

ПАРАДИГМА ЦИРКУЛЯЦІЙНОЇ ЕКОНОМІКИ В СУЧАСНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

А.М. Москаленко¹, В.П. Колоша²

¹Інститут сільськогосподарської мікробіології
та агропромислового виробництва НААН (м. Чернігів, Україна)
e-mail: ekotam2017@gmail.com; ORCID: 0000-0001-7223-6862

²Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: piskivske@ukr.net; ORCID: 0000-0003-3946-6775

Досліджується поняття циркулярної економіки, її взаємозв'язок зі сталим розвитком, іншими напрямками економічних досліджень. Наголошується, що сьогодні проблематика циркулярної економіки охоплює питання переробки відходів, відновлювальних джерел енергії, збереження природних середовищ, соціальні аспекти. Метою роботи є оцінка місця і ролі циркулярної економіки на сучасному етапі розвитку аграрного сектору, визначення поняття «парадигма циркулярної економіки», оцінки динамічних процесів відтворення родючості ґрунтів під кутом зору циркулярних процесів. Сформовано власне бачення поняття «парадигма циркулярної економіки» як виробничої діяльності, яка базується на мінімізації залучення нових природних ресурсів у процес виробництва, водночас із мінімізацією споживання невідновлювальної енергії. Запропоновано коефіцієнт циркулярного відновлення поживних речовин. Апробація даного коефіцієнта здійснювалася на прикладі України, Польщі та Канади за період 1992–2020 рр. Встановлено, що в Україні зменшується рівень циркулярного відновлення поживних речовин, особливо азоту. Головним чинником даного процесу стало зменшення надходження азоту через скорочення внесення гною. Зроблено висновок, що саме даний тренд є головним чинником зменшення надходження азоту через його біологічну фіксацію, що пов'язане з поступовими змінами структури посівних площ. Також має місце зменшення рівня циркулярного відновлення фосфору починаючи з 2006 р. У Польщі та Канаді значення коефіцієнта циркулярного відновлення поживних речовин мають відносно стабільний характер. Це ставить стратегічні питання відносно подальшого розвитку всього сільського господарства та необхідності проведення спеціальної державної політики щодо зміни ситуації. Ця політика має бути спрямована на підтримання біорізноманіття, розвиток органічного виробництва, циркуляційного рівня всього сільського господарства.

Ключові слова: поживні речовини, органічне землеробство, сталий розвиток, коефіцієнт відновлення поживних речовин.

ВСТУП

Економічний розвиток у світі протягом останнього століття дозволив багатьом країнам істотно підняти рівень життя населення, створити системи соціального захисту, збільшити тривалість життя. Стрімка урбанізація, розвиток торгівлі, цифрових технологій сформуvalи нову ситуацію, в якій людина отримала можливості, яких ще не було 10–20 р. тому. Разом із тим, виникли негативні моменти та нові конфлікти. Це передусім стосуєть-

ся екологічної ситуації в широкому розумінні та соціальних проблем. Глобальне використання ресурсів зросло в світі від 23,7 млрд т у 1970 р. до 92 млрд т у 2018 р. [1]. Дана ситуація поставила перед науковою спільнотою нові питання стосовно можливих шляхів їх вирішення. Одним із варіантів стала концепція сталого розвитку, яка почала стрімко поширюватись у 70-х та 80-х рр. минулого століття. Її початок, як правило, пов'язується зі Стокгольмською конференцією 1972 р. і доповіддю «Межі зростання», яка поставила питан-

ня про взаємозв'язок економічного та соціального розвитку водночас із вирішенням екологічних проблем [2].

Наступним етапом стала поява концепції циркулярної економіки. Одним із перших, хто сформулював дану концепцію, були Pearce і Turner [3]. Концепція циркулярної економіки набирає обертів з кінця 1970-х р. [4]. Сучасне розуміння циркулярної економіки та її практичного застосування в економічних системах і промислових процесах розвинулося, щоб включити різні особливості та внески різноманітних концепцій, які поділяють ідею замкнутого циклу [5].

