

СИСТЕМА ПОКАЗНИКІВ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ СТРАТЕГІЙ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ

©2021 СТРАПЧУК С. І.

УДК 338.432 + 658.1
JEL: M21; O13; O18; Q15; Q16; Q57

Страпчук С. І. Система показників оцінки ефективності стратегій циркулярної економіки в аграрному секторі

Посилені інтерес до концепції циркулярної економіки викликаний передбачуваними перевагами в контексті сталого розвитку. Однак загальноприйнятій системи моніторингу допоки що не існує, а науковий світ спирається на значну кількість підходів до вимірювання ефективності стратегій циркулярної економіки. Зумовлено це впровадженням принципів циркулярної економіки на рівні чинних нормативно-правових актів у політиці Китаю, Африки, Європейського Союзу та США. Відповідно досліджуваний перелік показників, що дозволяють оцінити її ефективність, є досить широким і враховує особливості розвитку економіки та її секторів. Особливий інтерес даного дослідження зосереджено на аграрному секторі. Аналіз наукових праць дозволяє виокремити в аграрному секторі стратегії звуження, закриття та відновлення ресурсних циклів, оцінка яких потребує відповідних систем індикаторів у контексті різних вимірів сталого розвитку. Ефективні стратегії циркулярної економіки в сільському господарстві потенційно можуть включати набір показників, що спроможні оцінити рівень впливу виробництва на екологію, врахувати соціальні аспекти, визначити рівень інформатизації, матеріаломісткість та енергомісткість продукції. У результаті дослідження було здійснено огляд існуючих систем показників циркулярної економіки в аграрному секторі, які розподілено за стратегіями звуження, закриття та відновлення ресурсних циклів у контексті технічного, екологічного, економічного та соціального вимірів сталості. Подальші дослідження пов'язані з оглядом існуючих бізнес-моделей сільськогосподарських підприємств, що опираються на показники на основі стратегій циркулярної економіки та вимірів сталого розвитку.

Ключові слова: циркулярна економіка, сталий розвиток, сільське господарство, система показників, ресурсні цикли, звуження, закриття, відновлення.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2021-9-108-115>

Табл.: 4. **Бібл.:** 30.

Страпчук Світлана Іванівна – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри міжнародної електронної комерції та готельно-ресторанного бізнесу, Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна (майдан Свободи, 4, Харків, 61022, Україна)

E-mail: svitlanastrapchuk@karazin.ua

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2809-6633>

Researcher ID: <https://publons.com/researcher/3417960/svitlana-strapchuk/>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57199235163>

UDC 338.432 + 658.1
JEL: M21; O13; O18; Q15; Q16; Q57

Strapchuk S. I. A System of Indicators for Evaluating the Efficiency of Circular Economy Strategies in the Agrarian Sector

The increased interest in the conception of circular economy is caused by predictable advantages in the context of sustainable development. However, the generally accepted monitoring system does not exist, and the scientific world relies on a significant number of approaches to measuring the efficiency of circular economy strategies. This is caused by the introduction of circular economy principles at the level of current regulations in the policy of China, Africa, the European Union and the United States. Accordingly, the studied list of indicators that allow to evaluate its efficiency is quite wide and takes into account the development peculiarities of both economy and its sectors. Of particular interest to this study is the agrarian sector. The analysis of scientific papers allowed to distinguish in the agricultural sector strategies for narrowing, closure and recovery of resource cycles, the evaluation of which requires appropriate indicator systems in the context of various dimensions of sustainable development. Efficient strategies of circular economy in agriculture can potentially include a set of indicators that are able to assess the level of impact of production on the environment, take into account social aspects, determine the level of informatization, material capacity and energy capacity of products. As a result of the research, an overview of the existing systems of indicators of circular economy in the agrarian sector was carried out, which were divided according to strategies for narrowing, closure and recovery of resource cycles in the context of technical, ecological, economic and social dimensions of sustainability. Further researches are related to the review of existing business models of agricultural enterprises, referred to the indicators based on circular economy strategies and measurements of sustainable development.

Keywords: circular economy, sustainable development, agriculture, system of indicators, resource cycles, narrowing, closure, recovery.

Tabl.: 4. **Bibl.:** 30.

