

ВИКОРИСТАННЯ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА ГУМІНОВИХ ДОБРИВ ЗА ВИРОЩУВАННЯ БАКЛАЖАНА В ПЛІВКОВИХ ТЕПЛИЦЯХ

О. В. КУЦ, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

О. І. ОНИЩЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

О. О. ЧАЮК, кандидат сільськогосподарських наук

К. М. КОНОВАЛЕНКО, науковий співробітник

Є. М. ІЛЬІНОВА, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

Інститут овочівництва і баштанництва НААН України

E-mail: iob.vchena@gmail.com

[https://doi.org/10.31548/dopovidi6\(106\).2023.008](https://doi.org/10.31548/dopovidi6(106).2023.008)

Анотація. Перспективним напрямом сучасного овочівництва за органічних підходів вирощування є застосування мікробних препаратів та гумінових добрив для оптимізації живлення рослин, стимуляції ростових процесів та підвищення урожайності високої нормованої якості. **Мета дослідження** – встановити вплив використання мікробних препаратів та гумінових добрив за вирощування баклажана в умовах плівкових теплиць без додаткового обігріву. **Методи.** Польові, розрахунково-статистичні. **Результати.** Досліджено вплив мікробних препаратів різного спрямування та гумінових добрив на біометричні параметри рослин, чисту продуктивність та урожайність баклажану за його вирощування в умовах плівкових теплиць. Відмічено істотне збільшення площі листків як в фазу масового цвітіння, так і в фазу масового плодоношення за використання всіх мікробних препаратів Фосфоентерин, Екобацил, Бактопасльон та АБТ. Найбільше зростання чистої продуктивності фотосинтезу рослин баклажану забезпечує використання препаратів Екобацил та Бактопасльон (7,14-7,79 г/м² за добу). **Висновки.** За вирощування баклажана в плівкових теплицях без обігріву ефективним є використання мікробних препаратів Фосфоентерин, Екобацил, Бактопасльон та АБТ, що забезпечує зростання площі листків на 17,5-48,6 %, чистої продуктивності фотосинтезу на 31,4-56,2 % та урожайності на 0,98-3,26 кг/м² або 16,1-47,7 % в залежності від фону мінерального живлення. Використання гумінових добрив («Нановерм», «Гуміфренд», «Гуміфілд») за позакореневих підживлень в 4 строки зумовлювало істотне зростання висоти рослин на 32,4-49,0 %, середньої маси плоду на 4,3-9,5 % та урожайності на 0,87-1,73 кг/м² або на 11,8-23,4 % відносно контролю. Високий рівень урожайності зазначено за використання добрив «Гуміфренд» та «Гуміфілд».

Ключові слова: баклажан, плівкова теплиця, мікробні препарати, гумінові добрива, продуктивність фотосинтезу

Актуальність.

Сучасні технологічні підходи вирощування овочевих рослин вимагають використання великої кількості синтетичних фітофармакологічних засобів та добрив, що часто активізує процеси забруднення овочевих агроценозів та овочевої продукції різними контамінатами (залишки пестицидів, важкі метали, нітрати). Вирішення даної проблема цілком полягає в біологізації галузі овочівництва, що включає часткову або повну заміну мінеральних добрив на органічні та сидеральні, залучення до технологічних схем вирощування мікробних препаратів різного спрямування (захист від шкочинних організмів, оптимізація живлення рослин, стимуляція ростовий процесів) та нових видів органічних добрив.

Аналіз досліджень і публікацій з досліджуваної теми. Баклажан перспективна овочева рослина, особливо за актуальності розширення площ його вирощування в умовах закритого ґрунту, де переважають огірок (68 %) та помідор (30 %). Плоди баклажану характеризуються високим вмістом сухої речовини (6–13,5 %), загального цукру (2–5 %), сирого білка (до 1,5 %), пектину, клітковини, а також аскорбінової та нікотинової кислот, каротину, тіаміну, рибофлавіну, солей калію, дубильних речовин (Болотских А.С., 2001). У плодах міститься також велика кількість антиоксидантів,

особливо антоціаніну, споживання яких запобігає пошкодженню клітин і факторам ризику, що викликають серцеві захворювання та рак (Gürbüz N. et al., 2018; Naeem M.Y., Ugur S., 2019).

Використання мінеральних добрив є одним з дієвих факторів підвищення врожайності овочевих рослин, але часто їх застосування має ряд негативних екологічних наслідків. Зазначено, що внесення добрив впливає на мікробну біомасу ґрунту, активність та склад різних груп мікроорганізмів через зміни фізико-хімічних властивостей ґрунту (Da Costa P.B. et al., 2013). Використання часто завищених норм мінеральних добрив посилює утворення парникових газів, токсичність ґрунту та марнотратство невідновлюємих ресурсів (Li D.-P., Wu Z.-J., 2008; Simpson, R.J. et al., 2011; Bouhia Y. et al., 2022), що призводить до проблеми безпеки овочевої продукції та зниження її якості (Savci S., 2012; Luo P., et al., 2023).

Практики інтегрованої системи оптимізації живлення рослин з використанням мінеральних і органічних добрив (та біодобрив) є трудомісткими завданнями для відновлення здоров'я ґрунту та поживних цінностей сільськогосподарських рослин. Такий підхід в оптимізації живлення рослин позитивно впливає на продуктивність сільськогосподарських культур,

Куц О. В., Онищенко О. І., Чаюк О. О., Коноваленко К. М., Ільїнова Є. М.

