліки проводили відповідно до широкоапробованих методик із зернобобовими культурами [12]. Статистичну обробку даних проводили відповідно до стандартних методик математичної статистики застосовуваних у агрономії [13].

Щодо вивчення симбіотичного апарату сочевиці то основні дослідження та спостереження, аналізи в дослідах виконували згідно наступних методик: формування симбіотичного апарату *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* – *Lens culinaris* Medik. оцінювали у фази бутонізації, цвітіння і наливу бобів сочевиці за кількістю і масою бульбочок на кореневій системі культури згідно методики, описаної В. В. Волкогоном і ін. [14], вміст у бульбочках леггемоглобіну – за Г. С. Посипановим і ін. [15].

Погодні умови за період досліджень різнились. За показниками ГТК (рис. 1) роки досліджень можна розмістити у ранжований ряд за оцінкою загального періоду вегетації у інтервалі травень-вересень – від більш посушливого 2018 року з гідротермічним коефіцієнтом – 1,534 до більш зволоженого 2019 року – з гідротермічним коефіцієнтом – 1,806, а для умов 2020 року – 1,106.

В цілому, погодні умови були помірно сприятливими для росту і розвитку сочевиці за рахунок досить складних умов початкового періоду вегетації по причині різкого коливання температур та зволоження, особливо для умов 2018 та 2020 років. Особливо аномальним щодо температурного режиму (температури значно нижчі середньобогаторічної норми) відмічено 2020 рік. Такі погодні умови сприяли загальному подовженню тривалості періоду сівба-сходи до 8-12 діб та забезпечували більш повільні темпи росту рослин у першій половині вегетації. Навпаки інтенсивне наростання температур на фоні різкого коливання атмосферного зволоження зумовлювали швидку диференціацію у морфогенезі рослин. У підсумку, це дозволило додатково оцінити роль застосовуваних агрохімікатів у реалізації урожайного потенціалу сочевиці з огляду на різні рівні формування симбіотичного потенціалу рослин.

Виклад основного матеріалу досліджень. Система сучасних технологій вирощування зернобобових культур передбачає обов'язкове застосування передпосівної інокуляції насіння у комплексі з мікроелементним комплексом. Такий технологічний підхід є правилом успішної реалізації урожайного потенціалу [2, 5].

Для сочевиці як і для інших зернобобових культур важливим є фізіологічні аспекти повноцінного функціонування симбіотичного апарату [1]. На думку [1, 2] ефективне використання рослинами біологічно зв'язаного азоту можливо лише тоді, коли бульбочкові бактерії вірулентні (здатні швидко проникати в корені) і активні.

Судити про вірулентність бульбочкових бактерій можна за кількістю бульбочок, що утворилися на коренях, а про активність – за приростом врожайності і кількості накопиченого азоту. Крім того, хімізація сільського господарства, застосування мінеральних добрив, особливо азотних, також негативно позначилися і на симбіотичному потенціалі, і на сапрофітно існуючих ризобіях, агресивні форми яких конкурують з виробничими штамми. Це, в свою чергу, призводить до

