

БЛОКЧЕЙН ЯК ІНСТРУМЕНТ ПРОЗОРОСТІ В ІНФРАСТРУКТУРІ АГРАРНОГО БІРЖОВОГО РИНКУ

Є. П. КРАВЕЦЬ, здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (доктор філософії)

Уманський національний університет

Стаття присвячена аналізу блокчейн-технології як інструменту підвищення прозорості та ефективності інфраструктури аграрного біржового ринку. Розкрито теоретичні засади, передумови та виклики впровадження, а також визначено структурні зміни, що супроводжують інтеграцію розподілених реєстрів у біржові процеси.

Ключові слова: блокчейн, розподілений реєстр, аграрний біржовий ринок, прозорість торгів, цифровізація АПК, інфраструктура ринку, простежуваність продукції, смарт-контракти, інформаційна безпека, аграрні торговельні платформи.

Постановка проблеми. Аграрний біржовий ринок є невід’ємним компонентом функціонування агропромислового комплексу, забезпечуючи організовану торгівлю, стандартизацію якості, формування справедливої ціни та зростання довіри між учасниками. Ефективність ринку значною мірою залежить від надійності інфраструктури – біржових майданчиків, брокерських сервісів, клірингових центрів, логістичних компаній та цифрових платформ. Однак традиційна інфраструктура залишається вразливою до ризиків маніпулювання даними, неузгодженості інформації, затримок у розрахунках та фальсифікацій. Стрімка цифровізація та розвиток інноваційних технологій сприяють появі нових інструментів забезпечення прозорості та підвищення довіри на біржовому ринку. Одним із таких інструментів є блокчейн – децентралізована система зберігання й фіксації транзакцій, здатна вирішити значну частину структурних проблем аграрного біржового середовища.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання цифровізації аграрного ринку та підвищення прозорості операцій через впровадження блокчейн-технологій активно досліджуються вітчизняними та зарубіжними науковцями. Українські дослідники зосереджуються переважно на застосуванні блокчейну у сфері сертифікації, логістики та контролю якості. Так, у роботі Грибинюка О. М., Духницького Б. В. та Шеремета О. О. обґрунтовано перспективність блокчейну для підвищення рівня простежуваності аграрної продукції, формування електронних реєстрів контрактів і зменшення інформаційної асиметрії на аграрному ринку [1]. Автори підкреслюють, що децентралізовані реєстри можуть значно підвищити рівень довіри між виробниками та трейдерами.

У дослідженні Чичкало-Кондрацької І. Б., Кальнік О. П., Титаренко Л. М. та Новицької І. В. акцент зроблено на використанні блокчейну для просування

органічної продукції, зокрема через забезпечення автентичності сертифікації та прозорості логістичних процесів [2]. Це підтверджує релевантність блокчейну для формування інфраструктури прозорої біржової торгівлі органічними товарами. Мирний Н. доводить, що блокчейн знижує транзакційні витрати, мінімізує людський фактор, підвищує контроль за виконанням контрактів та створює нову екосистему довіри на аграрному ринку [3]. Ткач Л. С. наголошує на необхідності розбудови інституційного середовища, яке б забезпечувало нормативно-правову підтримку впровадження смарт-контрактів та блокчейн-платформ, що є критично важливим і для біржової торгівлі [4].

Зарубіжні дослідження пропонують більш глибокий технічний і системний аналіз впливу блокчейну на інфраструктуру торгівлі. Паксершта А. та ін. окреслюють ключові властивості блокчейну (immutability, transparency, redundancy), які формують довіру у багатосторонніх ринкових системах [5]. Арсі С. показує трансформацію світового товарного ринку під впливом блокчейну [6]. Йогараджан Л. та ін. у систематичному огляді доводять, що прослідковуваність та прозорість є головними драйверами впровадження блокчейну в агропродовольчих ланцюгах [7]. Деместічас К. та колеги підкреслюють переваги блокчейн-систем прослідковуваності у забезпеченні достовірності інформації про походження продукції [8]. Деккер П. доводить ефективність смарт-контрактів для автоматизації великих товарних угод [9].

