

ПРОДУКТИВНІСТЬ ЦИБУЛІ ПОРЕЙ ЗАЛЕЖНО ВІД ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ І ҐРУНТОВОГО БІОПРЕПАРАТУ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Г. Я. СЛОБОДЯНИК, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,

<https://orcid.org/0000-0003-3419-9751>

Уманський національний університет садівництва

E-mail: sgy123@i.ua

[https://doi.org/10.31548/dopovidi.3\(109\).2024.007](https://doi.org/10.31548/dopovidi.3(109).2024.007)

Анотація. *Забезпечення споживачів високоякісним овочами і збереження родючості ґрунту передбачає раціонального використання добрив. Вирощування овочевих рослин на краплинному зрошенні суттєво підвищує їх врожайність, але потребує додаткового дослідження для визначення найбільш ефективного підживлення. Сумісне мінеральне підживлення цибулі порей разом із ґрунтовими біопрепаратами поліпшує умови живлення рослин і склад ризосферної мікробіоти. Мета даного дослідження – виявити ефективні комбінації підживлення цибулі порей за вирощування на краплинному зрошенні. Варіантами двофакторного досліді були: фактор А – ґрунтовий біопрепарат Граундфікс і фактор В – мінеральні добрива DripFert – $N_{20}P_{20}K_{20}$, $N_{40}P_{10}K_{10}$, $N_{20}P_{20}K_{20} + N_{10}P_{10}K_{40}$, $N_{40}P_{10}K_{10} + N_{10}P_{10}K_{40}$, варіант контролю – без підживлень. Для обліку даних і аналізу результатів використано польовий, лабораторний і математично-статистичний методи досліджень.*

Після підживлення лише мінеральними добривами частка азотфіксувальних бактерій була 11–19%, а сумісно з Граундфіксом збільшувалася до рівня 37–39%. За динамікою формування листкової маси цибулі порей відмічено перевагу сумісного підживлення мінеральним добривом з Граундфіксом. В межах фактору В найбільша листкова поверхня була після підживлень $N_{20}P_{20}K_{20} + N_{10}P_{10}K_{40}$ – 19,12 тис. м²/га. Частка впливу на товарну врожайність цибулі порей фактору А (Грандфікс) становить 32%, а фактору В (мінеральне добриво) – 60%, проте, недостовірний вплив їх взаємодії. Залежно від мінеральних добрив – нижча врожайність за використання $N_{20}P_{20}K_{20}$ і $N_{40}P_{10}K_{10}$. Максимальний рівень товарної врожайності був за сумісного підживлення Грандфікс + $N_{20}P_{20}K_{20} + N_{10}P_{10}K_{40}$ – 35,3/га. Використання мінерального добрива $N_{10}P_{10}K_{40}$ позитивно впливає на вміст цукрів і аскорбінової кислоти. Отже, для оптимізації поживного режиму цибулі порей на краплинному зрошенні доцільне сумісне внесення ґрунтового біопрепарату Граундфікс і $N_{20}P_{20}K_{20} + N_{10}P_{10}K_{40}$. Інтенсивне підживлення є класичним заходом підвищення продуктивності овочевих рослин в умовах зрошення.

Ключові слова: цибуля порей, мінеральні добрива, Граундфікс, підживлення

Актуальність. *Забезпечення потребує розширення їх видового споживачів овочевою продукцією асортименту і високі стандарти*

Слободяник Г. Я.

якості. Інтенсивні технології вирощування спрямовані на підвищення врожайності овочевих рослин поряд із збалансованим природокористуванням. В Лісостепу України незрошуване овочівництво набуває статусу ризикованого, а на краплинному зрошенні продуктивність овочів в рази зростає. Вища врожайність обумовлює інтенсивний винос поживних речовин з ґрунту, що вирішується внесенням органічних і мінеральних добрив (Зелендін, 2009). Оптимізує поживний режим ґрунту, залежно виду і фази розвитку овочевої рослини, поєднання краплинного зрошення і удобрення – фертигація. Оскільки цибулеві овочеві рослини несолестійкі, дози їх підживлення варіюють залежно від умов вирощування. Цибуля порей вирізняється тривалим вегетаційним періодом, вимоглива до сталого зволоження і живлення. Недостатньо інформації про вплив фертигації комплексними мінеральними добривами на ріст і розвиток цибулі порей. Щоб вирішити ряд екологічних проблем і зменшити агрохімічне навантаження в сучасних інтенсивних технологіях вирощування овочевих рослин застосовують безпечні біологічні препарати, ефективність яких на цибулі порей також мало досліджена.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Обмеження водних ресурсів, подорожання добрив і

енергоносіїв поряд зі зміною клімату вимагає суттєвого перегляду і удосконалення технології вирощування овочів (Ромащенко та ін., 2024; Бойко, 2020). Активне регулювання процесів формування врожаю базується на комплексному використанні агротехнічних заходів і природно-кліматичних ресурсів. Удобрення є обов'язковою умовою результативності зрошуваного землеробства, де врожайність овочевих культур підвищується на 30–35% (Корнієнко та ін., 2014). Перевага фертигації полягає в економії як мінімум 25% добрив завдяки вищій ефективності використання легкорозчинних сполук. Світова практика показує, що на суглинкових ґрунтах із високим чи середнім забезпеченням елементами живлення можна застосовувати лише фертигацію без основного удобрення або з локальним внесенням мінеральних добрив (Білера, 2018; Готвянська, Нестеренко, 2020). Мікроелементи для цибулі також доцільно вносити через систему краплинного зрошення. На внесення азотних і фосфорних мінеральних добрив найбільше реагують такі овочеві культури як морква, салат, цибуля ріпчаста і порей. Основну масу поживних речовин цибуля використовує у другій половині вегетації, коли формується врожай. В цей же період вища потреба в калійних добривах (Ромащенко, 2010).

На відміну від цибулі ріпчастої, рослини порею для формування 1 т урожаю потребують більше поживних речовин. Достатня їх кількість активізує метаболізм на клітинному рівні, сприяє росту кореневої системи і надземної маси рослин (Al-Fraihat, 2016). Поживний режим цибулі порей впливає не лише на ріст і розвиток рослини, але на біохімічну цінність продукції. Надмірна кількість азоту або дефіцит фосфору чи калію мають згубні наслідки для білкових сполук порею. (Guerrero et al., 2005). Ряд досліджень підтверджують позитивний вплив калійних добрив на продуктивність цибулевих овочевих рослин, стійкість до хвороб і посухи (Uke et al., 2015; Kago, Maipuang, 2020).

