

УДК 338.43:330.15:338.2
DOI 10.15673/fie.v17i1.3102

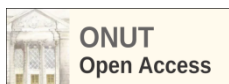
Замлинський В.А.

доктор економічних наук, професор
кафедра економіки промисловості
Одеський національний технологічний університет
вул. Канатна 112, м. Одеса, Україна, 65039
E-mail: zam.agrariy@gmail.com
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7642-2443>

ЦИРКУЛЯРНА ЕКОНОМІКА ТА ПРОДОВОЛЬЧА БЕЗПЕКА В КОНТЕКСТІ ФОРМУВАННЯ СТІЙКОЇ ХАРЧОВОЇ ЕКОСИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВ АПК

Метою проведеного дослідження є напрацювання циркулярних механізмів у системі агропромислового виробництва, яке набуває стратегічного значення в умовах наростання дефіциту природних ресурсів, кліматичних трансформацій, деградації ґрунтового покриву та загострення дисбалансів у доступі до продовольства. Особливою характеристикою аграрного сектору є великий обсяг органічних залишків, які пропонується конвертувати у цінні вторинні ресурси — біогаз, органічні добрива, протеїнові корми, біостимулятори тощо. Це дозволить сформувати методологічні засади переходу до сучасної агропродовольчої системи, заснованої на принципах сталості та циркулярних екосистем, де взаємозв'язок між економічними, екологічними та соціальними компонентами забезпечує мультиплікативний ефект сталого розвитку. Стаття має на меті вивчити переваги і ризики формування стійкої стратегії завдяки сучасним технологіям для ефективної утилізації рослинних відходів і побічних продуктів сільськогосподарського та агропромислового секторів для вилучення цінних компонентів (клітковини, білків, олії, целюлозних волокон) та використанні них у виробництві продуктів харчування, кормів для тварин, косметики, тканин, добрив і біопалива), це дозволяє агропідприємствам не лише підвищувати ефективність та рентабельність, а й підсилювати свою роль у забезпеченні екологічної та продовольчої стабільності.

Ключові слова: циркулярна економіка, продовольча безпека, агропромислові відходи, циркулярна їжа, економічна доцільність, нуль відходів, екосистема, стратегія, циркулярна продовольча система.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Постановка проблеми та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Сучасне виробництво та переробка продукції АПК супроводжуються значним споживанням природних ресурсів – сировини, енергії, води – і водночас генерують велику кількість відходів, які часто потрапляють у навколишнє середовище без належної утилізації. У цьому контексті питання сталого розвитку та ресурсоефективності стає ключовим для підприємств агропродовольчого сектору. Одним із найбільш перспективних підходів до вирішення цієї проблеми є впровадження циркулярних моделей виробництва, які дозволяють створювати замкнуті цикли використання ресурсів. Це означає повторне використання побічних продуктів та відходів як вторинної сировини, зменшення втрат на кожному етапі життєвого циклу продукції та мінімізацію впливу на довкілля. Сільське господарство та агропродовольчий сектор продукують значну кількість відходів рослинного походження. Ці відходи створюють додатковий ресурс за умов ефективного управління ними з метою сприяння еко-

номії замкнутого циклу.

Аналіз останніх публікацій по проблемі. Концепція циркулярної економіки виступає каталізатором інновацій у харчовій системі, спрямованих на відновлення природного капіталу, підвищення ефективності ланцюгів створення продовольчої цінності, впровадження сучасних технологій валоризації харчових відходів та формування стійкої і гнучкої системи продовольчої безпеки. Цей підхід забезпечує зменшення екологічного навантаження, ресурсну самодостатність та підтримку довгострокового економічного зростання агропродовольчих підприємств [1].

Згідно з доповіддю Програми ООН з навколишнього середовища (UNEP) «Food Waste Index Report 2024» [2], щорічні економічні втрати від харчових відходів у світі становлять близько 1 трильйона доларів США. Це включає як прямі фінансові витрати, так і екологічні та соціальні наслідки, пов'язані з викиданням їжі, яка могла б бути використана для споживання. У доповіді зазначено [3], що приблизно третина всієї виробленої їжі втрачається або марну-

ється, що становить близько 1,3 мільярда тон на рік. Це не лише економічна проблема, але й значний фактор, що сприяє зміні клімату, оскільки харчові відходи спричиняють близько 8–10% глобальних викидів парникових газів.