Strapchuk Svitlana I. – PhD (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of International E-Commerce and Hotel and Restaurant Business, V. N. Karazin Kharkiv National University (4 Svobody Square, Kharkiv, 61022, Ukraine)

E-mail: svitlanastrapchuk@karazin.ua

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2809-6633>

Researcher ID: <https://publons.com/researcher/3417960/svitlana-strapchuk/>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57199235163>

Ідеї концепції циркулярної економіки з'явилися ще в 60-х роках ХХ століття, але дотепер прогрес в їх реалізації – досить обмежений. Останніми роками особливий інтерес до даної концепції викликаний передбачуваними перевагами в контексті

сталого розвитку. Однак загальноприйнятій системи моніторингу поки що не існує, а науковий світ спирається на значну кількість підходів до вимірювання ефективності стратегій циркулярної економіки. За словами Пітера Друкера, управляти можна лише тим,

що можна виміряти. Концепція циркулярної економіки є важливою умовою для досягнення цілей сталого розвитку [12] і має міждисциплінарні зв'язки з промисловою екологією, теорією систем, екологічною економікою, економікою ефективності, регенеративним дизайном тощо [22; 26]. Циркулярна економіка пропонує потенційне вирішення таких проблем, як дефіцит ресурсів, утворення відходів та екологічний стрес, з метою підтримки життєздатної економіки, і тому також розглядається як стратегія розвитку [17].

Рамки циркулярної економіки теоретично не адаптовані до сільськогосподарського виробництва [2], що вимагає підбору та пошуку показників для вимірювання продуктивності циркулярних систем у аграрному секторі. Циркулярна економіка представляє собою перспективну стратегію заощадження ресурсів та зменшення негативного впливу сільського господарства на довкілля при одночасному покращенні економічних показників [16; 24]. Циркулярна економіка відкриває можливості для більш сталого економічного зростання, в якому вплив на навколишнє середовище та соціальну нерівність потенційно можна зменшити [4; 14].

Особливе значення для забезпечення сталості економіки має рослинництво, яке є одним із найбільш інтенсивних видів господарювання, що споживає найбільшу кількість води та енергії в усьому світі [7; 9]. Крім того, воно здійснює негативний вплив на біорізноманіття та є причиною водного стресу, а також забруднення ґрунтів через неправильне використання добрив, пестицидів і гербіцидів [11]. Тому необхідним є пошук шляхів підвищення ефективності використання ресурсів та сталості в рослинництві, зокрема через дослідження можливостей циркулярної економіки.

Метою статті є критичний огляд існуючих систем показників оцінки ефективності стратегій циркулярної економіки, що спрямовані на зменшення екодеструктивності процесів виробництва продукції, наближення характеристик використовуваних матеріалів і процесів до таких, що притаманні природному середовищу, інформатизацію та дематеріалізацію потоків у аграрному секторі.

У дослідженні А. Г. Мельника [30] зазначено два шляхи переходу економічних систем до екологізації та нової економіки, що полягають у використанні відновлюваних джерел ресурсів та досягненні максимальної дематеріалізації потоків. Оцінювання прогресу можливе за допомогою показників матеріаломісткості продукції. Запропоновані вченими [10; 13] вичерпні системи показників ефективності циркулярної економіки на різних рівнях зводяться переважно до оцінки ефективності використання ресурсів. Глибокий аналіз конкретних показників, що вимірюють ефективність циркулярної економіки на різних рівнях, проведено в роботі І. Я. Зварич [29].

Водночас, як зауважує дослідниця, основною ідеєю ЄС щодо циркулярної економіки є світовий екодизайн, а не цільові показники утилізації.

У 2017 р. Британський інститут стандартизації випустив стандарт «BS 8001: 2017 – Основи для впровадження принципів циркулярної економіки в організаціях – Керівництво», критична оцінка якого проведена в дослідженні С. Паулюка (S. Pauliuk) [21]. Автор пропонує власне бачення інформаційної панелі для вибору показників кількісної оцінки ефективності стратегій циркулярної економіки та об'єднує їх у чотири групи: 1) показники оцінки прогресу досягнення цілей ЄС, як визначено стандартом BS 8001: 2017; 2) показники ефективності життєвого циклу ресурсів; 3) показники клімату, енергії; 4) показники запасів та їх достатності.

У дослідженнях Фонду Елен МакАртур (ЕМП) [11] визначено чотири категорії оцінки циркулярності: продуктивність ресурсів, циркулярна діяльність, утворення відходів, енергія та викиди парникових газів.