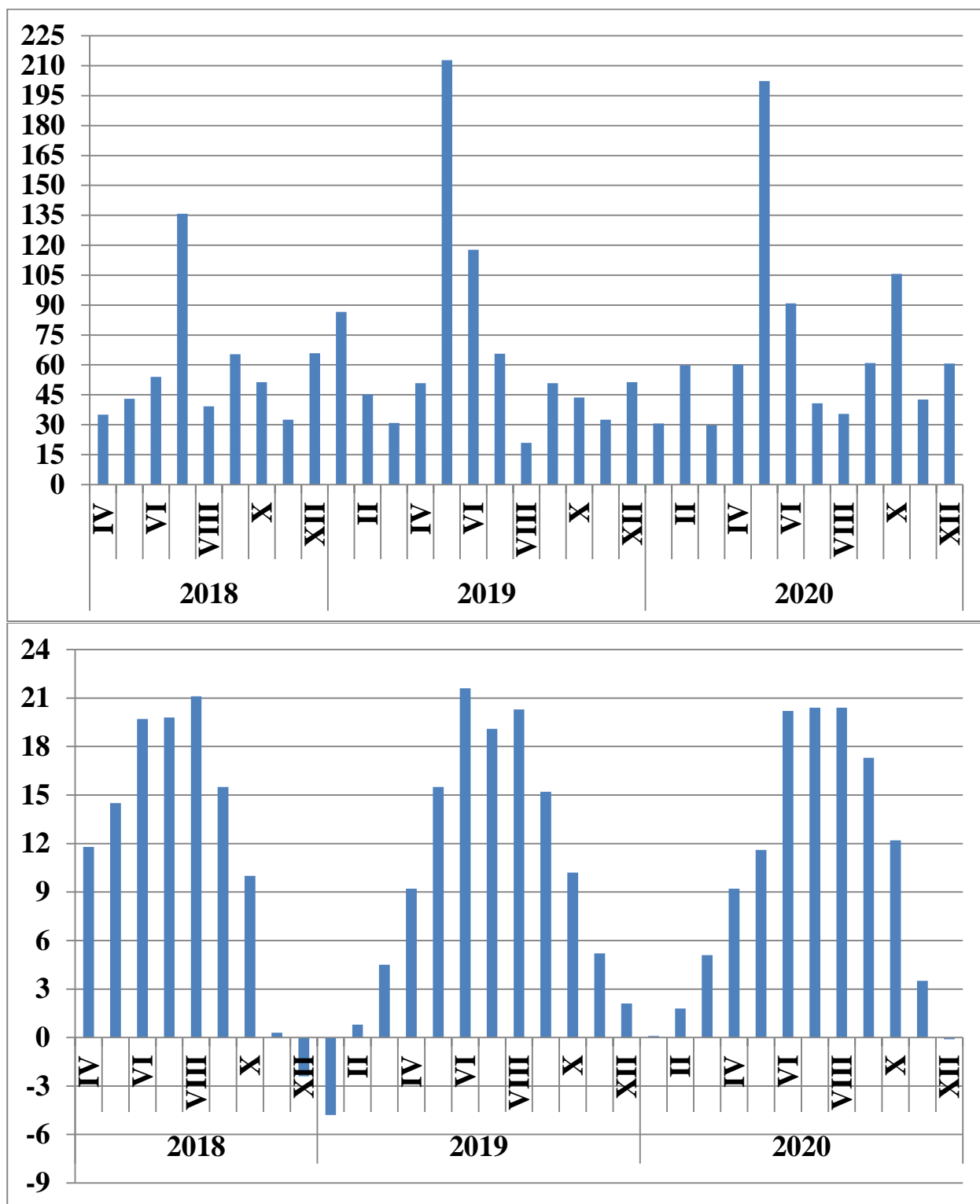


Рис. 1. Погодні умови за період досліджень у значенні ГТК, 2018-2020 рр. Верхня позиція середньодобова місячна температура (°C), нижня позиція – сума опадів (мм).

Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень

отримання слабо-або неефективного симбіозу у більшості зернобобових культур [2].

Дрібні, брудно-сірі або зеленуваті, коричневі бульбочки, утворені, як правило, неефективними бульбочковими бактеріями. Зазвичай великі бульбочки, розташовані на головному корені або біля нього, мають високу азотфіксуючу активність [14].

Одним з основних резервів підвищення симбіотичної азотфіксації є взаємодія макро - і мікросімбіонтів [14]. Бульбочкові бактерії повинні володіти високими не тільки азотфіксуючими, але і конкурентними здібностями, щоб витіснити місцеві штами, зайняти домінуюче становище і самим утворювати бульбочки на кореневій системі бобових рослин. Однак конкурентоспроможність штаму визначається також відповідністю його генетичної характеристики рослини-господарю. Висококонкурентоздатний штам на одному сорті рослини може знизити цю здатність на іншому сорті.

У своїх наукових роботах [1, 5, 10, 14] ряд вчених підкреслюють, що обробку насіння бобових рослин слід проводити специфічними штамми бульбочкових бактерій для кожного окремого сорту. Бульбочкові бактерії повинні володіти високими не тільки азотфіксуючими, але і конкурентними здібностями, щоб витіснити місцеві штами, зайняти домінуюче становище і самим утворювати бульби на кореневій системі бобових рослин.

Доведено також, що істотний вплив на бобово-ризобіальних симбіоз має вміст в ґрунті фосфору, калію і мікроелементів. Так, при використанні фосфорно-калійних добрив поліпшується розвиток кореневої системи рослин, підвищується кількість бульбочок і ефективність симбіозу [1-3]. Відзначено позитивний вплив мікроелементів (в першу чергу, молібдену і бору) на ріст і розвиток бульбочкових бактерій процеси нодуляції і функціонування леггемоглобін і нітрогенази [1].

Для сочевиці симбіотична діяльність відіграє важливу роль, оскільки як вже вказувалось нами раніше для культури характерний аспект пізньої нодуляції та істотний вплив на цей процес гідротермічного режиму вегетації, ґрунтових умов та сортової специфічності [1, 4].

Здатність бобово-ризобіальних систем до інтенсивної фіксації атмосферного азоту характеризується за показником ефективної взаємодії рослини і ризобій, тобто за кількістю та масою активних бульбочок на коренях бобових [3-6].