Велика кількість українських та іноземних науковців досліджують проблеми становлення стійких екосистем, розвитку циркулярної моделі економіки в Україні, зокрема: Balanay R. [7], Halog A., Ellen MacArthur [8], Haney A., Krestyaninova O., Love Ch. [6], Segneanu AE, Grozescu I, Cepan C, Cziple F, Lazar V, et al [1].

В.С. Шебанін та Г.О. Решетілов, вважають, що циркулярна економіка є перспективним шляхом розвитку, спрямованим на збереження цінності продуктів, матеріалів і ресурсів на протязі тривалого часу, а також на мінімізацію відходів [5, с. 6]. Кучер А.В., Кучер Л.Ю., Пашенко Ю.В., Кузьома В. В. та інші вчені [9–12] досліджували циркулярну економіку в системі сталого розвитку аграрного сектора в умовах трансформацій. Пріоритетні напрями розвитку циркулярної адаптивності в агросекторі зосереджені на специфіці переробки відходів та впровадженні економічно обґрунтованих циркулярних практик і набувають особливої актуальності в умовах глобальних продовольчих ризиків та воєнного стану в Україні, що зумовлює важливість дослідження цієї тематики саме в національному контексті.

В умовах воєнного стану харчова галузь Одещини, зокрема аграрні та переробні підприємства, стикається з нагальними викликами — порушенням логістики, нестачею ресурсів, загрозами для продовольчої безпеки та екологічного балансу. Одним із перспективних напрямів адаптації є впровадження принципів циркулярної економіки та регенеративного бізнесу, що дозволяють знизити залежність від імпортованих ресурсів, мінімізувати втрати сировини і вплив на довкілля. Оскільки глобальні тенденції економічного розвитку формуються на більш екологічних, сталих та безпечних для навколишнього середовища рішеннях, побудова харчової циркулярної екосистеми підприємства є оптимальною альтернативою для задоволення потреб промислового використання і актуального напрямку дослідження.

Формулювання цілей дослідження. У контексті трансформації системи глобальної продовольчої безпеки потрібно сформулювати теоретико-методологічні засади циркулярного споживання ресурсів як ключового індикатора оцінювання ефективності новітніх агропродовольчих систем, що функціонують на сталій основі. Обґрунтувати методологічні засади у контексті поступового переходу України від індустріально орієнтованої агробізнесової моделі продовольчої безпеки до моделі сучасної агропродовольчої системи, орієнтованої на принципи сталості, в основі якої лежить циркулярні екосистеми, здатні утримувати продовольчу безпеку під час підвищених ризиків і глобальних криз.

Виклад основних результатів та їх обґрунтування. У зв'язку з глобальними викликами, що

охоплюють зміну клімату, зростаючу конкуренцію за ресурси, воєнні загрози та коливання світових ринків, продовольча безпека України потребує поступового переосмислення та трансформації. В основі цієї трансформації має бути відхід від індустріально-орієнтованої моделі агробізнесу на користь моделі сталого агропродовольчого розвитку, яка інтегрує принципи циркулярної економіки, екосистемного підходу та соціальної інклюзії. Методологія має базуватись на багаторівневому системному аналізі, що враховує взаємозв'язки між виробництвом, переробкою, логістикою, споживанням і переробкою залишків. Це передбачає застосування моделей стійких ланцюгів створення вартості, замкнених ресурсних потоків і комплексної оцінки вразливості. Необхідно використовувати концепцію циркулярності як ядро агропродовольчої системи. Це включає перетворення відходів на ресурси, мінімізацію втрат, переробку біомаси, повторне використання води й енергії, локалізацію ресурсних циклів та скорочення залежності від зовнішніх поставок. Сталий перехід вимагає розробки узгоджених політик і правових механізмів на національному та регіональному рівнях. Методологічна основа повинна включати підходи до оцінки нормативної ефективності, включення циркулярності у державні стратегії продовольчої безпеки, а також підтримку інновацій у сфері агроекотехнологій.

