

УДК 338.45
JEL Classification: O13; O14
DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-4-8-17>

КОНЦЕПЦІЇ ЦИРКУЛЯРНОЇ, ЗЕЛЕНОЇ ТА БІОЕКОНОМІКИ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ І ВИЗНАЧЕННЯ ДРАЙВЕРІВ РОЗВИТКУ

© 2025 ГУБАРЕВА І. О., МАРУЩЕНКО О. О.

УДК 338.45
JEL Classification: O13; O14

Губарева І. О., Марущенко О. О. Концепції циркулярної, зеленої та біоекономіки: порівняльний аналіз і визначення драйверів розвитку

Поняття «біоекономіка», «циркулярна економіка», «зелена економіка» протягом останнього десятиліття набули важливого значення як у наукових дослідженнях, так і в політиці країн світу. Стаття має на меті визначення тенденцій і ключових напрямків досліджень у сфері біо-, циркулярної та зеленої економіки. З використанням інструментарію VOSviewer і GoogleTrends ідентифіковано тренди наукових досліджень і проаналізовано наявний дослідницький доробок у сфері біо-, циркулярної та зеленої економіки. Виявлено певну відповідність трендів наукового та користувацького інтересу до питань біо-, циркулярної та зеленої економіки. Дані концепції набувають все більшої популярності останніми роками в контексті сталого розвитку та збереження навколишнього середовища. Аналіз тематики найбільш цитованих публікацій показав, що статті за напрямками циркулярної та біоекономіки спрямовані на впровадження технологічних рішень у промисловості, сільському господарстві, інструментів, методів переробки відходів на шляху до сталого розвитку, в них відстежується орієнтація на ресурси, а в статтях у сфері зеленої економіки зосереджено увагу на пошуку компромісів між екологічним, соціальним та економічним розвитком (зелене зростання, зелена купівельна поведінка, зелені інновації). За всіма трьома концепціями превалюють публікації у сфері екології, а серед найбільш поширених ключових слів: «сталий» і «стійкий розвиток». Зроблено висновок, що концепції біо- та циркулярної економіки є невід'ємними складовими зеленої економіки і можуть доповнювати одна одну. Виділено 6 кластерів, кожен з яких характеризує напрямок наукових досліджень: біоекономіка, еколого-економічна ефективність бізнесу, зелена економіка, циркулярна економіка, ефективність ресурсів, економічний розвиток. Результати бібліометричного аналізу за хронологічним виміром показали, що інтенсивний розвиток наукових досліджень з питань біо-, зеленої та циркулярної економіки відбувся у 2017–2021 роках. В останні роки з'явилися дослідження, які переважно пов'язані з діджиталізацією, Індустрією 4.0, Big Data, блокчейном, відходом у будівництві, циркулярній біоекономіці, біоенергетиці.

Ключові слова: сталий розвиток, циркулярна економіка, зелена економіка, біоекономіка, бібліометричний аналіз, трендовий аналіз.

Рис.: 4. Бібл.: 22.

Губарева Ірина Олегівна – доктор економічних наук, професор, заступник директора, Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України (пров. Інженерний, 1а, 2 пов., Харків, 61166, Україна)

E-mail: gubarievaairyna@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9002-5564>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/X-8156-2018>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57190439486>

Марущенко Олександр Олександрович – здобувач, Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України (пров. Інженерний, 1а, 2 пов., Харків, 61166, Україна)

E-mail: aleksandr.marushenko77@gmail.com

UDC 338.45
JEL Classification: O13; O14

Hubarieva I. O., Marushchenko O. O. The Concepts of Circular Economy, Green Economy, and Bioeconomy: Comparative Analysis and Identification of Development Drivers

The concepts of «bioeconomy», «circular economy», and «green economy» have gained significant importance in scientific research and the policies of countries around the world over the past decade. This article aims to identify trends and key research directions in the fields of bio-, circular, and green economy. By using the tools VOSviewer and Google Trends, research trends have been identified and existing research contributions in the field of bio-, circular, and green economy have been analyzed. A certain correspondence has been found between the trends in scientific and user interest regarding bio-, circular, and green economy issues. These concepts have gained increasing popularity in recent years in the context of sustainable development and environmental preservation. The analysis of the themes of the most cited publications showed that articles on the topics of circular and bioeconomy are aimed at implementing technological solutions in industry and agriculture, as well as tools and methods for waste processing on the path to sustainable development. They demonstrate an orientation towards resources, while articles in the field of green economy focus on finding compromises between environmental, social, and economic development (green growth, green purchasing behavior, green innovations). Publications in the field of ecology dominate across all three concepts, and among the most common keywords are: «stable» and «sustainable development». It is concluded that the concepts of bio- and circular economy are integral components of the green economy and can complement each other. Six clusters were identified, each characterizing the direction of scientific research: bioeconomy, ecological and economic efficiency of business, green economy, circular economy, resource efficiency, economic development. The results of the bibliometric analysis by chronological measurement showed that the intensive development of scientific research on bio-, green, and circular economy issues occurred from 2017 to 2021. In recent years, studies have emerged that are mainly related to digitalization, Industry 4.0, Big Data, blockchain, waste in construction, circular bioeconomy, and bioenergy.

Keywords: sustainable development, circular economy, green economy, bioeconomy, bibliometric analysis, trend analysis.

Fig.: 4. Bibl.: 22.

Hubarieva Iryna O. – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Deputy Director, Research Centre for Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (2 floor 1a Inzhenernyi Ln., Kharkiv, 61166, Ukraine)

E-mail: gubarievairyna@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9002-5564>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/X-8156-2018>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57190439486>

Marushchenko Oleksandr O. – Applicant, Research Centre for Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (2 floor 1a Inzhenernyi Ln., Kharkiv, 61166, Ukraine)

E-mail: aleksandr.marushenko77@gmail.com

Концепції біо-, зеленої та циркулярної економіки виникли у 70–80-х роках ХХ століття, а набули бурхливого розвитку в середині 2000-х років. Між концепціями існує тісний взаємозв'язок і, незважаючи на відмінності в підходах до реалізації, вони спрямовані на узгодження економічних, екологічних і соціальних цілей. Наразі ці три концепції є основними в академічних колах і політиці країн світу – як ключові інструменти переходу до сталого розвитку.

