

**Особливості оцінювання економічної ефективності функціонування
аграрного сектору**

Кишакевич Богдан Юрійович

д.е.н., професор, професор кафедри зовнішньоекономічної та митної діяльності, НУ «Львівська політехніка», ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5721-8543>

Котик Ярослав Ігорович

аспірант, Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6629-0547>

Прийнято: 30.09.2024 | Опубліковано: 19.10.2024

***Анотація.** Аграрний сектор є важливою складовою економіки, оскільки забезпечує продовольчу безпеку та стійкість країни в умовах глобальних викликів, таких як зміна клімату, пандемії та економічні кризи. Економічна ефективність функціонування аграрних підприємств визначає рівень стабільності продовольчого ринку та впливає на конкурентоспроможність країни на міжнародних ринках. У статті розглянуто особливості оцінювання економічної ефективності аграрного сектору з акцентом на необхідність врахування не лише фінансових, а й екологічних показників. Оцінка економічної ефективності, яка поєднує економічні та екологічні показники, є важливою для раціонального використання природних ресурсів, що сприяє сталому розвитку сільського господарства. У дослідженні наголошується на важливості впровадження сучасних методів, таких як Data Envelopment*



Analysis (DEA) та Stochastic Frontier Analysis (SFA), для оцінки технічної та алокативної ефективності аграрних підприємств. Вплив цифрових технологій також відіграє важливу роль у підвищенні ефективності управління ресурсами та прийнятті стратегічних рішень. Стаття підкреслює необхідність адаптації аграрних підприємств до умов міжнародної конкуренції та інтенсивного використання природних ресурсів. Враховуючи взаємозалежність економічних і екологічних чинників, автори закликають до системного підходу в оцінці ефективності, що дозволяє забезпечити стійкий розвиток аграрного сектору. Висвітлюються приклади використання моделей оцінки ефективності, що дозволяють оптимізувати ресурси та знижувати екологічне навантаження. Окрему увагу приділено впровадженню інновацій у виробничі процеси та використанню новітніх технологій, які допомагають мінімізувати витрати ресурсів. Автори роблять висновок, що комплексний підхід до оцінки економічної та екологічної ефективності аграрного виробництва є ключовим для забезпечення сталого розвитку галузі та зміцнення її конкурентоспроможності на світових ринках.

Ключові слова: економічна ефективність, аграрний сектор, екоефективність, сталий розвиток, DEA, SFA, цифровізація.

Specifics of assessing the economic efficiency of the agricultural sector's performance

Bohdan Kyshakevych

Doctor of Economics, professor, professor of the department of foreign economic and customs activity, Lviv Polytechnic National University, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5721-8543>

Yaroslav Kotyk

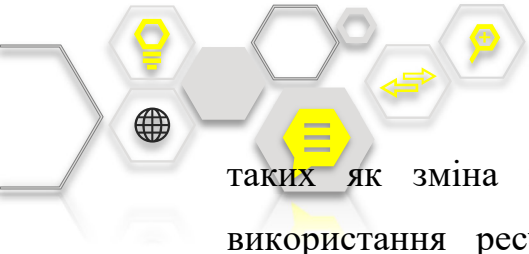
PhD student, Ivan Franko State Pedagogical University of Drohobych, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6629-0547>



Abstract. *The agricultural sector plays a crucial role in ensuring food security, especially in the face of global challenges such as climate change, pandemics, and economic crises. The economic efficiency of agricultural enterprises determines the stability of the food market and influences the country's competitiveness in international markets. This article examines the specific features of assessing the economic efficiency of the agricultural sector, emphasizing the need to consider not only financial but also environmental indicators. Eco-efficiency assessment, which combines economic and environmental factors, is important for the rational use of natural resources, contributing to the sustainable development of agriculture. The study highlights the importance of implementing modern methods, such as Data Envelopment Analysis (DEA) and Stochastic Frontier Analysis (SFA), to evaluate the technical and allocative efficiency of agricultural enterprises. The impact of digital technologies also plays a crucial role in improving resource management and strategic decision-making. The article emphasizes the need for agricultural enterprises to adapt to the conditions of international competition and the intensive use of natural resources. Given the interdependence of economic and environmental factors, the authors advocate for a systematic approach to efficiency evaluation, ensuring sustainable agricultural development. Examples of the use of efficiency assessment models that optimize resources and reduce environmental impact are discussed. Special attention is given to the integration of innovations in production processes and the use of advanced technologies to minimize resource consumption. The authors conclude that a comprehensive approach to assessing the economic and environmental efficiency of agricultural production is essential for ensuring the sector's sustainable development and strengthening its competitiveness in global markets.*