Мінеральні добрива безумовно є одним із основних факторів, який визначає рівень врожайності цибулі. Але тривале і щорічне внесення мінеральних добрив призводить до дисбалансу поживних речовин і шкодить навколишньому середовищу. Синтетичні азотні, фосфорні та калієві добрива потрібно вносити під кожен сезон вирощування, оскільки вони швидко втрачаються (Aisha et al., 2007). Негативним наслідком беззмінного використання лише мінеральних добрив є деградація і зміна мікробіологічної активності ґрунтів (Rizk et al., 2014; Парамонова, Ходєєва, 2016). Застосування мікробіологічних добрив вирішує

проблеми збереження родючості ґрунту і отримання екологічно чистої продукції. В овочівництві найбільший поширеними біодобавками є добрива на основі органічних речовин з стимуляторами росту, арбускулярні мікоризні гриби, гриби біоконтролю (наприклад, *Trichoderma harzianum*) та бактерії, що стимулюють ріст рослин (наприклад, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*) (Vosátka et al., 2015). Інокуляція бактеріями практикується для стимуляції росту рослин цибулі порей, забезпечення їх поживними речовинами, адаптації до біотичних і абіотичних стресів, зменшення норм внесення мінеральних добрив (Vosátka et al., 2015; Karpenko et al., 2020).

Для підвищення продуктивності цибулі порей на краплинному зрошенні необхідно впроваджувати такі прийоми, які поряд з інтенсивною технологією, відповідають вимогам збереження родючості ґрунту та одержання екологічної, якісної продукції.

Мета дослідження. Врожайність цибулі порей на краплинному зрошенні залежить від оптимального удобрення, тому оцінювали ефективність її підживлень комплексними мінеральними добривами і ґрунтовим біодобривом Граундфікс.

Матеріали і методи дослідження. Експериментальну частину роботи виконано на

Слободяник Г. Я.

дослідних ділянках та в лабораторних умовах кафедри овочівництва Уманського національного університету садівництва в 2018–2022 роках. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем опідзолений важкосуглинковий з умістом гумусу 1,9 %. Реакція ґрунтового розчину слабокисла: рН (сольове) – 6,3. В орному шарі міститься азоту 103 мг на кг ґрунту (за методом Корнфілда); високий вміст рухомого фосфору 585 мг/кг і калію 278 мг/кг (за Чириковим). Клімат регіону проведення досліджень характеризується як помірно-континентальний з нестійким зволоженням. Упродовж років досліджень відзначали перевищення рівня температури у другій половині вегетації, що негативно позначилося на ростових процесах цибулі порей. 60-денну розсаду цибулі порей висаджували на дослідні ділянки у другій декаді квітня, схема розміщення рослин 45×15 см. На фоні краплинного зрошення оцінювали ефективність внесення ґрунтового біодобрива Граундфікс (4 л/га) (фактор А) і кореневого підживлення мінеральними добривами (фактор В) – $N_{20}P_{20}K_{20}$, $N_{40}P_{10}K_{10}$, $N_{20}P_{20}K_{20}+N_{10}P_{10}K_{40}$, $N_{40}P_{10}K_{10}+N_{10}P_{10}K_{40}$ та. Варіант порівняння – без підживлень. Програма фертигації (три підживлення по 65 кг/га мінеральних добрив за періоди вегетації – 30–60 доба, 61–90 доба і 91–120 доба у відкритому ґрунті) та схема досліду

заплановані з врахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті, їх коефіцієнтів засвоєння на фертигації і потреби для врожаю цибулі порей 30 т/га. Для етіюляції несправжнього стебла рослини порею двічі підгортали ґрунтом. Збирали і обліковували врожай 10 жовтня. Біометричні вимірювання і лабораторні аналізи виконували згідно загальноприйнятих методик (Бондаренко, Яковенко К.І., 2001), чисельність мікроорганізмів визначали за ДСТУ 7847:2015. Середні дані були проаналізовані за допомогою двофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA). Отримані середні значення порівнювали за допомогою критерію Тьюкі. Всі розрахунки були на рівні значимості $p \leq 0,05$.

Результати дослідження та їх обговорення. Ефективне використання добрив пов'язане із комплексом агроекологічних умов, у тому числі, і з мікробіологічною характеристикою ґрунту. Помірне внесення мінеральних добрив інтенсифікує мікробіологічні процеси і вважається корисним (Тимчук, 2016; Demanyuk et al., 2018).

Результати мікробіологічного дослідження ґрунту після підживлення цибулі порей мінеральними добривами та біодобривом Граундфікс свідчать про позитивну динаміку загальної чисельності бактерій (табл. 1). У середньому по фактору А

Слободяник Г. Я.

(біодобри́во) станом на другу декаду червня загальна чисельність бактерій після підживлення Граундфіксом була у 1,8 разів більша, аніж без біодобрива. Після всіх підживлень Граундфіксом (облік 20.08) відмічено максимальну кількість бактерій – $6,4 \times 10^6$ КУО в 1 г сухого ґрунту.

У середньому по фактору В (мінеральні добрива) загальна чисельність бактерій після мінеральних підживлень також істотно перевищувала контроль, зокрема, у другій декаді червня – у 1,3–1,6 рази, у другій декаді серпня – у 1,2–1,4 рази. Вищі дози внесення азоту (сумарно за всі підживлення)

виявили негативну дію на чисельність бактерій, тому станом на другу декаду серпня найбільша їх кількість була за підживлення $N_{20}P_{20}K_{20}$ – $5,80 \times 10^6$ КУО в 1 г сухого ґрунту. У другій половині вегетації, після всіх досліджуваних підживлень частка впливу фактору В (мінеральне добриво) на кількість бактерій становила лише 11%, тоді як вплив Граундфіксу (фактор А) – 82%. У варіанті без добрив відзначали найнижчу кількість бактерій, що узгоджується з даними інших досліджень (Тимчук, 2016; Центило, 2019).