Отже, науковий дискурс підтверджує, що блокчейн може виступати системоутворюючим елементом інфраструктури прозорого аграрного біржового ринку, хоча питання його адаптації в українських реаліях лишаються недостатньо дослідженими.

Методика досліджень. Методологічну основу дослідження сформовано на поєднанні аналітичних, порівняльних і структурно-логічних методів. Метод аналізу та синтезу застосовано для систематизації наукових підходів до визначення сутності блокчейну й оцінки його можливостей як інструменту прозорості. Порівняльний аналіз дав змогу зіставити традиційну модель біржової інфраструктури з інфраструктурою, доповненою блокчейн-технологіями, що дозволило визначити ключові структурні переваги децентралізованих систем.

Системний та структурно-логічний підходи використано для побудови моделі трансформації біржового середовища під впливом блокчейну, визначення взаємозв'язків між учасниками ринку й інфраструктурними компонентами. Контент-аналіз українських та зарубіжних наукових джерел дозволив ідентифікувати тенденції розвитку блокчейн-рішень у аграрному секторі та окреслити наявні дослідницькі прогалини. Графічний метод використано для візуалізації етапів впровадження блокчейну та очікуваних результатів його інтеграції в біржову інфраструктуру.

Метою статті є дослідити можливості використання блокчейну як інструменту прозорості в інфраструктурі аграрного біржового ринку, визначити передумови, обмеження та перспективні напрями його впровадження в Україні.

Результати досліджень. Блокчейн – це розподілена, незмінна база даних, в якій записи транзакцій зберігаються в блоках, що з'єднані криптографічно.

Однією з ключових властивостей є те, що після запису інформацію неможливо змінити без узгодження великої кількості учасників мережі. Це підвищує довіру до збережених даних. Крім того, блокчейн може автоматизувати виконання угод завдяки «розумним контрактам» (smart contracts) – кодам, які самі виконують заздалегідь прописані умови. Це дозволяє мінімізувати втручання посередників, скоротити час і витрати на обробку транзакцій. Також технологія сприяє видаленню інформаційної асиметрії між учасниками ланцюга – виробниками, трейдерами, біржами, споживачами.

У контексті аграрного біржового ринку поняття «прозорість» означає можливість для учасників ринку отримувати достовірну, своєчасну та повну інформацію про обсяги торгів, умови поставки, сертифікацію продукції, логістичні ланки і документи. Наукові дослідження доводять, що блокчейн здатен підвищувати прослідковуваність агропродовольчої продукції, знижуючи випадки фальсифікацій або «чорних каналів» [13].

У біржовій інфраструктурі це означає: фіксацію контрактів, сертифікатів, лабораторних випробувань у незмінній формі; відстежування руху продукції від виробника до біржового майданчика та далі до кінцевого споживача або експортера; надання учасникам (включно з дрібними виробниками) рівного доступу до інформації та умов. До ключових передумов належать:

- цифровізація логістичних і документальних процесів (елеватори, склади, транспорт, лабораторії) та наявність IoT-датчиків для збирання даних;
- юридично сформоване середовище (прозорі контракти, стандарти, регулювання) для біржової торгівлі;
- готовність учасників ринку до зміни процесів і прийняття нових технологій (складність адаптації, відсутність компетенцій).

Порівняння традиційної біржової інфраструктури з інфраструктурою, доповненою блокчейн-технологіями, свідчить про суттєві відмінності у способах організації торгів, управління даними та забезпеченні прозорості ринку (табл. 1). У традиційних моделях зберігання інформації здійснюється у централізованих базах даних, що зумовлює вищі ризики маніпуляції даними та залежність учасників від посередницьких структур. Натомість блокчейн-технологія формує децентралізоване інформаційне середовище, у якому дані фіксуються у розподіленому реєстрі та доступні всім авторизованим учасникам, забезпечуючи значно вищий рівень прозорості та довіри між сторонами угоди.