фізико-хімічні властивості та мікробну біомасу ґрунту (Rashid M.I. et al., 2016; Rahman M.T. et al., 2017), не має негативного впливу на фізіологічні процеси рослин (Singh J.S. et al., 2011; Saini I. et al., 2020).

Ефективність використання мікробних препаратів в технологічних схемах вирощування сільськогосподарських культур доведена в багатьох дослідженнях. Так, застосування бактерій стимулює ріст рослин (Singh M. et al., 2019; Billah M. et al., 2019), підвищує ефективність використання поживних речовин (Hayat R. et al., 2010; Kalayu G., 2019).

За використання мікробних препаратів та біодобрив з мікроорганізмами може замінити внесення 23-53 % азотних добрив без втрат врожайності (Rose M.T. et al., 2014). В технології вирощування баклажану ефективним є зменшення норм мінеральних добрив на 20 % з додатковим використанням біодобрив з мікроорганізмами, що не зумовлює зниження рівня урожайності (Zhang J. et al., 2023). За іншими даними використання 75 % від норми мінеральних добрив в поєднанні з біодобривами Silitech зумовлює врожайності товарних плодів баклажана, сухої біомаси рослин та вмісту в рослинах N, P і K приблизно на 26,9–32,8 % порівняно з контролем. Крім того, за внесення біодобрив знижується рівень вмісту важких металів Hg, Pb і Cd на 29,5–

47,5 % (Riyanto D. et al., 2021). Ефективним є також використання в технологічних схемах вирощування баклажана комбінації 75% мінеральних добрив + 20 т/га гною + 10–20 мл/л мікробного препарату (ЕМ/PGPR), що забезпечує продуктивність рослин на рівні 1,86–2,35 кг/рослини, урожайність 40,9–53,2 т/га (Maghfoer M. D. et al., 2022).

За низької забезпеченості рослин баклажана мінеральними добривами високу ефективність забезпечує використання біодобрив, що містять мікроорганізми групи *Azotobacter* (Sharma M. et al., 2022) та *Azospirillum lipoferum* (Al-Rishawi N.H.O. et al., 2022). Внесення відповідних біодобрив мало позитивний вплив на висоту рослини, довжину та ширину листя, кількість плодів на рослину з кращою морфологією, загальну врожайність та загальну кількість сухих розчинних речовин в плодах.

Також за органічних підходів вирощування баклажану можна досягти високого рівня урожайності. За внесення органічного добрива з кокосового лушпиння (21 т/га) урожайність баклажана в ґрунтово-кліматичних умовах Словачії сягала 69,9 т/га (Purnamasari R.T. et al., 2023).

Одним з шляхів впливу на продуктивність рослин баклажану є використання гумінових добрив для стимуляції ростових процесів та підвищення продуктивності рослин. За даними китайських дослідників використання гумінових добрив

Куц О. В., Онищенко О. І., Чаюк О. О., Коноваленко К. М., Ільїнова Є. М.

забезпечує зменшення на 20% кількості води та мінеральних добрив без негативного впливу на продуктивність рослин баклажану за їх вирощування в умовах закритого ґрунту (Xu S. et al., 2023).

Отже, використання мікробних препаратів та гумінових добрив забезпечують стимуляцію широкого ростових процесів рослин, сприяють збільшенню урожайності та покращанню якості продукції. В той час зі збільшенням асортименту препаратів та добрив постає питання визначити їх ефективність за органічних підходів вирощування баклажану.

Мета дослідження – встановити вплив використання мікробних препаратів та гумінових добрив за вирощування баклажана в умовах плівкових теплиць без додаткового обігріву.

Методика та вихідний матеріал. Дослідження проводились впродовж 2011–2014, 2020, 2021, 2023 рр. в плівкових теплицях (без додаткового обігріву) Інституті овочівництва і баштанництва НААН (Харківська обл.) відповідно до методики дослідної справи в овочівництві і баштанництві (Бондаренко Г.Л., Яковенко К.І., 2001; Рожков А.О., 2016). Для визначення середньої за роки найменшої істотної різниці як повторення використовували значення показників за роки досліджень.

Дослідження включало два етапи: 1) визначення ефективності мікробних препаратів для оптимізації живлення та посилення ростових процесів рослин баклажану; 2) встановлення ефективності гумінових добрив.

Схема досліджень за першим етапом (2011–2014 рр.) включала проведення двофакторного дослід. Фактором А виступали різні системи удобрення: 1) $N_{130}P_{80}K_{270}$ (рекомендований для зони Лісостепу України); 2) $N_{100}P_{50}K_{110}$ (знижений фон); 3) $N_{100}P_{50}K_{110}$ + мульчування ґрунту соломкою. Фактор В – внесення різних видів мікробних препаратів: 1) контроль (вода); 2) ФМБ; 3) БСП; 4) Екобацил; 5) Бактопасльон; 6) АБТ. Мікробні препарати застосовувалися шляхом дворазової бактеризації: за передпосівної обробки насіння з розведенням 1:30 та для обробки коренів рослин перед висадкою на постійне місце з розведенням 1:50.

Мікробні препарати, що були залучені до експерименту надані Інститутом сільськогосподарської мікробіології НААН:

Фосфобенетрин (ФМБ) – препарат, на основі штаму бактерій *Enterobacter nimipressuralis* (*mump* 8-22 $\times 10^9$ КУО/мл), призначений для покращання фосфорного живлення рослин з ґрунту, збільшення коефіцієнта використання мінеральних фосфорних добрив, покращання росту і розвитку рослин.

