

УДК 57.083.1:631.147

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.38>

## ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЕФЕКТИВНИХ МІКРООРГАНІЗМІВ (ЕМ)

**Ковка Н.С.** – асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Вінницький національний аграрний університет

ЕМ-технологія, виникла в Японії, отримала визнання як ключовий компонент національних стратегій у багатьох країнах, зокрема в США, Канаді, Німеччині та інших. Зростає кількість країн, які активно впроваджують цю технологію. Органічне сільське господарство широко поширюється, особливо в Європі, Північній Америці та Австралії. Наприклад, за останні 15 років в країнах ЄС кількість органічних господарств зростає більше ніж в 20 разів. В Австрії, Італії та Данії частка органічного землеробства вже перевищує 5%. Державні субсидії для органічного сільського господарства також значно зросли, підтримуючи фермерів, що застосовують ЕМ-технологію, і досягаючи суттєвого впливу на економіку цих країн.

У даній статті розглядаються теоретичні та практичні аспекти застосування технології ЕМ. На теоретичному рівні розглядаються основи біології ЕМ-мікроорганізмів, їхні властивості та механізми дії. На практичному рівні розглядаються методи застосування технології ЕМ у різних галузях сільського господарства, зокрема у рослинництві, тваринництві та садівництві.

Стаття показує, що технологія ЕМ є перспективною технологією, яка має широкий спектр застосування в сільському господарстві. Вона може бути використана для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, поліпшення якості продукції та зменшення використання пестицидів і мінеральних добрив.

У дослідженні також розглядаються можливі перспективи впровадження технології ЕМ у сільське господарство з метою стабілізації та підвищення виробництва сільськогосподарської продукції. Зазначається, що ефективне використання цієї технології може сприяти збалансованому використанню ресурсів та збереженню навколишнього середовища. Додатково, наголошується на необхідності подальших досліджень щодо оптимальних методів застосування ЕМ, а також їх впливу на різноманітні аспекти сільського господарства, щоб максимально використовувати потенціал цієї технології для досягнення сталого розвитку сільськогосподарського сектора.

**Ключові слова:** ефективні мікроорганізми, ґрунт, вода, рослини, сільське господарство.

### **Kovka N.S. Theoretical and practical aspects of application of the technology of effective microorganisms (EM)**

EM technology, which originated in Japan, has been recognized as a key component of national strategies in many countries, including the United States, Canada, Germany, and others. The number of countries that are actively implementing this technology is growing. Organic farming is spreading widely, especially in Europe, North America and Australia. For example, over the past 15 years, the number of organic farms in EU countries has increased more than 20 times. In Austria, Italy and Denmark, the share of organic farming already exceeds 5%. Government subsidies for organic agriculture have also increased significantly, supporting farmers using EM technology and achieving a significant impact on the economies of these countries.

This article deals with the theoretical and practical aspects of EM technology application. At the theoretical level, the basics of the biology of EM microorganisms, their properties and mechanisms of action are considered. At the practical level, the methods of applying EM technology in various branches of agriculture, in particular in crop production, animal husbandry and horticulture, are considered.

The article shows that EM technology is a promising technology that has a wide range of applications in agriculture. It can be used to increase the productivity of agricultural crops, improve the quality of products and reduce the use of pesticides and mineral fertilizers.

The study also examines possible prospects for the introduction of EM technology in agriculture in order to stabilize and increase the production of agricultural products. It is noted

*that the effective use of this technology can contribute to the balanced use of resources and the preservation of the environment. In addition, the need for further research on the optimal methods of EM application, as well as their impact on various aspects of agriculture, is emphasized in order to maximize the potential of this technology to achieve sustainable development of the agricultural sector.*

**Key words:** *effective microorganisms, soil, water, plants, agriculture.*

**Постановка проблеми.** Проблема застосування технології ефективних мікроорганізмів (ЕМ) включає теоретичні та практичні аспекти. На теоретичному рівні важливо розглядати наукові засади функціонування ЕМ, їх взаємодію в різних середовищах та стандартизацію продукції. Також необхідно враховувати вплив ЕМ на ґрунт, рослини та екологічний аспект застосування.