Значущість циркулярної економіки сьогодні в світі визнана на рівні ООН. Автори доповіді «Прогнозна оцінка світового ресурсного потенціалу 2019», яка була видана під егідою ООН, відмічають: *«Економіка замкнутого циклу сприяє збереженню виробленої вартості та скороченню впливу на навколишнє середовище, одночасно дозволяючи знижувати витрати та створювати нові економічні можливості»* [6].

Мета роботи — оцінити місце і роль циркулярної економіки на сучасному етапі розвитку аграрного сектору як в Україні, так і в світі, визначити поняття «парадигма циркулярної економіки», оцінки динамічних процесів відтворення родючості ґрунтів під кутом зору циркулярних процесів.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Розпочнемо з розгляду поняття категорії «циркулярна економіка». Одне з найбільш поширених серед них визначає її як «Економічну систему, яка є відновлювальною та регенеративною за своїм задумом та планом». Циркулярна економіка визначається І. Дороніною *«... як відновлювальна та регенеруюча економіка, спрямована на подовження максимальної корисності та цінності продуктів, компонентів і матеріалів»* [7]. Geissdoerfer та ін. [8] вважають, що циркулярна економіка — це регенеративна система, в якій витрати ресурсів та відходи, викиди та витік енергії зводяться

до мінімуму за рахунок уповільнення, закриття та звуження матеріальних та енергетичних циклів. Також відмічається, що циркулярна та стала економіка мають багато спільного. Це обумовлено тим, що цілі сталого розвитку є відкритими, і різні автори звертаються до різних їх аспектів, диференціюючи їх та пропонуючи власні погляди відносно можливих шляхів розв'язання. Перехід до економіки замкнутого циклу дедалі частіше розглядається як рішення для сталого розвитку. Вплив на навколишнє середовище, обмеження ресурсів, а також економічні та соціальні переваги є одними з причин, які виправдовують створення підприємств з елементами циркулярної економіки. Водночас перехід від традиційного до циркулярного бізнесу вимагає трансформації компонентів бізнес-моделі та глибоких змін у всіх суб'єктах екосистеми [9]. Дещо пізніше циркулярна економіка була визначена як «промислова система, яка є відновною або регенеративною за задумом» [10]. Фактично фокус було перенесено на мінімізацію витрат ресурсів шляхом повторного їх використання, що, своєю чергою, повинно зменшити вплив на природу. Також з'явилися концепції зеленої економіки та біоекономіки. В подальшому вони трансформувались у поняття циркулярної біоекономіки [11; 12].

Konietzko [13], провівши понад 20 інтерв'ю з виробниками, виділяє принципи, на яких має базуватися модель переходу до циркулярного бізнесу. Виділяється три групи принципів:

1) *співпраця* (тобто, як фірми можуть взаємодіяти з іншими організаціями у своїй екосистемі, щоб впроваджувати інновації в напрямку циклізму);

2) *експериментування* (тобто, як фірми можуть організувати структурований процес проб і помилок);

3) *платформізацію* (тобто, як фірми можуть організувати соціальну та економічну взаємодію через онлайн-платформи для досягнення більшої циклічної взаємодії).

Jerome та ін. [14] відмічають важливість індикаторів для оцінки рівня циркуляр-

ності економіки. Серед них виділені такі: скорочення витрат, зміна складу матеріалів, збільшення терміну служби (включаючи повторне використання або відновлення), переробка матеріалів, використання відновлювальної енергії. Слід також зазначити, що єдиної думки по індикаторах рівня циркулярності економіки не існує. Однак це важливе питання. Без відповідного виміру неможливо статистично оцінювати рівень та характер явища. В даному випадку мова йде про поєднання теоретичних поглядів з реальною практикою. Саме це зазначається в дослідженні Helander та ін. [15]. Автори вважають, що існують прогалини передусім відносно показників продовження терміну служби готової продукції. Водночас, із проаналізованих 36 показників 28 тією чи іншою мірою стосувалися переробки продукції шляхом кількісного визначення потенційно придатних для вторинної переробки матеріалів. Більшість проіндексованих у Scopus робіт українських учених також сфокусовані на взаємозв'язках циркулярної економіки з управлінням відходами та євроінтеграційним контекстом. Крім того, до недавнього часу жодна з них не стосувалася аграрного сектору [16].