Слід при цьому зауважити, що дослідження ефективності комплексного застосування мікробних препаратів на основі симбіотичних азотфіксаторів, фосфатмобілізуючих, рістстимулюючих і біопротекторних мікроорганізмів і їх вплив на продуктивність агроценозів сочевиці для умов Лісостепу правобережного є питанням дискусійним [1,2], що і визначило стратегію наших досліджень.

Загальна оцінка формування симбіотичного апарату на контрольному варіанті без застосування агрохімікатів з огляду на гідротермічний режим вегетації сочевиці представлено у таблиці 2. Отримані результати наших обліків показують, що гідротермічні умови вегетації сочевиці здійснюють безпосередній вплив на формування її симбіотичного апарату.

Таблиця 2

**Динаміка формування симбіотичного апарату на коренях сочевиці сорту
Лінза на контрольному варіанті в роки різні по вологозабезпеченню
(шт. бульбочок на одній рослині)**

Характер років досліджень за вологозабезпеченням (ГТК IV-VII)	Фаза вегетації			
	гілкування	бутонізація	цвітіння	наливу бобів
2018 (1,33)	5,2±0,5	8,6±0,9	14,8±1,2	19,2±0,8
2019 (2,24)	8,1±0,8	13,3±0,8	17,5±1,4	17,2±0,7
2020 (2,10)	7,7±0,4	12,2±0,7	16,1±0,9	16,8±0,7

Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень

У співставленні років з мінімальним ГТК (2018 рік) та з максимальною його величиною (умови 2019 року) відмічена істотна різниця по кількості бульбочок на контрольному варіанті без застосування препаратів, передбачених схемою досліду. Так, максимальна кількість бульбочок для всіх років досліджень динамічно була сформована на фазу наливу бобів в інтервалі від 18 до 19 бульбочок на рослину. Проте, у другий період вегетації від фази цвітіння до фази наливу бобів надмірне зволоження, яке спричиняло і відповідний рівень перезволоження ризосферного шару ґрунту, зумовлювало зниження кількості бульбочок на рослині за рахунок їх гниття та послідуєного відмирання. В силу цих причин, загальна кількість бульбочок на рослину була на 2-2,6 шт. меншою, ніж у варіанті з ГТК 1,33 (умови 2018 року). Ще один важливий висновок, який слід зробити відповідно до представлених результатів вказує на те, що оптимальний варіант гідротермічного режиму для сочевиці знаходиться в інтервалі від 1,3 до 1,7 одиниць, а для міжфазного періоду від цвітіння до повного формування плодоеlementів цей показник має бути на рівні 1,0-1,3. Наглядно зроблені нами висновки підтверджуються даними рисунку 2. Так для умов 2019 року із максимальним зволоженням на фазу бутонізації наглядно загальна кількість бульбочкових потовщень є істотно вищою, ніж для умов 2018 року.

Слід також зауважити, що відмінність у вказані роки досліджень була не лише за кількістю бульбочок, але й за їх морфологічним розвитком – величиною, вираженістю тощо. Крім негативного впливу надмірного зволоження, особливо у період формування плодоеlementів, воно спричинювало часткове вилягання рослин, появи ознак підпрівання і загнивання (рисунок 3), що в цілому негативно вплинуло на формування плодоеlementів. Тобто формування симбіотичного апарату сочевиці має виражену специфічність з огляду саме на режим ГТК її вегетації.

Облік зміни кількості активних бульбочок та їх маси засвідчив залежність формування симбіотичного апарату *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* – *Lens culinaris* Medik. від комплексу вивчаємих факторів (табл. 3) за їх загального позитивного впливу. Представлені результати вказують на позитивноформуючу роль застосування як інокуляції насіння сочевиці, так і його