Keywords: *economic efficiency, agricultural sector, eco-efficiency, sustainable development, DEA, SFA, digitalization.*

Постановка проблеми. Аграрний сектор відіграє ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки, особливо в умовах глобальних викликів,



таких як зміна клімату, пандемії та економічні кризи. Ефективність використання ресурсів у цьому секторі визначає рівень продовольчої стабільності країни, тому оцінка економічної ефективності є вирішальною для прийняття стратегічних рішень щодо розвитку аграрного виробництва.

Сучасні дослідження свідчать, що в аграрному секторі важливо враховувати не лише фінансові показники, але й екологічну складову. Наприклад, оцінка екоефективності дозволяє поєднати економічні та екологічні показники, що сприяє збереженню природних ресурсів і підвищенню стійкості виробничих процесів. Це особливо важливо в умовах інтенсивного використання землі та водних ресурсів, які є вичерпними та вимагають раціонального управління.

Аграрні підприємства змушені адаптуватися до нових умов міжнародної конкуренції, що потребує підвищення їх продуктивності та ефективності. Важливо оцінювати ефективність з використанням сучасних методів, таких як DEA (Data Envelopment Analysis) і SFA (Stochastic Frontier Analysis), які дозволяють враховувати різноманітні фактори впливу, включаючи погодні умови та ринкові коливання. Крім того, зростаюча увага до цифрових технологій у сільському господарстві підвищує значення інновацій та ефективного використання даних для прийняття рішень. Цифровізація аграрного сектору допомагає підвищити точність оцінок ефективності та краще управляти ресурсами. Таким чином, проблема оцінювання економічної ефективності в аграрному секторі є надзвичайно актуальною з точки зору продовольчої безпеки, екологічної стійкості та конкурентоспроможності на міжнародних ринках.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемі оцінювання ефективності аграрного сектору присвячено чимало наукових робіт, серед яких слід виокремити дослідження M. Farrell [1], T. Coelli, D. Rao [2], C. Lovell, P. Schmidt [3], у яких методологічні засади застосування параметричних та непараметричних моделей оцінки ефективності. У роботах F. Grassauer [4], X. Hanxiao, M. Bei, G. Qiang [5], G. Wang, R. Shi [6], Zheng [7], D. Đokić [8] та інших значна увага приділяється порівняно новій концепції екоефективності,



яка поєднує екологічну стійкість з економічними показниками і яка набуває все більшого поширення у світі. Проте проблемам врахування особливостей функціонування аграрного сектору у сучасних моделях оцінки ефективності присвячено недостатньо уваги.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. У статті виділяються кілька аспектів, які раніше не отримали належної уваги в дослідженнях ефективності аграрного сектору. Зокрема, недостатньо досліджено вплив екологічних показників на загальну економічну ефективність підприємств. Також не до кінця розкрито можливості цифрових технологій для оптимізації управління ресурсами у сільському господарстві. Окрім того, залишаються невирішеними питання інтеграції інноваційних технологій з метою підвищення стійкості аграрного сектору до глобальних викликів.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є всебічне дослідження особливостей оцінювання економічної ефективності функціонування аграрного сектору на основі моделей Data Envelopment Analysis (DEA) та Stochastic Frontier Analysis (SFA) з акцентом на врахування інноваційних технологій та сучасних методів аналізу, дослідженні впливу екологічних факторів на ефективність агробізнесу, оцінці можливості впровадження еко-ефективності, оптимального використання ресурсів для досягнення сталого розвитку та належного рівня конкурентоспроможності на міжнародних ринках.