Біополіцид (БСП) – препарат, на основі штаму бактерій *Paenibacillus polymyxa* (титр $0,5\text{--}1,0 \times 10^9$ КУО/мл), який має високу антагоністичну активність до широкого спектру фітопатогенних грибів, та продукує ростостимулюючі речовини.

Екобацил – препарат, виготовлений на основі бактерій роду *Azospirillum* та *Azotobacter*. Сприяє накопиченню атмосферного азоту в рослинних організмах, підвищує біологічну активність кореневмісного середовища, як ростостимулюючий фактор.

Бактопасльон – бактеріальний препарат, виготовлений на основі консорціума штамів *Azotobacter vinelandi* та *Azotobacter chroococcum*. (титр $10,0 \times 10^9$ КУО/мл), що стимулює органогенез та сприяє накопиченню азоту.

АБТ – бактеріальний препарат, виготовлений на основі бактерій роду *Azotobacter* (титр $1,0 \times 10^8$ КУО/мл) та фітогормональних добавок, які сприяють розвитку і росту рослин, пригнічують розвиток фітопатогенних грибів.

Схема досліджень за другим етапом (2020, 2021, 2023 рр.) включала проведення позакореневих підживлень в 4 строки гуміновими добривами (через 10 днів після висадки розсади, з послідовними обробками з інтервалом 15-16 днів) з нормою 1 л/га: 1) контроль (вода); 2) Нановерм (ТМ «Rich Soil», Україна); 3) Гуміфренд (ТОВ «БТУ-центр»,

Україна); 4) Гуміфілд (Humintech GmbH, Німеччина).

У дослідженні було використано наступні гумінові добрива:

Нановерм – комплексне гумінове добриво, що отримане за переробки вермікомпосту (виробник – ТМ «Rich Soil»).

Гуміфренд – комплексне добриво на основі гумату калію з додатковим вмістом корисних мікроорганізмів та продуктів їх метаболізму (виробник – ТОВ «БТУ-центр»).

Гуміфілд – комплексне добриво, що містить гумінові та фульвові кислоти, забезпечує підвищення родючості ґрунту, покращення росту рослин та збільшення врожайності (виробник – Humin Tech).

Технологія вирощування баклажану сорту Прем'єр (дослід 1) та Алмаз (дослід 2) загальноприйнята для плівкових теплиць з застосуванням краплинного зрошення.

Дослідження проведено за загальноприйнятими методиками. Визначено біометричні параметри рослин баклажану (висота рослин, кількість пагонів першого порядку, маса плоду), площу листової поверхні (за Ничипоровичем) та урожайність плодів. За статистичної обробки даних середні результати показників за роками виступали як повторення для визначення найменшої істотної різниці за роки досліджень (Бондаренко Г.Л.,

Куц О. В., Онищенко О. І., Чаюк О. О., Коноваленко К. М., Ільїнова Є. М.

Яковенко К.І., 2001; Рожкова А. О. та ін., 2016).

Результати досліджень та їх обговорення. Покращення умов мінерального живлення рослин баклажана за рахунок використання різних мікробних препаратів забезпечує позитивний вплив на формування маси листків та чистої продуктивності фотосинтезу (табл. 1). Відмічено істотне збільшення площі

листіків як в фазу масового цвітіння, так і в фазу масового плодоношення за використання всіх досліджуваних препаратів, окрім Біополіциду. Використання зазначених препаратів зумовлює зростання площі листків на 21,4-48,6 % в фазу масового цвітіння та на 17,5-40,7 % в фазу плодоношення в залежності від рівня мінерального живлення рослин баклажана.

1. Дія біопрепаратів на площі листкової поверхні та чисту продуктивність рослин баклажану (середнє за 2011–2014 рр.)

Мікробні препарати	Площа листової поверхні, м ² /м ²		Чиста продуктивність фотосинтезу за період цвітіння - плодоношення, г/м ² за добу
	Фаза масового цвітіння	Фаза масового плодоношення	
N ₁₃₀ P ₈₀ K ₂₇₀			
1. Контроль	1,57	2,03	4,89
2. ФМБ	2,02	2,63	6,64
3. Біополіцид	1,73	2,31	5,29
4. Екобацил	2,09	2,68	7,60
5. Бактопасльон	2,14	2,73	7,35
6. АБТ	1,92	2,51	6,87
N ₁₀₀ P ₅₀ K ₁₁₀			
1. Контроль	1,46	1,89	5,03
2. ФМБ	1,93	2,44	6,90
3. Біополіцид	1,76	2,22	6,40
4. Екобацил	2,03	2,65	7,79
5. Бактопасльон	2,17	2,66	7,24
6. АБТ	1,91	2,44	6,61
N ₁₀₀ P ₅₀ K ₁₁₀ + мульчування ґрунту			
1. Контроль	1,59	2,04	4,93
2. ФМБ	2,02	2,49	6,49
3. Біополіцид	1,74	2,46	6,17
4. Екобацил	2,06	2,71	7,70
5. Бактопасльон	2,15	2,75	7,14
6. АБТ	1,93	2,53	6,53
НІР _{0,95}	2,34	3,11	0,82

Високу ефективність щодо підвищення площі листкової поверхні рослин баклажану на усіх фонах мінерального живлення забезпечує

використання препаратів Екобацил та Бактопасльон. За використання вказаних препаратів відмічається максимальні значення площі

Куц О. В., Онищенко О. І., Чаюк О. О., Коноваленко К. М., Ільїнова Є. М.

