

## ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕРОБСТВА В УКРАЇНІ

*У статті проаналізовано існуючі системи землеробства. Доведено, що перспективним напрямком розвитку екологізації землеробства в Україні є стратегія яка синтезує позитивні сторони системи традиційного й інноваційні мікробіологічні технології «органічного» землеробства.*

**Ключові слова:** системи землеробства, обробіток ґрунту, добрива, мікробіологічні препарати.

*В статье проанализированы существующие системы земледелия. Доказано, что перспективным направлением развития экологизации земледелия в Украине является стратегия, которая синтезирует положительные стороны системы традиционного и инновационные микробиологические технологии «органического» земледелия.*

**Ключевые слова:** системы земледелия, обработка почвы, удобрения, микробиологические препараты.

*Existing farming systems are analyzed in the article. It is proved that system, which synthesizes positive sides of the traditional farming system and innovative microbiological technologies of «organic» farming, is promising direction of ecological agricultural development in Ukraine.*

**Key words:** farming systems, soil tillage, fertilizers, microbiological drugs.

**Постановка проблеми.** Землеробство – це надскладний процес, у якому потрібно враховувати взаємодію абіотичних (ґрунт, клімат, погода), біотичних (біологічні компоненти агроєкосистем) й антропогенних (технічні, організаційно-економічні, інформаційні) факторів виробництва. При цьому, передбачається вирішення завдань збереження й підвищення родючості ґрунту, досягнення стійкості агроєкосистем, підвищення конкурентоспроможності підприємств.

Системи землеробства можна розділити на дві групи. До першої відноситься сучасна інтенсивна, хімічно-орієнтована система, а до другої групи – альтернативні системи, в основу яких покладено екологічні чинники. Оптимізація системи землеробства на основі інноваційних технологій є важливою проблемою сталого розвитку землекористування аграрних підприємств.

**Огляд останніх досліджень і публікацій.** Ресурсоощадні екологічні системи землеробства в Україні впроваджувались ще у XIX сторіччі відомим українським ученим І. Е. Овсінським, який теоретично обґрунтував та втілював у життя поверхневий обробіток ґрунту. Результати його досліджень опубліковані в роботі «Нова система землеробства» (1899 р). Над цією проблемою працювали відомі вчені Н. Х. Грабак, А. М. Малієнко, В. Ф. Сайко, Ф. Т. Моргун, М. К. Шикун та інші. Але на сучасному етапі

розвитку аграрної науки з'явилося багато інноваційних біотехнологій, які дозволяють посилити еколого-економічний ефект, надати новий поштовх ресурсоощадним та екологічним системам використання земельних ресурсів аграрними підприємствами.

**Метою** статті є на підставі аналізу систем землеробства визначити перспективні напрямки екологізації землекористування в Україні.

**Виклад основного матеріалу.** Сучасні системи енергетично збиткові, а сільське господарство належить до одного з найбільших енергоспоживачів. У США 17% виробленої в країні енергії витрачається в сільському господарстві [1].

Збільшення продовольчих ресурсів за останні п'ятдесят років було досягнуто за рахунок інтенсифікації сільського господарства. Інтенсивні методи в рослинництві, перш за все, вимагали нарощування темпів виробництва мінеральних добрив. Лише за період із 1930 по 1960 рр. обсяг їх виробництва зріс у 6 разів [1].

Основну увагу було приділено мінеральним речовинам, які споживають рослини: азоту, фосфору і калію. Їх переважно застосовують у співвідношенні 1 : 1,5 : 3. Споживання цієї удобрювальної тріади впродовж останніх 100 років подвоювалось у світі кожні 10 років і досягло до кінця XX ст. великих обсягів. Наприклад, у 1989 р. у світі вироблялося 71,5 млн. тонн азоту, 1938,6 млн тонн фосфору і

27,4 млн тонн калію [1]. При цьому на один гектар ріллі і багаторічних насаджень вносили в середньому 90 кг д. р., у тому числі в колишньому СРСР – 118 кг; США – 92 кг; Франції – 309 кг; ФРН – 428 кг; Нідерландах – 805 кг [2].

В Україні виробництво мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин мало типові для світу

тенденції (табл. 1). Дані табл. 1 свідчать, що за період із 1940 до 1990 рр. в Україні виробництво мінеральних добрив зросло з 212 тис. т (1940 р.) до 4 815 тис. т (1990 р.), тобто в 22,7 рази, а з 1990 по 2003 рр. зменшилося з 4 815 тис. т до 2 524 тис. т, або в 1,9 рази.