Модель має враховувати регіональні агро-екологічні особливості, рівень ресурсного забезпечення, демографічні чинники та специфіку земельного фонду. Це дозволить створювати адаптивні циркулярні екосистеми, які можуть функціонувати навіть в умовах кризи або ізоляції. Методологічні підходи повинні передбачати механізми залучення дрібних фермерів, кооперативів, жіночих і молодіжних ініціатив, що забезпечить уповільнення демографічної кризи і сформує команду, здатну перетворювати циркулярні стратегії у сучасні практики агробізнесу. Сталість системи прямо залежить від соціального капіталу та можливості локальних громад підтримувати самозабезпечення та обмін ресурсами. Необхідно інтегрувати інструменти цифрового моніторингу, супутникових даних, штучного інтелекту й аналітики великих даних для формування адаптивних сценаріїв розвитку продовольчих систем та швидкого реагування на зовнішні шоки. Методологія побудови сучасної агропродовольчої системи України повинна об'єднувати підходи циркулярної економіки, екоінновацій, територіальної адаптації та соціальної згуртованості. Такий підхід дозволить забезпечити гнучку, відновлювану та стійку до криз продовольчу екосистему, яка здатна підтримувати продовольчу безпеку в умовах невизначеності та підвищених глобальних ризиків.

Одною з складових формування циркулярної продовольчої системи є відходи та побічні продукти рослинного походження, які визнані цінними джерелами біоактивних сполук, та у контексті циркулярної економіки стають не просто залишками, а цінними ресурсами, які можна повторно використовувати для

створення нової продукції з доданою вартістю.

Щороку у глобальному масштабі генерується понад 6,3 петаграмів (Pg) сухої речовини органічних відходів, з яких понад 50% — це поживні рештки. Для Одеської області, яка має потужний агропромисловий потенціал, особливо в сфері виноробства, важливими залишками є виноградні вичавки, жом, лушпиння зернових, макуха тощо. Ці побічні продукти можуть бути джерелом волокна, біоенергії, кормів або компосту, однак нині лише незначна частина утилізується екологічно безпечно. Переважають нераціональні підходи — спалювання, скидання або захоронення, що веде до викидів парникових газів (CO₂, CH₄, N₂O) та забруднення. Крім того, біологічна нестабільність, висока вологість, ферментативна активність і неприємний запах ускладнюють поводження з такими відходами і вимагає їх швидкої переробки. Проте за умови впровадження інноваційних технологій переробки ці залишки можуть стати цінною сировиною для текстильної, хімічної, енергетичної та харчової галузей. Наприклад, волокна з жому та виноградної шкірки можуть замінювати синтетичні матеріали у виробництві текстилю, знижуючи залежність від викопного палива.

Важливими завданнями для підприємств регіону є розробка локальних моделей циркулярної економіки в агро- та харчовій сферах; залучення інвестицій у переробне обладнання для побічної продукції; впровадження регенеративних практик — компостування, біогаз, волокнисті матеріали; формування кластерів сталого виробництва, що інтегрують фермерські господарства, переробників та екологічні стартапи; розвиток навчальних програм для агровиробників щодо безпечного поводження з відходами.

З огляду на зростаючі глобальні потреби в екологічно чистому текстилі, перехід до використання лігноцелюлозних відходів є не лише екологічно доцільним, але й економічно вигідним для регіону. Така стратегія дозволить забезпечити стійкість продовольчих систем Одещини, адаптувати підприємства до воєнної нестабільності, скоротити кліматичний вплив виробництва та створити нові робочі місця в умовах кризи. Усі сільськогосподарські культури утворюють залишки, такі як стебла, листя, лушпиння та соломка, у кількості, яка може перевищувати первинний сільськогосподарський продукт.

Таблиця 1

Відходи рослинного походження, їх цінність та варіанти застосування у рамках циркулярної економіки*

Вид відходів / побічних продуктів	Цінні компоненти	Застосування	Переваги у циркулярній економіці
Виноградні вичавки	Поліфеноли, ресвератрол, флавоноїди	Біодобавки, косметика, фармацевтика, біопаливо	Зменшення органічних відходів, створення продукції з високою доданою вартістю
Лушпиння зернових (пшениця, кукурудза)	Клітковина, білки, антиоксиданти	Харчові інгредієнти, біопластики, корми	Заміна синтетичних матеріалів, зниження викидів CO ₂
Жом цукрового буряка	Пектин, білки, залишковий цукор	Корм, біогаз, органічні добрива	Альтернатива хімічним добривам, розвиток біоенергетики
Овочеві та фруктові залишки	Вітаміни, фенольні сполуки, натуральні барвники	Функціональні продукти, натуральні консерванти, косметика	Скорочення харчових втрат, розширення продуктових ліній
Лушпиння соняшника	Целюлоза, лігнін	Біопаливо (пелети), папір, компост	Використання замість деревини, збереження лісових ресурсів
Макуха, жмих (олійні культури)	Білки, залишки олії	Кормові суміші, добрива, паливо	Повне використання агросировини, зменшення утилізаційних витрат

