

Розділ 5

РЕСУРСООЩАДНИЙ МЕХАНІЗМ ВІДТВОРЕННЯ ЯКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕСУРСІВ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ

5.1. Наукова методологія розвитку органічного землеробства у аграрних підприємствах України

Під впливом діяльності людини знаходиться вся поверхня Землі – океани, моря, річки, суша (гори, ліси, пасовища, орні землі). Найбільш інтенсивно використовуються землі сільськогосподарського призначення, тому проблеми землеробства є пріоритетними.

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

Агроecosystemом називають сукупність біогенних та абіогенних компонентів на ділянці суходолу, що використовується для сільськогосподарського виробництва.

Системи землеробства можна розділити на дві групи. До першої належить сучасна інтенсивна, хімічно-орієнтована система, а до другої групи – альтернативні системи, в основу яких покладено екологічні чинники.

Рослинництво теоретично є енергетично прибутковим, оскільки воно ґрунтується на зв'язанні сонячної енергії. Однак це твердження справедливе лише для примітивних землеробних систем, у яких використовується ручна (м'язова) енергія. В сучасних агроecosystemах додаткові витрати енергії для виробництва сільськогосподарської продукції перевищують ту енергію, яка акумулюється в цій продукції.

Сучасні системи енергетично збиткові, а сільське господарство належить до одного з найбільших енергоспоживачів. У США 17 % виробленої в країні енергії витрачається в сільському господарстві [35].

Антропогенною енергією, або енергетичними субсидіями, називають усі види допоміжної енергії, які вносяться в агроєкосистему для вирощування сільськогосподарських рослин чи тварин. До складу цієї енергії входять енергетичні витрати на обробіток ґрунтів, зрошення, виробництво і внесення добрив та пестицидів тощо.

Отже, першою негативною рисою сучасної системи землеробства є енергетична збитковість, яка сьогодні в умовах обмеження мінеральних джерел енергії відіграє все більш негативну роль.

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 з 1930 до 1960 р. обсяг їх виробництва зріс у 6 разів [35].

Основну увагу було приділено мінеральним речовинам, які споживають рослини: азоту, фосфору і калію. Їх 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 ХХ 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 [35]. При цьому на 1 га ріллі і багаторічних насаджень вносили в середньому 90 кг д. р., у тому числі в колишньому СРСР – 118 кг; США – 92 кг; Франції – 309; ФРН – 428; Нідерландах – 805 кг [10].

В Україні виробництво мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин мало типові для світу тенденції (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

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

	1940	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980
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	2403
– 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 % обчисленні 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

**Ресурсоощадна діяльність аграрних підприємств в умовах інтенсифікації
використання земельних ресурсів: теорія, методологія, практика**

Продовження таблиці 5.1

	1985	1990	1995	2000	2001	2002	2003
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 % обчисленні 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: [33].

Данні табл. 5.1 свідчать, що за період з 1940 до 1990 р. в Україні виробництво мінеральних добрив зросло з 212 тис. тонн (1940 р.) до 4815 тис. тонн (1990 р.), тобто в 22,7 рази, а з 1990 до 2003 р. зменшилося з 4 815 тис. тонн до 2 524 тис. тонн, або в 1,9 рази. Треба відзначити, що в колишньому СРСР майже всі вироблені мінеральні добрива і засоби захисту рослин використовувались усередині країни. В незалежній Україні скоротилося як виробництво, так і використання мінеральних добрив (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

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

	1990	1996	2000	2005	2006	2007	2008	2009
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: [31].

Необхідно відзначити, що за період з 1985 до 1990 р. середня урожайність зернових складала 30,4 ц/га, з 1995 по 2005 рік, коли внесення мінеральних добрив впало в середньому до 22,4 кг діючої речовини на гектар (в 6,3 рази менше порівняно з 1990 роком), середня урожайність зернових знизилась не пропорційно до 23,7 ц/га. Підвищення внесення мінеральних добрив у 2006-2009 роках до 51,8 кг (в 2,3 рази) забезпечило збільшення урожайності лише до 27,6 ц/га.

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

Очевидно, що неадекватне збільшення урожайності 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 рано чи пізно досягається та точка, в 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 урожайності сільськогосподарських культур. Тобто йде мова про те, що сучасне інтенсивне землеробство не має перспектив розвитку щодо вживання мінеральних добрив.

Але зростання застосування мінеральних добрив завдає великої шкоди природному середовищу.

Евтрифікація водойм (посилений розвиток рослинності водойм, або «цвітіння води») через дефіцит кисню завершується гнильними процесами і втратою чистоти води. Питна вода забруднюється нітратами, розвивається ще багато негативних явищ, які є прямим наслідком застосування у землеробстві великих доз добрив.