Досягнення мети даного дослідження передбачає вирішення наступних завдань:

1. Проаналізувати сучасні методи оцінки економічної ефективності аграрного сектору, зокрема Data Envelopment Analysis (DEA) та Stochastic Frontier Analysis (SFA).
2. Дослідити вплив екологічних факторів на економічну ефективність аграрних підприємств та оцінити можливості впровадження еко-ефективності.

- 
- 
3. Вивчити роль цифрових технологій у підвищенні ефективності управління ресурсами та прийнятті стратегічних рішень в аграрному секторі.
 4. Оцінити перспективи інтеграції інноваційних підходів для забезпечення сталого розвитку та підвищення конкурентоспроможності аграрних підприємств на міжнародних ринках.

Виклад основного матеріалу дослідження. Економічна ефективність є однією з ключових концепцій в економічній теорії та практиці, що визначає здатність економічної системи або окремих підприємств досягати максимального результату при мінімальних витратах. Економічна ефективність — це більш широка концепція, яка виходить за рамки фінансових показників прибутковості та рентабельності. Вона охоплює оптимізацію ресурсів, технічну продуктивність, інновації та екологічну стійкість. Прибутковість та рентабельність є важливими показниками фінансового успіху, але вони не враховують довгострокових ризиків та можливостей. Економічно ефективні підприємства забезпечують не лише високі фінансові результати, але й стійкість до змінних умов ринку, технологічні інновації та відповідальне ставлення до природних ресурсів, що робить економічну ефективність ключовою концепцією у забезпеченні сталого розвитку економіки.

В науковій літературі економічна ефективність часто визначається через поняття алокативної ефективності (allocative efficiency) та технічної ефективності (technical efficiency). Згідно із Farrell [1], економічна ефективність включає дві основні компоненти: технічну ефективність, яка передбачає мінімізацію витрат на ресурси при досягненні певного рівня продукції, та алокативну ефективність, яка забезпечує оптимальне розподілення ресурсів між різними виробничими процесами для досягнення максимального економічного результату.

Ефективність стосується використання як фізичних, так і фінансових ресурсів. Наприклад технічна ефективність означає максимізацію виробничого виходу з даного обсягу вхідних ресурсів, таких як праця чи



капітал. Алокативна ефективність передбачає оптимальний розподіл ресурсів для максимізації суспільного добробуту, що означає використання ресурсів в тих галузях, де вони дають найбільшу економічну віддачу, що веде до збалансованого економічного зростання.

Технічна ефективність — це здатність фірми або організації виробляти максимальний можливий обсяг продукції з певного набору ресурсів (таких як праця, капітал і матеріали). Вона відображає, наскільки добре використовуються ресурси в процесі виробництва без їх марнування. Фірма вважається технічно ефективною, коли неможливо збільшити виробництво одного товару без зменшення виробництва іншого або без збільшення використання ресурсів. За словами Aigner та ін. (1977), технічна ефективність у виробництві є критичним фактором у визначенні загальної продуктивності галузей, оскільки неефективність може призводити до непотрібних витрат і марнування ресурсів.

Алокативна ефективність, з іншого боку, стосується оптимального розподілу ресурсів для виробництва комбінації товарів і послуг, яка максимізує суспільне добробут. Вона досягається тоді, коли ресурси розподіляються таким чином, що граничні витрати на виробництво відповідають граничній цінності, яку споживачі надають виробленим товарам і послугам. Алокативна ефективність забезпечує, що виробляються саме ті товари, які потрібні споживачам, і виробляються за найнижчими можливими витратами.