Найважливішими індикаторами, що характеризують циркулярну економіку, як вважає І. Зварич [17] є: рівень переробки побутових відходів; рівень переробки відходів загалом, окрім основних мінеральних; рівень переробки відходів упаковки; рівень переробки електронних відходів; рівень переробки біологічних відходів; рівень переробки будівельних і мінеральних відходів. Інші автори виділяють чотири основні сфери та відповідні показники: продуктивність ресурсів, циркулярна діяльність, виробництво відходів, викиди енергії та парникових газів [18]. Один із напрямів у даному контексті є біопереробка відходів. Цей напрям привертає дедалі більше уваги під час їх переробки у промислову продукцію. Це, на думку Ајауї та ін. [19], має першорядне значення у парадигмі сталого розвитку використання ресурсів і внеску в біоекономіку замкнутого циклу.

У сільському господарстві розвиток циркулярної економіки дуже часто пов'язується зі зменшенням викидів азоту. Останній є частиною складного циклу, в якому перетворюючі реакції є не лише важливим елементом для живих організмів, але й сприяють негативним впливам на навколишнє середовище, таким як евтрофікація та зміна клімату. Щоб зменшити негативний вплив на навколишнє середовище, на думку Siddiqui [20], необхідно замкнути азотний цикл, скоротити використання синтетичних азотних добрив на основі вичерпного палива та повернути потоки багатих азотом матеріалів та відходів у продовольчу систему. Також у сільському господарстві актуальною проблемою є викиди вуглекислого газу (CO_2). Він утворюється в тваринництві і може бути використаний за певних обставин як поживна речовина [21]. На думку С. Страпчук *«...лише деякі показники здатні вимірювати стратегії регенерації циркулярної економіки для аграрного сектору. В ході дослідження різних аспектів сталого розвитку не було знайдено жодного показника, який би аналізував стратегію відновлення з економічної чи соціальної точки зору»* [22].

Виникає питання: яким чином поняття сталого розвитку, циркулярної економіки пов'язані між собою з точки зору їх парадигми. Для відповіді на це питання звернемось до трактування самого поняття «парадигма». Дане поняття було введено в науковий обіг американським істориком науки Т. Kuhn [23] в його книзі «Структура наукових революцій». Згідно з Т. Kuhn створення парадигми є свідченням того, що досягнута узгодженість щодо зразків дослідницької методології, яка знаходить свій вираз у виборі проблем дослідження, а також у сукупності теоретичних і методологічних передумов, які визначають напрям конкретних досліджень.

Парадигма — це система методологічних орієнтирів на певному етапі розвитку науки, яка у відповідності із визначенням її суті, віддзеркалює особливості цього етапу. Вона визначає методологічні орієнтири до вирішення конкретних проблем, а також

окреслення кола наукових проблем, які підлягають опрацюванню і визначенню найбільш раціональних шляхів їх вирішення.

Парадигма циркулярної економіки, зазначає І. Зварич, це «*виробнича модель, спрямована на підтримку сталого економічного розвитку без завдання шкоди навколишньому середовищу... Циркулярні економіки описуються як відновлювальні, регенеративні та цілісні. Цілісна циркулярна економіка в умовах реалізації цілей*» [21]. З нашої точки зору дане визначення породжує окремі питання. Передусім робиться посилення на те, що парадигма циркулярної економіки є частиною проблематики сталого розвитку, з уточненням відносно навколишнього середовища. По-перше, це фактично не є відповіддю на питання «Що таке парадигма циркулярної економіки?». По-друге, сама проблема сталого розвитку вже включає в себе екологічний аспект, тому немає додаткових підстав для окремого виділення цієї проблеми. Наша позиція відносно поняття «парадигми циркулярної економіки» така: це виробнича діяльність, яка базується на мінімізації залучення нових природних ресурсів у процес виробництва водночас з мінімізацією споживання невідновлювальної енергії.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Під час дослідження використано діалектичні методи пізнання процесів і явищ, зокрема монографічний (аналіз та трактування поняття «циркулярна економіка», «парадигма наукових досліджень»), емпіричний (оцінка рівня циркулярності відтворення поживних речовин ґрунту), метод аналізу та синтезу (аналіз сучасного стану й основних тенденцій розвитку циркулярної економіки), абстрактно-логічний (теоретичні узагальнення та формулювання висновків). Окрім того, було запропоновано визначення коефіцієнта циркулярного відновлення поживних речовин та проведено його аналіз в динаміці на прикладі України, Польщі та Канади.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