Будь-яке хімічне підживлення впливає на ґрунт як «наркотик», погіршуючи його біологічні властивості. Наприклад, унесення в ґрунт макроелементів, таких як азот, фосфор і калій, сприяє формуванню міцної кореневої системи, і як наслідок – вегетативної частини рослин. Водночас із ґрунту виносяться мікроелементи, наприклад, селен, який виступає як каталізатор у багатьох біохімічних реакціях, і за його відсутності рослина не в змозі 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 можливо застосуванням різних гербіцидів, пестицидів та ін.

Таким чином, це порочне коло замикається, і ґрунти все більше втрачають поживні елементи, забруднюються хімічними і біологічними шкідливими речовинами.

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

Взагалі виявився ілюзорним процес, досягнутий за рахунок інтенсифікації галузі. За останні 10 років виробництво сільськогосподарської продукції зросло на 25 %, але ринкові ціни на неї зросли на 100 %, а реальні доходи фермерських підприємств збільшились лише на 15 %. Тому, незважаючи на певні досягнення в селекції рослин і тварин, у системах обробки ґрунту, у вирощуванні рослин, у тваринництві – висновок буде невтішним – сучасна система землеробства не має перспектив і зайшла в глухий кут.

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 вкладень у добрива;
- 10 – приріст вкладень у пестициди [35].

Отже, додаткова продукція стає все дорожчою, все енергозатратнішою. Особливо звернемо увагу на те, що глибока механічна обробка ґрунту суттєво посилює процеси ерозії, знижує природну родючість орних ґрунтів, 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 [35] вважають достатнім 10-11 т/га. За статистикою, в 2009 р. було внесено лише 0,6 т/га [31].

Серйозною екологічною проблемою є залишки мінеральних добрив, які після внесення їх у землю не повністю споживаються рослинами, а накопичуються в ґрунті та надходять у ґрунтові води і водойми, а згодом через продукти потрапляють в організм людини.

Повнота використання поживних речовин із добрив дуже низька – з нітратних і аміачних добрив засвоюється лише 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 в 1,4 рази, хромом – у 1,2 рази, стронцієм – у 1,5 рази, фтором – у 19,6 рази [34].

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 кілька тисяч, а обсяги їх виробництва вимірюються мільйонами тонн.

В Україні в 2003 р. вироблялося 0,7 тис. тонн хімічних засобів захисту рослин, тобто 0,02 кг на 1 га ріллі [33], а витрачалось – 4 кг/га, що набагато менше, ніж у розвинутих країнах (в 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.

Пестициди небезпечні не лише самі по собі, а ще й тому, що в ґрунті вони піддаються розкладанню і трансформуванню, а продукти таких змін часто виявляються більш отруйними, ніж вихідні пестициди.

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

Серйозним забруднювачем природи є сільськогосподарські тварини, при утриманні яких утворюється велика кількість відходів. Кожна тисяча голів худоби дає щорічно 60 м³ екскрементів та рідких стоків. Безпідстилова технологія, що використовується на великих тваринницьких комплексах, призводить до утворення гною, який містить токсичні речовини. Порушення правил переробки гною

і внесення його в ґрунт як добриво без попереднього знезараження може призвести до значного поширення інфекцій по великих регіонах.

Підсумок стислого огляду сучасної інтенсивної системи землеробства, яка базується на застосуванні мінеральних добрив і хімічних засобів боротьби зі шкідниками рослин і бур'янами, приводить до наступних висновків.

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:

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

- внесення мінеральних добрив і отрутохімікатів у сільському господарстві теж руйнує природні властивості ґрунтів, а через воду отрує людей, мікрофлору і 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 виснаження;

- заборону на внесення в агросистеми будь-яких пестицидів.

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

Альтернативні системи землеробства поділяються на декілька видів залежно від наголосу, який робиться в даному виді 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 унесення 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.

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

В роботі І. Є. Овсинського «Новая система земледелия», надрукованої у Києві ще 1899 р., на основі численних експериментів різних учених пропонується обробляти ґрунт не глибше 2 дюймів. Замість плуга використовується кінський полільник (кінський плоскоріз). Отримували добрі врожаї навіть у посушливі 1895, 1896 і 1897 рр., коли на орних землях вологи не було зовсім [126].

«Новой системе земледелия» І. Є. Овсинського 111 років, а її основні постулати збереглися повністю і сьогодні. Однак корені «Новой системы земледелия», як тепер з'ясувалося, набагато давніші. С. Н. Крамер у роботі «История начинается в Шумерах» наводить твердження про те, що, як це визначили археологи, у стародавній країні Шумер (30 ст. до н. е.) отримували пшениці і ячменю по 250-300 ц з 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 такого фантастичного урожаю соломи повинно було бути не менше 25-30 тонн на гектар.