Наприклад, на ринку з досконалою конкуренцією алокативна ефективність досягається тоді, коли ціна товару дорівнює граничним витратам на його виробництво, оскільки споживачі отримують максимальну вигоду від товару за найнижчою можливою ціною. Як зазначає Фаррелл (1957), алокативна ефективність є ключовою для забезпечення того, щоб ресурси використовувалися не тільки ефективно, але й спрямовувалися на виробництво товарів і послуг, які найбільше відповідають попиту споживачів. У нашому випадку, в аграрному секторі, алокативну ефективність можна



назвати ефективністю розподілу ресурсів. Аграрні ресурси (земля, вода, праця, техніка) повинні використовуватись для виробництва саме тих сільськогосподарських культур або продукції, які мають найбільший попит на ринку та приносять найбільшу вигоду для суспільства.

У таблиці 1 подано ключові відмінності між концепціями алокативної та технічної ефективності у контексті аграрного сектора.

Таблиця 1

Ключові відмінності між алокативною та технічною ефективностями

Аспект	Технічна ефективність	Алокативна ефективність
Визначення	Максимізація врожаю або продукції тваринництва з наявних ресурсів (земля, вода, добрива) без марнування.	Оптимальний розподіл ресурсів (земля, вода, праця) для виробництва тих сільськогосподарських продуктів, які мають найбільший попит на ринку.
Призначення	Ефективність використання ресурсів, таких як добрива, земля, вода, техніка, для максимізації продуктивності.	Розподіл ресурсів між культурами або типами продукції, щоб забезпечити максимальну вигоду для суспільства та ринку.
Мета	Мінімізувати втрати води, добрив, робочої сили та інших ресурсів для досягнення найвищого рівня врожайності чи виробництва продукції.	Максимізувати виробництво тих сільськогосподарських продуктів, які споживачі найбільше потребують, при цьому виробляти їх за найнижчими можливими витратами.
Оцінювання	Оцінка кількості врожаю або продукції тваринництва на одиницю використаних ресурсів (землі, води, праці).	Порівняння витрат на виробництво сільськогосподарських товарів з ринковою ціною, яку споживачі готові платити.
Приклад	Фермер, який отримує більший врожай з тієї ж кількості землі, води і добрив порівняно з іншими фермерами, є технічно ефективним.	Фермер, який використовує землю для вирощування культур, які найбільше користуються попитом на ринку, є алокативно ефективним.
Методи підвищення	Покращення через впровадження нових технологій, таких як точне землеробство, крапельне зрошення або модернізація техніки.	Покращення через аналіз ринкових потреб і відповідне перенаправлення ресурсів на вирощування більш прибуткових культур або продукції.

На відміну від прибутковості та рентабельності, економічна ефективність передбачає системний підхід до управління ресурсами в довгостроковій перспективі, що особливо важливо в умовах обмежених ресурсів та глобальних викликів, таких як зміна клімату та дефіцит природних

ресурсів. Підприємства, які фокусуються лише на короткостроковій прибутковості, можуть втратити можливості для сталого розвитку, тоді як підприємства, що прагнуть до економічної ефективності, враховують не тільки поточний фінансовий результат, але й інновації, екологічні стандарти та соціальну відповідальність.

У таблиці 2 представлено моделі, які на практиці використовуються для оцінки ефективності аграрного сектора.

Таблиця 2

Моделі, які використовуються для оцінки ефективності аграрного сектора

Модель	Призначення в аграрному секторі
Data Envelopment Analysis (DEA)	Оцінка технічної ефективності сільськогосподарських підприємств, регіонів та країн на основі вхідних і вихідних показників.
Stochastic Frontier Analysis (SFA)	Оцінка технічної ефективності з урахуванням випадкових факторів, таких як зміни в погодних умовах або ринках.
Моделі загальної рівноваги (CGE-моделі)	Аналіз взаємозв'язків між аграрним сектором і іншими секторами економіки для оцінки впливу аграрної політики.
Панельні моделі	Оцінка змін в ефективності сільськогосподарських підприємств, регіонів, країн в динаміці.
Моделі оцінки вуглецевого сліду (LCA)	Аналіз екологічних наслідків аграрної діяльності та викидів парникових газів.
Моделі сталого розвитку	Оцінка ефективності сільського господарства в контексті сталого розвитку, включаючи економічну, екологічну та соціальну складові.
Моделі виробничих функцій	Моделювання впливу факторів, таких як праця, капітал і земля, на продуктивність в аграрному секторі.
Моделі аналізу витрат	Аналіз співвідношення витрат і вигод для оцінки економічної ефективності аграрних проектів і політики.
Моделі оптимізації	Оптимізація використання ресурсів, таких як земля і вода, для максимізації ефективності та прибутковості.
Моделі життєвого циклу	Аналіз життєвого циклу аграрної продукції для оцінки енергоефективності та екологічного впливу.
Моделі ендегенних факторів зростання	Оцінка впливу технологічних інновацій на довгостроковий розвиток і зростання продуктивності в аграрному секторі.
Real Options Models	Оцінка інвестицій в нові сільськогосподарські технології в умовах високої невизначеності та ризиків.
Моделі агентно-орієнтованого моделювання	Моделювання взаємодії між різними суб'єктами аграрного ринку, включаючи фермерів, ринки, та уряд.