У традиційних моделях зберігання інформації здійснюється у централізованих базах даних, що зумовлює вищі ризики маніпуляції даними та залежність учасників від посередницьких структур. Натомість блокчейн-технологія формує децентралізоване інформаційне середовище, у якому дані фіксуються у розподіленому реєстрі та доступні всім авторизованим учасникам, забезпечуючи значно вищий рівень прозорості та довіри між сторонами угоди. Запровадження блокчейну також трансформує операційну динаміку біржових процесів: смарт-контракти дозволяють автоматизувати й прискорити взаєморозрахунки, мінімізуючи роль традиційних посередників і зменшуючи тривалість клірингових процедур з кількох днів до фактично миттєвих операцій.

Табл. 1. Порівняння традиційної біржової інфраструктури та інфраструктури з блокчейн-елементами

Ознака	Традиційна біржова інфраструктура	Біржова інфраструктура з використанням блокчейну
Зберігання даних	Централізовані бази даних	Децентралізований розподілений реєстр
Доступ до інформації	Обмежений (для учасників біржі)	Відкритий і контрольований (для всіх авторизованих учасників)
Прозорість торгів	Часткова (залежить від регламентів біржі)	Повна простежуваність усіх транзакцій
Посередники	Необхідні (брокери, клірингові центри)	Зменшена роль посередників через смарт-контракти
Швидкість розрахунків	Залежить від клірингу (12 дні)	Миттєва (за умов реалізації смарт-контрактів)
Ризик фальсифікації	Існує	Практично відсутній

Ключовою перевагою є також істотне зниження ризику фальсифікації транзакцій, адже незмінність записів у блокчейні практично унеможливорює маніпуляції з даними. Таким чином, блокчейн-орієнтована інфраструктура є більш ефективною, безпечною та прозорою альтернативою традиційним моделям, що робить її перспективним інструментом модернізації аграрного біржового ринку.

Для біржової торгівлі агропромисловою продукцією характерні великі партії, стандартизовані контракти, логістика з багатоетапними ланцюгами. Блокчейн може забезпечувати єдиний реєстр контрактів і документів, зменшуючи паперову тяганину та підвищуючи швидкість укладення угод. Наприклад, у 2018 р. компанії ABN AMRO, Louis Dreyfus Company провели першу повноцінну аграрну товарну транзакцію через блокчейн-платформу – з обробкою документів у кілька разів швидше [14].

У аграрному біржовому ринку логістика, елеватори, склади, транспорт, лабораторії – це невід’ємна інфраструктура. Блокчейн у поєднанні з IoT дає змогу зафіксувати умови зберігання/транспортування, сертифікацію продукції, зміни власника партій. Це зменшує ризик змін у властивостях продукції, підтасування сертифікатів чи незаконних перепродажів [15].

Водночас існують суттєві бар’єри: відсутність стандартів для інтеграції блокчейну в існуючу біржову систему, високі витрати на цифровізацію, юридичні питання, питання конфіденційності, складність адаптації виробників. Для біржового ринку додатково важливі: інтеграція з кліринговою/розрахунковою інфраструктурою, забезпечення сумісності з існуючими біржовими платформами та регулюванням.

Табл. 2. Переваги та виклики впровадження блокчейну в аграрному біржовому ринку

Група аспектів	Переваги	Виклики
Технічні	Незмінність записів, автоматизація контрактів	Масштабованість, потреба в інфраструктурі IoT
Економічні	Зниження транзакційних витрат, зменшення ролі посередників	Високі витрати на впровадження
Інституційні	Підвищення довіри між учасниками	Відсутність стандартів і правового визнання смарт-контрактів
Соціальні	Прозорість операцій, захист прав учасників	Нестача компетенцій у користувачів
Біржові	Прослідковуваність угод, контроль за якістю продукції	Інтеграція з кліринговими системами

Потенційний ефект від цифровізації інфраструктури аграрного біржового ринку подано на рис. 1.