*Джерело: сформовано автором

Таблиця 2

Повторне використання невикористаних харчових продуктів у циркулярній економіці*

Вид відходів / побічних продуктів	Цінні компоненти	Застосування	Переваги у циркулярній економіці	Ризики / виклики
Овочеві та фруктові залишки, вичавки	Клітковина, пектини, антиоксиданти, вітаміни, поліфеноли, дубильні речовини	Виробництво джемів, кормів, добрив, БАДів, косметики	Зменшення харчових втрат, додана вартість	Швидке псування, мікробіологічна безпека, сезонність виробництва
Лушпиння зернових	Целюлоза, лігнін	Біопаливо, компост, упаковка	Альтернатива деревині, покращення ґрунтів	Низька стабільність, обробка

Продовження табл. 2

Вид відходів / побічних продуктів	Цінні компоненти	Застосування	Переваги у циркулярній економіці	Ризики / виклики
Макуха, жмих	Білок, жирні кислоти	Корм, біогаз, добрива	Ефективна переробка олійних	Окислення, вологоутримання
Картопляні очистки	Крохмаль, мікроелементи	Біопластик, спиртове бродіння	Біоенергетика	Токсини (соланін), очищення
Хлібобулочні відходи	Крохмаль, білки	Біоетанол, оцет, ензими	Зниження втрат у торгівлі	Пліснявіння, логістика
Цукровий жом	Целюлоза, залишковий цукор	Корм, біогаз, добрива	Легка переробка	Висока вологість, швидка обробка

*Джерело: сформовано автором

Види відходів рослинного походження, їхні цінні компоненти дозволяють сформувати можливі напрямки застосування, визначити переваги та ризики їх використання у рамках циркулярної економіки. Приклади підприємств, що впроваджують циркулярні практики, це «Шабо», де використовують виноградні вичавки для виробництва добрив та харчових добавок; «Delta Wilma» - переробка макухи та жмиху для виробництва біопалива та кормів; «Agrofusion» - утилізація овочевих залишків у біогазових установках;

«Чіпси Люкс» - повторне використання картопляних очисток для біоетанолу; пекарні мережі «Куліничі» відвантаження хлібобулочних відходів до кормових заводів. Пряме застосування компонентів з цих відходів у нехарчових секторах, таких як біопаливо, добрива, кормові суміші, текстиль також формує позитивний вплив вторинної сировини на навколишнє середовище і забезпечує дієвість стратегії «нуль відходів» [12].

Таблиця 3

Утворення побічних продуктів сільськогосподарських культур в Україні*

№	Культура	Урожай, млн. т. ≈ 2020-24	Тип залишків	Коеф. утворення залишків	Обсяг залишків, млн т
1	Пшениця	25	Солома, стебла, листя	1,3	32,5
2	Кукурудза	30	Стебла, качани, листя	1,5	45,0
3	Соняшник	14	Лушпиння, стебла, макуха	1,2	16,8
4	Цукровий буряк	10	Жом, листя	0,35	3,5
5	Виноград (Одещина)	0,25	Вичавки, шкірка, кісточки	0,3	0,075
6	Яблука, груші	1,2	Шкірка, серцевина, насіння	0,15	0,18
7	Овочі (загалом)	9	Листя, обрізки, шкірка	0,2	1,8

*Джерело: сформовано автором на даних [13-16]

Узагальнена інформація щодо обсягів утворення залишків сільськогосподарських культур у світі та приклади для України створює підвалини до розрахунку економічної доцільності їх переробки. Найбільшу частку становлять поживні рештки (солома, стебла, листя) – до 50–60% всіх залишків. Інші джерела — лушпиння зернових, жом, макуха, фруктові та овочеві залишки. В середньому, на кожен тону зібраної основної продукції припадає 1–1,5 тони залишків (залежить від культури):

- пшениця: 1,3 т соломи на 1 т зерна;
- кукурудза: 1,5 т залишків (стебла, качани) на 1 т зерна;
- соняшник: 1,2 т лушпиння та стебел;
- виноград: до 25–30% маси – це вичавки (жмих, кісточки, шкірка).