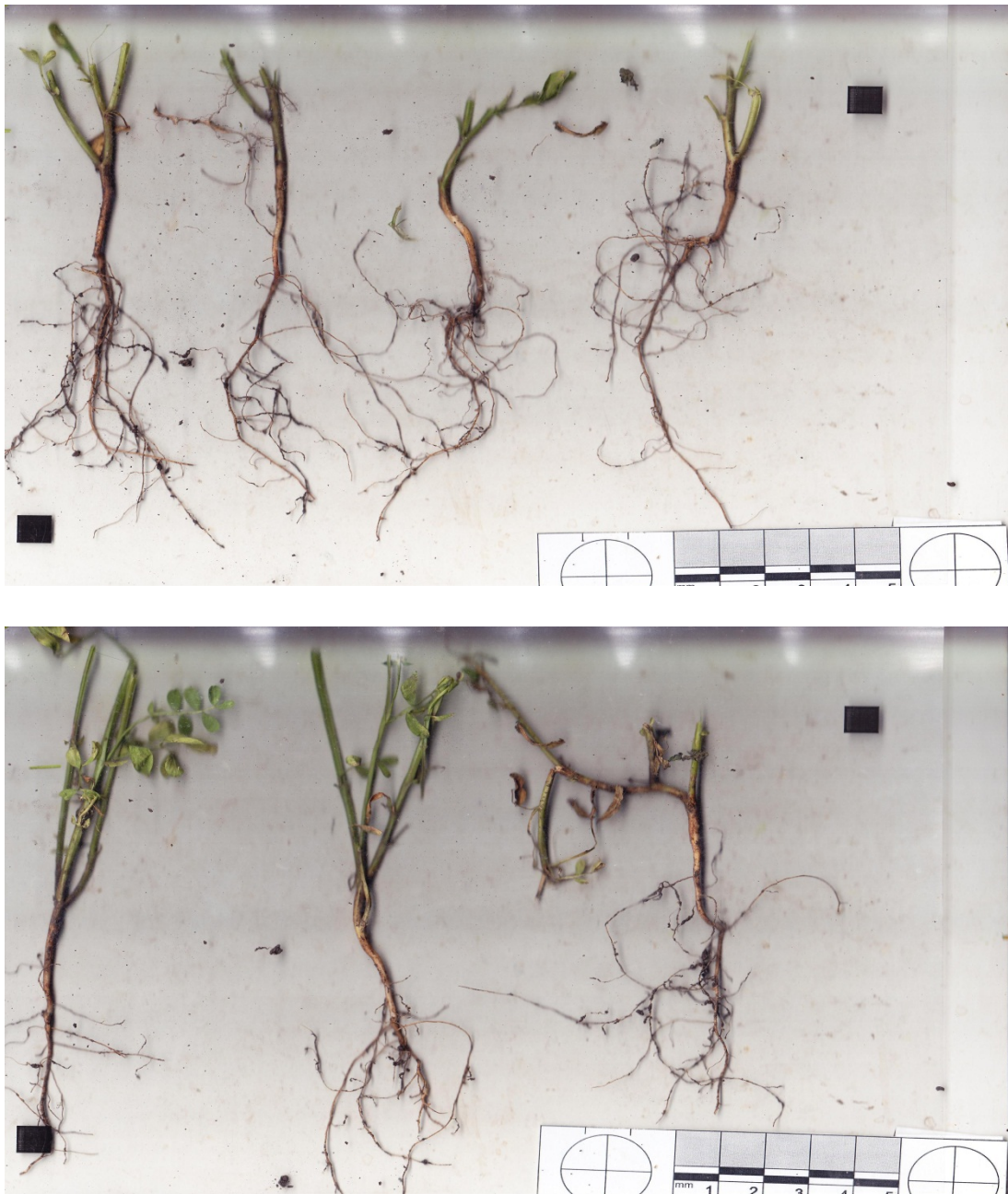


Рисунок 2. Загальний вигляд корених систем сочевиці сорту Лінза на фазу бутонізації (верхня позиція – умови 2018 року, нижня – умови 2019 року) (розмірність чорного квадрата 2х2 см).

Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень

обробки комплексними мікродобривами. Максимальний приріст кількості бульбочок на рослині у середньому за період досліджень відмічено за комплексного застосування до фонового удобрення комбінації обробки насіння – передпосівна інокуляція (Андеріс-р, 2 л/т) + хелатне комплексне мікродобриво Оракул насіння (1 л/т) – 71,8 %. Також ефективним виявився варіант застосування передпосівної інокуляції насіння – приріст до фонового контролю склав 58,8 %. На підставі чого можна зробити висновки, що інтенсивність і повнота формування симбіотичного апарату сочевиці у більшій мірі залежить від застосування інокуляції, що дозволяє



Рисунок 3. Ознаки ушкодження (пожовтіння) листостеблової маси рослин сочевиці сорту Лінза за умов зволоження 2019 року (помітно інтенсивне пожовтіння нижньої частини стебла з асиміляційним апаратом та викривленість стебла за початку стеблового її вилягання) (розмірність чорного квадрата 2x2 см).

Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень

підвищити інтенсивність нодуляції ризосфери за рахунок власне штучного заселення. Застосування мікродобрив у цілому позитивно впливає на підвищення інтенсивності формування бульбочок на коренях проте, на нашу думку,

Таблиця 3

Вплив інокуляції та передпосівної обробки насіння комплексом мікроелементів на формування кількості і маси бульбочок на кореневій системі сочевиці сорту Лінза на фазу наливу бобів (середнє за 2018-2020 рр.)