З практичної точки зору, дослідження ефективності ЕМ в сільському господарстві важливо для визначення їхнього впливу на врожайність та якість продукції. Крім того, вивчення можливостей застосування ЕМ в інших галузях, таких як відходове управління та очищення стічних вод, також є актуальним. Економічний аналіз і соціальні впливи використання технології ЕМ також важливі для повноцінного оцінювання цієї технології і її майбутнього впровадження.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженням даної теми займались багато вітчизняних та зарубіжних науковців, наприклад: Хіга та Парр (1994) вперше описали ефективні мікроорганізми (ЕМ). До складу ЕМ входять різні види мікроорганізмів, зокрема дріжджі (*Saccharomyces* spp.), фотосинтезуючі бактерії (*Rhodobacter sphaeroides*, *Rhodopseudomonas palustris*), лактобацили (*Streptococcus lactis*, *Lactobacillus casei* і *Lactobacillus plantarum*) та актиноміцети (*Saccharomy* spp.) [3]. У науковій статті Ряполової І.О., Бурак В.Г. «Досвід застосування ЕМ-технологій у тваринництві» йдеться про дослідження та аналіз практичного використання ефективних мікроорганізмів (ЕМ) у тваринництві, зокрема їх вплив на здоров'я та продуктивність тварин, якість продукції тваринництва, а також екологічні аспекти [2]. У статті Зайцевої Т.М. «Вплив використання ЕМ-препаратів на вміст важких металів у ґрунті» досліджується вплив ефективних мікроорганізмів (ЕМ) на динаміку та вміст важких металів у ґрунті, а також оцінюється можливість використання ЕМ-препаратів для біоремедіації ґрунтів, забруднених важкими металами [1] та ін.

**Постановка завдання.** Наше завдання – узагальнення та систематизація теоретичних знань про технологію ЕМ.

**Виклад основного матеріалу.** У Японії виникла власна ЕМ-філософія, де препарати ефективних мікроорганізмів розглядаються як ніщо інше, як «жива вода», що має життєво важливий вплив на навколишнє середовище. Ці засоби використовуються для здоров'я домашніх тварин, очищення приміщень та водойм, а також як біологічно активні добавки. Вони пригнічують розвиток шкідливих мікроорганізмів у ґрунті, захищають від захворювань, шкідників та небезпечних хімічних речовин, сприяють збільшенню врожаю, прискорюють дозрівання плодів і покращують їх смак, а також сприяють кращому збереженню продуктів. Використання ефективних мікроорганізмів дозволяє уникнути глибокого виору землі та хімізації сільського господарства, забезпечуючи вирощування здорових культур, захищаючи ґрунт від надмірного використання добрив і засобів захисту від шкідників у саді.

Україна також відзначається у розробці технологій застосування ефективних мікроорганізмів, з Петром Шабліним на чолі цього руху. ЕМ-препарати містять корисні штами бактерій, які здатні до фотосинтезу, молочнокислих бактерій,

дріжджів та інших мікроорганізмів, що налічують понад 80 видів. Розчин ефективних мікроорганізмів можна використовувати в сільському господарстві, тваринництві, плодівництві, у виробництві кормів для тварин, для рекультивації земель, очищення стічних вод та переробки відходів.

Сільське господарство є однією з найважливіших галузей економіки будь-якої країни. Воно забезпечує продовольством населення, сировиною для промисловості та іншими важливими ресурсами. У сучасних умовах сільське господарство стикається з низкою проблем, таких як: зниження родючості ґрунтів, забруднення ґрунтів і води, зростання захворюваності рослин та зниження якості сільсько-господарської продукції.

Для вирішення цих проблем використовуються різні технології, зокрема біологічні технології. Однією з перспективних біологічних технологій є технологія ефективних мікроорганізмів (ЕМ).

Технологія ЕМ є біологічною технологією, яка використовує сукупність мікроорганізмів для поліпшення якості ґрунту, води та рослин. ЕМ-мікроорганізми є природними мікроорганізмами, які мають широкий спектр корисних властивостей, таких як: розклад органічних речовин, синтез біологічно активних речовин, підвищення імунної системи рослин та протидія патогенам.

ЕМ-технології є дуже ефективними для підвищення врожайності у сільському господарстві. Замочування насіння може збільшити урожайність вдвічі, одноразове обприскування рослин у ранні стадії росту призводить до зростання врожаю на 30%, а регулярне щотижневе обприскування може збільшити врожайність аж на 150% [7].