Визначення сутності та особливостей біо-, циркулярної та зеленої економіки є дуже актуальними напрямками досліджень серед науковців світу.

У наукометричній базі Scopus проіндексовано публікації, назви, анотації та ключові слова яких містять терміни: «Bioeconomy» – 7909 документів, «Green economy» – 37623 документів, а «Circular economy» – 45301 документ (за даними на квітень 2025 р.).

Дана проблематика також популярна серед користувачів мережі Інтернет, що підтверджує трендовий аналіз, який було проведено з використанням інструментарію Google Trends. На рис. 1 представлено динаміку зміни частоти пошуку користувачів мережі Інтернет у розрізі дефініцій «Bioeconomy», «Green economy», «Circular economy» в країнах світу за останні 20 років.

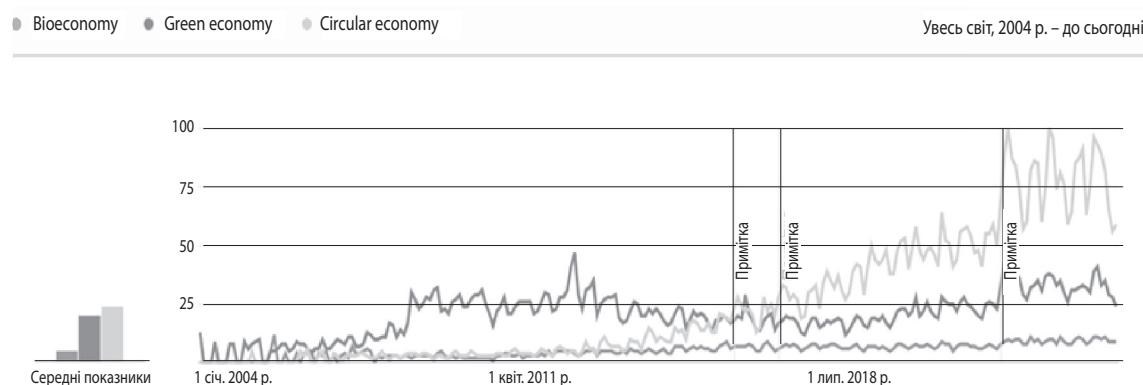


Рис. 1. Динаміка зміни частоти пошуку в розрізі дефініцій «Bioeconomy», «Green economy», «Circular economy» в країнах світу згідно з Google Trends за період 2004–2025 рр.

Джерело: сформовано авторами.

Як видно з рис. 1, інтерес користувачів мережі Інтернет до визначеної проблематики знаходиться на високому рівні. Серед аналізованих термінів найвища пошукова активність користувачів мережі Інтернет у країнах світу спостерігається за запитом «Circular economy». В регіональному розрізі лідером запитів серед країн світу за термінами «Circular economy» є – Руанда, «Bioeconomy» – Фінляндія, «Green economy» – Замбія. Найпопулярнішими темами запитів за напрямом «Bioeconomy» є: біоекономічна стратегія, біологічна основа, циркулярна біоекономіка; за напрямом «Green economy»:

сутність зеленої економіки, зелена енергія, циркулярна економіка; за напрямом «Circular economy»: модель циркулярної економіки, круговий потік економіки, зелена економіка. Інтерес користувачів мережі Інтернет підтверджує тісний зв'язок між досліджуваними поняттями.

Відповідність трендів наукового та користувацького інтересу до питань біо-, циркулярної та зеленої економіки підтверджує актуальність проблеми. Водночас додаткового дослідження потребує теоретико-методологічне

питання виявлення особливостей концепцій біо-, циркулярної та зеленої економіки.

Метою статті є визначення тенденцій і ключових напрямків досліджень у сфері біо-, циркулярної та зеленої економіки.

Проаналізуємо динаміку публікаційної активності та структуру публікацій, проіндексованих

у наукометричній базі Scopus за напрямками біо-, циркулярної та зеленої економіки.

Для аналізу було сформовано пошукові запити («Bioeconomy», «Green economy», «Circular economy») із використанням інструмента лапки («»), вибірку було обмежено за типом публікацій – стаття (article).

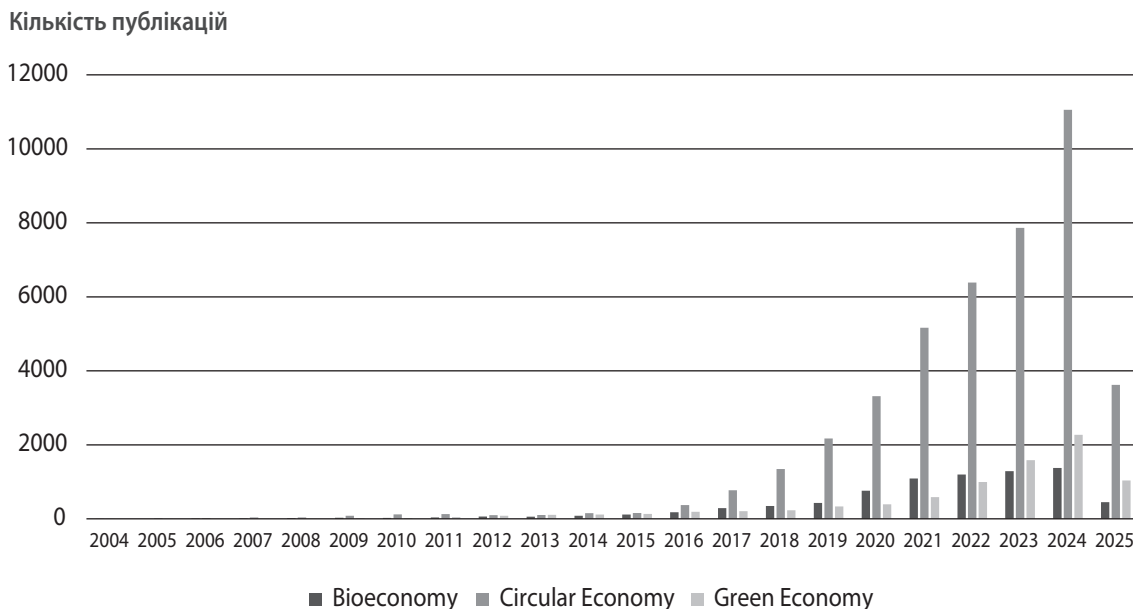


Рис. 2. Динаміка кількості публікацій, що індексуються в наукометричній базі Scopus, назви, анотації та ключові слова яких містять терміни «Bioeconomy», «Green economy», «Circular economy», 2004–2025 рр.