Варіант	2018	2019	2020	Середнє
Без інокуляції насіння та обробки насіння мікродобривом + фон ($N_{30}P_{30}K_{30}$ під передпосівний обробіток)	19,2/119,5	16,2/90,6	17,8/105,4	17,7/105,2
Фон + Передпосівна інокуляція насіння (Андеріз-р, 2 л/т)	26,6/254,5	28,5/227,4	29,3/238,9	28,1/240,3
Фон + хелатне комплексне мікродобриво Оракул насіння (1 л/т)	23,5/164,2	20,8/128,9	21,0/136,5	21,8/143,2
Фон + Передпосівна інокуляція насіння (Андеріз-р, 2 л/т) + хелатне комплексне мікродобриво Оракул насіння (1 л/т)	31,8/283,7	29,2/236,9	30,1/255,6	30,4/258,7
<i>НІР</i> ₀₅	1,4/12,8	1,2/16,7	1,1/13,8	–

Примітка. до rischi – кількість бульбочок, шт./рослину; після rischi – маса бульбочок, мг/рослину.*

Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень

ефективність застосування мікродобрив залежатиме від співвідношення різних мікроелементів та відповідного рівня забезпеченості ґрунтів даним мікроелементом. Саме з цих причин для даного варіанту встановлено більш специфічний вплив на формування показника як у кількісному, так і ваговому виразах.

Ще один важливий висновок, який можна зробити на підставі наших досліджень це наявність слабкої залежності у сочевиці між кількістю бульбочок на рослині та їх маси (мг/рослину). Така особливість визначається фізіологічною активністю останніх та певними фізіологічними закономірностями їх росту і розвитку. За сприятливих умов загального формування тіснота зв'язку між кількістю бульбочок на рослині і їх масою є істотно вищою, ніж за умов несприятливих, а тим паче екстремальних. Це цілком узгоджується з нашими результатами представленими у таблиці 2 та відповідає встановленим процесам загибелі бульбочок за умов перезволоження ґрунту на фоні загального погіршення ґрунтової аерації та погіршення загального мікроклімату стеблостою сочевиці в польових умовах. В цілому умови співвідношення між кількістю бульбочок і їх масою для всіх варіантів були вищими у 2018 році, а найменш залежними – для умов 2019 року. До прикладу, середня маса однієї бульбочки на контрольному варіанті склала у 2018 році – 6,22 мг, а у варіанті комбінованого застосування мікродобрив та інокуляції – 8,92 мг. Для умов же 2019 року ці показники склали 5,62 мг та 8,11 мг, відповідно.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Таким чином, на підставі наших досліджень встановлено, що оптимальні умови формування симбіотичного апарату сочевиці складаються за умов гідротермічного режиму її вегетації, який відповідає інтервалу ГТК в межах від 1,2-1,7. Саме за цього режиму забезпечуються як достатні умови вологозабезпечення, які сприяють відповідний рівень нодуляції ризосфери рослин, та гарантують фізіологічну адекватність кількості сформованих бульбочок, їх фізіолого-біологічну активність та тривалість функціонування з мінімальним відмиранням.

Для забезпечення високих рівнів кількісних та вагових показників симбіотичного потенціалу сочевиці оптимальним є поєднання застосування комбінації препаратів Андеріс-р (передпосівна інокуляція насіння 2 л/т) +обробка насіння Оракул насіння (1 л/т, хелатне комплексне мікродобриво). Обидва препарати за вирощування сочевиці на темно-сірих лісових ґрунтах доцільно проводити на фоні передпосівного мінерального живлення у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$. Такий варіант дозволяє підвищити загальну кількість бульбочок на кореневій системі рослин сочевиці щонайменше на 70 % з підвищенням їх маси більш ніж у 2,4 рази.

Перспективою подальших досліджень буде вивчення комплексного поєднання системи добрив для обробки насіння з варіантами їх поєднання з позакореновими підживленнями сочевиці та визначення впливу такого поєднання на формування симбіотичного потенціалу рослин та показників ефективності його фізіологічної діяльності у ризосфері сочевиці.