Ефективні мікроорганізми (ЕМ) – це мікроорганізми, які використовуються в сільському господарстві, екології та інших галузях для поліпшення ґрунту, збільшення урожайності, біологічного знезараження, компостування та інших корисних процесів. Основи біології ефективних мікроорганізмів охоплюють різноманітні аспекти (рис. 1):



Рис. 1. Аспекти біології ефективних мікроорганізмів

1. **Біорізноманіття** – сприяння збереженню та розвитку біорізноманіття мікроорганізмів у ґрунті та навколишньому середовищі. Це включає в себе вивчення різноманітних видів мікроорганізмів, їхніх функцій та взаємодій.

2. **Фізіологія мікроорганізмів** – розуміння основних фізіологічних процесів, таких як дихання, живлення, рост і розмноження, в контексті ефективних мікроорганізмів.

3. **Фіксація азоту та інші біологічні процеси** – вивчення механізмів фіксації азоту, біодеградації органічних речовин, симбіотичних та антагоністичних взаємодій між мікроорганізмами.

4. **Застосування в сільському господарстві** – розробка та впровадження методів використання ефективних мікроорганізмів для підвищення урожайності, збереження ґрунтового плідороддя, боротьби з хворобами та шкідниками.

5. **Біотехнологічні застосування** – дослідження можливостей використання ефективних мікроорганізмів у біотехнології, таких як очищення води, біодизельне виробництво та інші біотехнологічні процеси.

6. **Екологічна взаємодія** – розуміння впливу ефективних мікроорганізмів на екологічні системи та взаємодію з іншими організмами в навколишньому середовищі.

7. **Біологічне знезараження** – використання мікроорганізмів для біологічного знезараження ґрунту, води та інших середовищ від шкідливих забруднень та патогенних мікроорганізмів.

ЕМ має багато позитивних впливів на ґрунт, рослини та навколишнє середовище. Нижче наведено основні переваги ефективних мікроорганізмів (табл. 1).

Таблиця 1

Основні переваги використання ЕМ

Перевага	Опис
Підвищення продуктивності сільськогосподарських культур	ЕМ-мікроорганізми сприяють поліпшенню структури ґрунту, підвищенню його родючості та зменшенню захворюваності рослин. Це призводить до підвищення продуктивності сільськогосподарських культур.
Поліпшення якості сільськогосподарської продукції	ЕМ-мікроорганізми сприяють підвищенню вмісту поживних речовин, вітамінів та інших біологічно активних речовин у сільськогосподарській продукції. Це призводить до поліпшення її якості.
Зменшення використання пестицидів і мінеральних добрив	ЕМ-мікроорганізми сприяють підвищенню стійкості рослин до захворювань та шкідників. Це дозволяє зменшити використання пестицидів і мінеральних добрив.
Зменшення забруднення навколишнього середовища	ЕМ-мікроорганізми сприяють розкладанню органічних речовин, що сприяє зменшенню забруднення ґрунтів і води.

*Джерело: побудовано авторами на основі даних [3, 5]*

ЕМ-мікроорганізми приносять користь рослинам на всіх етапах їхнього розвитку, від проростання до дозрівання. Вони покращують фізичні, хімічні та біологічні властивості ґрунту, а також допомагають рослинам протистояти хворобам і шкідникам. Окрім того, ЕМ-мікроорганізми підвищують фотосинтетичну

активність рослин, що сприяє більш ефективному засвоєнню ними поживних речовин. Вони також покращують схожість і приживлюваність рослин, а також підвищують ефективність органічних добрив [6].

ЕМ-мікроорганізми використовуються для боротьби зі шкідниками та хворобами рослин. Вони підвищують конкуренцію корисних мікроорганізмів з патогенами, а також виробляють антибіотики та інші біоактивні речовини, які пригнічують розвиток хвороботворних мікроорганізмів. Крім того, ЕМ-мікроорганізми сприяють фіксації азоту в атмосфері, розкладаючи токсичні речовини, такі як інсектициди, і солюбілізують нерозчинні джерела мінеральних поживних речовин [7].

Зокрема, дослідження показали, що ЕМ-мікроорганізми можуть:

- Збільшити урожайність рослин на 10–20%.
- Поліпшити якість сільськогосподарської продукції, підвищивши вміст поживних речовин і вітамінів.
- Зменшити використання пестицидів, мінеральних добрив та важких металів [1].

ЕМ-мікроорганізми є представниками різних груп мікроорганізмів, таких як бактерії, актиноміцети, дріжджі та гриби. Вони мають широкий спектр властивостей, які обумовлюють їхню ефективність у сільському господарстві.