Таблиця 1

**Виробництво мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин в Україні (тис. т)**

Показники	1940 р.	1950 р.	1955 р.	1960 р.	1965 р.	1970 р.	1975 р.	1980 р.
Мінеральні добрива (у перерахунку на 100 % поживних речовин)	212	322	596	835	1 582	2 499	3 859	4 086
у тому числі:								
– азотні	73	115	231	397	801	1 396	2 222	2 403
– фосфатні	109	162	246	293	519	703	1 178	1 344
– калійні	30	45	119	145	262	399	456	337
Хімічні засоби захисту рослин (у 100%-му обчислені по діючій речовині)	—	—	2,9	4,6	16,7	21,8	61,6	60,5
У тому числі гербіциди	—	—	—	0,0	5,2	4,5	9,1	8,3

Продовж. табл. 1

Показники	1985 р.	1990 р.	1995 р.	2000 р.	2001 р.	2002 р.	2003 р.
Мінеральні добрива (у перерахунку на 100% поживних речовин)	5 074	4 815	2 221	2 304	2 234	2 347	2 524
у тому числі:							
– азотні	3 220	3 022	1 871	2 202	2 153	2 311	2 473
– фосфатні	1 563	1 648	294	81,7	60,6	27,7	37,7
– калійні	289	143	56,3	20,2	19,9	7,8	13,7
Хімічні засоби захисту рослин (у 100 %-му обчислені по діючій речовині)	86,9	50,5	4,1	1,1	2,7	1,9	0,9
У тому числі гербіциди	10,9	1,9	1,0	0,4	0,9	0,7	0,3

Примітка: Джерело [3]

Треба відзначити, що в колишньому СРСР майже всі вироблені мінеральні добрива і засоби захисту рослин вироблялись для внутрішнього ринку. У

незалежній Україні скоротилося як виробництво, так і використання мінеральних добрив (табл. 2).

Таблиця 2

**Внесення добрив під сільськогосподарські культури в Україні (кілограмів поживної речовини на 1га посівної площі)**

	1990 р.	1996 р.	2000 р.	2005 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2009 р.
Мінеральні добрива	141	21	13	32	40	51	57	59
у тому числі:								
– азотні	59	16	10	22	27	33	40	42
– фосфатні	39	2	1	4	6	8	8	8
– калійні	43	3	2	6	7	3	9	9

Примітка: Джерело [4].

Необхідно відзначити, що за період із 1985 по 1990 рр. середня урожайність зернових складала 30,4 ц/га, із 1995 по 2005 рік, коли внесення мінеральних добрив упало в середньому до 22,4 кг діючої речовини на гектар (у 6,3 рази менше, порівняно з 1990 роком) середня врожайність зернових знизилась до 23,7 ц/га.

Підвищення доз внесення мінеральних добрив у 2006-2009 роках до 51,8 кг забезпечило підвищення урожайності лише до 27,6 ц/га.

Це свідчить про те, що мінеральна складова в зміні врожайності в Україні має менший вплив, ніж погодні умови і природна родючість ґрунтів.

Очевидно, що неадекватне збільшення врожайності культур при збільшенні внесення мінеральних добрив є проявом закону спадної граничної продуктивності (law of diminishing marginal return), при якому зі зростанням використання будь-якого виробничого фактора (при незмінності решти) приріст зростання обсягів випуску продукції стає все меншим і меншим і рано чи пізно досягається та точка, у якій додаткове застосування змінного фактора призводить до зниження відносного і далі абсолютного обсягів випуску продукції. Зростання використання одного з факторів (при фіксації решти) призводить до послідовного зниження віддачі його застосування. Іншими словами, підприємствам неможливо в рамках даної технології виробництва збільшувати «нескінченно» використання мінеральних добрив, і сподіватися на зростання урожайності.

Звідси можна зробити висновок, що застосування мінеральних добрив вичерпало свої можливості і землеробство, яке ґрунтується на них, досягнувши певної критичної межі, не забезпечуватиме зростання врожайності сільськогосподарських культур. Тобто йде мова про те, що сучасне інтенсивне землеробство не має перспектив розвитку щодо вживання мінеральних добрив, хоча зростання їх доз завдає значної шкоди природному середовищу. Наприклад, евтрофікація водойм через дефіцит кисню завершується гнильними процесами і втратою чистоти води. Питна вода забруднюється нітратами, розвивається багато інших негативних явищ, які є прямим наслідком застосування в землеробстві надмірних доз добрив.

Будь-яке хімічне підживлення впливає на ґрунт як «наркотик», погіршуючи його біологічні властивості. Наприклад, внесення в ґрунт макроелементів, таких як азот, фосфор і калій сприяє формуванню міцної кореневої системи, і як наслідок – вегетативної частини рослин. У той же час із ґрунту виносяться мікроелементи, наприклад, селен, який виступає як катализатор у багатьох біохімічних реакціях, і за його відсутності рослина не здатна сформувати ефективну імунну систему.