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

Органічне землеробство являє собою американський варіант біологічного землеробства і принципово від нього не відрізняється. Забороняється застосування мінеральних добрив і пестицидів, але екологічні вимоги щодо них менш жорсткі. Заборона на застосування

мінеральних добрив обмежується лише роком, що передує збиранню врожаю на даній ділянці.

Органічно-біологічне землеробство ґрунтується на працях Х. Руша і Х. Мюллера, особливо популярна в країнах Західної Європи. За вимогами екології це найбільш виважена система, яка дає можливість контролювати природність компонентів речовин в агросистемах кожного окремого господарства. Біологізація виробництва у цій системі досягається за рахунок максимального стимулювання діяльності ґрунтової мікрофлори. Сівозміни насичують бобовими культурами і кормовими злаками. Гній і дозволені до застосування несинтетичні добрива, такі як томасилак, доломіт, вапняк, вносяться лише поверхово.

Основні положення біодинамічного землеробства були закладені в публікації Р. Штайнера (1924 р). Головна ідея біодинамічного землеробства полягає у використанні біоритмів, властивих Землі і космічному простору. Практична перевірка довела, що піки максимальних урожаїв насправді повторюються через кожні 18-19 років і охоплюють 5-8-річні цикли, які йдуть послідовно і відповідають часу мінімальних місячних деклінацій.

Такі результати дали поштовх розвитку біодинамічного землеробства в Західній Європі. Цілком виправдана раціональна рекомендація щодо застосування для удобрення ґрунту борошна водоростей у дозі до 600 кг/га, яке містить велику кількість мікроелементів.

Водночас викликає деякі сумніви рекомендація приготування і використання особливих біодинамічних компостних препаратів із рослин (кропива, хвощ, петрів батіг, пижма, валеріана), заготівлю і виготовлення яких слід проводити в суворо визначені терміни, які визначаються розміщенням небесних тіл, що й забезпечують активування цих препаратів.

Екологічне землеробство є доволі аморфною групою технологій, і його пропозиції передбачають певні способи екологізації землеробства.

Головним, а часто майже єдиним, елементом системи є дотримання сівозмін, які повинні забезпечити природне збереження родючості ґрунтів. Сівозміни насичуються бобовими культурами. Їх обирають так, щоб кожна з культур мала кореневу систему різної глибини. Часто кілька полів відводять під сидерати, які заорюють не лише восени, а й весною.

Обробіток ґрунтів в екологічному землеробстві мінімізований. Він складається з розпушування, безвідвальної оранки, дискування. Боротьба з бур'янами здійснюється переважно механічними і

біологічними методами. Деяке збільшення забрудненості посівів в екологічному землеробстві вважають навіть позитивним явищем, оскільки вона знижує ерозію ґрунту.

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

Окремо слід розглянути становище з альтернативним землеробством в Україні. Як уже було зазначено, з використанням сучасної індустріальної інтенсивної системи землеробства аграрним підприємствам для того, щоб збільшити випуск сільськогосподарської продукції на одну одиницю, відповідно до правила 1 : 2 : 5 : 10, необхідно збільшити на дві одиниці витрати на механізацію виробництва, на п'ять – вкладень у добрива, на десять – витрати на пестициди. Це колосальні кошти, яких у країнах з перехідною нестабільною економікою, до яких належить Україна, просто немає і навіть в найближчому майбутньому не передбачається. Тому наша країна повною мірою відчуває гостроту проблем з вибором альтернативної системи землеробства. Н. Х. Грабак, І. Н. Топіха, В. М. Давиденко, І. В. Шевель називають такі елементи альтернативного землеробства [8]:

1. Включення в сівозміни бобових багаторічних трав, які здатні накопичити в своїй біомасі 200-300 кг/га азоту, а також однорічних бобових культур, 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 з розрахунку на бездефіцитний баланс гумусу. Крім твердого гною, це компости, солома, рідкий гній, пташиний послід, торф, зелене добриво тощо.

3. Кількість унесених 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 нітрогенізації насіння різотрофіном.

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

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

7. Покращання матеріально-технічної бази підприємств, пов'язаної із унесенням туків.

8. Підвищення загальної культури землеробства.

9. Вдосконалення 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.

Із цього переліку компонентів альтернативного землеробства не можна погодитися лише з тими, які пропонують застосування мінеральних добрив і отрутохімікатів. З іншими можна погодитись із деякими зауваженнями. Мінеральні добрива і пестициди не сумісні з поняттям альтернативного землеробства.