Список використаної літератури

1. Топчій О. В. Розробка елементів технології вирощування сочевиці в умовах Лісостепу України: дис. ...канд. с.-г. наук : 06.01.09. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ, 2018. 226 с.
2. Мазур В. А., Дідур І. М., Панцирева Г. В. Обґрунтування адаптивної сортової технології вирощування зернобобових культур у Правобережному Лісостепу України. *Сільське господарство та лісівництво*. ВНАУ. 2020. № 18. С. 5-16.
3. Патики В. П., Мельничук Т. М., Шерстобоев М. К. Біотехнологія ризосфери овочевих рослин; за ред. В. П. Патики. Вінниця: «ПП«ТД Едельвейс і К». 2015. 266с.
4. Карпенко В. П., Новікова Т. П., Притуляк Р. М. Чисельність окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері сочевиці за дії біологічних препаратів. *Agrology*. Дніпро. 2019. № 2 (3). С. 146-150
5. Карпенко В. П., Новікова Т. П., Притуляк Р. М. Формування симбіотичного апарату сочевиці за дії біологічних препаратів. *Вісник УНУС*. Умань. 2018. №2. С. 39-44.
6. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Новікова Т. П. Активність мікробіоти в ризосфері сочевиці за дії біологічних препаратів. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2018. Вип. 103. С. 56-62.
7. Новікова Т. П., Карпенко В. П., Коць С. Я., Воробей Н. А. Патент на корисну модель №142382 «Штам *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* ІМВ В-7837 як основа бактеріального добрива для підвищення урожаю та якості зерна сочевиці». Заявл. 25.02.2019; Опубл. 10.06.2020. Бюл. № 11. 3 с.
8. Туріна Е. Л., Дідович С. В., Кулініч Р. А., Дідович О. М. Вплив мікробних препаратів на мікробіологічні процеси в ризосфері і продуктивність зернобобових культур. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. 2015. Вип. 23. С. 126-134.
9. Присяжнюк О. І., Топчій О. В. Вплив елементів технології на формування бобів та продуктивність сочевиці. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. Київ. 2017. Вип. 3. С. 35-47.
10. Данильченко О. М., Жатова Г. О. Урожайність і якість насіння кормових бобів та сочевиці залежно від інокуляції бактеріальними препаратами і внесення мінеральних добрив. *Вісник ЖНАЕУ*. 2016. №1 (53). Т. 1. С. 94-101
11. Іутинська Г. О. Мікробні біотехнології для реалізації нової глобальної програми забезпечення сталого розвитку агросфери України. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 2. С. 149-155.
12. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Зернові, круп'яні та зернобобові. К.: Алефа. 2000. 68 с.
13. Ушкаренко В.А. Дисперсионный и корреляционный анализ в растениеводстве и луговодстве: [монография] / В.А. Ушкаренко, Н.Н. Лазарев, С.П. Голобородько, С.В. Коковихин. М.: Изд. РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. 336 с.

14. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія; за ред. В. В. Волкогона. К.: Аграр. наук. 2010. С. 235-245

15. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: справочное пособие. Г. С. Посыпанов и др. Москва: Агропомиздат. 1991. 200 с.

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Topchii O. V. (2018). Rozrobka elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia sochevytsi v umovakh lisostepu Ukrainy [*Development of elements of lentil cultivation technology in the forest-steppe conditions of Ukraine*]: dys. ...kand. s.h. nauk : 06.01.09. Instytut bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv. Kyiv. [in Ukrainian].

2. Mazur V.A., Didur I.M., Pansyryeva H.V. (2020). Obgruntuvannia adaptivnoi sortovoi tekhnolohii vyroshchuvannia zernobobovykh kultur u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Substantiation of adaptive varietal technology of growing legumes in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. № 18. 5-16 [in Ukrainian].

3. Patyka V. P., Melnychuk T. M., Sherstoboiev M. K. (2015). Biotekhnolohiia ryzosfery ovochevykh roslyn [*Biotechnology of the rhizosphere of vegetable plants*]; za red. V. P. Patyky. Vinnytsia: «PP«TD Edelweis i K». [in Ukrainian].

4. Karpenko V. P., Novikova T. P., Prytuliak R. M. (2019). Chyselnist okremykh ekoloho-trofichnykh hrup mikroorhanizmiv u ryzosferi sochevytsi za dii biolohichnykh preparativ [*The number of individual ecological and trophic groups of microorganisms in the rhizosphere of lentils under the action of biological drugs*]. *Agrology*. Dnipro. № 2 (3). 146-150 [in Ukrainian].

5. Karpenko V. P., Novikova T. P., Prytuliak R.M. (2018). Formuvannia symbiotychnoho aparatu sochevytsi za dii biolohichnykh preparativ [*Formation of the symbiotic apparatus of lentils under the action of biological drugs*]. *Visnyk UNUS – Bulletin of Uman National University of Horticulture*. Uman. №2. 39-44 [in Ukrainian].