Систематизація показників циркулярної економіки представлена в дослідженні [20], де автори об'єднали 63 показники у три групи: 1) оцінка ефективності використання ресурсів; 2) оцінка запасів і потоків матеріалів; 3) оцінка ефективності продукту. Найбільші перспективи циркулярної економіки автори вбачають у таких напрямках: утилізація відходів; вторинне використання ресурсів; ефективність і продуктивність ресурсів та їх переробки [20].

Використання потенційних можливостей циркулярної економіки в сільському господарстві дозволить забезпечити прибутковість підприємств і знизити їх залежність від субсидій держави [5], впровадити екологічну сталість через збереження біорізноманіття та підвищити продуктивність агроєкосистеми в часі [15], а також сприяти соціальній сталості через гарантування продовольчої безпеки, викоринення бідності та поліпшення умов життя населення [8].

Розрізняють такі стратегії реалізації циркулярних моделей економіки, що можуть бути адаптовані в аграрному секторі [23]:

1) звуження циклів ресурсів через екологічно ефективні рішення, які зменшують інтенсивність використання ресурсів і вплив на навколишнє середовище на одиницю продукції чи послуги [18];

2) уповільнення циклів ресурсів через продовження та посилення використання продуктів для утримання їх вартості з часом [3];

3) закриття циклів ресурсів, яке спрямоване на створення додаткової цінності (вартості) через повторне використання та переробку матеріалів [3];

4) регенерація ресурсних потоків, що включає всі заходи щодо збереження та збільшення природного капіталу [11].

У дослідженні [25] наведено 40 показників, що можуть бути застосовані для оцінювання циркуляр-

ності в сільськогосподарських системах. Групування показників циркулярної економіки для їх класифікації здійснено за різними вимірами сталого розвитку та містить: 1) технічні характеристики; 2) екологічні аспекти; 3) економічні можливості; 4) соціальні аспекти [1].

Таким чином, 56% аналізованих показників є технічними, 24% – екологічними, 15% – економічними та 5% – соціальними (табл. 1).

Для кожної стратегії циркулярної економіки розглянемо опис індикаторів окремо.

Так, стратегія звуження ресурсів передбачає поєднання методів, спрямованих на оптимізацію використання ресурсів, що робить її подібною до лінійних моделей. У табл. 2 перераховано всі наявні показники для вимірювання циркулярності сільськогосподарської економіки на основі стратегії звуження. Більша частина економічних індикаторів спрямована на оцінку ефективності проектів через розрахунок чистої теперішньої вартості, внутрішньої норми при-

бутку, рентабельності інвестицій і терміну окупності. Новим показником, який автори цієї класифікації подають у розрізі дії економічної складової сталого розвитку, є індикатор доданої вартості.

Перелік показників для оцінювання дієвості стратегії циркулярної економіки, що пов'язана із закриттям циклів, обмежується групами технічних та економічних індикаторів. Тут відсутні показники для оцінювання екологічної та соціальної складових, оскільки передбачається нівелювання впливу даних систем завдяки замкненому циклу. Опис показників наведено в табл. 3.

У табл. 4 наведено показники, які спрямовані на збереження та збільшення природного капіталу.

Розрахунки показника, що вимірює споживання викопних фосфорних добрив, спирається на відкриті статистичні дані [27]. Однак ця статистика може бути недоступною в інших країнах. Показники екологічної групи стратегії регенерації циркулярної економіки

Таблиця 1

Класифікація показників реалізації стратегій циркулярної економіки в розрізі вимірів сталого розвитку

Вимір сталості	Стратегії циркулярної економіки		
	Звуження	Закриття	Відновлення
Технічний	<ul style="list-style-type: none"> – Індекс експорту ресурсів; – рівень автономії продуктів харчування та кормів; – логістика; – циркулярний вуглецевий елемент у системі; – ефективність циркулярності сільського господарства; – ефективність використання біодобрив; – частковий баланс азоту; – продуктивність циркулярного сільськогосподарства; – рівень імпортової залежності 	<ul style="list-style-type: none"> – Показник циркулярності <i>i</i>-го компонента; – індекс самодостатності; – індекс відходів; – баланс азоту; – виробництво відновлюваної енергії; – циркулярні міста; – циркулярна їжа; – співвідношення площ посіву та худоби; – ефективність використання азоту 	Рівень споживання викопних фосфорних добрив
Екологічний	<ul style="list-style-type: none"> – Загальний баланс парникових газів; – вуглецевий баланс; – індекс уникнення викидів вуглецю в біоенергетичних системах; – якість води; – зміни землекористування, пов'язані з виробництвом біоенергетичної сировини; – скиди у водойми 		<ul style="list-style-type: none"> – Ефективність катіонного обміну; – біорізноманіття в пейзажі; – видове багатство
Економічний	<ul style="list-style-type: none"> – Чиста теперішня вартість; – внутрішня норма прибутку; – індикатор доданої вартості; – рентабельність інвестицій; – термін окупності 	Чистий прибуток сільськогосподарського підприємства	
Соціальний	<ul style="list-style-type: none"> – Зміна неоплаченого часу, який жінки та діти витрачають на збір біомаси; – виділення та користування землею для виробництва нової біоенергії 		