листяної поверхні в фазу масового плодоношення рослин на рівні 2,65-2,75 м²/м².

Використання біопрепаратів забезпечує зростання чистої продуктивності фотосинтезу за період цвітіння – плодоношення в межах 31,4-56,2 % відносно контролю на різних фонах мінерального живлення. Найбільше зростання чистої продуктивності фотосинтезу рослин баклажану забезпечує використання препаратів Екобацил та Бактопасльон (7,14-7,79 г/м² за добу).

Зазначено, що максимальний рівень урожайності плодів баклажану на всіх фонах мінерального живлення забезпечує використання мікробного

препарату Бактопасльон (рис. 1). Прирости від його застосування складають 2,45-3,26 кг/м² або 40,2-47,7 %. Ефективним також є використання мікробних препаратів Фосфоентерин, Екобацил та АБТ, що підтверджується приростами урожайності баклажану на рівні 0,98-1,98 кг/м² або 16,1-29,0 %. Ефективність використання мікробного препарату Біополіцид доведена тільки на фоні застосування N₁₀₀P₅₀K₁₁₀ у поєднанні з мульчуванням ґрунту (0,96 кг/м² або 14,1 %), що свідчить про неефективність використання за вирощування баклажану препаратів з бактерією *Paenibacillus polymyxa*.

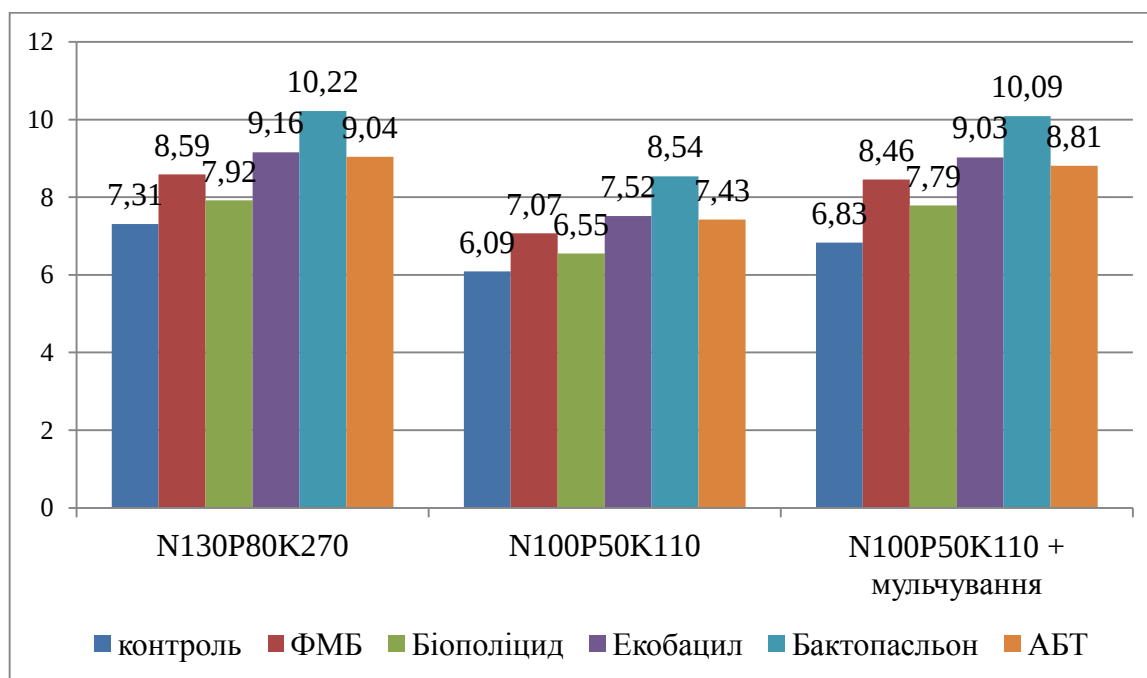


Рис. 1. Урожайність плодів баклажану залежно від використання мікробних препаратів на різних фонах мінерального живлення (середнє за 2011-2014 рр.), кг/м².

Куц О. В., Онищенко О. І., Чаюк О. О., Коноваленко К. М., Ільїнова Є. М.

Для стимуляції ростових процесів та оптимізації живлення рослин в органічному землеробстві можуть використовуватися добрива на основі гуматів. За нашими даними, використання гумінових добрив позитивно впливає на біометричні параметри рослин баклажану за його вирощування в плівкових теплицях (табл. 2).

2. Вплив гумінових добрив на біометричні параметри рослин баклажану в плівкових теплицях (середнє за 2020, 2021, 2023 рр.)

Гумінові добрива	Біометричні параметри рослин		
	Висота рослин, см	Кількість пагонів 1-го порядку, шт./рослину	Маса плоду, г
1. Контроль (вода)	73,2	2,2	211
2. Нановерм	96,9	3,2	220
3. Гуміфренд	107,6	3,2	228
4. Гуміфілд	109,1	3,4	231
НІР _{0,95}	9,67	0,21	23,5

Визначено істотне зростання висоти рослин на 32,4-49,0 % та середньої маси плоду на 4,3-9,5 %. Кількість пагонів 1-го порядку істотно не змінювалася в залежності від використання гумінових добрив. Позитивний вплив гумінових добрив на біометричні параметри рослин зумовлювали істотне підвищення урожайності баклажану (табл. 3).