Але головне – в іншому. Усі альтернативні системи мають один суттєвий недолік – вони не інтенсивні за своєю сутністю, і це одразу знецінює їх безумовно корисні і правильні положення. Існуюча інтенсивна, її також називають індустріальною, система землеробства базується на прискоренні всіх технологічних процесів – починаючи з оранки і закінчуючи збиранням урожаю. Це досягається величезним парком техніки на всіх операціях, застосуванням величезних об'ємів мінеральних добрив, пестицидів тощо. Девіз цієї системи – найбільший випуск продукції в найкоротші строки. Все інше – якість продукції,

безпека навколишнього середовища – якщо і не другорядне, то, безумовно, підпорядковане завданню максимізації випуску продукції. І тому будь-яка критика цієї індустріальної системи залишається переважно без зворотного відгуку, хоча певні досягнення є, але вони не роблять, як кажуть, погоди. 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. Сьогодні обсяги продукції незначні тому, що виробництво продовольства альтернативними системами дає нижчу рентабельність її виробникам, незважаючи на те, що ціни на біологічно чисту продукцію в 1,5-2,0 рази вищі за звичайні.

Не вирішена проблема боротьби з бур'янами і шкідниками, особливо за умов оточення невеликих за площею підприємств із альтернативним землеробством великими масивами земель з інтенсивним індустріальним землеробством.

Основні закони попиту і пропозиції спираються в своїй основі на ціну. Чим нижча ціна, тим вище попит. Якість продукції теж враховується законом попиту в такій схемі: якщо якість продукції вища, то і ціна на таку продукцію вища, що зсуває криву попиту вгору і вліво від попередньої точки рівноваги. А це означає, що нова рівновага буде в точці перетину, яка відповідає вищій ціні і меншій пропозиції.

Вихід із цієї ситуації один: необхідно, щоб альтернативні системи землеробства виробляли сільськогосподарську продукцію, принаймні, не в менших обсягах за звичайну інтенсивну систему, але за меншими 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. Це система, яка базується на так званих ЕМ технологіях.

Сама назва «ЕМ» – «ефективні мікроорганізми» – викликає питання: чому саме мікроорганізмам приділяється така велика роль у проблемі виживання біосфери? І що означає «ефективні»?

Мікроорганізми – найдрібніші живі істоти, розміри яких вимірюються мільйонними частками міліметра. Звернімо увагу, що історія життя на планеті Земля почалася з мікроорганізмів. Мільярди років тому наша планета була покрита океанами, на якій відбувається активна вулканічна діяльність, зароджуються континенти. Внаслідок цієї діяльності океани насичуються величезною кількістю різних хімічних елементів, які вступають між собою в різні зв'язки, виникає

колосальна кількість усіляких хімічних реакцій, створюються і розкладаються мільярди хімічних сполук.

Одного разу хаотична комбінація кількох хімічних елементів призводить до створення сполуки, яка є первинною формою життя. В певних умовах ця комбінація стала стабільною, більш стійкою до впливу зовнішніх факторів. Ця стабільність поступово перетворюється в систему, яка саморегулюється. Так з'явилась перша примітивна мікробна прокаріотична клітина. Таким чином, уже на рівні хімічних елементів своєрідний «симбіоз» (взаємовигідна корисність елементів) стає основою зародження і розвитку життя на планеті.

За теорією О. М. Хазена, наступним щаблем в еволюції життя є еукаріотична клітина, яка використовує елементи і процеси, що були і є присутніми в клітині прокаріотичній.

В еукаріотичній клітині зберігаються як елементи первісної клітини, наприклад, рибосоми, що втратили в структурі еукаріотичної клітини частку своїх свобод, так і прокаріотичні клітини у вигляді самостійних об'єктів, наприклад, мітохондрій, які мають свою оболонку, складну внутрішню структуру і власну ДНК, відмінну від ядерної в даній клітині.

Мітохондрії мають свій власний специфічний метаболізм (обмін речовин), але вони симбіотичні, і тому їх метаболізм залежить від метаболізму клітини-господаря. Мітохондрії клітин тварин є спеціалізованими виробниками енергії, яку постачають у формі акумулятора і розподільника енергії. В рослинних клітинах ті ж функції виконують хлоропласти, які, як і мітохондрія, є самостійними складовими клітини.

Решта об'єктів еукаріотичної клітини теж є аналогами прокаріотичних клітин у вигляді їх часток і деталей.

Отже, створення первинної прокаріотичної клітини – це перехід первинного хаосу в більш усталене становище. Аналогічний перехід у більш усталене становище є причиною виникнення багатоклітинних організмів як симбіозу еукаріотичних клітин.

Відмінність властивостей бактерій, що створюють колонію, приводить до усталеного об'єднання. Відбір закріпив таке об'єднання, тому що воно полегшує поглинання їжі усією колонією.