Не маючи ефективного імунітету, рослина згодом обов'язково «підчепить» хворобу, лікувати яку звичайно необхідно різними хімічними засобами. На хвору рослину нападає патогенна мікрофауна, шкідники, протидіяти яким можна застосуванням гербіцидів, пестицидів та ін. Таким чином це порочне коло замикається і ґрунти все більше втрачають поживні елементи, забруднюються хімічними і біологічними шкідливими речовинами.

Унаслідок такого «комплексу» агротехнічних заходів виробляється сільськогосподарська продукція дуже низької якості.

Аналіз розвитку світового сільського господарства свідчить, що співвідношення між зростанням урожаю сільськогосподарських культур і витратами складає 1 : 2 : 5 : 10, де:

1 – приріст сільськогосподарської продукції;

2 – приріст витрат на механізацію виробництва;

5 – приріст внесення добрив;

10 – приріст внесення пестицидів [1].

Отже, додаткова продукція стає все дорожчою, усе енергозатратнішою. Особливо звернемо увагу на те, що глибокий механічний обробіток ґрунту суттєво посилює процеси ерозії, знижує природну родючість орних земель, яка визначається головним чином вмістом гумусу. 100 років тому вміст гумусу в ґрунтах України становив 4,2 %, а нині – 3,2 %, тобто зменшився на 14 %. Для бездефіцитного балансу гумусу, за думкою професора В. В. Горлачука, підприємствам потрібно вносити 20 т/га органічних добрив, інші автори [1] вважають достатнім 10-11 т/га. За статистикою, у 2009 р. було внесено лише 0,6 т/га [4].

Серйозною екологічною проблемою є залишки мінеральних добрив, які після внесення їх у ґрунт не повністю споживаються рослинами, а накопичуються в ньому, надходячи в ґрунтові води і водойми, а згодом по харчових ланцюгах потрапляють в організм людини.

Повнота використання поживних речовин із добрив дуже низька – із нітратних і аміачних добрив засвоюється 40 % азоту, а з органічних – не більше 20 %. Решта у вигляді нітратів сильно забруднює водойми і ґрунтові води, що викликає захворювання людей і тварин.

При внесенні різних видів добрив забруднення, наприклад, свинцем перевищує фонове значення у 1,4 рази, хромом – у 1,2 рази, стронцієм – у 1,5 рази, фтором – у 19,6 рази [5].

Упродовж ХХ ст. на основі досягнень біохімії було відкрито спеціальні речовини, які знищують або пригнічують ріст і розвиток шкідників і хвороб сільськогосподарських рослин – пестициди. Число їх видів сьогодні досягло кількох тисяч, а обсяги їх виробництва вимірюються мільйонами тонн.

В Україні в 2003 р. вироблялося 0,7 тис. т хімічних засобів захисту рослин, тобто 0,02 кг на 1 га ріллі [3], а витрачалось – 4 кг/га, що набагато менше, ніж у розвинутих країнах (у США – 42,4 кг/га).

Під впливом пестицидів відбувається глибоке руйнування біомів, природне середовище збіднюється на корисні види рослин і тварин.

Корисні тварини гинуть безпосередньо не лише від високих доз пестицидів. Частіше в них порушується репродуктивний цикл, а це простежується не одразу; збіднення фауни є віддаленим і не завжди простеженим результатом хімізації сільського господарства.

Хімічні засоби захисту рослин шкідливі не лише за своїми якостями як первинний продукт, а і їх похідні від розкладання в ґрунті часто мають більшу небезпеку як вторинні продукти.

У бур'янів і шкідників швидко виробляється імунітет до пестицидів. Відповідно до даних міжнародних організацій, у 1940 р. стійких до пестицидів видів і форм шкідників не було, а в

1990 році одних лише комах, стійких до пестицидів, виявлено більше 400, із них 25 видів основних шкідників сільськогосподарських рослин узагалі не реагують на всі сучасні інсектициди. У зв'язку з виникненням стійких до пестицидів бур'янів і шкідників шкідливість їх не зменшується.

У США за період із 1940 по 1980 рр. втрати урожаю від шкідників, незважаючи на масове застосування пестицидів, зросли з 7,1 до 13 %, а від бур'янів – із 8 до 12 %. Аналогічне становище спостерігається і в нашій країні. Унаслідок цього захист посівів стає все дорожчим, а собівартість сільськогосподарської продукції зростає.

Підсумок стислого огляду сучасної інтенсивної системи землеробства, яка базується на застосуванні мінеральних добрив і хімічних засобів боротьби зі шкідниками рослин і бур'янами, дозволяє зробити такі висновки [6]:

1. Інтенсивна система землеробства дуже енерговитратна, нарощування цих витрат триває і перспектив їх скорочення не передбачається.