DEA залишається одним з найпоширеніших непараметричних методів оцінки ефективності в аграрному секторі, який порівнює вхідні та вихідні показники ефективності одиниць прийняття рішень без необхідності попереднього визначення виробничих функцій. У дослідженні [6] використовується DEA моделі для оцінки ефективності розподілу сільськогосподарської продукції та ефективності масштабу, надаючи цінну інформацію щодо можливих напрямків підвищення операційної ефективності. У дослідженні [7] підхід на основі DEA методології також було поєднано з індексом Мальмквіста для оцінки динамічних змін загальної продуктивності факторів, що дозволяє більш точно оцінити технічну ефективність та ефективність масштабу.

SFA — це параметричний метод, який використовується для оцінки технічної ефективності ферм з урахуванням випадкових змін, таких як погодні коливання. Недавнє дослідження, зосереджене на Європейському Союзі та Західних Балканах, показало, що SFA є ефективним для оцінки як економічних, так і екологічних показників, допомагаючи виявити розриви в ефективності між регіонами [8]. Цей метод виявився особливо корисним у регіонах, які проходять модернізацію та інтеграцію в більші економічні блоки, такі як ЄС.

Концепція екоефективності, яка поєднує екологічну стійкість з економічними показниками, набуває все більшого поширення в останні роки. Wang та ін. в роботі [6] досліджували аграрну екоефективність і її взаємозв'язок з соціально-економічними та екологічними факторами. Концепція екоефективності допомагає оцінювати не лише продуктивність, але й вплив на довкілля, сприяючи збалансованому підходу до розвитку сільського господарства, який ставить в пріоритет як виробництво, так і збереження екології.



Модель Кобба-Дугласа широко використовувалася для оцінки співвідношення між витратами (такими як праця та капітал) і результатом у сільському господарстві. В роботі Zheng [7] було об'єднано цю модель з індикаторами електронної комерції для оцінки двоканального (онлайн і офлайн) розподілу сільськогосподарської продукції, висвітлюючи мінливий ландшафт ефективності сільського господарства в епоху цифрових технологій.

У дослідженні Sultana [9] використано функцію Кобба-Дугласа в межах стохастичного граничного аналізу (SFA) для оцінки як технічної, так і алокативної ефективності в сільському господарстві. Модель була застосована для вимірювання ефективності таких вхідних ресурсів, як земля, праця, добрива та зрошення, демонструючи, як ці фактори впливають на ефективність фермерських господарств. Дослідження показало, що функція Кобба-Дугласа ефективно ідентифікує вплив різних ресурсів на випуск сільськогосподарської продукції та допомагає виявити неефективності, які можна усунути для поліпшення продуктивності.

У дослідженні Latruffe [10] використано виробничу функцію Кобба-Дугласа для оцінки технічної ефективності ферм. Дослідження показало, що такі фактори, як освіта, розмір ферми та доступ до кредиту, суттєво впливають на ефективність господарств. Такий підхід дозволив кількісно оцінити рівень неефективності та визначити політичні зміни, які можуть покращити загальну продуктивність, що підкреслює важливість функції Кобба-Дугласа для аналізу аграрної політики.