3. Вплив гумінових добрив на урожайність баклажану в плівкових теплицях (середнє за 2020, 2021, 2023 рр.)

Гумінові добрива	Урожайність кг/м ²	Приріст до контролю		Товарність, %
		кг/м ²	%	
1. Контроль (вода)	7,39	-	-	95,6
2. Нановерм	8,26	0,87	11,8	96,2
3. Гуміфренд	8,85	1,46	19,8	96,0
4. Гуміфілд	9,12	1,73	23,4	95,4
НІР _{0,95}	0,74			

Від використання гумінових добрив («Нановерм», «Гуміфренд», «Гуміфілд») урожайність плодів баклажану зростає на 0,87-1,73 кг/м² або на 11,8-23,4 %. Високий рівень урожайності зазначено за використання добрив «Гуміфренд» та «Гуміфілд». Товарність продукції

істотно від добрив не змінювалася і коливалася в межах 95,4-96,2 %.

Висновки. За вирощування баклажана в плівкових теплицях без обігріву ефективним є використання мікробних препаратів Фосфоентерин, Екобацил, Бактопасльон та АБТ, що забезпечує зростання площі листків

Куц О. В., Онищенко О. І., Чаюк О. О., Коноваленко К. М., Ільїнова Є. М.

на 17,5-48,6 %, чистої продуктивності фотосинтезу на 31,4-56,2 % та урожайності на 0,98-3,26 кг/м² або 16,1-47,7 % в залежності від фону мінерального живлення.

Використання гумінових добрив («Нановерм», «Гуміфренд», «Гуміфілд») за позакоренових підживлень в 4 строки зумовлювало

істотне зростання висоти рослин на 32,4-49,0 %, середньої маси плоду на 4,3-9,5 % та урожайності на 0,87-1,73 кг/м² або на 11,8-23,4 % відносно контролю. Високий рівень урожайності зазначено за використання добрив «Гуміфренд» та «Гуміфілд».

Список використаних джерел

1. Болотских А.С. Овощи Украины. Харьков: Орбита, 2001. 1088 с.

2. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 2 кн. – Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков, В. К. Пузік, С. М. Каленська та ін.; за ред. А. О. Рожкова. Х.: Майдан, 2016. 316 с.

3. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. За ред. К.І. Яковенко та Г.Л. Бондаренка. Харків: Основа, 2001. 369 с.

4. Gürbüz N., Uluişik S., Frary A., Frary A., Doğanlar S. Health Benefits and Bioactive Compounds of Eggplant. *Food Chem.* 2018. Vol. 268. P. 602–610.

5. Naeem M.Y., Ugur, S. Nutritional Content and Health Benefits of Eggplant. *Turk. J. Agric.-Food Sci. Technol.* 2019. Vol. 7. P. 31–36. doi: 10.24925/turjaf.v7isp3.31-36.3146.

6. Da Costa P.B., Beneduzi A., de Souza, R., Schoenfeld R., Vargas L.K., Passaglia L.M. The Effects of Different Fertilization Conditions on Bacterial Plant Growth Promoting Traits: Guidelines for Directed Bacterial Prospection and Testing. *Plant Soil.* 2013. Vol. 368. P. 267–280.

7. Simpson R.J., Oberson A., Culvenor R.A., Ryan M.H., Veneklaas E.J., Lambers H., Lynch J.P., Ryan P.R., Delhaize E., Smith F.A. Strategies and Agronomic Interventions to Improve the Phosphorus-Use Efficiency of Farming Systems. *Plant Soil.* 2011. Vol. 349. P. 89–120.

8. Bouhia Y., Hafidi, M., Ouhdouch Y., Boukhari M.E., Mphatso C., Zeroual Y., Lyamlouli K. Conversion of Waste into Organo-Mineral Fertilizers: Current Technological Trends and Prospects. *Rev.*

Environ. Sci. Bio/Technol. 2022. Vol. 21. P. 425–446.

9. Li D.-P., Wu Z.-J. Impact of Chemical Fertilizers Application on Soil Ecological Environment. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao J. Appl. Ecol.* 2008. Vol. 19. P. 1158–1165.

10. Savci S. An Agricultural Pollutant: Chemical Fertilizer. *Int. J. Environ. Sci. Dev.* 2012. Vol. 3. P. 73.

11. Rahman, M.T., Zhu, Q.H., Zhang, Z.B., Zhou, H., Peng, X. The Roles of Organic Amendments and Microbial Community in the Improvement of Soil Structure of a Vertisol. *Appl. Soil Ecol.* 2017. Vol. 111 P.84–93.

12. Sumbul, A., Ansari, R.A., Rizvi, R., Mahmood, I. Azotobacter: A Potential Bio-Fertilizer for Soil and Plant Health Management. *Saudi J. Biol. Sci.* 2020. Vol. 27. P. 3634–3640.

13. Saini I., Yadav V.K., Aggarwal A., Kaushik P. Others Effect of Superphosphate, Urea and Bioinoculants on Zinnia Elegans Jacq. *Indian J. Exp. Biol. (IJEb).* 2020. Vol. 58. P. 730–737.

14. Singh J.S., Pandey V.C., Singh D.P. Efficient Soil Microorganisms: A New Dimension for Sustainable Agriculture and Environmental Development. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2011. Vol. 140. P. 339–353

15. Rahman M.T., Zhu Q.H., Zhang Z.B., Zhou H., Peng X. The Roles of Organic Amendments and Microbial Community in the Improvement of Soil Structure of a Vertisol. *Appl. Soil Ecol.* 2017. Vol. 111. P. 84–93.