Об'єднання еукаріотичних клітин є відображенням тих же законів самоорганізації, що і об'єднання прокаріот. Симбіоз еукаріотичних клітин запам'ятовується у вигляді багатоклітинних організмів нового ступеня розвитку, тому що сталість еукаріотичних клітин вища. Це і є стрибком в еволюції – генетично тотожні клітини об'єднуються симбіозом в надійні агрегати (об'єднання).

Більш того, симбіоз може викликати генетично нетотожні еукаріотичні клітини. Класичний приклад – клітини мозку в організмі людини.

Диференційовані клітини органів і систем, клітини крові, лімфи, гормональні клітини та ін. є також симбіозом усередині організму.

Антагоністичний симбіоз широко представлений на рівні самостійних організмів. Це взаємовідношення «хижак – жертва». На клітинному рівні постійно присутні в організмі мікроби-«жертви» і фагоцити-«хижаки». Класичний приклад порушення рівноваги між «хижаками» і «жертвами» – це супутнє придушення антибіотиками непатогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів і, як наслідок, руйнування імунітету.

Мікроорганізми є невід’ємною складовою часткою макроорганізмів, таких як рослина, тварина або людина, які, в свою чергу, виступають у якості мікрофлори або мікрофауни для більш складного макроорганізму – нашої планети.

Таким чином, вплив саме на мікроорганізми як головний, базовий елемент життя дозволяє досягнути глобального впливу на біосферу в цілому. Ефективним цей вплив стає тільки в тому випадку, коли враховує роль симбіозів, що присутні у всіх формах і взаємодіях життя, завжди і всюди, тому що він і є сутністю життя.

Отже, первісно біосфера планети знаходилась у хаотичному стані, і саме мікроорганізми спрямували її до якогось впорядковано-статичного стану. Зрозуміло, що неможливо миттєво спрямовувати систему із хаотичного стану в статичний – необхідний перехідний період. Саме такий період, у якому присутні елементи хаосу і порядку, називається станом динамічної рівноваги (рис. 5.1).

Мікроорганізми, які спрямовують біосферу шляхом регенерації в статичне становище, умовно називаємо корисними, а мікроорганізми, що спрямовують біосферу в хаотичний стан шляхом дегенерації, називаємо патогенними, або шкідливими.

Існує ще третя група мікроорганізмів, які, залежно від різних умов, можуть діяти і як корисні, і як патогенні мікроорганізми. Їх можна назвати умовно-патогенними. Завдяки видовому імунітету множина мікробів і їх продуктів дуже схожі. Вони практично випадають з поля зору медичної мікробіології, головна увага якої сконцентрована на патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмах. Тому від уваги агрономів, зоотехніків, ветеринарів, лікарів випадає найважливіший фактор виживання – симбіоз мікро- і макроорганізмів.

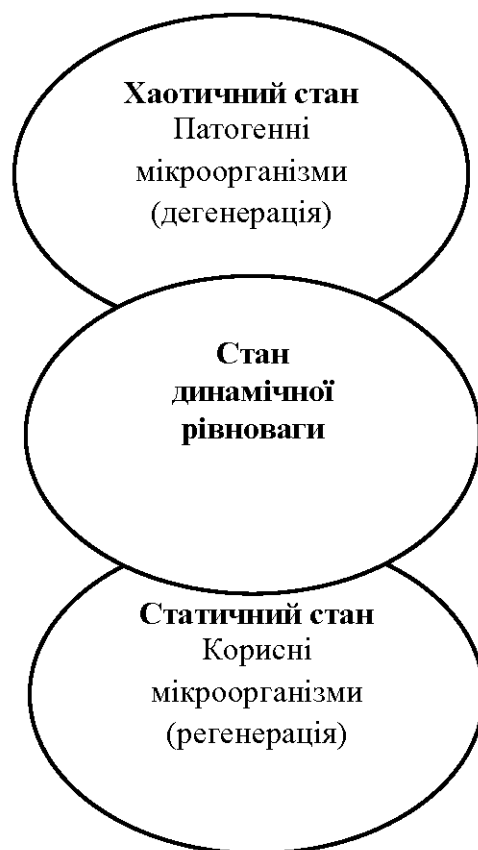


Рис. 5.1. Стан динамічної рівноваги

Гарантоване життя будь-якого виду можливе лише у формі симбіозів, які знаходяться в стані динамічної рівноваги (див. рис. 5.1). Саме мікроби, в першу чергу, забезпечують мікроорганізмам цю динамічну рівновагу. До того ж так звані корисні мікроби, спрямовуючи макроорганізми до статичної рівноваги, роблять неможливим подальше вдосконалення і розвиток даного виду, що в підсумку призводить до видової стагнації і загибелі [2]. Можна навести численні приклади з живої природи і суспільного життя.

Хижак очищають тваринний світ від хворобливих і слабких особин, примушуючи види тварин самоудосконалюватись і розвиватись. Подібна картина спостерігається в пташиному світі.