Загалом, аналіз найновішої наукової літератури вказує на тенденцію до поєднання традиційних методів оцінки ефективності, таких як DEA та SFA, з більш сучасними підходами, що враховують екологічну стійкість і цифрову трансформацію. Ці моделі відіграють вирішальну роль у формуванні майбутньої аграрної політики та забезпеченні сталого зростання сектора.

Оцінювання ефективності аграрного сектору має свої унікальні аспекти порівняно з іншими секторами економіки, через специфіку використання



природних ресурсів та залежність від зовнішніх чинників, таких як погода та сезонність. На відміну від промисловості або надання послуг, ефективність в аграрному секторі сильно залежить від природних факторів, таких як кількість опадів, доступність води та родючість ґрунту. Як зазначають Stefano Porponi et al. в роботі [12], Методи оцінки, такі як Data Envelopment Analysis (DEA) та Stochastic Frontier Analysis (SFA), повинні враховувати ці випадкові змінні для правильного аналізу технічної ефективності фермерських господарств.

Nowak A, Róžańska-Boczula M. в [13] зазначають, що в аграрному бізнесі часто працюють дрібні господарства, що відрізняється від великих інтегрованих підприємств інших галузей. Ефективність таких фермерських господарств може оцінюватися за допомогою моделей, таких як Cobb-Douglas Production Function, яка дозволяє аналізувати вплив різних ресурсів (земля, праця, капітал) на продуктивність.

У сільському господарстві важливо оцінювати не лише економічну продуктивність, але й екологічну ефективність. Останні дослідження показують, що моделі еко-ефективності враховують екологічні впливи, такі як викиди парникових газів і використання водних ресурсів, що є важливим для забезпечення довгострокової стійкості аграрного сектору. З звіту FAO за 2021 рік «The State of Food and Agriculture 2021» [14], аграрний сектор відіграє ключову роль у підтримці екологічної рівноваги. У зв'язку із цим, крім економічної ефективності, оцінки повинні також враховувати екологічні наслідки виробничих процесів, такі як викиди парникових газів, використання води та вплив на біорізноманіття. У багатьох дослідженнях (наприклад [15], [16]) акцентується увага на необхідності врахування еко-ефективності, що дозволить знайти баланс між продуктивністю та екологічними пріоритетами.

Висновки. В Україні використовуються переважно традиційні методи оцінки енергоефективності, такі як індикатори енергоємності ВВП та споживання енергії на душу населення, інтенсивність викидів CO₂ та споживання енергії в промисловості. Ці методи застосовуються на макроекономічному рівні для оцінки загальної енергоефективності економіки



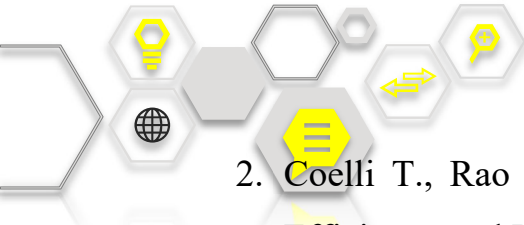
та окремих секторів, зокрема, промисловості, транспорту і комунального господарства.

Стосовно інших підходів слід відзначити, що вони теж мають значний потенціал для їх практичної реалізації в Україні. Так, DEA метод ще не широко застосовується в Україні для оцінки енергоефективності, однак він може стати корисним для аналізу ефективності використання енергії на рівні підприємств або секторів. Перспективи впровадження залежать від доступності даних та впровадження систем аналітики для порівняльного аналізу енерговитрат. Stochastic Frontier Analysis має потенціал для застосування в Україні, особливо для ідентифікації резервів підвищення ефективності у енергетично інтенсивних секторах, таких як металургія та хімічна промисловість. Life Cycle Analysis хоч ще не набув значного поширення в Україні, він має великий потенціал для впровадження в галузях, що прагнуть підвищити екологічну відповідальність та зменшити вуглецевий слід своїх продуктів. Моделювання загальної рівноваги має великий потенціал для аналізу впливу енергетичної політики на економіку України. Цей метод може бути корисним для моделювання майбутніх сценаріїв зниження залежності від викопного палива і переходу до відновлюваних джерел енергії. Декомпозиційний аналіз може бути впроваджений для аналізу змін у енергоефективності на основі структурних змін в економіці та впливу технологічного прогресу. Це може бути корисно для урядових органів при оцінці ефективності енергетичних реформ.