ЕМ-мікроорганізми мають високу активність у розкладанні органічних речовин, можуть розкласти різні органічні субстрати, такі як рослинні залишки, гній, послід та інші. Це сприяє поліпшенню структури ґрунту, підвищенню його родючості та зменшенню забруднення ґрунтів і води.

ЕМ-мікроорганізми також синтезують біологічно активні речовини, такі як фітогормони, амінокислоти, вітаміни та інші. Ці речовини сприяють росту і розвитку рослин, підвищують їхню імунну систему та захищають від патогенів.

У певних випадках, застосування біоаугментації цих ефективних мікробів може призвести до негативних результатів замість позитивних. Іноді вони також можуть випадково виступати як джерело негативних наслідків, таких як виклик хвороб рослин, утворення фітотоксичних компонентів, стимуляція організмів, які передаються в ґрунті, та пригнічення проростання насіння (Gunduz, 2018) [2].

У табл. 2, наведені негативні сторони використання ЕМ-мікроорганізмів.

Таблиця 2

### Негативні сторони використання ЕМ-мікроорганізмів

Тип негативного впливу	Опис
Індукція захворювань рослин	ЕМ-мікроорганізми можуть продукувати фітотоксини, які можуть пошкоджувати рослини. Це може призвести до зниження врожайності або навіть загибелі рослин.
Створення фітотоксичних компонентів	ЕМ-мікроорганізми можуть розкласти органічні речовини, виділяючи при цьому фітотоксичні компоненти. Це може призвести до зниження якості сільськогосподарської продукції.
Стимуляція ґрунтових організмів	ЕМ-мікроорганізми можуть стимулювати ріст інших ґрунтових організмів, які можуть бути шкідливими для рослин. Це може призвести до зниження врожайності або навіть загибелі рослин.
Пригнічення проростання насіння	ЕМ-мікроорганізми можуть виділяти речовини, які пригнічують проростання насіння. Це може призвести до зниження врожайності.

*Джерело: побудовано авторами на основі даних [4, 6]*

Негативні сторони використання ЕМ-мікроорганізмів слід враховувати при їхньому застосуванні в сільському господарстві. Для мінімізації негативного впливу необхідно проводити подальші дослідження та розробляти ефективні методи використання ЕМ-мікроорганізмів.

Мікроорганізми відіграють важливу роль у кругообігу поживних речовин у ґрунті. Вони розкладають органічні речовини, такі як рослинні залишки, гній та послід, і перетворюють їх на поживні речовини, які рослини можуть використовувати.

Мікроорганізми також допомагають підтримувати здоров'я ґрунту. Вони виробляють ферменти, які розбивають органічні речовини, а також виділяють антибіотики, які допомагають захищати рослини від шкідників та хвороб. Гриби та бактерії в ґрунті взаємодіють один з одним, щоб розкласти органічні речовини та вивільнити поживні речовини. Рівень рН ґрунту також впливає на ці взаємодії. Якщо рН ґрунту занадто низький, це може призвести до зменшення кількості поживних речовин, доступних для рослин. Функції ґрунту можна класифікувати наступним чином (рис. 2):



Рис. 2. Функції ґрунту при застосуванні ЕМ-бактерій

– *Забезпечення поживними речовинами для росту рослин.* Ґрунт містить широкий спектр поживних речовин, які необхідні для росту рослин. Мікроорганізми допомагають рослинам отримувати ці поживні речовини, розкладаючи органічні речовини та вивільняючи поживні речовини в доступну для рослин форму.

– *Забезпечення повітря для коренів рослин.* Коріння рослин потребують кисню для дихання. Ґрунт з високою пористістю забезпечує кореням рослин достатньо кисню.

– *Відведення води з низьким вмістом поживних речовин.* Ґрунт допомагає відводити воду з низьким вмістом поживних речовин від коренів рослин. Це запобігає затопленню коренів і допомагає запобігти втраті поживних речовин.

– *Закріплення коренів рослин.* Ґрунт допомагає утримувати корені рослин на місці. Це важливо для запобігання ерозії ґрунту.

– *Забезпечення водою коріння рослин.* Грунт зберігає воду для рослин. Це важливо для забезпечення рослин водою в посушливих умовах.

Технологія ЕМ може застосовуватися в різних областях сільського господарства, зокрема:

– *Урожайні культури.* ЕМ-мікроорганізми можуть використовуватися для підвищення врожайності таких культур, як пшениця, рис, кукурудза, бавовна, соняшник та інші.