2. Глибока оранка руйнує природний стан ґрунтів, збіднює їх мікрофлору, що негативно впливає на родючість, веде до ерозії ґрунтів.

3. Застосовування мінеральних добрив і отрутохімікатів створює негативний ланцюговий ефект:

– потрапляння компонентів добрив і хімікатів в атмосферу, воду і ґрунти при їх виробництві завдає великої шкоди навколишньому середовищу;

– внесення мінеральних добрив й отрутохімікатів у сільському господарстві теж руйнує природні властивості ґрунтів, а через воду отрує людей, мікрофлору та мікрофауну;

– вживання рослинної і тваринницької продукції негативно впливає на здоров'я людей;

– якість сільськогосподарської продукції при застосуванні мінеральних добрив і отрутохімікатів постійно погіршується.

4. Відходи тваринництва – гній і стічні води – забруднюють ґрунт і водойми.

Отже, як протидія негативним наслідкам інтенсивної системи землеробства створюються альтернативні системи, базовою складовою яких є екологічний імператив.

Вони мають на меті:

– найефективніші способи використання ресурсів;

– відтворення ресурсів та охорону їх від збіднення;

– заборону на внесення в агросистеми будь-яких пестицидів.

Розроблення конкретних технологій альтернативного землеробства триває вже більше 40 років. Станом на 2000 рік у країнах Європейського Союзу площі, зайняті альтернативним землеробством, складала біля 10 % площі ріллі в цих країнах.

Альтернативні системи землеробства поділяються на декілька видів залежно від акценту, який робиться в даному вигляді на ті чи інші компоненти або їх поєднання.

Так, біологічне землеробство як самостійний вид було запроваджено Лемер-Буше в 1964 році. Його особливістю є відмова від застосування мінеральних добрив, пестицидів та інших синтетичних хімічних препаратів. Родючість ґрунтів підтримується винятково за рахунок внесення органічних добрив – гною, сидератів, іншої органіки. Для прискорення мобілізації поживних речовин гній обов'язково компостується і піддається аеробному розкладанню. Боротьба з бур'янами і шкідниками ведеться переважно біопрепаратами: відварами піретруму, тютюну, кропиви, хвоща. Обмежено використовують інші нетоксичні і слаботоксичні речовини.

Із метою підтримки родючості ґрунтів великого значення в біологічному землеробстві надають дотримання сівозмін. Вітчизняні вчені задовго до Лемер-Буше пропонували систему біологічного землеробства, яка багатьма рисами була подібна до системи Лемер-Буше.

У роботі І.Є. Овсинського «Новая система земледелия», надрукованій у Києві ще 1899 р., пропонується обробляти ґрунт не глибше 2-х дюймів. Замість плуга використовувався кінський полільник (кінський плоскоріз), і завдяки йому отримували добрі врожаї навіть у посушливі 1895, 1896 і 1897 рр., коли на орних землях вологи не було зовсім [7].

Цій системі 111 років, а її основні постулати збереглися повністю й сьогодні. До речі, корені «Новой системы земледелия», як тепер з'ясувалося, значно давніші. С. Н. Крамер у роботі «История начинается в Шумерах» наводить твердження про те, що у стародавній країні Шумер (3 тис. років до н. е.) отримували пшениці та ячменю по 250-300 ц із гектара. Таємниця стародавніх шумерських хліборобів була геніально простою: у них не було знарядь, щоб обробляти глибоко землю, і само собою сталося, що обробляли її поверхнево. Для їжі збирали тільки колосся, солома залишалася на полях як добриво для наступних урожаїв. За такої врожайності соломи залишалось у ґрунт не менше 25-30 тонн на гектар.

Звичайно, сьогодні інша ситуація, на урожай впливає багато факторів, але принципи землеробства, які виправдали себе впродовж багатьох століть, необхідно зберегти і застосовувати.

Органічне землеробство являє собою американський варіант біологічного землеробства і принципово від нього не відрізняється [8]. Теж забороняється застосування мінеральних добрив і пестицидів, але екологічні вимоги щодо них менш жорсткі. Застосування мінеральних добрив забороняється тільки в попередній рік збирання врожаю на даній ділянці.

Органічно-біологічне землеробство засноване на дослідженнях Х. Руша і Х. Мюллера, і поширене в країнах Західної Європи. Із вимог екології це найбільш виважена система, що дає можливість контролювати природність компонентів речовин в агросистемах кожного окремого господарства. Створення максимально сприятливих умов для розвитку ґрунтової мікрофлори. У структурі сівозмін

збільшують бобові і кормові культури. Гній і дозволені до застосування несинтетичні добрива, такі як томашлак, доломіт, вапняк, вносяться лише поверхнево.