В суспільному житті комуністичний і монархічний лад довели свою нездатність до розвитку, і тільки демократія з елементами опозиції і підпорядкування меншості більшості довела свою дієздатність і успішно розвивається у світі.

Через стагнацію порядок не може бути рушійною силою. Цією силою в природі, всупереч існуючій думці, є хаос. Патогенні мікроби і віруси спрямовують макроорганізми в хаотичний стан, примушуючи їх прилаштовуватися до нових умов, зменшуючи внутривидову мінливість, тобто здатність до перетворень. Але й

надмірний хаос виведе флору й фауну із динамічної рівноваги, причому в історичному плані – майже миттєво, не залишаючи часу для еволюційного розвитку.

Тому очевидно, що для біосфери найкращим є стан динамічної рівноваги. Адже чим примітивніше жива система, тим менше хаос впливає на її мінливість, чим менше хаос впливає на її мінливість, чим складніша вона, тим вища роль порядку для зберігання цієї системи. Порядок у живій системі повинен переважати над хаосом і тримати баланс у точці «золотого перетину». Саме в цьому і полягає роль основного механізму, який забезпечує виживання симбіозів як живих систем. Цей механізм називається «механізмом саморегуляції». Мета даного механізму полягає в тому, щоб забезпечити в живій системі таке співвідношення, коли $2/3$ належать порядку і $1/3$ – хаосу. $1/3$ хаосу необхідна для еволюційного розвитку через дозовану мінливість, а $2/3$ порядку буде достатньо, щоб не «заганяли систему» в стагнацію.

Яскравим прикладом, який показує, до чого призводить недотримання наведених принципів, є катастрофа, яка виникла в Кембрійський період. Цей період виділяється в історії Землі найвищою різноманітністю живих істот, якого немає в теперішні часи. Внаслідок якогось зовнішнього впливу виникла різка глобальна зміна клімату. Все живе повинно було швидко пристосуватися до нових кліматичних умов. Пристосування в живих системах означає різке збільшення кількості мутацій. Іншими словами, біосфера була різко переміщена в хаотичний стан, а це означає, що переважними стали патогенні форми мікроорганізмів, які створили появу масових і різноманітних хвороб, що охопили весь живий світ Землі. Внаслідок цих хвороб 99 % усього живого зникло з планети, виникла катастрофа.

Очевидно, що із хаотичного стану існує три можливих виходи. Перший – це рух у напрямку регенерації в стан динамічної рівноваги; другий – переродження й існування вже в умовах іншої біосфери; і третій, найменш привабливий, – повне фізичне знищення, смерть.

Людство веде проти біосфери радіаційну, хімічну і біологічну війни, створені всі передумови для появи нових масових хвороб як серед людей, так і тварин, і в рослинному світі.

Модифіковані продукти, внаслідок змін у ДНК, у принципі, не можуть бути підконтрольні людині в сфері безпеки для здоров'я. Знищення антибактеріальними засобами бактерій – симбіотів, край необхідних людському організму, – залишає людину без буферної системи проти вірусних інфекцій. Перегортання ґрунтового пласта,

застосування агрохімікатів і мінеральних добрив для мікрофлори ґрунту подібне до атомного вибуху.

Безпека біосфери має бути поставлена на перше місце. Вона первинна, людство – вторинне. Біосфера існує більше 4 млрд років і вміщує все різноманіття органічних форм живого. Людство – лише один із 3 млн біологічних видів, і його історія налічує лише кілька сотень тисяч років. Біосфера сьогодні знаходиться на початку хаотичного стану, її необхідно повернути до динамічної рівноваги, інакше ймовірна катастрофа.

Ґрунт, як велика і важлива для життєдіяльності людини частина біосфери, теж має знаходитись у стані динамічної рівноваги. І велике значення в досягненні цієї мети відіграють мікроорганізми.

Ґрунт є головним засобом виробництва сільськогосподарських підприємств. Усі продукти сільського господарства складаються із органічних речовин, їхній синтез відбувається в рослинах під впливом, головним чином, сонячної енергії. Розкладання органічних решток і синтез нових сполук, які входять до складу перегною, протікають під впливом ферментів, які виділяють різні асоціації мікроорганізмів. При цьому спостерігається безперервна зміна одних асоціацій мікробів на інші.

Мікроорганізмів у ґрунті дуже багато. В кожному грамі чорнозему налічується декілька мільярдів бактерій. Мікроорганізми не тільки розкладають органічні рештки на більш прості мінеральні й органічні сполуки, але й беруть активну участь у синтезі високомолекулярних сполук – перегнійних кислот, які створюють запас поживних речовин у ґрунті. Отже, турбота про підвищення ґрунтової родючості повинна спиратися на турботу про живлення мікроорганізмів, створення умов для активного розвитку мікробіологічних процесів, збільшення популяції мікроорганізмів у ґрунті.