Сумарно в Україні утворюється понад 100 млн т органічних залишків щороку. Лише невелика частка цих відходів реально переробляються (на корм, біогаз, добрива або харчові інгредієнти), інше –

спалюється або залишається на полях, що утворює потенціал утилізації і перспективну нішу створення нового бізнесу.

Також потрібно враховувати велику кількість харчових продуктів, які не були реалізовані і вийшов їх термін придатності, адже за різними оцінками харчові відходи складають близько 40% від усього виробництва харчових продуктів. Важливим аспектом є відповідальне поводження з продуктами, термін придатності яких вичерпано. З метою запобігання забрудненню довкілля, поширенню шкідливих бактерій та інфекцій, категорично неприпустимо викидати протерміновані продукти у звичайні сміттєві баки. Відповідальність за їх безпечну та екологічну утилізацію покладається не лише на виробників, але й на інші ланки ланцюжка постачання, зокрема торгівлі мережі, підприємства громадського харчування, підприємства оптової торгівлі. Для забезпечення належної утилізації протермінованої продукції зазначеним суб'єктам господарювання необхідно укладати договори з ліцензованими компаніями з утилізації. Перехід до цир-

кулярної економіки передбачає не лише безпечну утилізацію, але й максимальне використання ресурсів. Відповідальне поводження з протермінованою продукцією є невід'ємною складовою циркулярної економіки, сприяє зміцненню продовольчої безпеки та формуванню стійкої і екологічно відповідальної харчової екосистеми підприємств АПК.

Надзвичайно важливо проводити ретельні дослідження ефективності виробництва циркулярного продукту, оцінки впливу на навколишнє середовище, оцінки життєвого циклу та техніко-економічний аналіз, щоб сприяти їх широкомасштабному впровадженню на підприємствах. Враховуючи посилення вимог до перевірок екологічної ефективності, підприємствам вкрай важливо дотримуватися стандартів щодо викидів, управління відходами та сталого пошуку відновлюваних ресурсів. Агропромислова галузь повинна дотримуватися екологічних стандартів і отримувати сертифікати сталого розвитку. Ця практика не тільки покращує репутацію бренду, але й створює інвестиційні можливості, репутаційну складову підприємства, яка декларує циркулярність, сталість та екологічно чисті продукти, а не на методи «зеленого відмивання».

Збільшення кількості компонентів та функцій у агросистемах – таких як біогазові установки, виробництво кормів із побічних продуктів, локальні пакувальні станції, освітні хаби – посилює стабільність харчової екосистеми, зменшує залежність від імпорту та підвищує гнучкість у кризових ситуаціях.

Таким чином, побудова харчової екосистеми підприємств АПК на основі циркулярної економіки є стратегічним вектором розвитку, що дозволяє не лише досягати екологічної та економічної ефективності, але й створює передумови для довгострокової стійкості та безпеки національної продовольчої системи. Розширення стійких методів ведення сільського господарства, переробки та споживання призводить до врівноваження виробництва продовольства із збереженням довкілля. Сільськогосподарські системи повинні мати багатофункціональність для досягнення продовольчої безпеки, економічної доцільності, соціальних функцій та екологічної стійкості. Крім того, збільшення кількості компонентів та функцій має тенденцію підвищувати стабільність системи виробництва продовольства та землекористування.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Успішність переходу до циркулярних бізнес-моделей в агропромисловому комплексі значною мірою залежить від локального соціального і фізичного контексту, в якому функціонують підприємці.

Серед соціальних бар'єрів варто відзначити недостатню обізнаність фермерів щодо переваг циркулярної економіки, низький рівень готовності споживачів підтримувати сталу продукцію та дефіцит навичок циркулярного мислення серед працівників. До фізичних перешкод належать нерозвинена інфраструктура для збирання та переробки біовідходів, обмежений доступ до фінансування сучасних технологій і логістичні труднощі в сільській місцевості.