Основні положення біодинамічного землеробства були закладені в публікації Р. Штайнера (1924 р.), де головною ідеєю такого землеробства було використання біоритмів, властивих Землі і космічному простору. Практика довела, що піки максимальних урожаїв насправді повторюються через кожні 18-19 років й охоплюють 5-8-річні цикли, що йдуть послідовно і відповідають часу мінімальних місячних деклінацій [1].

Ці результати дали імпульс розвитку біодинамічного землеробства в країнах Західної Європи.

Екологічне землеробство є доволі аморфною групою технологій і його пропозиції передбачають певні способи екологізації землеробства. Головним, а часто майже єдиним, елементом системи є дотримання систем сівозмін, які забезпечують природне збереження родючості ґрунтів.

Такі основні альтернативні системи землеробства. Звичайно, аграрні підприємства, що працюють у сфері альтернативного землеробства, не дотримуються цих систем, а використовують поєднання їхніх окремих елементів, що, зазвичай, підвищує в цілому ефективність землеробства сільськогосподарських товаровиробників.

Із вищеперерахованих систем площа земель під органічним землеробством в Україні складає 0,4 % (164 449 га), у той час коли вони швидкими темпами розвиваються у світі.

Сьогодні під органічне землеробство використовується в Європі – 5,1 млн. га, у США – 1,5 млн га, Латинській Америці – 4,7 млн га, Австралії – 10,6 млн га. В Європейському Союзі понад 7 млн га угідь фермерських підприємств (майже 10-кратне зростання протягом останнього десятиліття) нині зайняті органічним землеробством [11]. Цьому сприяла прийнята в 1993 році загальна політика підтримки фермерів у перші роки після переходу від звичайного до органічного агропромисловництва. Середній показник кількості таких господарств досягнув у країнах ЄС 4 %, а в Австрії – 11,3 % (285,5 тис.).

Використання альтернативних систем землеробства в Україні має свої особливості. Як було відзначено вище, використовуючи сучасну індустріальну інтенсивну систему землеробства аграрним підприємствам для того, щоб збільшити випуск сільськогосподарської продукції на одну одиницю, необхідно збільшити на дві одиниці витрати на механізацію виробництва, на п'ять – вкладень у добрива, на десять – витрати на пестициди. Це колосальні кошти, яких в Україні немає і навіть у найближчому майбутньому не передбачається. Тому Україна повною мірою відчуває гостроту проблем із вибором альтернативної системи землеробства. Н. Х. Грабак, І. Н. Топіха, В. М. Давиденко, І. В. Шевель виділяють такі елементи альтернативного землеробства [9]:

1. Включення в сівозміни бобових багаторічних трав, які здатні накопичити у своїй біомасі 200-300 кг/га азоту, а також однорічні бобові культури, які спроможні накопичити 60-100 кг/га біологічного азоту. Насичення сівозмін культурами-азотфіксаторами до 20-30 % дозволяє на 25-30 % зменшити норми внесення азотних добрив.

2. Внесення органічних добрив із розрахунку на бездефіцитний баланс гумусу. Крім твердого гною, це – компости, солома, рідкий гній, пташиний послід, торф, зелене добриво тощо.

3. Кількість внесених мінеральних добрив повинна компенсувати винос поживних речовин з урожаєм. Дози їх мають відповідати принципу розумної достатності.

4. Зменшення доз азотних добрив як основного джерела накопичення нітратів у продукції шляхом нітрогенації насіння ризотрофіном.

5. Роздрібне та локальне внесення добрив, особливо азотних, що значно зменшує їх екологіко-токсикологічний ефект.

6. Ґрунтоохоронний обробіток земель, який запобігає їх деградації та втраті гумусу, мінеральних сполук із продуктами ерозії.

7. Покращання матеріально-технічної бази підприємств, пов'язаної зі внесенням туків.

8. Підвищення загальної культури землеробства.

9. Удосконалення асортименту і якості мінеральних добрив.

10. Виробництво безбаластних висококонцентрованих добрив, які не містять важких металів та інших токсикантів.

11. Виробництво добрив, які включають макро- та мікроелементи, стимулятори росту рослин, інгібітори нітрифікації тощо, які задовольняли б потреби рослин у комплексі.

12. Створення мінеральних добрив пролонгованої дії з урахуванням періодичності живлення рослин.

13. Отримання безфторових фосфатів.

14. Вибір оптимальних термінів внесення добрив з урахуванням біологічних особливостей культури, властивостей ґрунту, погодних умов, форм добрив.

15. Застосування в боротьбі зі шкідниками, хворобами та бур'янами в першу чергу профілактичних, біологічних, механічних, фітоценогенних методів при обмеженому використанні хімічних.

16. Створення сортів і гібридів, стійких проти шкідників і хвороб.

17. Біоценологічний принцип застосування пестицидів, який полягає не в максимальному чи повному зниженні чисельності шкідливих організмів, а в регулюванні їх на екологічно та економічно доцільному рівні.