Основними постачальниками споживчих речовини для рослин є аеробні мікроорганізми, яким для здійснення процесів життєдіяльності необхідний кисень. Саме тому збільшення пухкості, водопроникності аерації при оптимальній вологості, температурі ґрунту забезпечує найбільше надходження поживних речовин до рослин, що й обумовлює їх бурхливий ріст і збільшення урожайності.

Проте рослинам для нормального росту і повноцінного розвитку необхідні не тільки макроелементи, такі як азот, фосфор, калій але й мікроелементи (цинк, марганець, мідь та ін.).

Постачальниками мікроелементів є анаеробні мікроорганізми, які живуть у більш глибоких ґрунтових шарах і для яких кисень –

отрута. Анаеробні організми здатні по харчових каналах піднімати необхідні рослинам мікроелементи із глибинних шарів ґрунту.

В окультурених родючих ґрунтах бурхливо розвивається не тільки мікрофлора, але й ґрунтова фауна. Тварини в ґрунті представлені дощовими черв'яками, личинками різних ґрунтових комах, а також гризунами, що живуть у землі. Із середовища мікроскопічної фауни хробаки є найбільш активними ґрунтоутворювачами. Вони живуть у поверхневих горизонтах ґрунту і живляться рослинними залишками, протискуючи через свій кишковий тракт велику кількість органічних речовин і мінеральної складової ґрунту.

Мікроорганізми в ґрунті створюють складний біоценоз, у якому різні групи знаходяться між собою в складних відношеннях. Одні з них успішно співіснують, а інші є антагоністами. Їх антагонізм проявляється в тому, що одні групи мікроорганізмів виділяють специфічні речовини, які гальмують або взагалі унеможливають розвиток інших.

Виходячи з цих наукових теоретичних принципів, перед ученими постала задача створення таких препаратів і засобів на мікрорівні, щоб забезпечити розвиток корисної мікрофлори, яка оздоровлює і відновлює ґрунти, підвищує їх родючість і урожайність сільсько-господарських культур.

На перший погляд, вирішення проблеми родючості дуже просте: вносити в ґрунт більше корисних мікроорганізмів – і отримаєш той урожай, який забажаєш. Такі спроби здійснювалися протягом тривалого часу, але результати були незначними. В природі мікроорганізми співіснують великими групами, створюючи довгі харчові, захисні та інші симбіозні ланцюжки, які підтримують один одного. Обрив в одному з кілець може призвести до загибелі й інших видів. Тому точно таке ж унесення в ґрунт лише одного або декількох мікроорганізмів хоча і дасть ефект, але лише на короткий час, тому що за відсутності інших, які забезпечують життєдіяльність їх біологічних видів, мікроорганізми швидко гинуть або впадають в анабіоз. Із практики відомо, що внесення в ґрунт гною безумовно дає значний ефект, але набагато менший, порівняно із гноєм, обробленим ЕМ-препаратами.

Проблема підвищення родючості ускладнилася і тим, що поруч з корисними (регенеративними) мікроорганізмами в будь-якому іншому біологічному середовищі існують і патогенні (дегенеративні) мікроорганізми, що викликають розкладання і гниття, які приносять отруєння і хвороби.

Задача ЕМ-технології полягає у тому, щоб забезпечити рівновагу між корисними і патогенними організмами в точці «золотого перетину», коли 2/3 корисних мікроорганізмів достатньо, щоб забезпечити здоров'я ґрунту, його багатство (гумус) і збалансованість за складом макро-, мікроелементів, органічних сполук. Необхідна приблизно 1/3 патогенних мікроорганізмів, щоб тримати в тонусі імунну систему рослин.

Першим цю задачу вдалося вирішити в 1988 році японському вченому Теруо Хіга. У процесі своєї роботи він дослідив близько 3 000 видів основних мікроорганізмів, які забезпечували життєдіяльність ґрунту, і відкрив раніше невідому сутність їх генеративно-дегенеративного кількісного взаємозв'язку.

У спрощеному вигляді сутність його відкриття полягає в наступному. Як з'ясувалося, яу у середовищі животворчих, так і в середовищі патогенних мікроорганізмів близько 5 % видів є провідниками. Решта, які первісно є або більш регенеративними, ніж дегенеративними, або навпаки, можуть значною мірою змінити свою початкову орієнтацію, але тільки в той бік, де більше лідерів. Тут можна навести приклад-аналогію з людським середовищем, у якому конформісти чекають, хто із суперників перемаже, 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, малі врожаї, хвороби, шкідники.