Водночас існують вагомні рушійні сили, що сприяють адаптації циркулярних моделей: зростаючий попит на екологічну продукцію як серед споживачів так і у інвесторів, економія ресурсів через повторне використання матеріалів та енергії, а також можливість диверсифікації бізнесу шляхом використання органічних залишків. Проте впровадження таких моделей супроводжується низкою ще не вирішених питань. Одним із ключових недоопрацьованих аспектів є обмежене врахування соціальної цінності в існуючих моделях. Переважна більшість з них зосереджується на економічних вигодах, не беручи до уваги потенціал для створення робочих місць, покращення доступу до здорового харчування та збереження культурної ідентичності сільських територій. Також недостатньо розроблені ефективні формати партнерства між малими та великими аграрними суб'єктами. Потрібні дієві моделі кооперації, які враховують різницю в ресурсах, досвіді та управлінських можливостях.

Ще однією проблемою є відсутність прогнозних інструментів для оцінки ризиків, пов'язаних із впровадженням циркулярних підходів. Коливання ринку органічних добрив, сезонна нестабільність біосировини, вплив кліматичних умов – усі ці фактори потребують глибшого моделювання. Крім того, циркулярні бізнес-моделі наразі недостатньо інтегровані у регіональні стратегії розвитку, особливо в умовах післявоєнного відновлення країни. А відсутність системи узгоджених індикаторів унеможливорює повноцінне відстеження прогресу та ефективності впровадження нових моделей. З огляду на вищезазначене, необхідне не лише технологічне оновлення агросектору, але й перегляд ціннісних орієнтирів самого бізнесу. Подальші дослідження повинні зосередитися на адаптивних інституційних механізмах, інклюзивній кооперації та створенні універсальних індикаторів ефективності циркулярних бізнес-моделей. Такий підхід дозволить забезпечити стійку трансформацію аграрного виробництва, збалансовуючи економічні, соціальні та екологічні складові сталого розвитку.

Література

1. Segneanu A., et al. Food security into a circular economy // *Journal of Food Science and Nutrition*. 2018. Iss. 4. P. 1–3. doi: 10.24966/FSN-1076/100038
2. Food Waste Index Report 2024. URL: <https://www.unep.org/resources/publication/food-waste-index-report-2024> (дата звернення: 10.03.2025)
3. A surprising solution for reducing our food waste. *The World Economic Forum*: [веб-сайт]. URL: <https://www.weforum.org/stories/2024/05/food-waste-reduction-solution/> (дата звернення: 10.03.2025)
4. de Lauwere C., et al. Understanding Circular and Nature-Inclusive Agricultural Business Models // *Circular Economy and Sustainability*. 2025. Vol. 5. P. 161–192. doi: 10.1007/s43615-024-00433-y

5. Шебанін В. С., Решетілов Г. О. Циркулярна економіка регіону: теоретичний аспект // Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2021. Вип. 4 (112). С. 4-13. doi: 10.31521/2313-092X/2021-4(112)-1.
6. Haney A., Krestyaninova O., Love Ch. The Circular Economy Boundaries and Bridges. Oxford: Said Business School, University of Oxford, 2019. 48 p. URL: <https://pacecircular.org/sites/default/files/2021-03/the-circular-economy.pdf> (дата звернення: 10.03.2025)
7. Balanay R., Halog A. Charting Policy Directions for Mining's Sustainability with Circular Economy // Recycling. 2016. Vol. 1. Iss. 2. P. 219–231. doi: 10.3390/recycling1020219
8. Circular economy and the Covid-19 recovery. *Ellen MacArthur Foundation*: [веб-сайт]. URL: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/a-transformative-covid-19-recovery-strategy> (дата звернення: 10.03.2025)
9. Кучер А. В., Кучер Л. Ю., Пашенко Ю. В. Циркулярна економіка в системі сталого розвитку аграрного сектора в умовах євроінтеграції // Економіка та суспільство. 2021. Вип. 32. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/766> doi: 10.32782/2524-0072/2021-32-24 (дата звернення: 10.03.2025)
10. Кузьома В. В. Пріоритетні напрями розвитку циркулярних трансформацій у агросекторі України // Український журнал прикладної економіки та техніки. 2022. Том 7. № 4. С. 291 – 296. doi: 10.36887/2415-8453-2022-4-44
11. Замлинський В. А., Жук Н. Л., Осик С. В., Мартіянова М. П. Сучасна бізнес-діагностика: цифрова зрілість та відновлення екосистем // Український журнал прикладної економіки та техніки. 2023. Том 8. № 3. С. 18-25. doi: 10.36887/2415-8453-2023-3-2
12. Замлинський В. А., Герецький Р. В., Фірса Д. Р., Степаненко С. В. Посилення економічної безпеки через концепцію zero waste у сталому бізнесі // Український журнал прикладної економіки та техніки. 2023. Том 8. № 4. С. 139-149. doi: 10.36887/2415-8453-2023-4-22
13. Regional Overview of Food Security and Nutrition. Statistics and Trends. *Food and Agriculture Organization of the United Nation*: [веб-сайт]. URL: <https://doi.org/10.4060/cc2302en> (дата звернення: 10.03.2025)
14. Державна служба статистики України: [веб-сайт]. URL: <https://ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 10.03.2025)
15. Ritchie H. COVID's lessons for climate, sustainability and more from our world in data // Nature. 2021. Iss. 598. P. 9. doi: 10.1038/d41586-021-02691-4
16. Sector Overview. Sustainable Infrastructure Advisory. *The International Finance Corporation (IFC)*: [веб-сайт]. URL: <https://www.ifc.org/en/insights-reports/2022/sector-overview-sustainable-infrastructure-advisory> (дата звернення: 10.03.2025)