1. Динаміка чисельності бактерій у ризосфері цибулі порей залежно від підживлення, середнє за 2018–2022 рр., ($x \pm SD$)

Підживлення	Бактерії, загальна кількість (10^6 КУО в 1 г сухого ґрунту)		Азотфіксувальні мікроорганізми (% від загальної кількості)	
	20.06	20.08	20.06	20.08
Середнє по фактору А (біодобри́во)				
Без біодобрива	2,37b ^{**} ±0,41	3,44 b ±0,68	19b±4	16b±4
Граундфікс	4,34a±0,76	6,43a±0,82	31a±5	39ab ±3
Середнє по фактору В (мінеральні добрива)				
Без мінеральних добрив (контроль)	2,43d±0,73	4,15c±1,54	22c±7	25b±14
$N_{20}P_{20}K_{20}$	3,59b±1,27	5,80a±1,85	29a±8	31ab±13
$N_{40}P_{10}K_{10}$	3,91a±1,80	4,86b±1,51	*25b±7	27ab±13
$N_{20}P_{20}K_{20} + N_{10}P_{10}K_{40}$	3,80b±1,17	4,94b±1,52	*25b±8	*26b±12
$N_{40}P_{10}K_{10} + N_{10}P_{10}K_{40}$	3,05c±0,94	5,01b±1,99	26b±7	28ab±12
Середнє по досліді	3,36±1,16	4,97±1,69	25±8	27±12
CV, %	35	34	30	45
HR_{05A}	0,11	0,29	3	2
HR_{05B}	0,17	0,45	4	3
HR_{05AB}	0,24	0,64	$F\phi < F_T$	$F\phi < F_T$

Примітки: * – не достовірна різниця для HR_{05B} ; ** різні літери вказують на відмінність між даними за критерієм Тьюкі

Частка азотфіксувальних мікроорганізмів станом на другу декаду серпня знижувалася до 16 %, порівняно до обліку 20.06 (19 %) лише у варіанті без підживлень. Після застосування Граундфіксу частка азотфіксувальних мікроорганізмів за період 20.06–20.08 збільшувалася на 8 %, тоді як після мінеральних підживлень – лише на 1–2%. На розвиток азотфіксувальних мікроорганізмів основний позитивний ефект має внесення біодобрива Граундфікс (частка впливу 67–91 %). Варіювання загальної чисельності бактерій і вмісту азофіксувальних у ризосфері цибулі порей на краплинному

зрошенні залежно від підживлень було дуже значним – відповідно 34–35 % і 30–45 %.

Оцінюючи біометричні параметри асиміляційної поверхні цибулі порей встановлено найбільш інтенсивний приріст площі листків за період I.06–I.08 та на фоні сумісного внесення біодобрива і мінеральних добрив (табл. 2). Станом на першу декаду серпня за підживлення Граундфікс + $N_{20}P_{20}K_{20}$ + $N_{10}P_{10}K_{40}$ і Граундфікс + $N_{40}P_{10}K_{10}$ + $N_{10}P_{10}K_{40}$ рослини цибулі порей формували 89–90% листкової поверхні від показників у фазі збирання врожаю (I.10).

2. Динаміка листкової поверхні цибулі порей залежно від підживлення, тис. м²/га, середнє за 2018–2022 рр., (x±SD)

Біо- добриво (фактор А)	Мінеральні добрива (фактор В)	Дата обліку		
		I.06	I.08	I.10
Без підживлень	Без підживлень (контроль)	0,82c ^{***} ±0,10	9,08h±0,35	10,83f±1,09
	$N_{20}P_{20}K_{20}$	0,95bc±0,11	12,11de±0,62	15,04cde±1,11
	$N_{40}P_{10}K_{10}$	0,98abc±0,12	*10,64fg±0,54	14,43de±0,65
	$N_{20}P_{20}K_{20}$ + $N_{10}P_{10}K_{40}$	0,84c±0,11	*11,71def±0,42	18,23ab±1,16
	$N_{40}P_{10}K_{10}$ + $N_{10}P_{10}K_{40}$	0,86bc±0,11	*9,69 ^{**} gh±0,47	13,67e±1,20
Граундфікс	Без підживлень	0,79c±0,10	11,16ef±0,78	15,65bcde±1,29
	$N_{20}P_{20}K_{20}$	1,26a±0,12	12,79cd±0,51	16,91bcd±1,75
	$N_{40}P_{10}K_{10}$	1,14ab±0,12	13,96c±0,54	17,67abc±1,20
	$N_{20}P_{20}K_{20}$ + $N_{10}P_{10}K_{40}$	1,04abc±0,09	18,05a±0,76	20,01a±0,95
	$N_{40}P_{10}K_{10}$ + $N_{10}P_{10}K_{40}$	1,01abc±0,16	15,92b±0,71	17,89ab±0,96
Середнє по досліді		0,97±0,18	12,51±2,73	16,03±2,76
CV, %		19	22	17
HIP _{05A}		0,08	0,38	0,75
HIP _{05B}		0,12	0,60	1,19
HIP _{05AB}		Fф < Fт	0,85	1,69

Примітки: * – не достовірна різниця для HIP_{05B}; ** – не достовірна різниця для HIP_{05AB}; *** – різні літери вказують на відмінність між даними за критерієм Тьюкі

Слободяник Г. Я.

На фоні лише мінеральних підживлень без біодобрива станом до першої декади серпня формувалося 64–81 % листкової поверхні рослин цибулі порей з найвищим показником 12,11 тис. м²/га у варіанті N₂₀P₂₀K₂₀. Використання для підживлення цибулі порей мінерального добрива N₁₀P₁₀K₄₀ сумісно з біодобривом Граундфікс, N₂₀P₂₀K₂₀ або N₄₀P₁₀K₁₀ забезпечувало найбільшу листову поверхню рослин – 15,92–18,02 тис. м²/га станом на I.08. Проте, без біодобрива варіант підживлень N₄₀P₁₀K₁₀ + N₁₀P₁₀K₄₀ виявився менш ефективним – площа листків 9,69 тис. м²/га, що лише на 0,61 тис. м²/га більше контролю.

Незалежно від застосування біодобрива Граундфікс, формування максимальної листкової поверхні на період збирання врожаю цибулі порей відмічено за мінерального підживлення N₂₀P₂₀K₂₀ + N₁₀P₁₀K₄₀ – 18,23–20,01 тис.м²/га, тобто, приріст до варіантів порівняння 4,36–7,40 тис.м²/га. У дослідях Karo, Marpaung (2020) внесення калійних добрив нормою 200 кг/га збільшувало діаметр, висоту і сиру масу цибулі порей, проте, не доцільно вносити 300 кг/га калійних добрив. Удобрення цибулі шалот сульфатом калію істотно впливає на біометричні параметри рослин (Uke et al., 2015).