Таким чином, Україна має потенціал для розширення спектра методів оцінки енергоефективності. Для цього необхідно розвивати систему збору та аналізу даних на рівні підприємств та секторів, впроваджувати сучасні аналітичні інструменти і підтримувати міжнародне співробітництво у сфері енергоефективності.

Список використаних джерел

1. Farrell M. J. The measurement of productive efficiency. Journal of the Royal Statistical Society. 1957. Vol. 120. No. 3. 253-290.

- 
- 
2. Coelli T., Rao D. S. P., O'Donnell C. J., Battese G. E. An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. Springer, 2005.
 3. Lovell C. A. K., Schmidt P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*. 1977. Vol. 6. No. 1. 21-37.
 4. Grassauer F., et al. Eco-efficiency of farms considering multiple functions of agriculture: Concept and results from Austrian farms. *Journal of Cleaner Production*. 2021. Vol. 297. 126662.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126662>.
 5. Xu H., Ma B., Gao Q. Assessing the environmental efficiency of grain production and their spatial effects: Case study of major grain production areas in China. *Frontiers in Environmental Science*. 2021. Vol. 9. 774343.
<https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.774343>.
 6. Wang G., Shi R., Mi L., Hu J. Agricultural eco-efficiency: Challenges and progress. *Sustainability*. 2022. Vol. 14. No. 3. 1051.
<https://doi.org/10.3390/su14031051>.
 7. Zheng . Under the context of smart agriculture: Assessment of agricultural product distribution efficiency in various regions of China. *Agricultural and Food Economics*. 2024. Vol. 8. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1389763>.
 8. Đokić D., Novaković T., Tekić D., Matkovski B., Zekić S., Milić D. Technical efficiency of agriculture in the European Union and Western Balkans: SFA method. *Agriculture*. 2022. Vol. 12. No. 12. 1992.
<https://doi.org/10.3390/agriculture12121992>.
 9. Sultana S., Hossain M., Haque M. Estimating the potato farming efficiency: A comparative study between stochastic frontier analysis and data envelopment analysis. *PLoS ONE*. 2023. Vol. 18. No. 4. e0284391.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0284391>.
 10. Tenaye A. Technical efficiency of agriculture in developing countries: The case of Ethiopia. *Economies*. 2020. Vol. 8. No. 2. 34.
<https://doi.org/10.3390/economies8020034>.

- 
- 
11. Latruffe L. Competitiveness, productivity and efficiency in the agricultural and agri-food sectors. OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers. No. 30. OECD Publishing, Paris, 2010. <https://doi.org/10.1787/5km91nkdt6d6-en>.
 12. Poponi S., Arcese G., Ruggieri A., Pacchera F. Value optimisation for the agri-food sector: A circular economy approach. Business Strategy and the Environment. 2023. Vol. 32. No. 6. 850-2867.
 13. Nowak A., Różańska-Boczula M. The competitiveness of agriculture in EU member states according to the competitiveness pyramid model. Agriculture. 2022. Vol. 12. No. 1. 28. <https://doi.org/10.3390/agriculture12010028>.
 14. FAO. The state of food and agriculture 2021. Making agrifood systems more resilient to shocks and stresses. Rome, FAO, 2021.
 15. Kyshakevych B., Maksyshko N., Voronchak I., Nastoshyn S. Ecological and economic determinants of energy efficiency in European countries. Scientific Horizons. 2023. Vol. 26. No. 8. 140-155. doi: 10.48077/scihor8.2023.140.
 16. Кишакевич Б.Ю., Прикарпатський А.К., Твердохліб І.П. Аналіз оптимальних стратегій портфельної конкурентійної моделі ринку акцій. Доповіді Національної академії наук України. 2009. No. 1. 40-47.