18. Застосування високоефективних методів хімічного захисту рослин від бур'янів, шкідників, хвороб, малооб'ємне й ультрамалооб'ємне обприскування, що зменшує використання рідини на 25 %.

19. Створення і застосування менш токсичних пестицидів.

Треба відзначити, що всі альтернативні системи мають один суттєвий недолік – вони неінтенсивні за своєю сутністю, і це одразу знецінює їх корисні і правильні положення. Існуюча інтенсивна, індустріальна система землеробства базується на прискоренні всіх технологічних процесів – починаючи з оранки і закінчуючи збиранням урожаю. Це досягається значним парком техніки на всіх операціях, застосуванням величезних обсягів мінеральних добрив, пестицидів тощо. Девіз цієї системи – найбільший випуск продукції в найкоротші строки. Усе інше – якість продукції, безпека навколишнього середовища – якщо й не другорядне, то підпорядковане завданню максимізації виробництва продукції. І тому будь-яка критика індустріальної системи залишається переважно без зворотного відгуку, хоча певні досягнення є, але вони залишаються непомітними. На наше глибоке переконання, існуючі альтернативні системи землеробства не прийдуть на зміну сучасній інтенсивній системі до тих пір, поки вони не доведуть свою перевагу економічно.

Необхідно, щоб альтернативні системи землеробства виробляли сільськогосподарську продукцію, принаймні, не в менших обсягах за інтенсивну систему, але за нижчими цінами і за вищою екологічно чистою якістю.

До цього часу створити таку систему не спромоглися вчені провідних країн світу, і лише в останні десятиріччя контури такої системи створені. Ця система базується на так званих ЕМ технологіях.

Задача ЕМ-технології полягає в тому, щоб забезпечити рівновагу між корисними і патогенними організмами в точці «золотого перетину», коли дві третини корисних мікроорганізмів достатньо, щоб забезпечити «здоров'я» ґрунту, його гумусність і збалансованість за складом макро-, мікроелементів, органічних сполук та приблизно одна третина патогенних мікроорганізмів, щоб тримати в тонусі імунну систему рослин.

Першому цю задачу вдалося вирішити в 1988 році японському вченому Теруо Хіга. Він дослідивши близько 3 000 видів основних мікроорганізмів, що забезпечували життєдіяльність ґрунту, відкрив раніше невідому сутність їх генеративно-дегенеративного кількісного взаємозв'язку.

У спрощеному вигляді сутність його відкриття полягає в такому. У середовищі як животної, так і патогенних мікроорганізмів близько 5 % видів є провідними. Решта, які первісно є або більш регенеративними, ніж дегенеративними, або ж навпаки, можуть значною мірою змінити свою початкову орієнтацію, але тільки в той бік, де більше мікроорганізмів лідерів. Тут можна навести приклад-аналогію з людським середовищем, у якому конформісти чекають, хто із суперників переможе, потім приєднуються до переможця і добивають того, хто програв.

У підсумку виявляється, що якщо в ґрунті більше мікроорганізмів – регенеративних лідерів, то таким є і весь ґрунт – рослини на ньому швидко розвиваються і

дають високі врожаї. Якщо навпаки – переважають патогенні лідери, то спостерігається слабкий ріст, низькі врожаї, розвиток хвороб, поява шкідників.

Теруо Хіга відібрав 86 регенеративних штамів, що є лідерами, які в сукупності являють собою весь спектр функцій із живлення рослин, захисту від хвороб й оздоровлення ґрунтового середовища. Наступним кроком було об'єднання цих 86 мікроорганізмів у розчині, у якому вони могли б співіснувати тривалий час і повністю зберігатися.

Головна проблема була в тому, що деякі зі штамів могли розвиватися лише у взаємовиключних умовах (наприклад, за наявності або відсутності кисню). Ця проблема була з успіхом вирішена зі створенням мікробного препарату «Кюссей ЕМ-1». У його назві з'явилася аббревіатура «ЕМ», що розшифровується як «ефективні мікроорганізми». Звідси і вся технологія отримала таку назву – ЕМ-технологія.

Разом зі створенням ЕМ-препарату зародилася і нова технологія землеробства – ЕМ-технологія, технологія високопродуктивного екологічного землеробства.

Залежно від інтенсивності застосування нової технології і ступеня забрудненості ґрунтів урожайність зернових культур збільшується на 2,0-10,0 ц/га [10].

Проте головною перевагою ЕМ-технології, що особливо необхідно підкреслити в контексті ресурсощадної діяльності аграрних підприємств, є можливість за мінімальний проміжок часу (за 3-5 років), практично повністю, виключивши застосування хімічних добрив і пестицидів, повернути ґрунтам їх природну родючість і високу споживчу якість продукції, що вирощується. Суніця, яка вирощена за ЕМ-технологією, не поступається за смаком лісовій, а картопля може лежати в сховищах кілька років.