Стаття надійшла 18.03.2025

Стаття прийнята до друку 1.04.2025

Доступно в мережі Internet 22.04.2025

Zamlynskyi V.

Doctor of economic sciences, Professor

Department of Industrial Economics

Odesa National University of Technology

Kanatna str., 112 Odesa, Ukraine, 65039

E-mail: zam.agrariy@gmail.comORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7642-2443>

THE STATE AND DEVELOPMENT TRAJECTORIES OF CIRCULAR ECONOMY AND FOOD SECURITY IN THE DEVELOPMENT OF A SUSTAINABLE AGRI-FOOD ECOSYSTEM FOR AGRO-INDUSTRIAL ENTERPRISES

The purpose of the study is to develop circular mechanisms in the agro-industrial production system, which is gaining strategic importance in the context of increasing natural resource shortages, climate transformations, soil degradation and worsening imbalances in access to food. The predominance of traditional linear business models in the agro-industrial complex leads to excessive waste generation, depletion of the natural potential of agro-ecosystems and increased risks for food security both nationally and globally. The implementation of a circular model of agribusiness operation is focused on the transformation of production processes towards the formation of closed resource cycles, which ensures optimization of the use of materials and energy, reduces dependence on primary raw materials and contributes to reducing the environmental load. A special characteristic of the agricultural sector is the large volume of organic residues that can be converted into valuable secondary resources - biogas, organic fertilizers, protein feeds, biostimulants, etc. This allowed to form methodological foundations for the transition to a modern agri-food system based on the principles of sustainability and circular ecosystems, where the interrelationship between economic, environmental and social components provides a multiplicative effect of sustainable development. The article aims to examine the benefits and risks of forming a sustainable strategy thanks to modern technologies for

the effective utilization of plant waste and by-products of the agricultural and agro-industrial sectors to extract valuable components (fiber, proteins, oil, cellulose fibers) and use them in the production of food, animal feed, cosmetics, fabrics, fertilizers and biofuels). It is important to develop closed-loop processes, apply standardization protocols and conduct life cycle assessment and economic analysis to facilitate large-scale implementation. The management of such ecosystems requires the integration of innovative processing technologies, digital solutions for monitoring resource flows, as well as public-private partnership mechanisms to create a circularity infrastructure in the agricultural sector. Ultimately, this allows agribusinesses not only to increase efficiency and profitability, but also to strengthen their role in ensuring environmental and food sustainability.

Key words: circular economy, food security, agro-industrial waste, circular food, economic feasibility, zero waste, ecosystem, strategy, circular food system.