Джерело: складено на основі [25; 27; 28].

Показники оцінки стратегії звуження ресурсних циклів у сільському господарстві

Показник	Опис
Індекс експорту ресурсів	Перевищення ступеня виробництва поживних речовин місцевими домашніми господарствами над індивідуальним попитом господарств на ці ресурси
Рівень автономії продуктів харчування та кормів	Відношення загального обсягу виробництва до середньостатистичного споживання продуктів на одну особу та середньої потреби в худобі
Логістика	Кількість обмінів для кожного матеріалу в межах агропродовольчого ланцюга створення вартості
Циркулярний вуглецевий елемент у системі	Виходячи з викидів вуглецю на одиницю земельної площі
Ефективність використання біодобрив	Відсоток виробленого біодобрива в обсязі використаної сировини
Частковий баланс азоту	Управління різницею «внесення – винесення» азоту
Ефективність циркулярності сільського господарства	На основі продуктивності, енергоспоживання, кількості вхідних ресурсів, впливу на навколишнє середовище, технологічного рівня та соціально-економічних факторів
Рівень імпортової залежності	Показник залежності країни від імпортованого фосфору
Загальний баланс парникових газів	Еквівалент викидів CO ₂ на одиницю продукції
Вуглецевий баланс	Прямі викиди CO ₂ + непрямі викиди CO ₂ – уникнення викидів
Індекс уникнення викидів вуглецю для систем біоенергетики	Економія від заміщення енергії відновлюваною енергією, виражена в тонах еквівалента CO ₂
Якість води	Кількість забруднювальних речовин, що потрапляють у водойми
Зміни у землекористуванні	Загальна площа земель для виробництва біоенергетичної сировини порівняно із загальнонаціональною площею сільськогосподарських угідь і лісових масивів
Скиди у воду	Кількість фосфору, що потрапляє у водойми
Індикатор доданої вартості	Додана вартість виробництва, поділена на вартість ресурсів, що необхідні для виробництва
Зміна неоплаченого часу, який жінки та діти витрачають на збір біомаси	Включає соціальні аспекти вразливих секторів населення
Виділення та користування землею для виробництва нової біоенергії	Індикатор, розроблений для енергетичних культур

Джерело: складено на основі [25; 27; 28].

можна обчислити та надати відповідну інтерпретацію, однак вони дають лише часткову інформацію про різні аспекти, пов'язані з упровадженням циркулярних практик у сільському господарстві.

Крім того, результати показують, що лише деякі показники вимірюють стратегію регенерації циркулярної економіки для сільськогосподарських моделей. У ході дослідження різних аспектів сталого розвитку не було знайдено жодного показника, який би аналізував стратегію відновлення в економічному чи соціальному аспекті.

Виробництво компосту з рослинних відходів можна сприймати як стратегію закриття, оскільки матеріали надалі використовуються як вхідні ресурси. Компост можна використовувати для регенерації сільськогосподарських ґрунтів. Своєю чергою, стратегія звуження охоплює ефективне управління ресур-

сами, яке спрямоване на мінімізацію викидів і використання викопного палива, що розглядається як внесок у регенерацію та збереження природного капіталу.

Більшість досліджень циркулярної економіки в сільському господарстві обмежуються аналізом технічної ефективності систем через відповідні показники. Однак підвищення ефективності не завжди є ціллю циркулярної економіки, але притаманне моделям лінійної економіки та досягається за рахунок економії від масштабу або скорочення витрат [11].