– *Овочівництво.* ЕМ-мікроорганізми можуть використовуватися для підвищення врожайності таких овочів, як помідори, огірки, капуста, картопля та інші.

– *Фруктові культури.* ЕМ-мікроорганізми можуть використовуватися для підвищення врожайності таких фруктових культур, як яблуні, груші, сливи, персики та інші.

– *Виноградарство.* ЕМ-мікроорганізми можуть використовуватися для підвищення врожайності винограду та поліпшення якості виноградного вина.

Технологія ЕМ може застосовуватися різними способами, зокрема:

- *Внесення ЕМ-суміші в ґрунт.* ЕМ-суміш може вноситися в ґрунт перед посадкою рослин, а також під час вегетації.

- *Обробка насіння ЕМ-сумішшю.* Насіння можна обробляти ЕМ-сумішшю перед посівом. Це сприяє підвищенню схожості насіння та приживаності рослин.

- *Обприскування рослин ЕМ-розчином.* ЕМ-розчин можна використовувати для обприскування рослин для захисту їх від хвороб і шкідників.

Ефективність застосування технології ЕМ залежить від багатьох факторів, зокрема:

- *Склад ЕМ-суміші.* На ефективність технології ЕМ впливає склад ЕМ-суміші, зокрема кількість і співвідношення різних видів мікроорганізмів.

- *Умови застосування ЕМ-суміші.* На ефективність технології ЕМ впливають умови її застосування, зокрема температура, вологість і кислотність ґрунту.

- *Вид рослини.* На ефективність технології ЕМ впливає вид рослини, для якої вона застосовується.

Загалом, застосування мікроорганізмів відіграють важливу роль у підтримці здоров'я ґрунту та продуктивності рослин. Вони допомагають розкласти органічні речовини, вивільняти поживні речовини, підтримувати здоров'я ґрунту та забезпечувати рослини водою та киснем.

**Висновки і пропозиції.** На основі проведеного дослідження було зроблені відповідні висновки: технологія ЕМ є перспективною для підвищення продуктивності сільського господарства та захисту навколишнього середовища. ЕМ-мікроорганізми мають ряд переваг, зокрема: сприяють поліпшенню структури ґрунту, підвищенню його родючості та зменшенню захворюваності рослин; підвищують фотосинтетичну активність рослин, що сприяє більш ефективному засвоєнню ними поживних речовин; допомагають рослинам протистояти хворобам і шкідникам та сприяють розкладанню органічних речовин, що сприяє зменшенню забруднення ґрунтів і води.

Також було відзначено, що ефективність застосування технології ЕМ залежить від багатьох факторів, зокрема: складу ЕМ-суміші; умов застосування ЕМ-суміші та виду рослини.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Зайцева Т.М. Вплив використання ЕМ-препаратів на вміст важких металів у ґрунті. *Збалансоване природокористування*. 2018. № 1. С. 155-157.

2. Ряполова І.О., Бурак В.Г. Досвід застосування ЕМ – технологій у тваринництві. *Таврійський науковий вісник № 83*. С. 192-196.
  3. Gündüz G. (2011). Effective microorganisms (EM) technology in plants. Education. *Technology*, 14(4). 103-106.
  4. Higa T and Parr JF. (1994). Beneficial and Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment. INFRC (International Nature Farming Research Center), *Atami, Japan*. 17 p.
  5. Higa T. Application of effective microorganisms for sustainable crop production. URL: <http://www.emtrading.com/em/htmlpapers/kyusei1higa.html> (дата звернення: 22.12.2023).
  6. Higa T. Effectives microorganisms: A Biotechnology for mankind. Proceeding of the First International Conference on Kyusei Nature Farming. U.S. Department of Agricultural, Washington D.C., USA. 8-14. 1994a.
  7. Olle M. Effective microorganisms and their influence on vegetable production – a review. *Effective microorganisms in vegetable production*. 2013. № 88 (4). 380-386.
  8. Younas, T., Umer, M., Husnain Gondal, A., Aziz, H., Khan, M. S., Jabbar, A., Shahzad, H., Panduro-Tenazoa, N., Jamil, M., & Ore Areche, F. (2022). *A Comprehensive Review on Impact of Microorganisms on Soil and Plant*, *Journal of Bioresource Management*, 9 (2). 109-118.
-