Джерело: побудовано авторами.

Як показав проведений аналіз, кількість публікацій, проіндексованих у наукометричній базі Scopus, назви, анотації та ключові слова яких містять терміни «Bioeconomy», «Green economy», «Circular economy», має тенденцію до зростання. У 2004–2010 рр. кількість публікацій за трьома досліджуваними концепціями залишалась на одному рівні (3–4 публікації на рік), а починаючи з 2017 р., кількість публікацій почала зростати стрімкими темпами, пік публікаційної активності спостерігається у 2024 р. Так, у 2004 р. за напрямом «біоекономіка» було проіндексовано лише 2 публікації у базі Scopus, а у 2024 р. їх кількість зросла до 1376 публікацій; за напрямом «зелена економіка» кількість публікацій зросла відповідно з 1 до 2272 публікацій, а за напрямом «циркулярна економіка» – з 4 до 11055 публікацій. Дані концепції набувають усе більшої популярності в останні роки в контексті сталого розвитку та збереження навколишнього середовища.

З метою виявлення тенденцій в дослідженні біо-, циркулярної та зеленої економіки було використано інструменти аналізу, що надаються базою даних Scopus.

Як показав проведений аналіз, публікації за напрямом «циркулярна економіка» є найбільш розповсюдженими.

Циркулярна економіка виступає альтернативою лінійній моделі економіки «видобуток – виробництво – споживання – утилізація», яка призводить до виснаження ресурсів, забруднення навколишнього середовища та накопичення відходів.

Концепція циркулярної економіки заснована на вторинній переробці практично будь-якого товару, що проявляється на етапах планування та розробки товарів для забезпечення тривалого життєвого циклу і високого потенціалу конкурентоспроможності промислового підприємства для подальшого повторного використання, модернізації, відновлення та рециклінгу [1].

Термін «циркулярна економіка» найчастіше зустрічається в публікаціях, що проіндексовані в базі Scopus, у таких галузях знань, як: екологічні науки, інженерія, енергетика, соціальні науки, бізнес, менеджмент і облік.

Аналіз географічної структури афіліації науковців, що вони мають високу публікаційну ак-

тивність з питань циркулярної економіки, а також засвідчив, що найбільша кількість робіт з визначеної тематики реалізована вченими з Італії (5390 публікацій), Китаю (4875 публікацій), Великої Британії (3925 публікацій), Іспанії (3890 публікацій), Індії (3841 публікацій). У наукометричній базі Scopus проіндексовано 280 публікацій українських науковців.

До найсвіжіших публікацій з визначеної проблематики у базі Scopus належить стаття Castro S. та ін. (2025) [2], в якій запропоновано інноваційний підхід до очищення стічних вод, що поєднує дві електрохімічні технології: електроліз та електрохімічне розділення за допомогою аніонообмінних мембран, як шлях до електрохімічної циркулярної економіки.

Найбільш цитовані статті з питань циркулярної економіки, що проіндексовані у базі Scopus, присвячені: сутності циркулярної економіки, впровадженню циркулярної економіки в різних галузях промисловості та країнах світу, бар'єрам на шляху до циркулярної економіки, циркулярній економіці задля забезпечення сталого розвитку та іншому.

До топ-5 статей з найбільшим цитуванням у сфері циркулярної економіки, що проіндексовані у базі Scopus, віднесено:

- ✦ найбільш цитованою публікацією є стаття 2017 р. Geissdoerfer M. та ін. [3], яка спрямована на усунення прогалин у розумінні сутності понять «циркулярна економіка» та «сталий розвиток» і має на меті забезпечити концептуальну ясність шляхом розмежування термінів та синтезу різних типів взаємозв'язків між ними. Стаття процитована у 4797 документах;
- ✦ на другому місці маємо публікацію нідерландських дослідників Kircherr J. (2017) та ін. [4] (4697 цитувань у базі Scopus). У дослідженні вчені зосередили увагу на розумінні концепції циркулярної економіки та зробили висновок, що циркулярна економіка найчастіше розглядається як поєднання заходів зі скорочення, повторного використання та переробки, тоді як часто не підкреслюється, що це вимагає системних змін;
- ✦ на третьому місці – публікація Ghisellini P. та ін. (2016) [5], яка була процитована 4020 рази в базі Scopus. Стаття присвячена проблемі переходу до збалансованої взаємодії екологічної та економічної систем;
- ✦ на четвертому місці – стаття Korhonen J. та ін. (2018) [6] (процитована 2407 разів),

яка присвячена визначенню сутності циркулярної економіки. У даній роботі автори дали визначення поняття циркулярної економіки з точки зору сталого розвитку, провели критичний аналіз концепції щодо екологічної сталості;

- ✦ на п'ятому місці знаходиться стаття Bocken N. M. P. та ін. (2016) [7], в якій зосереджено увагу на проблемі переходу бізнесу від лінійної до циркулярної економіки (процитована 2383 рази).

Найбільш вживаними ключовими словами в публікаціях за напрямом циркулярної економіки є: циркулярна економіка (26081 публікація), сталий розвиток (7124 публікації), стійкий розвиток (6482 публікації), рециклінг (переробка) (6447 публікацій), управління відходами (4505 публікацій).

Серед авторів, які мають найбільшу кількість публікацій з проблем циркулярної економіки, проіндексованих в базі Scopus, слід відмітити: Ramakrishna Seeram A. (Сінгапур, 86 публікацій), Zorpas A. A. (Кіпр, 65 публікацій), Pigosso D. C. A. (Данія, 56 публікацій), Geng Y. (Китай, 53 публікації), Bocken N. (Нідерланди, 53 публікації).