З огляду на висвітлені принципи та позиції відносно циркулярної економіки було вирішено оцінити динаміку її зміни. З цією метою використовувалась дані, наведені на сайті Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР). На даному сайті викладені різні показники, які стосуються різних галузей та видів діяльності. З огляду на обрану проблематику, наша увага була зосереджена на даних по групі «Агроекологічні показники (Поживні речовини)» [24]. Цей розділ містить інформацію по фосфорному та азотному балансах. Наводяться канали надходження та витрат даних видів поживних речовин. Серед них є два показники, які можуть свідчити про рівень циркулярності використання сільськогосподарських земель: надходження через внесення гною, та азотфіксацію й біологічну мобілізацію фосфору. Дані канали надходження формують замкнутий цикл виробництва і можуть функціонувати без додаткового внесення добрив.

З огляду на ці принципи, для оцінки рівня циклічності виробництва пропонується порівнювати кількість відновлювальних поживних речовин шляхом їх внесення через застосування органічних добрив та азотфіксацію й біологічну мобілізацію важкорозчинних ґрунтових сполук фосфору до загального їх надходження відповідно. Даний коефіцієнт пропонується як коефіцієнт циркулярного відновлення поживних речовин. Його формула має такий вигляд:

$$КЦВ = \frac{СГ_{N(P)} + БФ_{N(P)}}{ЗВ_{N(P)}}$$

де КЦВ — коефіцієнт циркулярного відновлення поживних речовин; $СГ_{N(P)}$ — величина надходження азоту (фосфору) з гною; $БФ_{N(P)}$ — величина біологічної фіксації азоту (біологічного розчинення важкодоступних сполук фосфору в ґрунті); $ЗВ_{N(P)}$ — загальна величина надходження азоту (фосфору).

Запропонований коефіцієнт було вирішено проаналізувати в динаміці за 1992–

**Динаміка зміни коефіцієнта циркулярного відновлення поживних речовин
в окремих країнах у 1992–2020 рр.**

Роки	Азот			Фосфор		
	Україна	Канада	Польща	Україна	Канада	Польща
1992	0,630	0,489	0,392	0,650	0,441	0,335
1993	0,708	0,504	0,479	0,772	0,459	0,468
1994	0,716	0,495	0,493	0,848	0,459	0,596
1995	0,736	0,496	0,450	0,842	0,451	0,560
1996	0,796	0,492	0,424	0,858	0,450	0,550
1997	0,771	0,493	0,398	0,835	0,466	0,501
1998	0,756	0,477	0,385	0,851	0,461	0,464
1999	0,783	0,479	0,382	0,868	0,446	0,463
2000	0,765	0,488	0,372	0,857	0,441	0,457
2001	0,730	0,498	0,373	0,838	0,460	0,451
2002	0,713	0,504	0,356	0,864	0,461	0,438
2003	0,711	0,527	0,346	0,888	0,481	0,419
2004	0,673	0,524	0,359	0,862	0,483	0,466
2005	0,644	0,517	0,377	0,847	0,474	0,473
2006	0,615	0,526	0,348	0,712	0,479	0,444
2007	0,602	0,547	0,358	0,696	0,508	0,450
2008	0,533	0,546	0,344	0,667	0,519	0,380
2009	0,549	0,516	0,334	0,641	0,485	0,395
2010	0,554	0,495	0,311	0,642	0,463	0,353
2011	0,435	0,497	0,312	0,591	0,488	0,388
2012	0,409	0,493	0,332	0,536	0,459	0,421
2013	0,443	0,473	0,317	0,567	0,422	0,365
2014	0,406	0,447	0,308	0,584	0,397	0,364
2015	0,405	0,428	0,289	0,536	0,387	0,350
2016	0,356	0,439	0,305	0,422	0,371	0,381
2017	0,324	0,428	0,342	0,408	0,351	0,413
2018	0,338	0,438	0,337	0,477	0,334	0,393
2019	0,312	0,454	0,319	0,424	0,347	0,402
2020	0,323	0,420	0,325	0,503	0,312	0,411

Примітка: за даними [24].