Однак підвищення ефективності виробництва не завжди сприяє позитивним змінам у землекористуванні та забрудненні, призводить до глобального потепління, дефіциту води та соціальної нерівності. Саме тому виникла потреба у практичному впровадженні концепції циркулярної економіки, заснованої

Показники оцінки стратегії закриття ресурсних циклів у сільському господарстві

Показник	Опис
Показник циркулярності <i>i</i> -го компонента	Строк служби <i>i</i> -го компонента в попередніх процесах
Індекс самодостатності	Ступінь самозабезпечення поживними речовинами для удобрення саду
Індекс виходу відходів	Кількість доступних поживних речовин або загальна кількість введених речовин; поживні речовини, які можна утилізувати в сусідньому сільському господарстві, які зберігаються в системі та вважаються переробленими
Баланс азоту	Затрати на внесення добрив і урожайність
Виробництво відновлюваної енергії	Здатність системи виробляти відновлювану енергію
Екстремні індекси	Енергія, що використовується для виробництва продуктів або послуг
Циркулярні міста	Можливість повторного використання фосфору в межах міста
Циркулярна їжа	Можливість повторного використання фосфору як у межах сільського господарства, так і за межами системи
Співвідношення площ посіву та худоби	Відносний розподіл азоту в рослинництві та тваринництві
Ефективність використання азоту	Співвідношення між виносом азоту з урожаєм і керованим внесенням азоту

Джерело: складено на основі [25].

Таблиця 4

Показники оцінки стратегії відновлення циркулярної економіки в сільському господарстві

Показник	Опис
Споживання викопних фосфорних добрив	Загальне споживання викопних фосфорних добрив
Ефективний катіонний обмін	Здатність ґрунту утримувати та вивільняти позитивні іони
Біорізноманіття в пейзажі	Національно визнані території підвищеної цінності біорізноманіття є підґрунтям для виробництва біоенергії
Видове багатство	Видове багатство ґрунту, удобреного біовідходами
Якість ґрунту	Відсоток земель з підтримуваною або покращеною якістю ґрунту в загальній площі землі

Джерело: складено на основі [25; 28].

на екологічній ефективності [6]. Ця концепція пропонує трансформацію продуктів та інших матеріальних потоків з метою формування підтримуючих зв'язків із екологічними системами та забезпечення економічного зростання [19]. Описані процеси можна спостерігати в змішаних системах, де поєднується рослинництво та тваринництво. Результатом є взаємовигідні зв'язки між екологічними та економічними системами та відновлення балансу.

ВИСНОВКИ

Протягом останніх декількох років промислова й економічна політика Китаю, Африки, Європейського Союзу та США реалізується на засадах циркулярної економіки. Відповідно перелік показників, що дозволяють оцінити її ефективність, є досить широким і враховує особливості розвитку економіки та її секторів. Дослідження наукових праць дозволяє виокремити в аграрному секторі стратегії звуження, закриття та відновлення ресурсних циклів, оцінка яких потребує відповідних систем індикаторів у контексті різних ви-

мірів сталого розвитку Ефективні стратегії циркулярної економіки в сільському господарстві потенційно можуть включати набір показників, що спроможні оцінити рівень впливу виробництва на екологію, урахувати соціальні аспекти, визначити рівень інформатизації, матеріало- та енергомісткість продукції. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. Akerman E. Development of Circular Economy Core Indicators for Natural Resources. Analysis of Existing Sustainability Indicators as a Baseline for Developing Circular Economy Indicators. *Master of Science Thesis, Stockholm*, 2016. 62 p. URL: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:897309/FULLTEXT01.pdf>
2. Aznar-Sánchez J.A., Velasco-Muñoz J.F., López-Felices B., Román-Sánchez I. M. An Analysis of Global Research Trends on Greenhouse Technology: Towards a Sustainable Agriculture. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. Vol. 17. Iss. 2. Art. 664. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17020664>
3. Bocken N. M. P., De Pauw I., Bakker C., Van der Grinten B. Product design and business model strategies for a

- circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*. 2016. Vol. 33. Iss. 5. P. 308–320.
DOI: <https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124>
4. Borrello M., Lombardi A., Pascucci S., Cembalo L. The Seven Challenges for Transitioning Into a Bio-based Circular Economy in the Agri-food Sector. *Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture*. 2016. Vol. 8. Iss. 1. P. 39–47.
DOI: <http://doi.org/10.2174/221279840801160304143939>
 5. Bos H. L., Broeze J. Circular bio-based production systems in the context of current biomass and fossil demand. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*. 2020. Vol. 14. Iss. 2. P. 187–197.
DOI: <https://doi.org/10.1002/bbb.2080>
 6. Braungart M., McDonough W., Bollinger A. Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions – a strategy for eco-effective product and system design. *Journal of Cleaner Production*. 2007. Vol. 15, Iss. 13–14. P. 1337–1348.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.08.003>
 7. Brunner P. H., Rechberger H. Practical Handbook of Material Flow Analysis: For Environmental, Resource, and Waste Engineers. 2nd ed. Florida : CRC Press, Boca Raton, 2017. 453 p.
 8. Burgo-Bencomo O. B. et al. La Economía circular una alternativa sostenible para el desarrollo de la agricultura / Burgo-Bencomo O. B., Gaitán-Suazo V., Yanez-Sarmiento J., Zambrano-Morales A. A., Castellanos-Palmerols G., Estrada-Hernández J. A. *Espacios*. 2019. Vol. 40. No. 13. P. 2–6. <http://www.revistaespacios.com/a19v40n13/a19v40n13p02.pdf>
 9. Chen C.-F., Feng K.-L., Ma H.-W. Uncover the interdependent environmental impacts associated with the water-energy-food nexus under resource management strategies. *Resources, Conservation and Recycling*. 2020. Vol. 160. Art. 104909.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104909>
 10. Indicators for a Circular Economy / European Academies' Science Advisory Council, Halle (Saale), Germany. EASAC, 2016. URL: https://easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/Circular_Economy/EASAC_Indicators_web_complete.pdf
 11. Ellen MacArthur Foundation, Cities and Circular Economy for Food / EMF. 2019. URL: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>
 12. Geissdoerfer M., Savaget P., Bocken N. M. P., Hultink, E. J. The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*. 2017. Vol. 143. P. 757–768.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
 13. Geng Y., Fu J., Sarkis J., Xue B. Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis. *Journal of Cleaner Production*. 2012. Vol. 23. Iss. 1. P. 216–224.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.07.005>
 14. Guo S. L. Agricultural Foods Economic Efficiency Evaluation Based on DEA. *Advance Journal of Food Science and Technology*. 2015. Vol. 8. Iss. 7. P. 472–475.
DOI: <http://doi.org/10.19026/ajfst.8.1547>
 15. Jun H., Xiang H. Development of Circular Economy Is a Fundamental Way to Achieve Agriculture Sustainable Development in China. *Energy Procedia*. 2011. Vol. 5. P. 1530–1534.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.03.262>
 16. Kuisma M., Kahiluoto H. Biotic resource loss beyond food waste: Agriculture leaks worst. *Resources, Conservation and Recycling*. 2017. Vol. 124. P. 129–140. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.04.008>
 17. Lieder M., Rashid A. Towards circular economy implementation: A comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*. 2016. Vol. 115. P. 36–51.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.042>
 18. Mendoza J. M. F. et al. Integrating Backcasting and Eco-Design for the Circular Economy: The BECE Framework / Mendoza J. M. F., Sharmina M., Gallego-Schmid A., Heyes G., Azapagic A. *Journal of Industry Ecology*. 2017. Vol. 21. Iss. 3. P. 526–544.
DOI: <https://doi.org/10.1111/jiec.12590>
 19. Morsetto P. Restorative and regenerative: Exploring the concepts in the circular economy. *Journal of Industry Ecology*. 2020. Vol. 24. Iss. 4. P. 763–773.
DOI: <https://doi.org/10.1111/jiec.12987>
 20. Parchomenko A., Nelen D., Gillabel J., Rechberger H. Measuring the circular economy – A Multiple Correspondence Analysis of 63 metrics. *Journal of Cleaner Production*. 2018. Vol. 210. P. 200–216.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.357>
 21. Pauliuk S. Critical appraisal of the circular economy standard BS 8001:2017 and a dashboard of quantitative system indicators for its implementation in organizations. *Resources, Conservation and Recycling*. 2018. Vol. 129. P. 81–92.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.019>
 22. Ranta V., Aarikka-Stenroos L., Ritala P., Makinen S. J. Exploring institutional drivers and barriers of the circular economy: A cross-regional comparison of China, the US, and Europe. *Resources, Conservation and Recycling*. 2017. Vol. 135. P. 70–82.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.017>
 23. Schmidt-Rivera X. C., Gallego-Schmid A., Najdanovic-Visak V., Azapagic A. Life cycle environmental sustainability of valorisation routes for spent coffee grounds: From waste to resources. *Resources, Conservation and Recycling*. 2020. Vol. 157. Art. 104751.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104751>
 24. Stegmann P., Londo M., Junginger M. The circular bioeconomy: Its elements and role in European bioeconomy clusters. *Resources, Conservation and Recycling*. 2020. Vol. 6. Art. 100029.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2019.100029>
 25. Velasco-Muñoz J., Mendozabc J., Aznar-Sánchez J., Gallego-Schmid A. Circular economy implementation in the agricultural sector: Definition, strategies and indicators. *Resources, Conservation and Recycling*. 2021. Vol. 170. Art. 105618.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105618>
 26. Winans K., Kendall A., Deng H. The history and current applications of the circular economy concept. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017. Vol. 68. Part 1. P. 825–833.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.123>
 27. Zoboli O., Zessner M., Rechberger H. Supporting phosphorus management in Austria: Potential, priorities and limitations. *Science of The Total Environment*. 2016. Vol. 565. P. 313–323.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.171>