6. Karpenko V. P., Prytuliak R. M., Novikova T. P. (2018). Aktyvnist mikrobioty v ryzosferi sochevytsi za dii biolohichnykh preparativ [*The activity of the microbiota in the rhizosphere of lentils under the action of biological drugs*]. *Tavriiskyi naukovi visnyk – Taurian Scientific Bulletin*. Kherson. Issue. 103. 56-62 [in Ukrainian].

7. Novikova T. P., Karpenko V. P., Kots S. Ya., Vorobei N. A. (2020). Patent na korysnu model №142382 «Shtam Rhizobium leguminosarum biovar viceae IMV V-7837 yak osnova bakteriialnoho dobryva dlia pidvyshchennia urozhaiu ta yakosti zerna sochevytsi» [*Patent for utility model №142382 "Strain Rhizobium leguminosarum biovar viceae IIB B-7837 as a basis for bacterial fertilizer to improve yield and grain quality of lentils"*]. Zaiavl. 25.02.2019; Opubl. 10.06.2020. Biul. № 11. [in Ukrainian].

8. Turina E. L., Didovych S. V., Kulinich R. A., Didovych O. M. (2015). Vplyv mikrobynykh preparativ na mikrobiolohichni protsesy v ryzosferi i produktyvnist zernobobovykh kultur [*Influence of microbial preparations on microbiological processes in the rhizosphere and productivity of legumes*]. Zbirnyk naukovykh prats podil'skoho derzhavnoho ahrarno-tekhnichnoho universytetu – *Collection of scientific works of*

Podolsk State Agrarian Technical University. Issue. 23. 126-134 [in Ukrainian].

9. Prysiashniuk O. I., Topchii O. V. (2017). Vplyv elementiv tekhnolohii na formuvannia bobiv ta produktyvnist sochevytsi [*Influence of technology elements on bean formation and lentil productivity*]. Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN» – *Collection of scientific works of NSC "Institute of Agriculture NAAS"*. Kyiv. Issue. 3. 35-47 [in Ukrainian].

10. Danylchenko O. M., Zhatova H. O. (2016). Urozhainist i yakist nasinnia kormovykh bobiv ta sochevytsi zalezhno vid inokuliatsii bakterialnymy preparatamy i vnesennia mineralnykh dobryv [*Yield and quality of fodder bean and lentil seeds depending on inoculation with bacterial preparations and application of mineral fertilizers*]. Visnyk ZhNAEU – *Bulletin of Zhytomyr National Agroecological University*. №1(53). Vols. 1. 94-101 [in Ukrainian].

11. Iutynska H. O. (2017). Mikrobni biotekhnolohii dlia realizatsii novoi hlobalnoi prohramy zabezpechennia staloho rozvytku ahrosfery Ukrainy [*Microbial biotechnologies for the implementation of a new global program to ensure sustainable development of Ukraine's agro-sphere*]. Ahroekolohichni zhurnal – *Agroecological journal*. № 2. 149-155 [in Ukrainian].

12. Metody`ka Derzhavnogo sortovy`probuvannya sil`s`kogospodars`ky`x kul`tur. (2000) Zernovi, krup'yani ta zernobobovi [*Methods of State variety testing of crops. Cereals, cereals and legumes*]. K.: Alefa. [in Ukrainian].

13. Ushkarenko V.A. (2011). Dy`spersy`onnyj y` korrelyacy`onnyj analy`z v rasteny`evodstve y` lugovodstve: [monografy`ya] [*Dispersion and correlation analysis in crop production and meadow cultivation: [monograph]*]. M.: Y`zd. RGAU-MSXA y`m. K.A. Ty`my`ryazeva. [in Russian].

14. Volkohon V.V., Nadkernychna O.V., Tokmakova L.M. (2010). Eksperymentalna gruntova mikrobiolohiia: monohrafiia [*Experimental soil microbiology: monograph*]; za red. V. V. Volkohona. K.: Ahrar. nauk. 235-245 [in Ukrainian].

15. Metodyi izucheniya biologicheskoy fiksatsii azota vozduha: spravochnoe posobie (1991) [*Methods for studying the biological fixation of nitrogen in the air: a reference manual*]. G. S. Posyipanov i dr. Moskva: Agropomizdat. [in Russian].