2020 рр. на прикладі України та Канади, та за 1992–2019 рр. на прикладі Польщі. Вибір саме цих країн обумовлений тим, що по-перше, вони є розвинутими виробниками агропродукції. По-друге, ці країни мають подібні природно-кліматичні умови, хоча і з окремими особливостями. Відповідні дані наведено в *табл.*

Наведені результати дають можливість зробити висновок, що в Україні істотно

погіршилася ситуація з рівнем циркулярності азоту. В 1992 р. величина коефіцієнта дорівнювала 0,630, у 1996 р. вона зросла до максимуму — 0,796. Починаючи з 1999 р. значення коефіцієнта циркулярного відновлення поживних речовин почало стрімко зменшуватись. У 2019 р. воно досягло мінімуму — 0,312. Для того щоб зрозуміти, які чинники визначили подібний результат, звернемося до *рис. 1*.

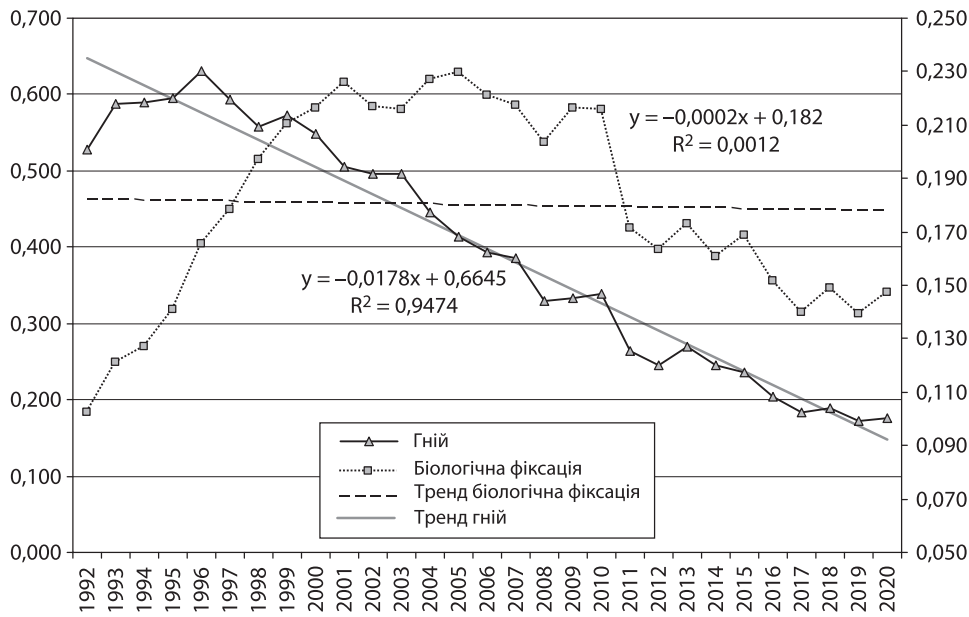


Рис. 1. Динаміка коефіцієнта циркулярного відновлення за рівнем внесення гною та фіксації атмосферного азоту в Україні у 1992–2020 рр.

Примітка: розроблено авторами за власними розрахунками.