Теруо Хіга відібрав 86 регенеративних штамів, що є лідерами, і в сукупності – весь спектр функцій з харчування рослин, із захисту від хвороб і оздоровлення ґрунтового середовища. Далі постала не менш складна задача об'єднання цих 86 мікроорганізмів в одному розчині, в якому вони могли б співіснувати тривалий час і повністю зберігатися.

Головна проблема полягала в тому, що деякі зі штамів могли розвиватися лише в протилежних 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 Теруо Хіга ЕМ-препарату народилася і нова технологія землеробства – ЕМ-технологія, технологія високопродуктивного екологічного землеробства.

Залежно від інтенсивності застосування нової технології і ступеня зараження ґрунтів, урожайність зернових культур збільшується на 2,0-10,0 ц/га [27].

Проте головною перевагою ЕМ-технології, що особливо необхідно підкреслити в контексті ресурсощадної діяльності аграрних підприємств, стала можливість за мінімальний проміжок часу (3-5 років), практично повністю виключивши застосування хімічних добрив і пестицидів, повернути ґрунтам їх природну високу родючість і надзвичайну споживчу якість продукції, що вирощується. Продукти, які вирощені за ЕМ-технологією, мають надзвичайно високий вміст корисних речовин, зберігаються тривалий час, не втрачають смакових якостей. Суниця, яка вирощена за ЕМ-технологією, не поступається за смаком лісовій, картопля може лежати в сховищах кілька років.

Сфера застосування ЕМ не обмежується рослинництвом, тому що рослинне і тваринне життя, і взагалі будь-яке біологічне середовище на Землі, мають, по суті, єдину мікробіологічну структуру. А якщо це так, то ЕМ відіграють виняткову продуктивну животворчу роль при внесенні їх у будь-яке біологічне середовище, чи то ґрунт, чи то організм людини або тварини, природні відходи або будь-яке інше біологічне середовище, яке потребує очищення.

В Японії за допомогою ЕМ очищують міські стоки, організують замкнені виробничі цикли. Мільйони японців використовують ЕМ у кулінарії, при вирішенні різних побутових проблем. Значні результати показали ЕМ у тваринництві і птахівництві.

Народження ЕМ-технології мало світовий резонанс. Її впровадження стало часткою національної політики багатьох держав – від відносно слаборозвинутих до світових грандів: США, Франції, Німеччини й інших. У Великій Британії державні субсидії підприємствам, які повністю переходять на ЕМ-технологію, в 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 якостями з японським «Кюссей ЕМ-1». У той же час Росія активно створює і впроваджує ЕМ-технології. Протягом 10 років нікому в світі не вдалося повторити досягнення Тєруо Хіґа, і лише у 1998 році це зміг зробити російський учений П. А. Шаблін. До свого досягнення Шаблін П. А. йшов своїм власним, оригінальним шляхом. Створений ним препарат «Байкал ЭМ-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 (в 10 разів), ніж японського.

Препарат «Байкал ЭМ-1» пройшов обов'язкову державну реєстрацію і здобув гігієнічний сертифікат. Доказом переваг російського препарату є факти намірів створення спільних підприємств з його виробництва в Китаї, Індії, Іспанії, Колумбії, інших країнах.

Сьогодні на російському ринку з'явилася велика кількість препаратів під маркою ЕМ, які або не пройшли державну реєстрацію, або є відвертими підробками «Байкалу ЭМ-1».

Між російським і японським препаратами багато спільного. Вони складаються із одних і тих же штамів корисних мікроорганізмів, хоча їх процентне співвідношення різне. У препараті Теруо Хіга «Кюссей ЕМ-1» головну роль відіграють фотосинтезуючі штами, у препараті «Байкал ЭМ-1» – молочнокислі. Звідси виникають деякі відмінності в результатах застосування. Японський препарат дещо краще впливає на безпосередній ріст рослин, російський – сприяє більш швидкому очищенню ґрунтів від шкідливих речовин і патогенних мікроорганізмів. Однак жорсткого розмежування між японським і російським препаратами проводити некоректно, тому що, в принципі, вони дуже схожі і задовольняють світові стандарти, що народились разом з ЕМ-технологіями.

Отже, на українському ринку панує російський «Байкал ЭМ-1», головним чином тому, що його ціна на порядок нижча за ціну японського препарату. І сфера його застосування обмежується, головним чином, дачними ділянками і невеликою кількістю фермерських підприємств. На жаль, українського ЕМ-препарату немає.

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

Сьогодні під органічне землеробство використовується в Європі – 5,1 млн га, в 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 [29]. Цьому сприяла прийнята у 1993 році загальна політика підтримки фермерів у перші роки після переходу від звичайного до органічного агровиробництва.

Середній показник кількості таких господарств досягнув у країнах ЄС 4 %, а в Австрії – 11,3 % (285,5 тис.).