У середньому по фактору В за обліку I.10 площа листків цибулі порей з підживленням N₂₀P₂₀K₂₀ і N₄₀P₁₀K₁₀ становила 15,97–

16,05 тис.м²/га, що більше варіанту N₄₀P₁₀K₁₀ + N₁₀P₁₀K₄₀ – 15,78 тис.м²/га. Повідомляють про найвищу продуктивність цибулі порей за підживлення мінеральним добривом N₁₅P₁₅K₁₅ (Guerrero et al., 2006), позитивний вплив вищих доз азоту на висоту рослин, площу листків, продуктивність фотосинтезу, діаметр цибулі ріпчастої (Зелендін, 2009; Готвянська, Нестеренко, 2020). У середньому по фактору А, сумарна площа листків після внесення Граундфіксу збільшувалася до 17,63 тис.м²/га, проти 14,44 тис. м²/га без даного біодобрива. Біопрепарати Органік-баланс і Ріверм (аналогічні Граунфіксу) поліпшували показники площі листків і фотосинтетичного потенціалу цибулі ріпчастої і порей (Вожегова та ін., 2014; Karpenko et al., 2020). За даними дисперсійного аналізу площа листків цибулі порей на початок жовтня залежали від мінерального підживлення на 47 %, тоді як на початку вегетації частка впливу даного фактору була меншою – 31–35 %.

Товарна врожайність цибулі порей обумовлена інтенсивністю росту і розвитку рослин. Застосування краплинного зрошення з досліджуваною схемою фертигації мінеральними добривами і Граундфіксом забезпечувало істотний приріст врожаю цибулі порей (рис. 1). Варіанти підживлення з мінеральним добривом N₁₀P₁₀K₄₀ (незалежно від фактору А)

Слободяник Г. Я.

збільшували вихід товарного врожаю порею на 29–42 %, тоді як за умови підживлення $N_{20}P_{20}K_{20}$ або $N_{40}P_{10}K_{10}$ врожайність зростала на 15–32%. Найбільш ефективним виявилось комбіноване підживлення $N_{20}P_{20}K_{20} + N_{10}P_{10}K_{40}$ – рівень врожайності 30,2–32,3 т/га, що істотно – на 8,9 т/га більше варіантів без мінеральних добрив за $НІР_{05B}$ – 1,7 т/га. За

сумісного внесення $N_{40}P_{10}K_{10} + N_{10}P_{10}K_{40}$ врожайність на 0,9 т/га нижча, порівняно до підживлення калійним добривом разом із $N_{20}P_{20}K_{20}$. У середньому по фактору В за фертигації $N_{20}P_{20}K_{20} + N_{10}P_{10}K_{40}$ врожайність порею збільшувалася на 38 %, а після $N_{40}P_{10}K_{10} + N_{10}P_{10}K_{40}$ – на 33 %.

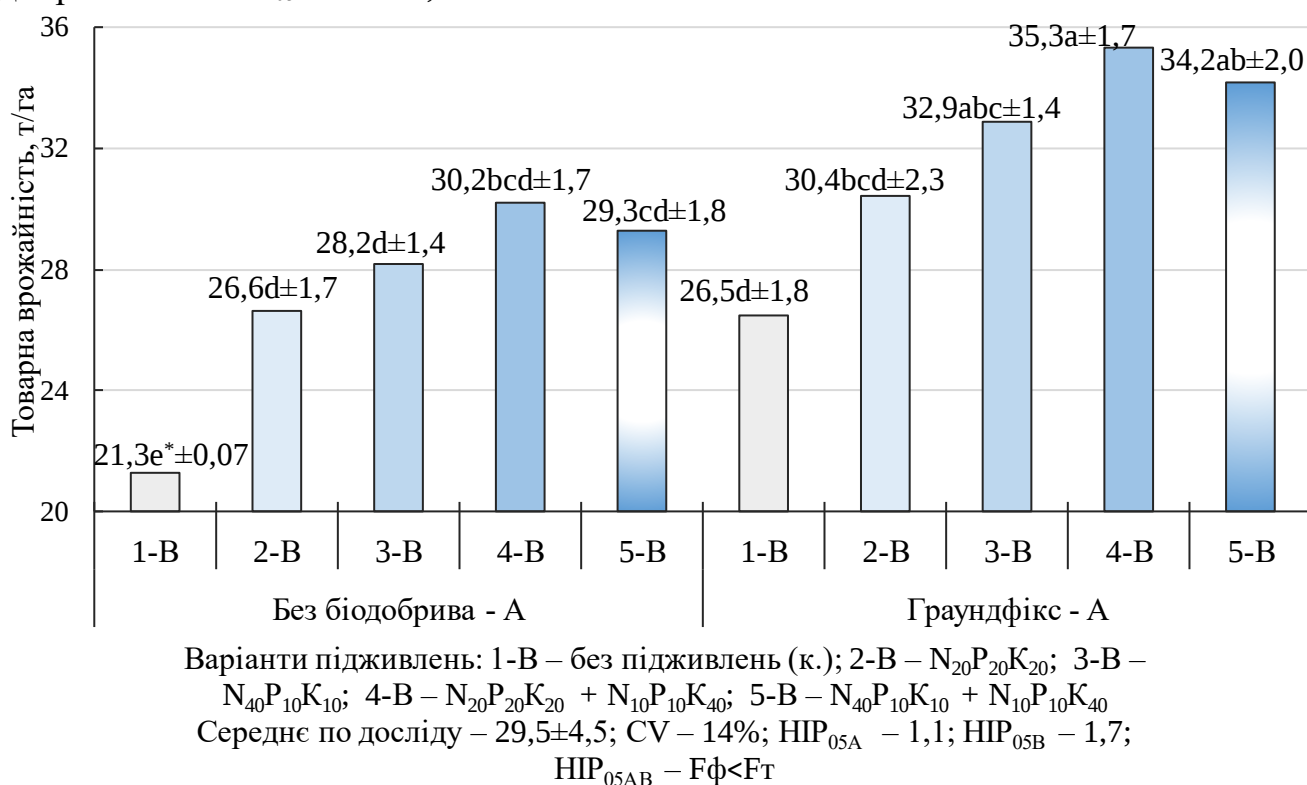


Рис. 1. Товарна врожайні цибулі порей залежно від підживлення, середнє за 2018-2022 рр.