Напрямок ефекту	Очікуваний результат
Операційна ефективність	• Зменшення транзакційних витрат на 20–40 %
Прозорість	• 100 % простежуваність ланцюга постачання
Довіра	• Підвищення рівня довіри між учасниками ринку
Логістика	• Скорочення затримок у поставках
Якість продукції	• Зниження ризику фальсифікацій
Експортний потенціал	• Підвищення конкурентоспроможності України

Рис. 1. Потенційний ефект від цифровізації інфраструктури аграрного біржового ринку

Впровадження блокчейну в аграрному біржовому ринку реалізується в п'ять етапів (рис. 2). Запропонована схема демонструє поетапний і послідовний характер інтеграції блокчейн-технології в інфраструктуру аграрного біржового ринку, що підтверджує необхідність системного підходу до її впровадження. Перший етап – попередній аудит і цифровізація даних – є критично важливою передумовою, оскільки без уніфікованих, структурованих і достовірних даних неможливо забезпечити коректне функціонування розподілених реєстрів.

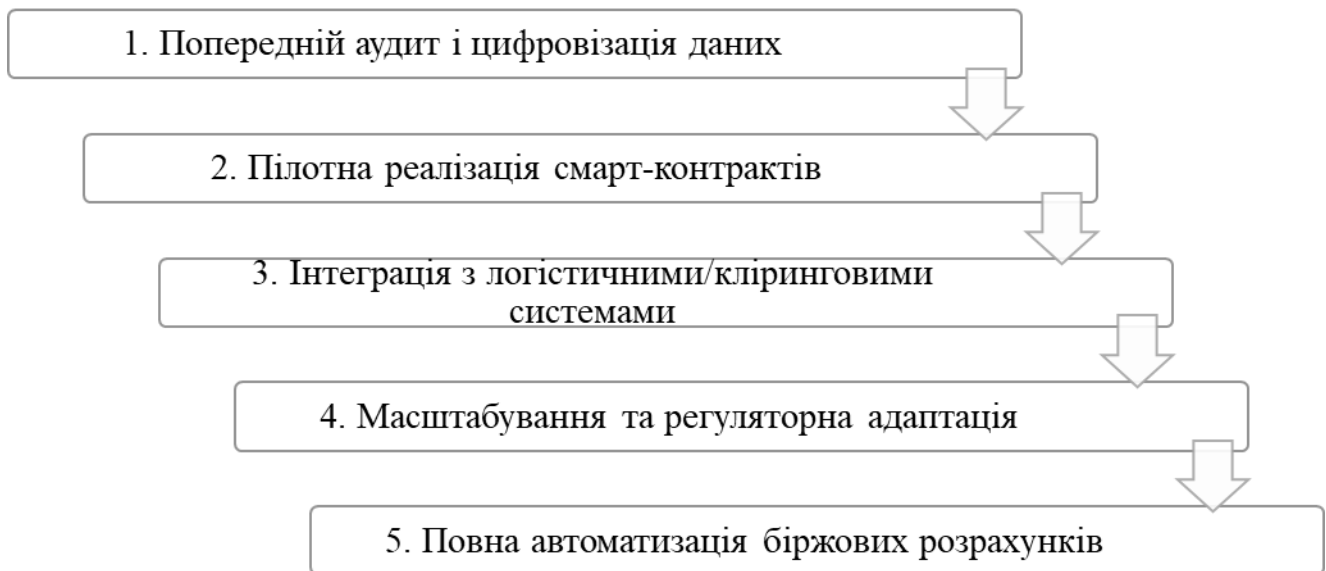


Рис. 2. Етапи впровадження блокчейну в аграрному біржовому ринку

Це означає, що блокчейн не може бути впроваджений у «неоцифрований» ринок, а вимагає попередньої трансформації інформаційної інфраструктури.