Дослідимо структуру публікацій, що проіндексована в базі Scopus, за напрямом «зелена економіка».

«Зелена економіка» – це економіка, що орієнтується на покращення добробуту людства та соціальну рівність шляхом істотного скорочення ризиків від змін навколишнього середовища і нестачі природних екологічних ресурсів [8].

Галузева структура публікації достатньо диверсифікована. Поняття «зелена економіка» найчастіше зустрічається в публікаціях, що стосуються таких галузей знань, як: екологічні науки; соціальні науки; енергетика; економіка, економетрія та фінанси; бізнес, менеджмент і облік.

Аналіз географічної структури афіліації науковців, що мають високу публікаційну активність з питань зеленої економіки, засвідчив, що найбільша кількість робіт з визначеної тематики реалізована вченими з Китаю (4102 публікації). Також значний внесок у розвиток даного напрямку досліджень зробили вчені Великої Британії (565 публікацій), США (532 публікації), Італії (382 публікації), Пакистану (359 публікацій). У наукометричній базі Scopus проіндексовано також 117 публікацій українських науковців.

Найсвіжішою статтею у сфері зеленої економіки є робота Zhang J. та ін., (2025) [9], яка присвячена проблемі десорбції стійких органічних забруднювачів із забруднених глинистих ґрунтів. У статті запропоновано рекомендації щодо вдосконалення

механізмів використання добавок, що можуть покращити текстуру ґрунту та підвищити летючість стійких органічних забруднювачів, для сприяння зеленій економіці.

Найбільш цитовані статті з питань зеленої економіки, що проіндексовані у базі Scopus, присвячені: переробці, «зеленим» інноваціям, «зеленим» фінансам, бізнес-моделям, «зеленій» купівельній поведінці споживачів та ін.

До топ-5 статей з найбільшим цитуванням у сфері зеленої економіки, що проіндексовані у базі Scopus, віднесено:

1. Binnemans K. та ін. (2013) [10]. Стаття процитована в базі Scopus у 1908 документах і присвячена переробці рідкоземельних металів. Автори зазначили, що рідкоземельні елементи набувають все більшого значення в процесі переходу до зеленої економіки через їхню важливу роль у виробництві постійних магнітів, люмінофорів для ламп, каталізаторів, акумуляторних батарей тощо, підкреслили актуальність оцінки життєвого циклу для утилізації рідкоземельних елементів.
2. El-Kassar A.-N., Singh S. K. (2019) [11]. Дану статтю присвячено впровадженню «зелених» інновацій та їх впливу на організаційну ефективність. Автори наголосили на важливості врахування корпоративної екологічної етики, ставлення зацікавлених сторін до «зеленого» продукту та попиту на «зелену» продукцію як рушійних сил «зелених» інновацій. Процитована в базі Scopus у 871 документі.
3. Yadav R., Pathak G. S. (2017) [12] (процитована у базі Scopus у 868 документах). Робота присвячена визначенню детермінант екологічної купівельної поведінки споживачів у країнах, що розвиваються. Автори зазначили, що екологічне споживання серед приватних осіб може бути ефективним способом мінімізації негативного впливу споживання на навколишнє середовище.
4. Rizos V. та ін. (2016) [13]. Стаття присвячена питанням впровадження бізнес-моделей циркулярної економіки малими та середніми підприємствами. Метою цієї статті є поглиблення знань і розуміння бар'єрів і сприятливих факторів, з якими стикаються малі та середні підприємства при впровадженні бізнес-моделей циркулярної економіки. Автори рекомендують європейській та національній політиці посилити увагу до екологізації споживчих уподобань,

ринкових ланцюгів створення вартості та культури компаній, а також підтримати визнання «зелених» бізнес-моделей МСП. Стаття процитована в 766 документах.

5. Pretty J., Bharucha Z. P. (2014) [14] (процитована у 658 документах). Стаття присвячена сталій інтенсифікації в сільськогосподарських системах. У найближчі десятиліття на сільськогосподарські системи впливатиме дефіцит водних і земельних ресурсів. Сталі агроєкосистеми мають позитивний вплив на природний, соціальний і людський капітал, тоді як несталі системи виснажують ці ресурси, залишаючи все менше на майбутнє. Стала інтенсифікація визначається як процес або система, за якої врожайність сільськогосподарських культур підвищується без негативного впливу на навколишнє середовище і без перетворення додаткових несільськогосподарських земель. Усе це сприятиме переходу до більш зеленої економіки.

Найбільш живими ключовими словами в публікаціях за напрямом зеленої економіки є: зелена економіка (6457 публікацій), Китай (2476 публікацій), сталий розвиток (2066 публікацій), екологічна економіка (1609 публікацій), інновації (1300 публікацій).

Серед авторів, які мають найбільшу кількість публікацій з проблеми зеленої економіки в базі Scopus слід відмітити: Lin B. (Китай, 41 публікація), Nhamo G. (ПАР, 20 публікацій), Taghizadeh-Hersary F. (Японія, 19 публікацій), Sulich A. (Польща, 17 публікацій), Sweeney S. (США, 17 публікацій).

Наступною концепцією, яку було проаналізовано в даному дослідженні, є концепція біоекономіки.

Концепція біоекономіки була запропонована як альтернатива традиційній економіці, що включає виробництво, використання, збереження та регенерацію біологічних ресурсів, включаючи відповідні знання, науку, технології та інновації для забезпечення стійких рішень (інформація, продукти), процеси та послуги всередині та в усіх секторах економіки, а також забезпечення переходу до стійкої економіки [15].

Питання переходу до біоекономіки почали активно досліджуватися з розвитком біотехнологій у різних галузях виробництва, саме тому дане поняття найчастіше зустрічається в публікаціях, що стосуються таких галузей знань, як: екологічні науки, енергетика, сільськогосподарські та біологічні науки, інженерія, хімічна інженерія.

Аналіз географічної структури афіліації науковців, що мають високу публікаційну активність з питань біоекономіки, засвідчив, що найбільша кількість робіт з визначеної тематики реалізована вченими з Німеччини (987 публікацій), США (695 публікацій); Індії (676 публікацій), Італії (538 публікацій), Іспанії (498 публікацій). У наукометричній базі Scopus проіндексовано 36 публікацій українських науковців.