Сфера застосування ЕМ не обмежується лише рослинництвом, оскільки рослинне і тваринне життя, і взагалі будь-яке біологічне середовище на Землі, мають, у сутності, єдину мікробіологічну структуру. А якщо це так, то ЕМ відіграють виняткову продуктивну животної роль при внесенні їх у будь-яке біологічне середовище (ґрунт, організм людини, тварини, рослини). У Японії за допомогою ЕМ очищують міські стоки, організують замкнені виробничі цикли. Мільйони японців використовують ЕМ у кулінарії, при вирішенні різних побутових проблем. Добрі результати показали ЕМ у тваринництві і птахівництві.

Народження ЕМ-технології отримало світовий резонанс. Її впровадження стало часткою національної політики багатьох держав – від відносно слабо-розвинутих до світових грандів: США, Франції, Німеччини та ін. У Великій Британії державні субсидії підприємствам, які повністю переходять на ЕМ-технологію, у 2001 році становили 40 фунтів стерлінгів на гектар.

Застосування ЕМ-технології в Україні не набуло масштабів, подібно до японських, не створені препарати, які б конкурували за своїми властивостями

з японським «Кюссей ЕМ-1». У той же час Росія активно створює і впроваджує ЕМ-технології. Протягом 10 років нікому у світі не вдалося повторити досягнення Теруо Хіга, і лише у 1998 році це зміг зробити російський учений П. А. Шаблін. Створений ним препарат «Байкал ЕМ-1» за своїми показниками виявився не менш ефективним, ніж японський, а в деяких напрямках перевершив свого попередника. До того ж, ціна на російський препарат значно нижча (у 10 разів), ніж японського. Препарат «Байкал ЕМ-1» пройшов обов'язкову державну реєстрацію і здобув гігієнічний сертифікат.

Із метою встановлення впливу мікробіологічних препаратів типу ЕМ на процес розкладання нетоварної частини зернових культур у ґрунті для відновлення в ньому органічної речовини, поживних речовин мікроелементного складу, зменшення вмісту в ґрунті важких металів була проведена серія лабораторних модельних досліджень Миколаївським проектно-технологічним центром «Облдержродючість» та Чорноморським державним університетом ім. Петра Могили. Ґрунт – чорнозем південний слабогумусний, типовий для Миколаївської області. Отримані результати показали збільшення швидкості розкладання соломи пшениці озимої в компостах оброблених розчинами мікробіологічних препаратів типу ЕМ, зменшення вмісту в ґрунті свинцю [12; 13; 14; 15]. Найбільш ефективним визнано препарат «Байкал ЕМ-1». Таким чином, результати досліджень надають можливості відтворення якісного стану земельних ресурсів аграрних підприємств.

Враховуючи вищесказане, перспективним напрямком розвитку екологізації землеробства в Україні є стратегія, яка синтезує позитивні сторони системи традиційного й інноваційні мікробіологічні технології «органічного» землеробства

#### **Висновки:**

1. Сучасна інтенсивна система землеробства характеризується високою енерговитратністю, активним використанням мінеральних добрив та пестицидів, які забруднюють ґрунт, руйнують його мікрофлору і мікрофауну, потрапляють у рослинницьку продукцію, знижуючи її якість. Глибока механічна обробка ґрунтів посилює процеси ерозії, знижує їх природну

родючість. Проте зростання витрат енергоресурсів, хімічних засобів живлення та захисту рослин приблизилось до межі насиченості, не забезпечуючи пропорційного зростання урожайності культур. Тобто традиційні фактори матеріального виробництва не відповідають вимогам сталого розвитку землекористування. Визначальним фактором такого розвитку є використання інноваційних технологій «екологічного» землеробства.

2. На заміну інтенсивної механізації і хімізації землеробства пропонуються альтернативні системи, які спрямовані на ресурсозбереження, мінімальне використання (або відмову) від хімічних засобів живлення та захисту рослин, застосування біологічних препаратів. Такими системами є біологічне, органічне, органіобіологічне, біодинамічне, екологічне землеробство. Не зважаючи на те, що альтернативні системи землеробства забезпечують нижчу рентабельність від традиційних, усе ж їх використання носить перспективний характер, оскільки досягається умова екологізації природних екосистем.