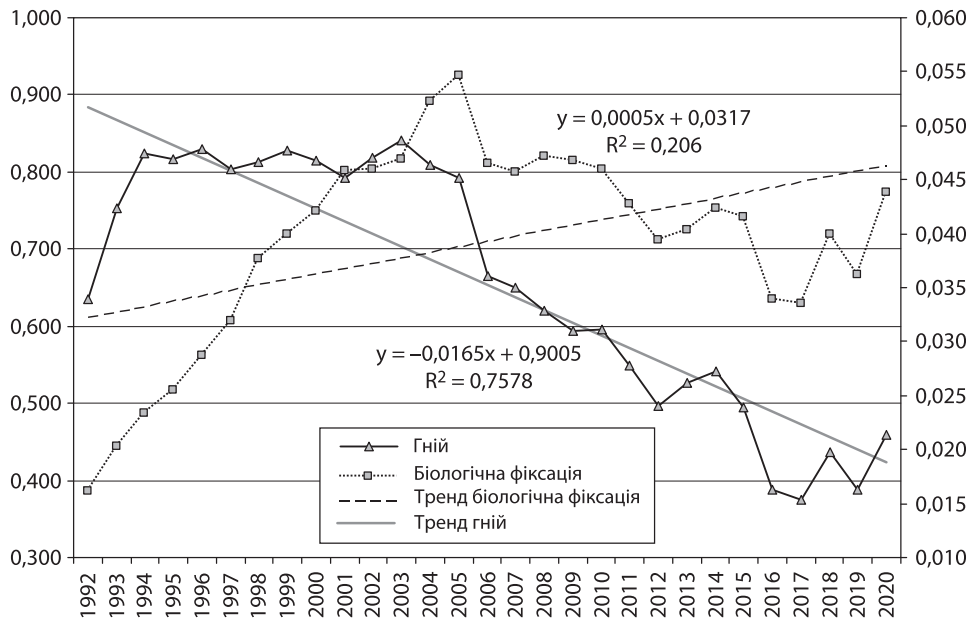


Рис. 2. Динаміка коефіцієнта циркулярного відновлення фосфору за рівнем внесення гною та біологічної мобілізації з важкорозчинних ґрунтових фосфатів у 1992–2020 рр.

Примітка: розроблено авторами за власними розрахунками.

На *рис. 1* наведена динаміка зміни двох складових коефіцієнта циркулярного відновлення азоту: біологічна фіксація та внесення гною. Виявляється, що тенденція відносно біологічної фіксації азоту мала відносно нейтральний характер змін, про що свідчить рівняння тренду, яке практично паралельне осі *x*. Хоча сам характер зміни даного показника був неоднозначним. До 2001 р. його величина постійно зростала, після чого почався період відносної стабільності, однак починаючи з 2011 р. маємо чіткий тренд на зменшення даного показника до рівня 0,148 у 2020 р. На нашу думку, це пов'язано зі зниженням обсягів виробництва у тваринницькій галузі, що відобразилося на структурі сівозмін (відсутність багаторічних бобових трав як активних азотонакопичувачів).

Що стосується відновлення азоту через внесення гною, то ситуація виявилася зовсім іншою. Починаючи з 1997 р., відбулося поступове зменшення рівня циркулярного відновлення азоту за рахунок гною. Величина коефіцієнта за цей період зменшилася від 0,593 до 0,173. Саме даний тренд є головним чинником загального зменшення величини запропонованого нами коефіцієнта циркулярного відновлення поживних речовин.

Що стосується ситуації у Польщі та Канаді, то передусім слід відмітити, що в цих країнах величина коефіцієнта циркулярного відновлення поживних речовин має відносно стабільний характер. За показниками азоту значення коефіцієнта циркулярного відновлення дорівнювали в Канаді в 1992 р. — 0,489, у 2002 р. — 0,504, у 2020 р. — 0,420. Що стосується Польщі, то цей показник також мав відносний рівень стабільності по обраних роках. Слід також окремо відмітити, що абсолютне значення даного показника в Україні та Польщі в 2020 р. було майже рівним (0,323 та 0,325 відповідно). В Канаді величина коефіцієнта була на більш високому рівні (0,420).

Що стосується динаміки зміни коефіцієнта циркулярного відновлення поживних речовин за фосфором. В Україні його величина впродовж досліджуваного пе-

ріоду була відносно стабільною. В 1992 р. вона дорівнювала 0,650, в 2002 р. — 0,864, в 2020 р. — 0,503. Однак даний результат став наслідком протилежних тенденцій у зміні рівня циркулярності коефіцієнта за величиною внесення гною та біологічним розчиненням важкодоступних для рослин сполук фосфору в ґрунті (*рис. 2*). Щодо надходження фосфору до рослин унаслідок біологічних процесів, то в цьому випадку чітко простежується тенденція зростання показників упродовж 1992–2005 рр., з подальшим зниженням та стабілізацією у 2011–2020 рр. Варто підкреслити, що величина фосфору, яка вивільняється з важкорозчинних ґрунтових фосфатів, була незначною. Вона приблизно в 10 разів поступалася показникам його надходженню від гною.