Найсвіжішою статтею у сфері біоекономіки є робота Cabernard L. та ін. (2025) [16], яка присвячена проблемі зростання викидів парникових газів у глобальному ланцюжку поставок біоекономіки. У статті зазначено, що біоекономіка має ключове значення для досягнення кліматичних цілей. Автори дослідили викиди парникових газів у глобальному ланцюжку поставок біоекономіки, використовуючи передовий міжрегіональний аналіз «витрати – випуск» і глобальну модель змін у землекористуванні. У роботі, розглядаючи сільське господарство, лісове господарство, землекористування та енергетику, оцінено вуглецевий слід виробництва біомаси та досліджено її кінцеве використання в системах постачання.

Найбільш цитовані статті з питань біоекономіки, що проіндексовані в базі Scopus, присвячені: біопереробці відходів, біомасі, біоекономіці замкнутого циклу, методам виробництва біопалива, сільськогосподарським нанотехнологіям та ін.

До топ-5 статей з найбільшим цитуванням у сфері біоекономіки, що проіндексовані в базі Scopus, віднесено:

1. Vaaje-Kolstad G. та ін. (2010) [17]. У статті автори зосередили увагу на проблемі ферментативного перетворення кристалічних полісахаридів, що має вирішальне значення для економічно та екологічно стійкої біоекономіки. Дана стаття процитована у 1065 документах.
2. Horn S. J. та ін. (2012) [18] (процитована у 823 документах), стаття присвячена лігноцелюлозній біомасі як основному ресурсу наземної біомаси в майбутній біоекономіці, яка є неподатливою і складною для переробки. Авторами визначено, що ферментативне перетворення полісахаридів у лігноцелюлозній біомасі стане ключовою технологією для майбутніх біопереробних заводів, і ця технологія наразі є предметом інтенсивних досліджень.
3. D'Amato D. та ін. (2017) [19] (процитована у 733 документах). Дана робота присвячена аналізу концепцій зеленої, циркулярної та

біоекономіки – як ключових напрямів сталого розвитку.

4. Scarlat N. та ін. (2015) [20]. У статті визначено роль біомаси та біоенергії в біоекономіці майбутнього. Дана робота процитована у 682 документах.
5. Venkata Mohan S. та ін. (2016) [21] (процитована у 668 документах). У статті представлено огляд рішень щодо моделі біопереробки відходів на шляху до сталої циркулярної біоекономіки.

Найбільш вживаними ключовими словами в публікаціях за напрямом біоекономіки є такі: біоекономіка (2716 публікацій), біомаса (1296 публікацій), стійкий розвиток (981 публікація), сталий розвиток (820 публікацій), циркулярна біоекономіка (663 публікацій).

Серед авторів, які мають найбільшу кількість публікацій з проблеми біоекономіки, що проіндексовані в базі Scopus, слід відмітити: Blumberga D. (Латвія, 66 публікацій), Thraen D. (Німеччина, 59 публікацій), Pagilaro M. (Італія, 42 публікації), Pandey A. (Індія, 42 публікації), Cirimina R. (Італія, 34 публікації).

З використанням VOSviewer було побудовано мережеву карту зв'язків між ключовими словами на основі бібліографічних записів з бази даних Scopus [22]. Для проведення більш детального аналізу було встановлено обмеження, згідно з яким термін повинен зустрічатися не менше п'яти разів.

Візуальні результати отриманої карти бібліометричної мережі представлені на *рис. 3*.

Як видно на *рис. 3*, за допомогою програми VOSviewer ключові слова були згруповані в 6 кластерів, кожен з яких характеризує напрямки наукових досліджень у сферах біо-, зеленої та циркулярної економіки. Назва кластеру відповідає найбільш вживаному ключовому слову.

1. Кластер (червоний) «Біоекономіка». Містить 128 ключових слів. Найбільш вживаними ключовими словами є: енергетика, відходи, управління відходами, життєвий цикл товару, біомаса, рециклінг, продовольча безпека. Згруповані ключові слова в цьому кластері вказують на те, що науковці розглядають біоекономіку в тісному зв'язку з біоенергетикою та переробкою відходів в сільському господарстві (виробництво біогазу, біоетанолу, біодизелю, біомаси), а також переробкою таких відходів, як пластику, електроніки, води, ТБО.

2. Кластер (зелений) «Еколого-економічна ефективність бізнесу». Складається із 75 ключових слів і спрямований на забезпечення екологічної ефективності діяльності підприємств шляхом формування системи управління ланцюгами по-