Примітка: * – різні літери вказують на відмінність між даними за критерієм Тьюкі

Удобрення цибулі калійними добривами нормою від 100 кг/га до 250 кг/га підвищує її товарну врожайність, повідомляють Уке та ін. (2015) і Каго, Мапраунг (2020). У межах фактору В менш ефективним був варіант фертигації цибулі порей $N_{20}P_{20}K_{20}$. За одними даними, доза $N-NO_3$ більше 50 кг/га не підвищує

врожайність цибулі ріпчастої (Rumpel et al., 2008), водночас, у досліді Al-Fraihat (2016) приріст товарного врожаю цибулі був за внесення азоту 180 кг/га. У досліді із цибулею ріпчастою азотні підживлення на краплинному зрошенні позитивно впливали на врожайність культури

Слободяник Г. Я.

(Готвянська, Нестеренко, 2020; Зелендін, 2009).

Вважають, що після внесення лише органічних добрив врожай цибулі менший, аніж після мінеральних добрив (Guerrero et al., 2006; Serana et al., 2010). Використання ґрунтового біодобрива Граундфікс одночасно з краплинним поливом цибулі порей забезпечувало істотний приріст товарної врожайності до контролю – на 24%. За сумісного підживлення Граундфіксом і різними комбінаціями мінеральних добрив рівень товарного врожаю цибулі порей підвищувався на 11–17%, аніж без біодобрива. Більшість наукових публікацій повідомляють про найвищу врожайність цибуль на фоні сумісного внесення органічних і мінеральних добрив (Корнієнко та ін., 2014; Готвянська, Нестеренко, 2020; Karpenko et al., 2020; Al-Fraihat, 2016; Rizk et al., 2014; Парамонова, Ходєєва, 2016), проте, в даному дослідженні взаємодія впливу факторів біодобриво і мінеральні підживлення на врожайність цибулі порей була недостовірною (на рівні $p \leq 0,05$). В середньому за роки досліджень частка впливу фактору А (біодобриво) на врожайність становила 32%, тоді як фактора В (мінеральні підживлення) – 56%.

Поживна цінність цибулі порей зумовлена вмістом корисних нутрієнтів, білка, цукрів, макро-, мікроелементів і ретельно аналізується залежно від умов

вироснування (Kosa, Tasci, 2016; Kuřová et al, 2018; Al-Fraihat, 2016). За середніми даними 2018-22 рр. досліджень (табл. 3) на накопичення цукру і аскорбінової кислоти у товарній частині цибулі порей більшим чином впливає внесення ґрунтового біодобрива Граундфікс – 53 % і 63 % відповідно, а вміст нітратів на 92 % визначається мінеральним підживленням. За підживлення цибулі порей Граундфіксом вміст сухої речовини був 15,7 %, тоді як у контролі – менший на 1,7 %. Вміст загального цукру і аскорбінової кислоти у несправжньому стеблі порею з підживленням лише Граундфіксом перевищував контроль на 1,6 г/100 г с.р. і 2,2 мг/100 г відповідно. Варто відмітити, що на фоні сумісного підживлення біодобривом Граундфікс з різними комбінаціями мінеральних добрив товарний порей містив менше нітратів. Після удобрення цибулі порей біодобривами та інокуляції біопрепаратами також був найвищий вміст аскорбінової кислоти і найменший – нітратів (Kuřová et al, 2018). Позитивно впливає на біохімічні показники цибулі порей підживлення добривом з високим вмістом калію – $N_{10}P_{10}K_{40}$. Відомо про надмірне внесення азотних добрив провокує інтенсивне поглинання води, тому буде менший відсоток сухої речовини і сухої розчинної

Слободяник Г. Я.

речовин в цибулинах (Al-Fraihat, 2016).

3. Показники біохімічного складу вибіленого стебла цибулі порей залежно від підживлення, середнє за 2018-2022 рр., ($\bar{x} \pm SD$)

Біо-добриво (фактор А)	Мінеральні добрива (фактор В)	Суша речовина, %	Загальний цукор, г/100 г с.р.	Аскорбінова кислота, мг/100 г	Нітрати, мг/кг сирої маси
Без підживлень	Без підживлень (контроль)	14,0 $\pm$ 0,6	7,2 $\pm$ 0,3	17,0 $\pm$ 0,6	52 $\pm$ 2
	N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	14,2 $\pm$ 0,6	*7,4 $\pm$ 0,3	*16,4 $\pm$ 0,7	97 $\pm$ 4
	N ₄₀ P ₁₀ K ₁₀	14,4 $\pm$ 0,5	*7,5 $\pm$ 0,1	*17,5 $\pm$ 1,5	109 $\pm$ 2
	N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ + N ₁₀ P ₁₀ K ₄₀	14,7 $\pm$ 0,5	8,7 $\pm$ 0,1	*18,2 $\pm$ 1,0	66 $\pm$ 3
	N ₄₀ P ₁₀ K ₁₀ + N ₁₀ P ₁₀ K ₄₀	14,8 $\pm$ 1,0	9,3 $\pm$ 0,7	18,4 $\pm$ 1,0	74 $\pm$ 5
Граундфікс	Без підживлень	15,7 $\pm$ 0,9	8,8 $\pm$ 0,3	19,2 $\pm$ 0,8	62 $\pm$ 3
	N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	14,7 $\pm$ 1,3	9,5 $\pm$ 0,4	20,6 $\pm$ 0,8	91 $\pm$ 3
	N ₄₀ P ₁₀ K ₁₀	14,9 $\pm$ 0,5	9,6 $\pm$ 0,5	21,7 $\pm$ 0,8	98 $\pm$ 7
	N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ + N ₁₀ P ₁₀ K ₄₀	15,1 $\pm$ 0,8	10,1 $\pm$ 0,4	23,3 $\pm$ 0,3	63 $\pm$ 1
	N ₄₀ P ₁₀ K ₁₀ + N ₁₀ P ₁₀ K ₄₀	14,9 $\pm$ 0,6	10,3 $\pm$ 0,3	24,9 $\pm$ 0,9	65 $\pm$ 2
Середнє по досліді		14,7 $\pm$ 0,8	8,8 $\pm$ 1,1	19,7 $\pm$ 2,8	78 $\pm$ 19
CV, %		3	13	14	25
HIP _{05A}		0,5	0,2	0,6	2
HIP _{05B}		F _ф < F _т	0,4	0,9	4
HIP _{05AB}		F _ф < F _т	0,6	1,3	5

Примітка: * – не достовірна різниця для HIP_{05AB}

У дослідженнях Коса і Tasci (2016) вміст сухої речовини в цибулі порей залежно від норм азоту коливався від 7,9 до 14,8%, а фосфорно-калійні підживлення збільшували вміст сухої речовини. За іншими даними (Petrovic, Pokluda, 2020), найвищий загальний вміст сухих розчинних речовин і відсоток сухої речовини був у цибулі варіанту вирощування без добрив.