Другий і третій етапи – пілотне застосування смарт-контрактів та інтеграція з логістичними й кліринговими системами – відображають поступовий перехід від тестових форматів до реальної ринкової взаємодії, що дозволяє мінімізувати ризики, виявити технічні та нормативні бар'єри й адаптувати модель під особливості аграрного ринку. Наступний етап – масштабування і регуляторна адаптація – підкреслює необхідність адаптації законодавства, стандартизації протоколів даних та формування нових правил ринку. Завершальним кроком є повна автоматизація біржових розрахунків, що свідчить про потенціал блокчейну до радикального підвищення ефективності, зниження витрат і виключення людського фактору з критичних процесів. Таким чином, рисунок ілюструє, що впровадження блокчейну є еволюційним процесом, який потребує технологічної, організаційної та нормативної підготовки ринку, але здатний забезпечити суттєве зростання прозорості та довіри між його учасниками.

Висновки. Дослідження продемонструвало, що блокчейн є перспективним інструментом забезпечення прозорості в інфраструктурі аграрного біржового ринку. Завдяки децентралізованій структурі та незмінності записів технологія блокує можливості фальсифікації інформації, підвищує рівень довіри між учасниками та мінімізує інформаційну асиметрію. Блокчейн здатний значно оптимізувати процес укладання й виконання біржових контрактів через використання смарт-контрактів, скорочуючи час клірингу та зменшуючи роль традиційних посередників. Порівняння традиційної біржової інфраструктури з блокчейн-орієнтованою моделлю свідчить про істотні переваги останньої: прискорення розрахунків, підвищення відкритості даних, усунення дублювання операцій і зростання рівня кіберстійкості. Разом із тим, впровадження технології ускладнюється низкою факторів – відсутністю нормативно-правового забезпечення, низьким рівнем цифрової готовності

частини учасників ринку, високою вартістю модернізації інфраструктури та потребою у стандартизації даних.

Отже, блокчейн може стати ключовим елементом модернізації українського аграрного біржового ринку, за умови формування відповідної інституційної та технологічної бази. Його інтеграція здатна підвищити прозорість торгів, зменшити ризики, підсилити позиції України на міжнародних ринках та сприяти поствоєнному відновленню АПК.

Література:

1. Грибинюк О. М., Духницький Б. В., Шеремет О. О. Перспективи використання технології «блокчейн» у сільському господарстві. *Економіка АПК*. 2018. Т. 25, № 3. С. 75–81.
2. Chychkalo-Kondratska I. B., Tytarenko L. M., Kalnik O. P., Novytska I. V. The blockchain technology as a new approach of promoting organic products to the market. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. Vol. 7, № 4.8. P. 790–795.
3. Мирний Н. Блокчейн технології: перспективи використання в аграрному бізнесі. *Економіка і регіон*. 2025. № 1(96). С. 194–203.
4. Ткач Л. Стан впровадження блокчейн технології в економіку України, враховуючи виклики сьогодення. *Економіка та суспільство*. 2024. (69). DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-69-79>.
5. Pakseresht A., Ahmadi Kaliji S., Hakelius K. Blockchain technology characteristics essential for the agri food sector: a systematic review. *Food Control*. 2024. Vol. 165. 110661. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.110661>.
6. Belt A., Kok S. A reality check for blockchain in commodity trading [Електронний ресурс]. The Boston Consulting Group. 2018. Режим доступу: https://web-assets.bcg.com/img-src/BCG-A-Reality-Check-for-Blockchain-in-Commodity-Trading-Aug-2018_tcm9-199958.pdf (дата звернення: 09.11.2025).
7. Arsi S. Commodity trading in the blockchain technology era: an investigation on global companies [Електронний ресурс]. IGI Global. 2021. Режим доступу: <https://www.igi-global.com/chapter/commodity-trading-in-the-blockchain-technology-era/265830> (дата звернення: 09.11.2025).
8. Yogarajan L., Masukujjaman M., Ali M. H., Khalid N., Osman L. H., Alam S. S. Exploring the hype of blockchain adoption in agri food supply chain: a systematic literature review. *Agriculture*. 2023. Vol. 13. № 6. Article 1173. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture13061173>.
9. Demestichas K., Peppes N., Alexakis T., Adamopoulou E. Blockchain in agriculture traceability systems: a review. *Applied Sciences*. 2020. Vol. 10. № 12, Article 4113. DOI: <https://doi.org/10.3390/app10124113>.
10. Dekker P., Andrikopoulos V. Automating bulk commodity trading using smart contracts // 2020 IEEE International Conference on Decentralized Applications and Infrastructures (DAPPS), Oxford, United Kingdom, 03–06 Aug. 2020. P. 52–60. DOI: <https://doi.org/10.1109/DAPPS49028.2020.00006>.
11. Vern P., Panghal A., Mor R. S., Kamble S. S. Blockchain technology in the agri food supply chain: a systematic literature review of opportunities and challenges. *Management Review Quarterly*. 2025. Vol. 75. Iss. 1. P. 643–675. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11301-023-00390-0>.