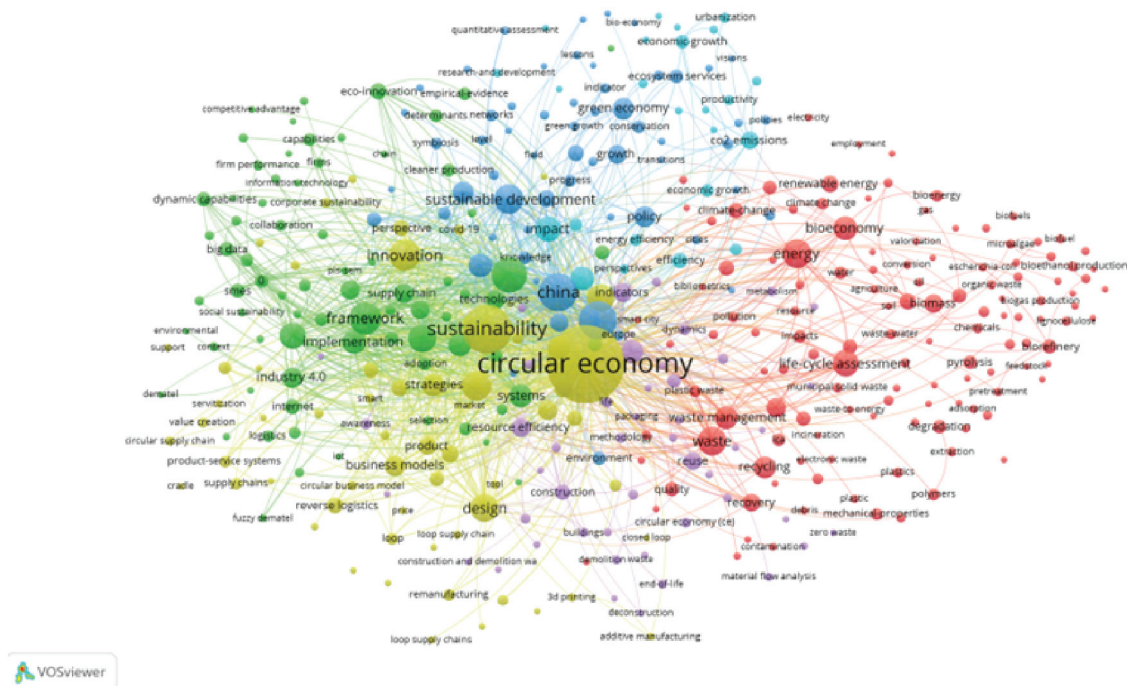


Рис. 3. Мережева карта зв'язків між ключовими словами «Bioeconomy», «Green economy», «Circular economy»

Джерело: побудовано авторами на основі бази даних Scopus за допомогою програми VOSviewer.

ставання, впровадження еко-інновацій, диджиталізації, Індустрії 4.0, технологій блокчейн, Big data аналізу, «зеленої» логістики, «зелених» технологій, створення еко-індустріальних парків.

3. Кластер (синій) «Зелена економіка». Об'єднує 60 ключових слів, серед яких: менеджмент, сталий розвиток, Китай, регулювання, індустріальний симбіоз, екологія – вказує на дослідження у сфері забезпечення «зеленого» зростання шляхом упровадження інноваційних бізнес-моделей, визначення шляхів забезпечення екологічної безпеки та резильєнтності, формування державної екологічної політики (Китай, країни ЄС, США), з метою зниження впливу на довкілля.

4. Кластер (жовтий) «Циркулярна економіка». Кластер містить 59 ключових слів, найбільш вживаними з них є: циркулярна економіка, стійкий розвиток та інновації, що вказує на дослідження пошуку підходів упровадження циркулярної бізнес-моделі та інновацій у контексті забезпечення стійкого розвитку. До кластера також увійшли такі ключові слова, як: бізнес-модель, стратегія, зворотна логістика, стала бізнес-модель, дизайн, продукт.

5. Кластер (фіолетовий) «Ефективність ресурсів». Включає 47 ключових слів, серед яких: відходи в будівництві, кінець життєвого циклу, демонтаж, знесення, екологічний менеджмент, нульові відходи. Кластер вказує на те, що науков-

ці зосереджують увагу на індустріальній екології, індикаторах ефективності використання ресурсів, покращенні переробки відходів (металоконструкцій, бетону, скла).

6. Кластер (голубий) «Економічний розвиток». Об'єднує 24 ключових слова. Кластер поєднав публікації з визначення чинників впливу на економічний розвиток і продуктивність, серед яких: зниження викидів CO₂, зростання споживання енергії, урбанізація, підвищення екологічної ефективності (екологічна крива С. Кузнеця).

На основі бази даних Scopus, із використанням програмного забезпечення VOSviewer було побудовано мережеву карту для візуалізації хронологічного розподілу ключових слів, знайдених у публікаціях за напрямками біо-, зелена та циркулярна економіки (рис. 4).

Результати бібліометричного аналізу за хронологічним виміром свідчать про зміни пріоритетних напрямів досліджень з питань біо-, зеленої та циркулярної економіки. Так у 2017–2018 рр. (сині ключові слова) переважна більшість публікацій була спрямована на проблеми впровадження зеленої економіки, індустріальної екології, індустріального симбіозу; у 2018–2020 рр. (зелені ключові слова) активно досліджувались питання: циркулярної економіки, сталого розвитку, інновацій, енергетики, викидів, життєвого циклу товару,

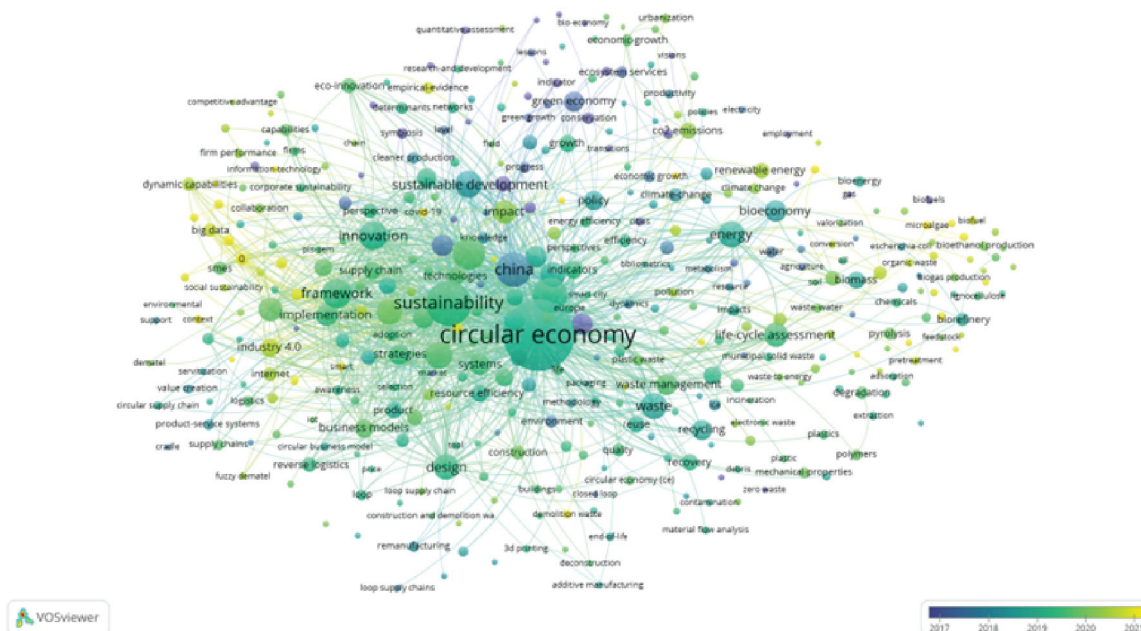


Рис. 4. Мережева карта зв'язків між ключовими словами в хронологічному порядку

Джерело: побудовано авторами на основі бази даних Scopus за допомогою програми VOSviewer.