Висновки і перспективи. Сумісне підживлення цибулі порей на краплинному зрошенні мінеральними

добривами N₂₀P₂₀K₂₀ + N₁₀P₁₀K₄₀ і ґрунтовим біопрепаратом Граундфікс позитивно впливає на кількісний і якісний склад бактерій у ризосфері культури. Фертигація цибулі порей лише мінеральними добривами забезпечує формування у 1,3–1,6 разів більшої асиміляційної площі листків, а відтак – більш продуктивному використанню продуктів асиміляції. Максимальна площа листків була за внесення Граундфікс + N₂₀P₂₀K₂₀ + N₁₀P₁₀K₄₀ – 20,01 тис.м²/га. У другій половині вегетації цибулі порей

Слободяник Г. Я.

мінеральні підживлення і біодобрива достовірно впливали на інтенсивність росту цибулі порей. Вища товарна врожайність цибулі порей на фертигації із Граундфіксом, сумісно із мінеральними добривами $N_{20}P_{20}K_{20} + N_{10}P_{10}K_{40}$. Врожайність цибулі порей за підживлення $N_{40}P_{10}K_{10}$ істотно збільшувалася, але ефективність даного мінерального добрива у комбінації із $N_{10}P_{10}K_{40}$ була меншою. На врожайність і якість цибулі порей позитивний і достовірний вплив має внесення ґрунтового біодобрива Граундфікс

Список використаних джерел

1. Зелендін Ю.Д. Прийоми та елементи ресурсозберігаючої технології вирощування цибулі ріпчастої у лівобережному Лісостепу України на зрошенні: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.06. Харків, 2009. 22 с.

2. Ромащенко М.І., Файбишенко Б.О., Сайдак Р.В., Шевченко А.М., Усатий С.В., Музика О.П. Вплив змін клімату на стан та перспективи забезпечення водними ресурсами планів повоєнного відновлення систем зрошення та дренажу в Україні. Збірник тез XII міжнародної науково-практичної конференції «Вода для миру». (м. Київ, 21 березня 2024 р.). Інститут водних проблем і меліорації НААН, 2024. С. 109–112.

3. Бойко Л.О. Сучасні тенденції розвитку овочевої галузі в умовах євроінтеграції України. Агросвіт. 2020. № 6. С. 69–76. doi: 10.32702/2306-6792.2020.6.69.

4. Удобрення овочевих і баштанних культур: монографія / за ред. С.І. Корнієнка, В. Ю. Гончаренка. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. С. 147–165.

5. Білєра Н. Фертигація – інноваційний підхід до удобрення культур. Агроном. 2018. 12.07. URL: <https://www.agronom.com.ua/fertygatsiya-innovatsijnyj-pidhid-do-udobrennya-kultur/> (дата звернення: 20.11.2019).

окремо та в усіх комбінаціях з мінеральними добривами.

Для вирощування цибулі порей на краплинному зрошенні у правобережному Лісостепу України на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому оптимальний варіант підживлення Граундфікс + $N_{20}P_{20}K_{20} + N_{10}P_{10}K_{40}$, але перспективна схема фертигації мінеральними добривами і внесення біодобрив програмується на підставі комплексного аналізу всіх умов вирощування.

6. Готвянська А. С., Нестеренко А. А. Порівняльна оцінка способу зрошення та внесення добрив на ріст і розвиток рослин цибулі ріпчастої. Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 26 листопада 2020 р.). Дніпро, 2020. С. 50–53.

7. Ромащенко М.І. Цибуля ріпчаста. Технологія вирощування на краплинному зрошенні. Херсон: ВЦ ІЗІП НААН, 2010. 21 с.

8. Al-Fraihat Ahmad H. Impact of different fertilizer sources on vegetative growth, yield, quality and storability of onion. International Invention Journal of Agricultural and Soil Science. 2016. Vol. 4 (1). P. 1–8.

9. Guerrero C., Faleiro Leonor M., Pita P., Beltrão J., Brito J. (2006). Inorganic and organic fertilization of "leeks" cultivated in pots: yield, plant mineral content and microbial quality. European Water. 2005. No. 11/12. P. 9–16.

10. Uke Y., Henry B., Ichwan S., Madauna K. Pengaruh ukuran umbi dan dosis kalium terhadap pertumbuhan dan hasil produksi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) varietas lembah Palu. Agrotekbis. 2015. Vol. 3. No. 6. P. 1–6.

11. Karo B.B., Marpaung A. E. Effectivity of Potassium and Fish Fertilizer on

Слободяник Г. Я.

Leek Growth (*Allium fistulosum* L.). Journal of Tropical Horticulture. 2020. Vol. 3. No.1. P. 23–28. doi:

<http://dx.doi.org/10.33089/jthort.v3i1.41>.

12. Aisha A.H., Rizk F.A., Shaheen A.M., Abdel-Mouty M.M. Onion plant growth, bulbs yield and its physical and chemical properties as affected by organic and natural fertilization. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 2007. Vol. 3(5). P. 380–388.

13. Rizk F. A, Shaheen A.M., Abd El-Samad E.H., El-Labban T.T. Response of onion plants to organic fertilizer and foliar spraying of some micro-nutrients under sandy soil conditions. J. of Applied Sci. Res. 2014. Vol. 10(5). P. 383–392.

14. Парамонова Т. В., Ходєєва Л. П. Ефективність систем удобрення цибулі ріпчастої в овоче-кормовій зрошуваній сівоzmіні лівобережного Лісостепу України. Овочівництво і баштанництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник. 2016. Вип. 62. С. 228–237.