12. Lee J., Khan V. M. Blockchain and energy commodity markets: legal issues and impact on sustainability [Електронний ресурс]. *Journal of World Energy Law and Business*. 2022. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.3989032>.
13. Rampone F., Lecca F., Giolito P., Romano M. Blockchain in the agrifood sector: from storytelling to traceability fact checking up to new economic models. *Economia Agro Alimentare. Food Economy*. 2023. Vol. 25. Iss. 2. P. 97–114. DOI: <https://doi.org/10.3280/ecag2023oa14958>.
14. MarketsMedia. First agricultural commodity trade on blockchain [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.marketsmedia.com/agricultural-commodity-trade-blockchain/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 10.11.2025).
15. Juneja T. Enhancing supply chain transparency in agriculture with blockchain technology: a case study of AgriDigital. *Scientific Journal of Metaverse and Blockchain Technologies*. 2024. № 2(2). P. 72–82. DOI: <https://doi.org/10.36676/sjmbt.v2.i2.36>.

References:

1. Hrybnyiuk, O. M., Dukhnitsky, B. V., Sheremet, O. O. (2018). Prospects for the use of blockchain technology in agriculture. *Economics of Agro-Industrial Complex*, 25(3), 75–81. [in Ukrainian].
2. Chychkalo-Kondratska, I. B., Tytarenko, L. M., Kalnik, O. P., Novytska, I. V. (2018). The blockchain technology as a new approach of promoting organic products to the market. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.8), 790–795.
3. Myrnyi, N. (2025). Blockchain technologies: prospects of use in agribusiness. *Economics and Region*, 1(96), 194–203. [in Ukrainian].
4. Tkach, L. (2024). The state of blockchain implementation in the economy of Ukraine, considering current challenges. *Economics and Society*, (69). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-69-79> [in Ukrainian].
5. Pakseresht, A., Ahmadi Kaliji, S., Hakelius, K. (2024). Blockchain technology characteristics essential for the agri-food sector: a systematic review. *Food Control*, 165, 110661. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.110661>
6. Belt, A., Kok, S. (2018). A reality check for blockchain in commodity trading [Electronic resource]. Boston Consulting Group. Accessed from https://web-assets.bcg.com/img-src/BCG-A-Reality-Check-for-Blockchain-in-Commodity-Trading-Aug-2018_tcm9-199958.pdf (access date: 09.11.2025).
7. Arsi, S. (2021). Commodity trading in the blockchain technology era: an investigation on global companies [Electronic resource]. IGI Global. Accessed from <https://www.igi-global.com/chapter/commodity-trading-in-the-blockchain-technology-era/265830> (access date: 09.11.2025).
8. Yogarajan, L., Masukujjaman, M., Ali, M. H., Khalid, N., Osman, L. H., Alam, S. S. (2023). Exploring the hype of blockchain adoption in agri-food supply chain: a systematic literature review. *Agriculture*, 13(6), 1173. <https://doi.org/10.3390/agriculture13061173>
9. Demestichas, K., Peppes, N., Alexakis, T., Adamopoulou, E. (2020). Blockchain in agriculture traceability systems: a review. *Applied Sciences*, 10(12), 4113. <https://doi.org/10.3390/app10124113>