АННОТАЦИЯ

ФОРМИРОВАНИЕ СИМБИОТИЧЕСКОГО АППАРАТА ЧЕЧЕВИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНОКУЛЯЦИИ И ОБРАБОТКИ СЕМЯН МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ

В статье приведены результаты многолетнего изучения особенностей формирования симбиотического потенциала растений чечевицы с учетом как гидротермических особенностей периода вегетации растений, так и с позиции применения различных вариантов предпосевной обработки семян инокулянтами и комплексными микроудобрениями. Определены аспекты формирования симбиотического потенциала чечевицы в разрезе разных лет по гидротермическому режиму, что позволило определить оптимальный интервал ГТК для реализации эффективного потенциала формирования клубеньковых бактерий и их жизнедеятельности. Исследованы особенности применения одного из современных инокулянтов семян чечевицы Андериз-р и комплексного хелатного микроудобрения для предпосевной обработки семян - Оракул в формате одинарного и комбинированного применения на фоне рекомендованного фона минерального питания на уровне 30 кг/га действующего вещества азота,

фосфора и калия с позиции формирования симбиотического аппарата в динамике фенологического развития чечевицы. Изучено влияние указанных препаратов на формирование количества и массы клубеньковых бактерий на корневой системе растений чечевицы за период с ветвление стебля до начала формирования плодоземелентов. Доказано, что комбинированное применение инокулянта и микроудобрения обеспечивает общее увеличение количества клубеньковых бактерий на растении как минимум на 80% за увеличение их массы в 2,4 раза.

Установлены особенности формирования соотношения между количеством и массой клубеньковых бактерий растений чечевицы как с позиции гидротермических режимов вегетации, так и с позиции применения вариантов предпосевной инокуляции семян и применения комплексных микроудобрений для все той же предпосевной обработки семян. Отмечено, что с позиции позитивного влияния на общие показатели формирования симбиотического потенциала растений чечевицы обязательным технологическим элементом является предпосевная инокуляция семян видоспецифическим штаммом бактерий, что позволяет существенно повысить общее количество клубеньковых бактерий на корнях чечевицы с 5-7 до 30-31 в зависимости от фенологической фазы растений и года исследования.

Ключевые слова: чечевица, симбиотический аппарат, микроудобрения, качество семян, инокуляции.

Табл. 3. Рис. 3. Лит. 15.

ANNOTATION

FORMATION OF A SYMBIOTIC APPARATUS OF LENTIL DEPENDING ON INOCULATION AND PROCESSING OF SEEDS WITH MICROELEMENTS

The article presents the results of a long-term study of the features of the formation of the symbiotic potential of lentil plants, taking into account both the hydrothermal features of the vegetation period of plants, and from the standpoint of using various options for pre-sowing seed treatment with inoculant and complex micronutrient fertilizers. Aspects of the formation of the symbiotic potential of lentils in the context of different years according to the hydrothermal regime were determined, which made it possible to determine the optimal SCC interval for the realization of the effective potential of the formation of nodule bacteria and their vital activity. The features of the use of one of the modern lentil seed inoculants Anderiz-r and complex chelated micronutrient fertilizer for presowing seed treatment - Oracle in the format of single and combined use against the background of the recommended background of mineral nutrition at the level of 30 kg / ha of the active substance nitrogen, phosphorus and potassium from the standpoint of the formation of a symbiotic apparatus in the dynamics of the phenological development of lentils. The effect of these preparations on the formation of the number and mass of nodule bacteria on the root system of lentil plants was studied for the period from the branching of the stem to the beginning of the formation of fruit elements. It has been proven that the combined use of an inoculant and microfertilizer provides a general increase in the number of nodule bacteria on a plant by at least 80% for an increase in their mass by 2.4 times.

The features of the formation of the ratio between the number and mass of nodule bacteria in lentil plants have been established both from the standpoint of hydrothermal vegetation regimes and from the standpoint of using options for pre-sowing seed inoculation and the use of complex micronutrients for the same pre-sowing seed treatment. It is noted that from the standpoint of a positive influence on the general indicators of the formation of the symbiotic potential of lentil plants, an obligatory technological element is the pre-sowing inoculation of seeds with a species-specific strain of bacteria, which makes it possible to significantly increase the total number of nodule bacteria on lentil roots from 5-7 to 30-31, depending on the phenological phase, plants and years of research

Key words: lentil, symbiotic apparatus microfertilizers, seed quality, inoculations, foliar fertilization.

Table. 3. Fig. 3. Lit. 15.

Інформація про авторів

Дідур Ігор Миколайович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, декан факультету агрономії та лісівництва Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна 3, e-mail: didurihor@gmail.com).

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

Дидур Игорь Николаевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, декан факультета агрономии и лесоводства Винницкого национального аграрного университета (21008, г. Винница, ул. Солнечная 3, email: didurihor@gmail.com).

Коршевніук Сергей Петрович – аспирант кафедры земледелия, почвоведения и агрохимии ВНАУ (21008, г. Винница, ул. Солнечная 3).

Didur Ihor – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, leading researcher, Dean of the Faculty of Agronomy and Forestry of Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Soniachna Str. 3, didurihor@gmail.com).

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