Стосовно динаміки зміни коефіцієнта циркулярного відновлення фосфору у Польщі та Канаді. Передусім слід відмітити, що в цих країнах його величина мала доволі стабільний характер. Якщо в Україні значення стандартного відхилення коефіцієнта за період, що аналізується, дорівнювало 0,161, то в Польщі воно було рівним 0,061, а в Канаді — 0,063. Крім того, в цих країнах відсутня статистика по біологічній мобілізації фосфору (що, з огляду на незначні величини даного показника, є не критичним для оцінки реальної ситуації).

ВИСНОВКИ

Циркуляційна економіка сьогодні є не просто напрямом економічних досліджень, вона фактично значною мірою формує філософію та політичні погляди багатьох людей у різних країнах. Разом із тим, чіткого визначення поняття циркуляційної економіки сьогодні немає. Крім того, ведуться дискусії відносно її взаємозв'язку з іншими напрямами економічних досліджень, зокрема сталим розвитком, біоекономікою, аграрною економікою. Саме тому вважаємо, актуальним визначення терміна «Парадигма циркуляційної економіки». Нами він визначається як виробнича діяльність, яка базуються на мінімізації залучення нових природних ресурсів у процес виробництва,

водночас з мінімізацією споживання невідновлювальної енергії.

Для оцінки рівня процесів відновлення поживних речовин пропонується коефіцієнт циркулярного відновлення поживних речовин. Апробація даного показника на прикладі України, Польщі та Канади дозволила встановити окремі тенденції та засвідчила практичну його значущість. Встановлено, що рівень циркулярного відтворення азоту в Україні впродовж 1992–2020 рр. істотно скоротився. Головним чинником стало зменшення внесення гною починаючи з 1997 р. Крім того, з 2011 р. зменшилася питома частка азоту, який надходив до ґрунту через біологічну фіксацію. Даний факт пов'язаний зі спрощенням структури посівних площ у багатьох підприємствах та відмовою від галузі тваринництва (що практично унеможливує вирощування багаторічних бобових трав як азотонакопичувачів).

Все це ставить питання щодо стратегії подальшого розвитку сільського господарства загалом та місця держави в цих процесах. Передусім слід відмітити, що в умовах повоєнного відновлення дана проблематика буде мати ще більшу гостроту, через необхідність не просто відновлення якості ґрунтів, а й усунення наслідків військової агресії РФ. З огляду на це, необхідно буде проводити подальші більш ґрунтовні дослідження. Це стосується питання впливу структури сільськогосподарського виробництва на рівень циркулярності економіки, зокрема впливу галузі тваринництва. Крім того, окремого дослідження потребує практика інших країн у розвитку циркулярних моделей бізнесу саме в аграрному секторі. Насамперед це стосується досвіду збереження біорізноманіття в сільському господарстві, підтримки виробництва органічних продуктів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Global Resources Outlook. (2019). URL: <https://www.resourcepanel.org/reports/global-resources-outlook-2019>.
2. Meadows, D. H., Meadow, D. L., Randers, J., & Behrens, W. W. (1972). *The Limits to Growth: a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. Universe Books. URL: <http://www.donellameadows.org/wp-content/userfiles/Limits-to-Growth-digital-scan-version.pdf>.
3. Pearce, D., & Turner, R. (1991). Economics of natural resources and the environment. *American Journal of Agricultural Economics*, 73, 1242904. DOI: <https://doi.org/10.2307/1242904>.
4. Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A Review on Circular Economy: the Expected Transition to a Balanced Interplay of Environmental and Economic Systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11–32. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>.
5. Stahel, W. R. (2019). *The circular economy: a user's guide*. Routledge, Taylor & Francis Group. DOI: <https://doi.org/10.4324/978042925920>.
6. International Resource Panel. (2018). Re-defining Value — The Manufacturing Revolution. Remanufacturing, Refurbishment, Repair and Direct Reuse in the Circular Economy. URL: <https://www.resourcepanel.org/reports/re-defining-value-manufacturing-revolution>.
7. Дороніна, І. І. (2020). Екологізація економіки та роль держави: ретроспективний аналіз наукових підходів. *Наукові записки Інституту законодавства Верховної Ради України*, 6, 100–107. DOI: <https://doi.org/10.32886/instzak.2020.06.11>.
8. Geissdoerfer, M., Pieroni, M. P., Pigosso, D. C., & Soufani, K. (2020). Circular business models: A review. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123741. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123741>.
9. Asgari, A., & Asgari, R. (2021). How circular economy transforms business models in a transition towards circular ecosystem: the barriers and incentives. *Sustainable Production and Consumption*, 28(5), 566–579. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.06.020>.
10. Pollard, S., Turney, A., Charnley, F., & Webster, K. (2016). The circular economy — a reappraisal of the 'stuff' we love. *Geography*, 101(1), 17–27. DOI: <https://doi.org/10.1080/00167487.2016.12093979>.
11. Garcia-Saravia Ortiz-de-Montellano, C., & Van der Meer, Y. (2022). A Theoretical Framework for Circular Processes and Circular Impacts Through a Comprehensive Review of Indicators. *Glob J. Flex Syst Manag*, 23, 291–314. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40171-022-00300-5>.
12. Girard, G. (2022). Does circular bioeconomy contain singular social science research questions, especially regarding agriculture — industry nexus? *Cleaner and Circular Bioeconomy*, 3(23), 100030. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clcb.2022.100030>.
13. Konietzko, J., Bocken, N., & Hultink, E. (2020). Circular Ecosystem Innovation: An Initial Set Of Principles. *Journal of Cleaner Production*, 253, 119942. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119942>.
14. Jerome, A., Helander, H., Ljunggren, M., & Janssen, M. (2022). Mapping and testing circular economy product-level indicators: A critical review. *Resources, Con-*