28. Zabaniotou A. Redesigning a bioenergy sector in EU in the transition to circular 1145 waste-based Bioeconomy-A multidisciplinary review. *Journal of Cleaner Production*. 2018. Vol. 177. P. 197–206.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.172>
29. Зварич І. Я. Глобальна циркулярна економіка: «економіка ковбоїв» vs «економіка космічного корабля»: монографія. Тернопіль : Економічна думка THEU, 2019. 337 с.
30. Мельник Л. Г. Эколого-экономические контуры «космического корабля Земля», или Горизонты третьей промышленной революции и «зелёной» экономики. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 2015. № 4. С. 233–244. URL: https://mmi.fem.sumdu.edu.ua/sites/default/files/mmi2015_4_233_244.pdf
- REFERENCES**
- Akerman, E. "Development of Circular Economy Core Indicators for Natural Resources. Analysis of Existing Sustainability Indicators as a Baseline for Developing Circular Economy Indicators". *Master of Science Thesis, Stockholm*, 2016. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:897309/FULLTEXT01.pdf>
- Aznar-Sanchez, J. A. et al. "An Analysis of Global Research Trends on Greenhouse Technology: Towards a Sustainable Agriculture". *International Journal of Environmental Research and Public Health*, art. 664, vol. 17, no. 2 (2020).
DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17020664>
- Bocken, N. M. P. et al. "Product design and business model strategies for a circular economy". *Journal of Industrial and Production Engineering*, vol. 33, no. 5 (2016): 308-320.
DOI: <https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124>
- Borrello, M. et al. "The Seven Challenges for Transitioning Into a Bio-based Circular Economy in the Agri-food Sector". *Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture*, vol. 8, no. 1 (2016): 39-47.
DOI: <http://doi.org/10.2174/221279840801160304143939>
- Bos, H. L., and Broeze, J. "Circular bio based production systems in the context of current biomass and fossil demand". *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, vol. 14, no. 2 (2020): 187-197.
DOI: <https://doi.org/10.1002/bbb.2080>
- Braungart, M., McDonough, W., and Bollinger, A. "Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions – a strategy for eco-effective product and system design". *Journal of Cleaner Production*, vol. 15, no. 13-14 (2007): 1337-1348.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.08.003>
- Brunner, P. H., and Rechberger, H. *Practical Handbook of Material Flow Analysis: For Environmental, Resource, and Waste Engineers*. Florida: CRC Press, Boca Raton, 2017.
- Burgo-Bencomo, O. B. et al. "La Economía circular una alternativa sostenible para el desarrollo de la agricultura". *Espacios*, vol. 40, no. 13 (2019): 2-6. <http://www.revistaespacios.com/a19v40n13/a19v40n13p02.pdf>
- Chen, C.-F., Feng, K.-L., and Ma, H.-W. "Uncover the interdependent environmental impacts associated with the water-energy-food nexus under resource management strategies". *Resources, Conservation and Recycling*, art. 104909, vol. 160 (2020).
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104909>
- "Ellen MacArthur Foundation, Cities and Circular Economy for Food". EMF. 2019. <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>
- Geissdoerfer, M. et al. "The Circular Economy - A new sustainability paradigm?" *Journal of Cleaner Production*, vol. 143 (2017): 757-768.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Geng, Y. et al. "Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis". *Journal of Cleaner Production*, vol. 23, no. 1 (2012): 216-224.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.07.005>
- Guo, S. L. "Agricultural Foods Economic Efficiency Evaluation Based on DEA". *Advance Journal of Food Science and Technology*, vol. 8, no. 7 (2015): 472-475.
DOI: <http://doi.org/10.19026/ajfst.8.1547>
- "Indicators for a Circular Economy". European Academies' Science Advisory Council, Halle (Saale), Germany. EASAC, 2016. https://easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/Circular_Economy/EASAC_Indicators_web_complete.pdf
- Jun, H., and Xiang, H. "Development of Circular Economy Is A Fundamental Way to Achieve Agriculture Sustainable Development in China". *Energy Procedia*, vol. 5 (2011): 1530-1534.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.03.262>
- Kuisma, M., and Kahiluoto, H. "Biotic resource loss beyond food waste: Agriculture leaks worst". *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 124 (2017): 129-140.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.04.008>
- Lieder, M., and Rashid, A. "Towards circular economy implementation: A comprehensive review in context of manufacturing industry". *Journal of Cleaner Production*, vol. 115 (2016): 36-51.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.042>
- Melnik, L. G. "Ekologo-ekonomicheskiye kontury «kosmicheskogo korablya Zemlya», ili Gorizonty tretey promyshlennoy revolyutsii i «zelenoy» ekonomiki" [Ecological and Economic Features of «Spaceship Earth», or Horizons of the Third Industrial Revolution and «Green» Economy]. *Marketynh i menedzhment innovatsii*, no. 4 (2015): 233-244. https://mmi.fem.sumdu.edu.ua/sites/default/files/mmi2015_4_233_244.pdf
- Mendoza, J. M. F. "Integrating Backcasting and Eco Design for the Circular Economy: The BECE Framework". *Journal of Industry Ecology*, vol. 21, no. 3 (2017): 526-544.
DOI: <https://doi.org/10.1111/jiec.12590>
- Morseletto, P. "Restorative and regenerative: Exploring the concepts in the circular economy". *Journal of Industry Ecology*, vol. 24, no. 4 (2020): 763-773.
DOI: <https://doi.org/10.1111/jiec.12987>
- Parchomenko, A. et al. "Measuring the circular economy – A Multiple Correspondence Analysis of 63 metrics". *Journal of Cleaner Production*, vol. 210 (2018): 200-216.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.357>
- Pauliuk, S. "Critical appraisal of the circular economy standard BS 8001:2017 and a dashboard of quantitative system indicators for its implementation in organizations". *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 129 (2018): 81-92.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.019>
- Ranta, V. et al. "Exploring institutional drivers and barriers of the circular economy: A cross-regional comparison