15. Vosátka M., Látr A., Albrechtova J. Bioadditives for vegetables growth optimization in protected cultivation. Acta Horticulturae. 2015. V. 1107. P. 149.

16. Karpenko V., Slobodyanyk G., Ulianych O., Schetyna S., Mostoviyak I., Voitsekhovskiy V. Combined application of microbial preparation, mineral fertilizer and bioadhesive in production of leek. Agronomy Research. 2020. № 18(1). P. 148–162. <https://doi.org/10.15159/AR.20.014>.

17. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / за ред. Г.Л. Бондаренка, К. І. Яковенка. Х.: Основа, 2001. 369 с.

18. ДСТУ 7847:2015 Якість ґрунту. Визначення чисельності мікроорганізмів у ґрунті методом посіву на тверде (агаризоване) живильне середовище. Чинний від 2016-07-01. Київ: УкрНДНЦ, 2016. 12 с.

19. Тимчук І. С. Агроекологічна оцінка капсульованих мінеральних добрив в умовах заходу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 03.00.16. Львів, 2016. 18 с.

20. Demyanyuk O.S., Sherstoboeva O.V., Bunas A.A., Dmitrenko O.V. Effects of different fertilizer systems and hydrothermal

factors on microbial activity in the chernozem in Ukraine. Biosystems diversity. 2018. Vol. 26(4). P. 309–315.

21. Центи́ло Л. В. Нітрифікаційна здатність ґрунту залежно від обробітку ґрунту і удобрення. Актуальні питання сільськогосподарської мікробіології: матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. (м. Чернігів, 4–5 вересня 2019 р.). Чернігів, 2019. С. 92–95.

22. Вожегова Р.А., Люта Ю.О., Малишев В.В. Вплив підживлення комплексними водорозчинними добривами на врожайність томата та цибулі ріпчастої на краплинному зрошенні. Зрошуване землеробство. 2014. Вип. 61. С. 25–27.

23. Rumpel J., Kaniszewski S., Dyśko J. Effect of drip irrigation and fertilization timing and rate on yield of onion. Journal of Vegetable Crop Production. 2008. № 9. https://doi.org/10.1300/J068v09n02_08.

24. Serana T.H., Srikrishnah S., Ahmad M.M.Z. Effect of different levels of inorganic fertilizers and compost as basal application of the growth and yield of onion (*Allium cepa* L.). J. of Agric. Sci. 2010. Vol. 5(2). P. 64–70.

25. Koca I., Tasci B. Mineral composition of leek. Acta Hort. 2016. V. 1143. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1143.21>.

26. Kučová L., Kopta T., Sękara A., Pokluda R. Controlling nitrate and heavy metals content in leeks (*Allium porrum* L.) using arbuscular mycorrhizal fungi inoculation. Polish Journal of Environmental Studies. 2018. Vol. 27 (1). P. 137.

27. Petrovic B., Pokluda R. Influence of organic fertilizers on onion quality. Polish Journal of Environmental Studies. 2020. Vol. 29(1). P. 517–523.

References

1. Zelendin, Yu. D. (2009). *Techniques and elements of the resource-saving technology of onion cultivation in the left-bank forest-steppe of Ukraine under irrigation* (Doctoral thesis, Institute of Vegetable and Melon Growing of the Ukrainian Academy of Agrarian Sciences, Kharkiv, Ukraine).

2. Romaschenko, M.I., Faybyshenko, B.O., Saydak, R.V., Shevchenko, A.M., Usatyi, S.V., Musica, O.P. (2024). The impact of climate change on the state and prospects of

providing water resources for post-war restoration of irrigation and drainage systems in Ukraine. In *Collection of theses of the XII International Scientific and Practical Conference "Water for Peace"* (pp.109-112). Kyiv: Institute of Water Problems and Reclamation of the National Academy of Sciences.

3. Boyko, L.O. (2020). Modern trends in the development of the vegetable industry in the conditions of the European integration of Ukraine. *Agroworld*, 6, 69-76. doi: 10.32702/2306- 6792.2020.6.69.

4. Kornienko, S.I., Honcharenko, V.Yu. (Ed). (2014) *Fertilization of vegetable and melon crops*. Vinnytsia: Nilan-LTD.

5. Bilera, N. (2018). Fertigation – an innovative approach to crop fertilization. *Agronomist*, 12.07. <https://www.agronom.com.ua/fertygatsiya-innovatsijnyj-pidhid-do-udobrennya-kultur>.

6. Gotvyanska, A.S., Nesterenko, A.A. (2020). Comparative assessment of the method of irrigation and application of fertilizers on the growth and development of onion plants. In *The state and prospects of the development and implementation of resource-saving, energy-saving technologies for growing agricultural crops: coll. theses add. international science and practice conference* (pp.50-53). Dnipro: Dnipro State Agrarian and Economic University.

7. Romaschenko, M.I. (2010). Onion. Technology of growing on drip irrigation. Kherson: Institute of Irrigated Agriculture of the National Academy of Sciences.

8. Al-Fraihat, Ahmad, H. (2016). Impact of different fertilizer sources on vegetative growth, yield, quality and storability of onion. *International Invention Journal of Agricultural and Soil Science*, 4(1), 1-8.

9. Guerrero, C., Faleiro Leonor, M., Pita, P., Beltrão, J., Brito, J. (2006). Inorganic and organic fertilization of "leeks" cultivated in pots: yield, plant mineral content and microbial quality. *European Water*, 11/12, 9-16.

10. Uke, Y., Henry, B., Ichwan, S. Madauna, K. (2015). Pengaruh Ukuran Umbi Dan Dosis Kalium Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Varietas Lembah Palu. *Agrotekbis*, 3(6), 1-6.

11. Karo, B.B., Marpaung, A. E. (2020). Effectivity of Potassium and Fish Fertilizer on Leek Growth (*Allium fistulosum* L.). *Journal of Tropical Horticulture*, 3(1), 23-28. doi: <http://dx.doi.org/10.33089/jthort.v3i1.41>.

12. Aisha, A.H., Rizk, F.A., Shaheen, A.M., Abdel-Mouty, M.M. (2007). Onion plant growth, bulbs yield and its physical and chemical properties as affected by organic and natural fertilization. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3(5), 380-388.