16. Rashid M.I., Mujawar L.H., Shahzad T., Almeelbi T., Ismail I.M., Oves, M. Bacteria and Fungi Can Contribute to Nutrients Bioavailability and Aggregate Formation in

Degraded Soils. *Microbiol. Res.* 2016. Vol. 183. P. 26–41.

17. Saini I., Yadav V.K., Aggarwal A., Kaushik P. Others Effect of Superphosphate, Urea and Bioinoculants on Zinnia Elegans Jacq. *Indian J. Exp. Biol. (IJEb)*. 2020. Vol. 58. P. 730–737.

18. Singh J.S., Pandey V.C., Singh D.P. Efficient Soil Microorganisms: A New Dimension for Sustainable Agriculture and Environmental Development. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2011. Vol. 140. P. 339–353.

19. Hayat R., Ali S., Amara U., Khalid R., Ahmed I. Soil Beneficial Bacteria and Their Role in Plant Growth Promotion: A Review. *Ann. Microbiol.* 2010. Vol. 60. P. 579–598.

20. Singh M., Singh D., Gupta A., Pandey K.D., Singh P.K., Kumar A. Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Application in Biofertilizers and Biocontrol of Phytopathogens. In *PGPR Amelioration in Sustainable Agriculture*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2019. P. 41–66.

21. Billah M., Khan M., Bano A., Hassan T.U., Munir, A., Gurmani A.R. Phosphorus and Phosphate Solubilizing Bacteria: Keys for Sustainable Agriculture. *Geomicrobiol. J.* 2019. Vol. 36. P. 904–916.

22. Kalayu G. Phosphate Solubilizing Microorganisms: Promising Approach as Biofertilizers. *Int. J. Agron.* 2019. Vol. 2019, Article ID 4917256. 7 p.

23. Rose M.T., Phuong T.L., Nhan D.K., Cong P.T., Hien N.T., Kennedy I.R. Up to 52% N Fertilizer Replaced by Biofertilizer in Lowland Rice via Farmer Participatory Research. *Agron. Sustain. Dev.* 2014. Vol. 34. P. 857–868.

24. Luo P., Xin, C., Zhu Y., Liu Y., Ling J., Wang T., Huang J., Khu S.-T. Effect of Rational Fertilizer for Eggplants on Nitrogen and Phosphorus Pollutants in Agricultural Water Bodies. *Processes*. 2023. Vol. 11. Is. 2. doi: 10.3390/pr11020579.

25. Zhang J., Wang Y., Jin J., Chen Y., Sui Y., Sui Y., Jiao X. Effects of Different Irrigation and Fertilization Practices on Nitrogen Balance and Yield on Greenhouse Eggplant (*Solanum melongena* L.) in Mollisols. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2023. Vol. 54. Is. 16. P. 2234–2247. doi: 10.1080/00103624.2023.2211623.

26. Purnamasari R.T., Pratiwi S.H., Hidayanto F. Effect of coconut husk organic fertilizer from liquid organic fertilizer waste on growth and yield eggplant (*Solanum melongena* L.). *Acta Fytotechnica et Zootechnica*. 2023. Vol. 26. Is. 1. P. 61–66. doi: 10.15414/afz.2023.26.01.61–66.

27. Sharma M., Delta A.K., Brar N.S., Yadav A., Dhanda P.S., Baslam M., Kaushik P. *Rhizophagus irregularis* and *Azotobacter chroococcum* Uphold Eggplant Production and Quality under Low Fertilization. *Int. J. Plant Biol.* 2022. Vol. 13. P. 601–612. doi: 10.3390/ijpb13040048.

28. Al-Rishawi N.H.O., Noni G.B., Hadi, B.J. Effect of Applying Bio Fertilizers and Salicylic Acid Application on NPK in Soil and Fruits of Eggplant *Solanaum melongena* under Protected Conditions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*: 5th International Conference for Agricultural and Environment Sciences (24 November 2022). Vol. 1158. P. 42023. doi: 10.1088/1755-1315/1158/4/042061.

29. Riyanto D., Afriani R., Srihartanto E. The effect of biological fertilizer application on soil fertility, heavy metals reduction and eggplant yield on the rice field of Bantul regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 672 (17). P. 012093. doi: 10.1088/1755-1315/672/1/012093.

30. Riyanto D., Afriani R., Srihartanto, E. The effect of biological fertilizer application on soil fertility, heavy metals reduction and eggplant yield on the rice field of Bantul regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 672. Is. 17. doi: 10.1088/1755-1315/672/1/012093.

31. Maghfoer M. D., Lehar L., Lestari M. W. Efficiency of Integrated Nutrient Management to Improve Eggplant Production in Intercropping Systems. *Journal of Ecological Engineering*. 2022. Vol. 23 (11). P. 217–227. doi: 10.12911/22998993/153603

32. Xu, S., Zhou, M., Chen, Y., Sui, Y., Jiao, X. Biochar Addition with Water and Fertilization Reduction Increases Soil Aggregate Stability of 0–60 cm Soil Layer on Greenhouse Eggplant in Mollisols. *Agronomy*. 2023. Vol. 13 (6), article number 1532. doi: 10.3390/agronomy13061532.