References

1. Segneanu, A., Grozescu, I., Capan, C., Cziple, F., & Lazar, V. (2018). Food security into a circular economy. *Journal of Food Science and Nutrition*, 4, 1–3. doi: 10.24966/FSN-1076/100038
2. Food Waste Index Report 2024. <https://www.unep.org/resources/publication/food-waste-index-report-2024> (Retrieved March 10, 2025)
3. *A surprising solution for reducing our food waste*. The World Economic Forum. <https://www.weforum.org/stories/2024/05/food-waste-reduction-solution/> (Retrieved March 10, 2025)
4. de Lauwere, C., Smits, M. J., Dijkshoorn-Dekker, M., Brummelhuis, A. K. T., & Polman, N. (2025). Understanding Circular and Nature-Inclusive Agricultural Business Models. *Circular Economy and Sustainability*, 5, 161–192. doi: 10.1007/s43615-024-00433-y
5. Shebanin, V. S., & Reshetilov, H. O. (2021). Tsyrukuliarna ekonomika rehionu: teoretychnyi aspekt. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*, 4(112), 4–13. doi: 10.31521/2313-092X/2021-4(112)-1.
6. Haney, A., Krestyaninova, O., & Love, Ch. (2019). *The Circular Economy Boundaries and Bridges*. Oxford: Said Business School, University of Oxford. <https://pacecircular.org/sites/default/files/2021-03/the-circular-economy.pdf> (Retrieved March 10, 2025)
7. Balanay, R., & Halog, A. (2016). Charting Policy Directions for Mining's Sustainability with Circular Economy. *Recycling*, 1(2), 219–231. doi: 10.3390/recycling1020219
8. *Circular economy and the Covid-19 recovery*. Ellen MacArthur Foundation. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/a-transformative-covid-19-recovery-strategy> (Retrieved March 10, 2025)
9. Kucher, A. V., Kucher, L. Yu., & Pashchenko, Yu. V. (2021). Tsyrukuliarna ekonomika v systemi staloho rozvytku ahrarnoho sektora v umovakh yevrointehratsii. *Ekonomika ta suspilstvo*, 32. <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/766> doi: 10.32782/2524-0072/2021-32-24 (Retrieved March 10, 2025)
10. Kuzoma, V. V. (2022). Priorytetni napriamy rozvytku tsyrkuliarnykh transformatsii u ahrosektori Ukrainy. *Ukrainskyi zhurnal prykladnoi ekonomiky ta tekhniki*, 7(4), 291 – 296. doi: 10.36887/2415-8453-2022-4-44
11. Zamlinskyi, V. A., Zhuk, N. L., Osyk, S. V., & Martianova, M. P. (2023). Suchasna biznes-diahnostyka: tsyfrova zrilist ta vidnovlennia ekosystem. *Ukrainskyi zhurnal prykladnoi ekonomiky ta tekhniki*, 8(3), 18–25. doi: 10.36887/2415-8453-2023-3-2
12. Zamlinskyi, V. A., Heretskyi, R. V., Firs, D. R., & Stepanenko, S. V. (2023). Posylennia ekonomichnoi bezpeky cherez kontseptsiiu zero waste u stalomu biznesi. *Ukrainskyi zhurnal prykladnoi ekonomiky ta tekhniki*, 8(4), 139–149. doi: 10.36887/2415-8453-2023-4-22
13. *Regional Overview of Food Security and Nutrition. Statistics and Trends*. Food and Agriculture Organization of the United Nation. <https://doi.org/10.4060/cc2302en> (Retrieved March 10, 2025)
14. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. <https://ukrstat.gov.ua/> (Retrieved March 10, 2025)
15. Ritchie, H. (2021). COVID's lessons for climate, sustainability and more from our world in data. *Nature*, 598, 9. doi: 10.1038/d41586-021-02691-4
16. *Sector Overview. Sustainable Infrastructure Advisory*. The International Finance Corporation (IFC). <https://www.ifc.org/en/insights-reports/2022/sector-overview-sustainable-infrastructure-advisory> (Retrieved March 10, 2025)

Received 18 March 2025

Approved 1 April 2025

Available in Internet 22.04.2025

Цитування згідно ДСТУ 8302:20

Замлинський В.А. Циркулярна економіка та продовольча безпека в контексті формування стійкої харчової екосистеми підприємств АПК // Економіка харчової промисловості. 2025. Т.17, вип. 1. С41-47. doi 10.15673/fie.v17i1.3102

Cite as APA style citation

Zamlinskyi, V. (2025). The state and development trajectories of circular economy and food security in the development of a sustainable agri-food ecosystem for agro-industrial enterprises. *Food Industry Economics*, 17(1), 41–47. DOI 10.15673/fie.v17i1.3102