- of China, the US, and Europe". *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 135 (2017): 70-82.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.017>
- Schmidt-Rivera, X. C. et al. "Life cycle environmental sustainability of valorisation routes for spent coffee grounds: From waste to resources". *Resources, Conservation and Recycling*, art. 104751, vol. 157 (2020).
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104751>
- Stegmann, P., Londo, M., and Junginger, M. "The circular bioeconomy: Its elements and role in European bioeconomy clusters". *Resources, Conservation and Recycling*, art. 100029, vol. 6 (2020).
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2019.100029>
- Velasco-Muñoz, J. et al. "Circular economy implementation in the agricultural sector: Definition, strategies and indicators". *Resources, Conservation and Recycling*, art. 105618, vol. 170 (2021).
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105618>
- Winans, K., Kendall, A., and Deng, H. "The history and current applications of the circular economy concept". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, part 1, vol. 68 (2017): 825-833.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.123>
- Zabaniotou, A. "Redesigning a bioenergy sector in EU in the transition to circular 1145 waste-based Bioeconomy-A multidisciplinary review". *Journal of Cleaner Production*, vol. 177 (2018): 197-206.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.172>
- Zoboli, O., Zessner, M., and Rechberger, H. "Supporting phosphorus management in Austria: Potential, priorities and limitations". *Science of The Total Environment*, vol. 565 (2016): 313-323.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.171>
- Zvarych, I. Ya. *Hlobalna tsyrkuliarna ekonomika: «ekonomika kovboiv» vs «ekonomika kosmichnoho korablia»* [Global Circular Economy: Cowboy Economy vs. Spaceship Economy]. Ternopil: Ekonomichna dumka TNEU, 2019.