10. Dekker, P., Andrikopoulos, V. (2020). Automating bulk commodity trading using smart contracts // *2020 IEEE International Conference on Decentralized Applications and Infrastructures (DAPPS)*, Oxford, United Kingdom, 03–06 Aug. 2020, 52–60. <https://doi.org/10.1109/DAPPS49028.2020.00006>
11. Vern, P., Panghal, A., Mor, R. S., Kamble, S. S. (2025). Blockchain technology in the agri-food supply chain: a systematic literature review of opportunities and challenges. *Management Review Quarterly*, 75(1), 643–675. <https://doi.org/10.1007/s11301-023-00390-0>
12. Lee, J., Khan, V. M. (2022). Blockchain and energy commodity markets: legal issues and impact on sustainability [Electronic resource]. *Journal of World Energy Law and Business*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3989032>. Accessed from https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3989032
13. Rampone, F., Lecca, F., Giolito, P., Romano, M. (2023). Blockchain in the agrifood sector: from storytelling to traceability fact checking up to new economic models. *Economia Agro Alimentare / Food Economy*, 25(2), 97–114. <https://doi.org/10.3280/ecag2023oa14958>
14. MarketsMedia. (n.d.). First agricultural commodity trade on blockchain [Electronic resource]. Accessed from https://www.marketsmedia.com/agricultural-commodity-trade-blockchain/?utm_source=chatgpt.com (access date: 10.11.2025).
15. Juneja, T. (2024). Enhancing supply chain transparency in agriculture with blockchain technology: a case study of AgriDigital. *Scientific Journal of Metaverse and Blockchain Technologies*, 2(2), 72–82. <https://doi.org/10.36676/sjmbt.v2.i2.36>

Annotation

Kravets E. P.

Blockchain as a tool for transparency in the infrastructure of the agricultural stock market

The article examines blockchain technology as a key instrument for enhancing transparency and strengthening institutional reliability within the infrastructure of the agricultural commodity exchange market. The purpose of the research is to determine how blockchain can transform existing exchange operations by increasing data integrity, reducing information asymmetry, and improving contract execution mechanisms. The study synthesizes Ukrainian and international scientific approaches to understanding blockchain-based transparency tools, emphasizing their relevance for agricultural markets characterized by complex logistics chains, multi-stage certification procedures, and high risks of data manipulation.

The methodological framework combines comparative analysis, systematic review of academic sources, structural-logical modeling, and graphical interpretation of blockchain implementation stages. These methods allow the identification of technological, regulatory, and organizational preconditions for integrating distributed ledger systems into agricultural exchange infrastructure, as well as potential risks and constraints associated with their adoption.

The results demonstrate that blockchain provides immutable and verifiable transaction records, supports automated settlement procedures through smart contracts, and ensures full traceability of agricultural products from producer to final

buyer. Comparative analysis reveals significant advantages of blockchain-enhanced exchange infrastructure over traditional centralized systems, particularly in terms of transparency of trading operations, operational efficiency, cybersecurity, and reduction of intermediary influence. The paper also outlines key challenges such as insufficient digital readiness of market participants, lack of unified data standards, high implementation costs, and gaps in legal recognition of smart contracts.

The study concludes that blockchain can serve as a strategic driver for modernizing Ukraine's agricultural commodity exchange market, strengthening trust between participants, and improving Ukraine's competitiveness in global agri-food trade. Further research should focus on developing blockchain-based models for agro-derivatives trading and assessing the readiness of Ukrainian exchanges for full technological transformation.

Key words: blockchain; distributed ledger; agricultural commodity exchange; market transparency; digitalization of agribusiness; market infrastructure; product traceability; smart contracts; information security; agricultural trading platforms.