References

1. Bolotskih, A.S. (2001). *Vegetables of Ukraine*. Harkov: Orbita.
2. Rozhkov, A. O. (Ed.). (2016). *Research work in agronomy* (Vol. 1). Kh.: Maidan.
3. Bondarenko, G.L., Yakovenko, K.I. (Eds.). (2001). *Methodology of experimental work in vegetable- and melon-growing*. Kharkiv: Osnova
4. Gürbüz, N., Uluişik, S., Frary, A., Frary, A., Doğanlar, S. (2018). Health Benefits and Bioactive Compounds of Eggplant. *Food Chem*, 268, 602–610.
5. Naeem, M.Y., Ugur, S. (2019). Nutritional Content and Health Benefits of Eggplant. *Turk. J. Agric.-Food Sci. Technol*, 7, 31–36. doi: 10.24925/turjaf.v7isp3.31-36.3146.
6. Da Costa, P.B., Beneduzi, A., de Souza, R., Schoenfeld, R., Vargas, L.K., Passaglia, L.M. (2013). The Effects of Different Fertilization Conditions on Bacterial Plant Growth Promoting Traits: Guidelines for Directed Bacterial Prospection and Testing. *Plant Soil*, 368, 267–280.
7. Simpson, R.J., Oberson, A., Culvenor, R.A., Ryan, M.H., Veneklaas, E.J., Lambers, H., Lynch, J.P., Ryan, P.R., Delhaize, E., Smith, F.A. (2011). Strategies and Agronomic Interventions to Improve the Phosphorus-Use Efficiency of Farming Systems. *Plant Soil*, 349, 89–120.
8. Bouhia, Y., Hafidi, M., Ouhdouch, Y., Boukhari, M.E.M.E., Mphatso, C., Zeroual, Y., Lyamlouli, K. (2022). Conversion of Waste into Organo-Mineral Fertilizers: Current Technological Trends and Prospects. *Rev. Environ. Sci. Bio/Technol*, 21, 425–446.
9. Li, D.-P., Wu, Z.-J. (2008). Impact of Chemical Fertilizers Application on Soil Ecological Environment. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao J. Appl. Ecol.*, 19, 1158–1165.
10. Savci, S. (2012). An Agricultural Pollutant: Chemical Fertilizer. *Int. J. Environ. Sci. Dev.*, 3, 73.
11. Rahman, M.T., Zhu, Q.H., Zhang, Z.B., Zhou, H., Peng, X. (2017). The Roles of Organic Amendments and Microbial Community in the Improvement of Soil Structure of a Vertisol. *Appl. Soil Ecol.*, 111, 84–93.
12. Sumbul, A., Ansari, R.A., Rizvi, R., Mahmood, I. (2020). Azotobacter: A Potential Bio-Fertilizer for Soil and Plant Health Management. *Saudi J. Biol. Sci.*, 27, 3634–3640.
13. Saini, I., Yadav, V.K., Aggarwal, A., Kaushik, P. (2020). Others Effect of Superphosphate, Urea and Bioinoculants on Zinnia Elegans Jacq. *Indian J. Exp. Biol. (IJEb)*, 58, 730–737.
14. Singh, J.S., Pandey, V.C., Singh, D.P. (2011). Efficient Soil Microorganisms: A New Dimension for Sustainable Agriculture and Environmental Development. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 140, 339–353.
15. Rahman, M.T., Zhu, Q.H., Zhang, Z.B., Zhou, H., Peng, X. (2017). The Roles of Organic Amendments and Microbial Community in the Improvement of Soil Structure of a Vertisol. *Appl. Soil Ecol.*, 111, 84–93.
16. Rashid, M.I., Mujawar, L.H., Shahzad, T., Almeelbi, T., Ismail, I.M., Oves, M. (2016). Bacteria and Fungi Can Contribute to Nutrients Bioavailability and Aggregate Formation in Degraded Soils. *Microbiol. Res.*, 183, 26–41.
17. Saini, I., Yadav, V.K., Aggarwal, A., Kaushik, P. (2020). Others Effect of Superphosphate, Urea and Bioinoculants on Zinnia Elegans Jacq. *Indian J. Exp. Biol. (IJEb)*, 58, 730–737.
18. Singh, J.S., Pandey, V.C., Singh, D.P. (2011). Efficient Soil Microorganisms: A New Dimension for Sustainable Agriculture and Environmental Development. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 140, 339–353.
19. Hayat, R., Ali, S., Amara, U., Khalid, R., Ahmed, I. (2010). Soil Beneficial Bacteria and Their Role in Plant Growth Promotion: A Review. *Ann. Microbiol.*, 60, 579–598.
20. Singh, M., Singh, D., Gupta, A., Pandey, K.D., Singh, P.K., Kumar, A. (2019). Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Application in Biofertilizers and Biocontrol of Phytopathogens. In *PGPR Amelioration in Sustainable Agriculture*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2019; P. 41–66.
21. Billah, M., Khan, M., Bano, A., Hassan, T.U., Munir, A., Gurmani, A.R. (2019). Phosphorus and Phosphate Solubilizing

Куц О. В., Онищенко О. І., Чаюк О. О., Коноваленко К. М., Ільїнова Є. М.

Bacteria: Keys for Sustainable Agriculture. *Geomicrobiol. J.*, 36, 904–916.

22. Kalayu, G. (2019). Phosphate Solubilizing Microorganisms: Promising Approach as Biofertilizers. *Int. J. Agron.*, 4917256.