ланцюгів постачання, а останнім часом (жовті ключові слова) з'явилися дослідження, які переважно пов'язані з диджиталізацією, Індустрією 4.0, Big Data, блокчейном, відходам у будівництві, циркулярній біоекономіці, біоенергетиці.

ВИСНОВКИ

Результати даної роботи дозволили візуалізувати тенденції та ключові напрями досліджень у сфері біо-, циркулярної та зеленої економіки.

Для проведення дослідження було використано аналітичні інструменти наукометричної бази даних Scopus, Google Trends і VOSviewer версії 1.6.20.

Аналіз структури публікацій, динаміки публікаційної активності в базі Scopus і трендовий аналіз підтвердив, що з початку 2000-х років спостерігається зростання наукового та користувацького інтересу до досліджень у сферах циркулярної, зеленої та біоекономіки. Концепція циркулярної економіки є найбільш популярною як серед науковців, так і користувачів мережі Інтернет. За всіма трьома концепціями преважують публікації у сфері екології, а серед найбільш поширених ключових слів: сталий і стійкий розвиток.

Концепції біо-, зеленої та циркулярної економіки передбачають еколого-економічний розвиток, а відрізняються лише засобами, інструментами, методами, які вони використовую-

ють для досягнення сталості. Географія науковців, які досліджують цю тематику, є різноманітною, хоча проблематика циркулярної економіки більше цікавить науковців з Китаю, а зеленої та біоекономіки – країн ЄС і США. Аналіз тематики найбільш цитованих публікацій показав, що статті за напрямом циркулярної та біоекономіки спрямовані на впровадження технологічних рішень у промисловості, сільському господарстві, інструментів, методів переробки відходів на шляху до сталого розвитку, відстежується орієнтація на ресурси, а в статтях у сфері зеленої економіки зосереджено увагу на пошуку компромісів між екологічним, соціальним та економічним розвитком (зелене зростання, зелена купівельна поведінка, зелені інновації). Таким чином, можна стверджувати, що біо- та циркулярна економіки є невід'ємними складовими зеленої економіки і можуть доповнювати одна одну.

Візуалізація мережевої карти ключових слів дозволила виокремити 6 кластерів: біоекономіка, еколого-економічна ефективність бізнесу, зелена економіка, циркулярна економіка, ефективність ресурсів, економічний розвиток. Результати бібліометричного аналізу за хронологічним виміром показали, що інтенсивний розвиток наукових досліджень з питань біо-, зеленої та циркулярної економіки відбувався у 2017–2021 роках. В останні роки з'явилися дослідження, які переважно пов'язані з диджиталізацією, Індустрією 4.0, Big Data, блокчейном, відходам у будівництві, циркулярній біоекономіці, біоенергетиці.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Гурочкіна В. В., Будзинська М. С. Циркулярна економіка: українські реалії та можливості для промислових підприємств. *Економічний вісник. Серія «Фінанси, облік, оподаткування»*. 2020. Вип. 5. С. 52–64. DOI: 10.33244/2617-5932.5.2020.52-64
2. Castro R. S. S., Santos G. O. S., G., Lanza M. R. V. et al. Towards an electrochemically-based circular economy: Electro-refinery for valorizing phenolic wastewater. *Separation and Purification Technology*. 2025. Vol. 354. Part 2. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2024.128828>
3. 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>
4. Kirchherr J., Reike D., Hekkert M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*. 2017. Vol. 127. P. 221–232. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
5. Ghisellini P., Cialani C., Ulgiati S. A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*. 2016. Vol. 114. P. 11–32. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
6. Korhonen J., Honkasalo A., Seppälä J. Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*. 2018. Vol. 143. P. 37–46 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>
7. 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>
8. About green economy. *United Nations Environment Programme*. URL: <https://www.unep.org/explore-topics/green-economy/about-green-economy>
9. Zhang J., Wang S., Wang X. et al. A review of functions and mechanisms of clay soil conditioners and catalysts in thermal remediation compared to emerging photo-thermal catalysis. *Journal of Environmental Sciences*. 2025. Vol. 147. P. 22–35. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jes.2023.11.006>
10. Binnemans K., Jones P. T., Blanpain B. et al. Recycling of rare earths: A critical review. *Journal of Cleaner Production*. 2013. Vol. 51. P. 1–22. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.037>
11. El-Kassar A.-N., Singh S. K. Green innovation and organizational performance: The influence of big data and the moderating role of management commitment and HR practices. *Technological Forecasting and Social Change*. 2019. Vol. 144. P. 483–498. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.12.016>
12. Yadav R., Pathak G. S. Determinants of Consumers' Green Purchase Behavior in a Developing Nation: Applying and Extending the Theory of Planned Behavior. *Ecological Economics*. 2017. Vol. 134. P. 114–122. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.12.019>
13. Rizos V., Behrens A., van der Gaast W. et al. Implementation of circular economy business models by small and medium-sized enterprises (SMEs): Barriers and enablers. *Sustainability*. 2016. Vol. 8. Iss. 11. DOI: <https://doi.org/10.3390/su8111212>
14. Pretty J., Bharucha Z. P. Sustainable intensification in agricultural systems. *Annals of Botany*. 2014. Vol. 114. Iss. 8. P. 1571–1596. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcu205>
15. Bioeconomy is a catalyst for agrifood systems transformation to greater sustainability. *FAO*. URL: <https://www.fao.org/newsroom/detail/FAO-bioeconomy-agrifood-systems-science-innovation-forum-2023/en#:~:text=Bioeconomy%20is%20a%20catalyst%20for%20agrifood%20systems%20transformation%20to%20greater%20sustainability,-FAO%20calls%20for&text=FAO%20sees%20the%20bioeconomy%20as,reducing%20environmental%20harm%20and%20waste>
16. Cabernard L., Schwingshackl C., Pfister S., Hellweg S. Rising greenhouse gas emissions embodied in the global bioeconomy supply chain. *Communications Earth and Environment*. 2025. Vol. 6. Iss. 1. Art. 172. DOI: <https://doi.org/10.1038/s43247-025-02144-0>
17. Vaaje-Kolstad G., Westereng B., Horn S. J. et al. An Oxidative Enzyme Boosting the Enzymatic Conversion of Recalcitrant Polysaccharides. *Science*. 2010. Vol. 330. Iss. 6001. P. 219–222. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1192231>
18. Horn S. J., Vaaje-Kolstad G., Westereng B., Eijsink V. G. H. Novel enzymes for the degradation of cellulose. *Biotechnology for Biofuels*. 2012. Vol. 5. Art. 45. DOI: <https://doi.org/10.1186/1754-6834-5-45>
19. D'Amato D., Droste N., Allen B. et al. Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*. 2017. Vol. 168. P. 716–734. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053>
20. Scarlat N., Dallemand J.-F., Monforti-Ferrario F., Nita V. The role of biomass and bioenergy in a future bioeconomy: Policies and facts. *Environmental Development*. 2015. Vol. 15. P. 3–34. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.03.006>
21. Venkata Mohan S., Nikhil G. N., Chiranjeevi P. et al. Waste biorefinery models towards sustainable circular bioeconomy: Critical review and future perspectives. *Bioresour Technol*. 2016. Vol. 215. P. 2–12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.03.130>
22. Губарева І. О., Хаустова В. Є., Козирєва О. В. та ін. Податкові пільги: бібліометричний і трендовий аналіз. *Фінансово-кредитна діяльність: пробле-*