3. Підвищення економічної ефективності альтернативних екологічних систем землеробства досягається шляхом використання мікробіологічних препаратів типу ЕМ (ефективні мікроорганізми), суть використання яких полягає в забезпеченні оптимального поєднання в ґрунті корисних і патогенних мікроорганізмів. Така рівновага досягається за умови, коли із загальної кількості дві третини – корисні мікроорганізми, що забезпечують життя ґрунту, збагачують його гумусом, балансують макро- і мікроелементи, органічні сполуки, а одна третина – патогенні мікроорганізми, спрямованні на підтримання імунної системи рослин. Синтезовані вперше японським, а пізніше російським ученими препарати такого типу, які об'єднують десятки штамів мікроорганізмів, мають науково-практичне значення при дослідженні на ґрунтах Причорноморського регіону, у компостах нетоварної частини урожаю з метою повернення в ґрунт поживних речовин, очищення ґрунту від шкідливих речовин. Використання цих препаратів відкриває значні перспективи у відтворенні якісного стану земельних ресурсів аграрних підприємств.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Царенко О. М. Навколишнє середовище та економіка природокористування: [навч. посіб.] / О. М. Царенко, Ю. А. Злобін. – Київ : Вища шк., 1999. – 176 с.
2. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) / А. А. Жученко. – Кишинев : Штииница, 1990. – 432 с.
3. Статистичний щорічник України за 2003 рік / [ред. О. Г. Осауленка]. – Київ : Державний комітет статистики України : Вид-во «Консультант», 2004. – 632 с.
4. Сільське господарство України за 2009 рік / [ред. Ю. М. Остапчука]. – Державний комітет статистики України. – ДП «Інформаційно-аналітичне агентство». – Київ. – 2010. – 386 с.
5. Царенко О. М. Еколого-економічні проблеми розвитку агропромислового виробництва / О. М. Царенко. – Київ : Вища школа, 1998. – 295 с.
6. Кузьменко О. Б. Ресурсоощадна діяльність аграрних підприємств в умовах інтенсифікації використання земельних ресурсів : теорія, методологія, практика : [монографія] / О. Б. Кузьменко. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2011. – 357 с.
7. Овсінський І. Нова система землеробства / І. Овсінський. – Львів : ЛА «Піраміда», 2007. – 108 с.
8. Ms. Birthe Thode Jacobsen. Organic farming and certification / Ms. Birthe Thode Jacobsen. – International Trade Centre UNCTADE WTO. – December 2002. – P. 26.

9. Грабак Н. Х. Основи ведення сільського господарства та охорона земель : [навч. посіб.] / Н. Х. Грабак, І. Н. Топіха, В. М. Давиденко, І. В. Шевель. – К. : ВД «Професіонал», 2006. – 496 с.
10. Применение эффективных микроорганизмов на полях и в тепличных хозяйствах / [составитель Л. Г. Крекер]. – НПО «Агро ЭМ-1». – Улан-Уде. – 2008. – 76 с.
11. Сафонов Т. А. Екологічні основи природокористування : [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів] / Т. А. Сафонов / 3-є видання, стереотипне. – Львів : «Новий Світ – 2000», 2006. – 248 с.
12. Кузьменко О. Б. Вплив мікробіологічних препаратів серії ЕМ на розкладання нетоварної частини урожаю зернових культур для відновлення органічної речовини ґрунту / О. Б. Кузьменко // Вісник аграрної науки Причорномор'я : науково-теоретичний фаховий журнал Миколаївського державного аграрного університету. – Вип. 2 (53). – Миколаїв : Вид-во МДАУ, 2010. – С. 198–205.
13. Кузьменко О. Б. Вплив мікробіологічних препаратів серії ЕМ на розкладання нетоварної частини урожаю зернових культур для повернення поживних речовин в ґрунт / О. Б. Кузьменко / Таврійський науковий вісник : науковий журнал. – Вип. 71. – Херсон : Айлант, 2010. – С. 123–129.
14. Кузьменко О. Б. Вплив мікробіологічних препаратів серії ЕМ на розкладання нетоварної частини урожаю зернових культур для відновлення мікроелементного складу ґрунту / О. Б. Кузьменко // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – № 3. – Полтава : Вид-во ПДАА, 2010. – С. 44–49.
15. Кузьменко О. Б. Вплив мікробіологічних препаратів серії ЕМ на вміст важких металів у ґрунті при внесенні рослинних поверхневих решток зернових культур / О. Б. Кузьменко // Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. – Харків : Вид-во ХНАУ, 2010. – № 5. – С. 202–206.

**Рецензенти:** Мещанінов О. П., д.пед.н., професор;  
Андрєєв В. І., к.т.н., доцент.

© Кузьменко О. Б., 2012

*Дата надходження статті до редколегії 10.05.2012 р.*

**КУЗЬМЕНКО Олександр Борисович** – д.е.н., доцент, професор БВЗ кафедри економіки підприємства та землеустрою ЧДУ імені Петра Могили, м. Миколаїв.

**Коло наукових інтересів:** екологічнобезпечне землекористування, ресурсоощадна діяльність.