23. Rose, M.T., Phuong, T.L., Nhan, D.K., Cong, P.T., Hien, N.T., Kennedy, I.R. (2014). Up to 52% N Fertilizer Replaced by Biofertilizer in Lowland Rice via Farmer Participatory Research. *Agron. Sustain. Dev.*, 34, 857–868.

24. Luo, P., Xin, C., Zhu, Y., Liu, Y., Ling, J., Wang, T., Huang J., Khu, S.-T. (2023). Effect of Rational Fertilizer for Eggplants on Nitrogen and Phosphorus Pollutants in Agricultural Water Bodies. *Processes*, 11 (2), article number 579. doi: 10.3390/pr11020579.

25. Zhang, J., Wang, Y., Jin, J., Chen, Y., Sui, Y., Sui Y., Jiao, X. (2023). Effects of Different Irrigation and Fertilization Practices on Nitrogen Balance and Yield on Greenhouse Eggplant (*Solanum melongena* L.) in Mollisols. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 54 (16), 2234-2247. doi: 10.1080/00103624.2023.2211623.

26. Purnamasari, R.T., Pratiwi, S.H., Hidayanto, F. (2023). Effect of coconut husk organic fertilizer from liquid organic fertilizer waste on growth and yield eggplant (*Solanum melongena* L.). *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 26 (1), 61-66. doi: 10.15414/afz.2023.26.01.61-66.

27. Sharma, M., Delta, A.K., Brar, N.S., Yadav, A., Dhanda, P.S., Baslam, M., Kaushik, P. (2022). *Rhizophagus irregularis* and *Azotobacter chroococcum* Uphold Eggplant Production and Quality under Low

Fertilization. *Int. J. Plant Biol.*, 13, 601-612. doi: 10.3390/ijpb13040048.

28. Al-Rishawi, N.H.O., Noni, G.B., Hadi, B.J. (2022). Effect of Applying Bio Fertilizers and Salicylic Acid Application on NPK in Soil and Fruits of Eggplant *Solanum melongena* under Protected Conditions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 5th International Conference for Agricultural and Environment Sciences* (24 November 2022), 1158 (42023). doi: 10.1088/1755-1315/1158/4/042061.

29. Riyanto, D., Afriani, R., Srihartanto, E. (2021). The effect of biological fertilizer application on soil fertility, heavy metals reduction and eggplant yield on the rice field of Bantul regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 672 (17). doi: 10.1088/1755-1315/672/1/012093.

30. Riyanto, D., Afriani, R., Srihartanto, E. (2021). The effect of biological fertilizer application on soil fertility, heavy metals reduction and eggplant yield on the rice field of Bantul regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 672 (17). doi: 10.1088/1755-1315/672/1/012093.

31. Maghfoer, M. D., Lehar, L., Lestari, M. W. (2022). Efficiency of Integrated Nutrient Management to Improve Eggplant Production in Intercropping Systems. *Journal of Ecological Engineering*, 23(11), 217-227. doi: 10.12911/22998993/153603

32. Xu, S., Zhou, M., Chen, Y., Sui, Y., Jiao, X. (2023). Biochar Addition with Water and Fertilization Reduction Increases Soil Aggregate Stability of 0–60 cm Soil Layer on Greenhouse Eggplant in Mollisols. *Agronomy*, 13 (6), 1532. doi: 10.3390/agronomy13061532.

USE OF MICROBIAL PREPARATIONS AND HUMICS FERTILIZER FOR EGGPLANT GROWING IN FILM GREENHOUSES

O.V. Kutz, O.I. Onyschenko, O.O. Chaiuk, K.M. Konovalenko,
E.M. Ilyinova

Abstract. A promising direction of modern vegetable growing under organic cultivation approaches is the use of microbial preparations and humic fertilizers to optimize plant nutrition, stimulate growth processes and increase yields of high standardized quality. The purpose of the study is to establish the effect of using microbial preparations and humic fertilizers for growing eggplant in film greenhouses without additional heating. **Methods.** Field, computational and statistical. **The results.**

Куц О. В., Онищенко О. І., Чаюк О. О., Коноваленко К. М., Ільїнова Є. М.

*The influence of microbial preparations of various directions and humic fertilizers on the biometric parameters of plants, productivity and yield of eggplant during its cultivation in the conditions of film greenhouses was investigated. A significant increase in leaf area was noted both in the phase of mass flowering and in the phase of mass fruiting with the use of all microbial preparations Phosphoenterin, Ecobacil, Bactopaslion and ABT. The greatest increase in the net productivity of photosynthesis of eggplant plants is provided by the use of the preparations Ecobacil and Bactopaslion (7,14-7,79 g/m² per day). **Conclusions.** For the cultivation of eggplant in film greenhouses without heating, the use of microbial preparations Phosphoenterin, Ecobacillus, Bactopaslion and ABT is effective, which ensures an increase in leaf area by 17,5-48,6 %, photosynthetic productivity by 31,4-56,2 % and productivity by 0,98-3,26 kg/m² or 16,1-47,7 % depending on the background of mineral nutrition. The use of humic fertilizers ("Nanoverm", "Gumifriend", "Gumifield") under foliar fertilization in 4 seasons led to a significant increase in plant height by 32,4-49,0 %, average fruit weight by 4,3-9,5 % and productivity by 0,87-1,73 kg/m² or by 11,8-23,4 % relative to the control. A high level of productivity is indicated for the use of "Gumifriend" and "Gumifield" fertilizers.*

Key words: eggplant, film greenhouse, microbial preparations, humic fertilizers, photosynthesis productivity