REFERENCES

- About green economy. (n.d.). *United Nations Environment Programme*. <https://www.unep.org/explore-topics/green-economy/about-green-economy>
- Binnemans, K., Jones, P. T., Blanpain, B., Van Gerven, T., Yang, Y., Walton, A., & Buchert, M. (2013). Recycling of rare earths: A critical review. *Journal of Cleaner Production*, 51, 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.037>
- Bocken, N. M. P., de Pauw, I., Bakker, C., & van der Grin-ten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), 308–320. <https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124>
- Cabernard, L., Schwingshackl, C., Pfister, S., & Hellweg, S. (2025). Rising greenhouse gas emissions embodied in the global bioeconomy supply chain. *Communications Earth and Environment*, 6(1), Article 172. <https://doi.org/10.1038/s43247-025-02144-0>
- Castro, R. S. S., Santos, G. O. S., Gonçalves, G., Lan-za, M. R. V., & others. (2025). Towards an electro-chemically-based circular economy: Electro-refinery for valorizing phenolic wastewater. *Separation and Purification Technology*, 354(Part 2). <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2024.128828>
- D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lähtinen, K., Korhonen, J., ... & Toppinen, A. (2017). Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*, 168, 716–734. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053>
- El-Kassar, A.-N., & Singh, S. K. (2019). Green innovation and organizational performance: The influence of big data and the moderating role of management commitment and HR practices. *Technological Forecasting and Social Change*, 144, 483–498. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.12.016>
- FAO. (n.d.). *Bioeconomy is a catalyst for agrifood systems transformation to greater sustainability*. <https://www.fao.org/newsroom/detail/FAO-bioeconomy-agrifood-systems-science-innovation-forum-2023/en>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Gubarieva, I. O., Khaustova, V. Ye., Kozyrieva, O. V., et al. (2021). Podatkovi pilhy: bibliometrychnyi i trendovyi analiz. *Finansovo-kredytna diialnist: problemy teorii i praktyky*, 6, 398–409. <https://doi.org/10.18371/fcaptp.v6i41.251468>
- Gurochkina, V. V., & Budzynska, M. S. (2020). Tsyrukuliarna ekonomika: ukrainski realii ta mozhlyvosti dlia promyslovykh pidpriemstv. *Ekonomichnyi visnyk. Seria "Finansy, oblik, opodatkuvannya"*, 5, 52–64. <https://doi.org/10.33244/2617-5932.5.2020.52-64>
- Horn, S. J., Vaaje-Kolstad, G., Westereng, B., & Eij-sink, V. G. H. (2012). Novel enzymes for the degradation of cellulose. *Biotechnology for Biofuels*, 5, Article 45. <https://doi.org/10.1186/1754-6834-5-45>
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*, 143, 37–46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>
- Pretty, J., & Bharucha, Z. P. (2014). Sustainable intensification in agricultural systems. *Annals of Botany*, 114(8), 1571–1596. <https://doi.org/10.1093/aob/mcu205>
- Rizos, V., Behrens, A., van der Gaast, W., Hofman, E., Ioannou, A., Kafyeke, T., ... & Topi, C. (2016). Implementation of circular economy business models by small and medium-sized enterprises (SMEs): Barriers and enablers. *Sustainability*, 8(11). <https://doi.org/10.3390/su8111212>
- Scarlat, N., Dallemand, J.-F., Monforti-Ferrario, F., & Nita, V. (2015). The role of biomass and bioenergy in a future bioeconomy: Policies and facts. *Environmental Development*, 15, 3–34. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.03.006>
- Vaaje-Kolstad, G., Westereng, B., Horn, S. J., & Eij-sink, V. G. H. (2010). An oxidative enzyme boosting the enzymatic conversion of recalcitrant polysaccharides. *Science*, 330(6001), 219–222. <https://doi.org/10.1126/science.1192231>
- Venkata Mohan, S., Nikhil, G. N., Chiranjeevi, P., Reddy, C. N., Rohit, M. V., Kumar, A. N., & Sarkar, O. (2016). Waste biorefinery models towards sustainable circular bioeconomy: Critical review and future perspectives. *Bioresource Technology*, 215, 2–12. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.03.130>
- Yadav, R., & Pathak, G. S. (2017). Determinants of consumers' green purchase behavior in a developing nation: Applying and extending the theory of planned behavior. *Ecological Economics*, 134, 114–122. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.12.019>
- Zhang, J., Wang, S., Wang, X., Chen, X., & others. (2025). A review of functions and mechanisms of clay soil conditioners and catalysts in thermal remediation compared to emerging photo-thermal catalysis. *Journal of Environmental Sciences*, 147, 22–35. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2023.11.006>