13. Rizk, F. A, Shaheen, A.M., Abd El-Samad, E.H., El-Labban, T.T. (2014). Response of onion plants to organic fertilizer and foliar spraying of some micro-nutrients under sandy soil conditions. *J. of Applied Sci. Res.*, 10(5), 383-392.

14. Paramonova, T.V., Khodeyeva, L.P. (2016). Effectiveness of onion fertilization systems in vegetable-forage irrigated crop rotation of the left-bank Forest-steppe of Ukraine. *Vegetable growing and melon growing: interdepartmental thematic scientific collection*, 62, 228-237.

15. Vosátka, M., Látr, A., Albrechtova, J. (2015). Bioadditives for vegetables growth optimization in protected cultivation. *Acta Horticulturae*, 1107, 149.

16. Karpenko, V., Slobodyanyk, G., Ulianych, O., Schetyina, S., Mostoviyak, I., Voitsekhovskiy, V. (2020). Combined application of microbial preparation, mineral fertilizer and bioadhesive in production of leek. *Agronomy Research*, 18(1), 148-162. <https://doi.org/10.15159/AR.20.014>

17. Bondarenko, H.L., Yakovenko, K. I. (Ed.) (2001). *Methods of research in vegetable growing and melon growing*. Kh.: Osnova.

18. UkrRTC. (2016). *Soil quality. Determination of the number of microorganisms in the soil by the method of sowing on a solid (agarized) nutrient medium* (state standard technical conditions 7847:2015).

19. Tymchuk, I. S. (2016). *Agroecological evaluation of encapsulated mineral fertilizers in the conditions of western Ukraine* (Doctoral thesis, Lviv National Agrarian University, Lviv, Ukraine).

20. Demyanyuk, O.S., Sherstoboeva, O.V., Bunas, A.A., Dmitrenko, O.V. (2018).

Слободяник Г. Я.

Effects of different fertilizer systems and hydrothermal factors on microbial activity in the chernozem in Ukraine. *Biosystems diversity*, 26(4), 309-315.

21. Centylo, L. V. (2019). The nitrification capacity of the soil depending on soil cultivation and fertilization. *Current issues of agricultural microbiology: materials of the All-Ukrainian scientific and practical internet conference* (pp. 92-95). Chernihiv: Institute of Agricultural Microbiology and Agro-Industrial Production.

22. Vozhegova, R.A., Lyuta, Yu.O., Malyshev, V.V. (2014). The effect of fertilizing with complex water-soluble fertilizers on the yield of tomato and onion under drip irrigation. *Irrigated Agriculture*, 61, 25-27.

23. Rumpel, J., Kaniszewski, S., Dyśko, J. (2008). Effect of drip irrigation and fertilization timing and rate on yield of onion.

Journal of Vegetable Crop Production. 9. 10.1300/J068v09n02_08.

24. Serana, T.H., Srikrishnah, S., Ahmad, M.M.Z. (2010). Effect of different levels of inorganic fertilizers and compost as basal application of the growth and yield of onion (*Allium cepa* L.). *J. of Agric. Sci.*, 5(2), 64-70.

25. Koca, I., Tasci, B. (2016). Mineral composition of leek. *Acta Hort.*, 1143. doi 10.17660/ActaHortic.2016.1143.21.

26. Kučová, L., Kopta, T., Šekara, A., Pokluda, R. (2018). Controlling nitrate and heavy metals content in leeks (*Allium porrum* L.) using arbuscular mycorrhizal fungi inoculation. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27(1), 137.

27. Petrovic, B., Pokluda, R. (2020). Influence of Organic Fertilizers on Onion Quality. *Polish Journal of Environmental Studies*, 29(1), 517-523.

PRODUCTIVITY OF LEEKS DEPENDING ON THE APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS AND SOIL BIOPREPARATION IN THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

H. Ya. Slobodanyk

Abstract. Providing consumers with high-quality vegetables and preserving soil fertility requires the rational use of fertilizers. Growing vegetable plants on drip irrigation significantly increases their yield, but requires additional research to determine the most effective fertilization. Combined mineral fertilization of leeks with soil biological preparation improves plant assimilation and the composition of the rhizosphere microbiota. The aim of this study is to identify effective combinations of leek fertilization for drip irrigation. The variants of the two-factor experiment were: factor A – soil biological preparation Groundfix and factor B – mineral fertilizers DripFert – $N_{20}P_{20}K_{20}$, $N_{40}P_{10}K_{10}$, $N_{20}P_{20}K_{20} + N_{10}P_{10}K_{40}$, $N_{40}P_{10}K_{10} + N_{10}P_{10}K_{40}$, control variant – without fertilization. Field, laboratory, and mathematical and statistical research methods were used to record data and analyze the results.

After fertilizing with mineral fertilizers alone, the share of nitrogen-fixing bacteria was 11–19%, and combined with Groundfix it increased to 37–39%. According to the dynamics of leek leaf mass formation, the advantage of combined fertilization with mineral fertilizer and Groundfix was noted. Within factor B, the largest leaf area was after fertilizing with $N_{20}P_{20}K_{20} + N_{10}P_{10}K_{40}$ – 19.12 ths. m² per hectare.

Factor A (Grandfix) accounts for 32% of leeks' marketable yield, and factor B (mineral fertilizer) for 60%, but the effect of their interaction is unreliable. Depending on mineral fertilizers, the yield was lower when using $N_{20}P_{20}K_{20}$ and $N_{40}P_{10}K_{10}$. The maximum level of marketable yield was with the combined fertilization of Grandfix +

Слободяник Г. Я.

$N_{20}P_{20}K_{20} + N_{10}P_{10}K_{40} - 35.3$ t/ha. The application of mineral fertilizer $N_{10}P_{10}K_{40}$ has a positive effect on the content of sugars and ascorbic acid. Thus, to optimize the nutritional regime of leeks under drip irrigation, it is advisable to apply the soil biological preparation Groundfix and the mineral fertilizers $N_{20}P_{20}K_{20} + N_{10}P_{10}K_{40}$ combined. Intensive fertilization is a classic measure to increase the productivity of vegetable plants under irrigation.

Key words: leek, mineral fertilizers, Groundfix, additional fertilizing

How to Cite: Slobodanyk, H. (2024). Productivity of leeks depending on the application of mineral fertilizers and soil biopreparation in the right-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Reports of NULES of Ukraine*, 0(3/109). doi:[http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi.3\(109\).2024.007](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi.3(109).2024.007)