- servation and Recycling*, 178, 106080. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.106080>.
15. Helander, H., Petit Boix, A., Leipold, S., & Bringezu, S. (2019). How to monitor environmental pressures of a circular economy: An assessment of indicators. *Journal of Industrial Ecology*, 23, 1278–1291. DOI: <https://doi.org/10.1111/jiec.12924>.
 16. Diakon, R., Kucher, A., & Heldak, M. (Eds.). (2024). *Sustainable development and circular economy: trends, innovations, prospects: scientific monograph*. Riga, Latvia: Baltija Publishing.
 17. Зварич, І. (2017). Циркулярна економіка і глобалізоване управління відходами. *Журнал європейської економіки*, 16(1), 41–57. URL: <https://jeej.wunu.edu.ua/index.php/ukjee/article/view/914>.
 18. Юхнов, Б., Островський, І., & Корсаков, Д. (2022). Аналіз розвитку циркулярної економіки на прикладі застосування інтегральних індексів. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія Економіка*, 13(26). DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0654-13\(26\)-12](https://doi.org/10.33296/2707-0654-13(26)-12).
 19. Ajayi, V. A., & Lateef, A. (2023). Biotechnological valorization of agrowastes for circular bioeconomy: Melon seed shell, groundnut shell and groundnut peel. *Cleaner and Circular Bioeconomy*, 4, 100039. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clcb.2023.100039>.
 20. Siddiqui, S., Pleissner, D., Pentjušs, A., Gołaszewski, J., Karwowska, A., Dace, E., ... Smetana, S. (2023). Biological nitrogen recirculation to food protein. *Cleaner and Circular Bioeconomy*, 6, 100056. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clcb.2023.100056>.
 21. Зварич, І. Я. (2019). *Глобальна циркулярна економіка: «Економіка ковбоїв» VS «Економіка космічного корабля»: моногр.* Тернопіль: ТНЕУ.
 22. Страпчук, С. І. (2022). *Сталий розвиток аграрних підприємств на засадах циркулярної економіки: моногр.* Харків: ДБТУ; Львів: Вид-во «Новий Світ — 2000».
 23. Kuhn, T. S. (1962). *The structure of scientific revolutions*. University of Chicago Press: Chicago.
 24. Agri-Environmental indicators. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/agriculture/database/agri-environmental-indicators>.

Стаття надійшла до редакції журналу 20.04.2025