

конференції «Бізнес-аналітика: моделі, інструменти та технології». 5-6 бер. 2024. К.: НАУ, 2024. С.557-561.

2. Офіційний портал європейських даних. URL: <https://data.europa.eu/en/dashboard/2021>. (дата звернення: 20.02.2024).

3. Топ – 10 країн світу в рейтингу технологічних навичок. URL: <https://ck-oda.gov.ua/novyny-cherkaskoyi-oblasti/ukrayina-uvijshla-u-top-10-krayin-svitu-v-rejtingu-technologichnih-navichok/> (дата звернення: 18.02.2024).

4. Топ – 6 країн Європи по рейтингу відкритих даних. URL: <https://thedigital.gov.ua/news/ukrayina-uviyshla-do-top-6-krain-evropi-v-reytingu-vidkritikh-danikh> (дата звернення: 28.02.2024).

5. Україна 2030 – країна з цифровою економікою. URL: <https://strategy.uifuture.org/kraina-z-rozvinutoyu-cifrovoyu-ekonomikoju.html> (дата звернення: 29.02.2024).

JEL Q13, Q17

Мусієнко Іван Володимирович

ivan_musienko@ukr.net

начальник казначейства АТ «АСВІО БАНК», Україна

Старіков Олександр Юрійович

starikov.oleksandr@kneu.edu.ua

к.е.н., доцент кафедри бізнес-економіки та підприємництва, Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана, Україна
ORCID 0000-0001-6251-5454

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН ДЛЯ ВІДСТЕЖЕННЯ СЕРТИФІКОВАНОЇ АГРАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Анотація. У світі останніми роками підіймається питання ширшого застосування смарт-технологій в аграрній сфері, зокрема технології блокчейн для реєстрації даних про операції на аграрному ринку з метою відстеження руху аграрної продукції і продуктів харчування по ланцюгу від первинного виробника до кінцевого споживача. Це важливо з кількох причин, і в першу чергу, задля контролю безпечності продукції та відповідності її певним стандартам. В Україні доцільно розпочати практичне застосування даної технології для відстеження руху продукції, що сертифікована за стандартами «Халяль». Використання

смарт-контрактів у мережі блокчейн дозволить також автоматизувати і спростити реєстрацію виконання угод.

Ключові слова: смарт-технології, блокчейн, відстеження аграрної продукції, сертифікація «Халяль», смарт-контракт.

Смарт-технології в сучасному світі займають все більше важливе місце в нашому житті. Для підприємств агробізнесу це одночасно і виклик і конкурентна перевага на ринку. Консалтингова компанія «Grand View Research Inc.» у своєму дослідженні за 2023 рік оцінила світовий ринок смарт -технологій для сільського господарства в 22,65 млрд. доларів США (приріст по відношенню до 2022 року становить 42,63%) та спрогнозувала середньорічний темп росту на рівні 13,7% з 2024 року по 2030 рік та досягнення обсягів ринку в 54,71 млрд. доларів США на кінець зазначеного періоду [1]. Відповідно до даних аналітичного звіту даної компанії, Північна Америка та Азіатсько-Тихоокеанський регіон сьогодні домінують на світовому ринку смарт -технологій для агробізнесу.

Численні дослідження показують можливість широкого застосування смарт-технології щодо реєстрації даних про операції на аграрному ринку для відстеження руху аграрної продукції і продуктів харчування (traceability). Це передбачає збір і обробку кількох типів даних за допомогою різних джерел у всьому ланцюгу постачання. Побудова системи прозорого відстеження руху продукції по ланцюгу від первинного виробництва і до кінцевого споживача, за принципом «від поля до столу», є дуже важливою з кількох причин.

По-перше, потреба відстеження аграрної продукції у ланцюгу постачання зростає через підвищення вимог до безпечності продуктів харчування, а також контролю ризиків їх забруднення [2]. У випадку виявлення неякісної/небезпечної продукції, дана технологія дозволяє швидко і точно визначити джерело її походження, а також виявити інші партії такої продукції.

Як зазначає Світова організація охорони здоров'я, захворювання внаслідок споживання їжі можуть виникнути через продукти, заражені патогенними мікроорганізмами, забруднені отрутохімікатами або радіоактивними матеріалами. Іншою зростаючою проблемою є харчова алергія, яка може мати серйозні наслідки для здоров'я і навіть призвести до смерті. Питання безпечності продуктів харчування стає все більш важливим у контексті зміни харчових звичок населення планети, популярності закладів громадського харчування та глобалізації продовольчого постачання. У міру того як постачання продовольства стає все більш глобалізованим, потреба у зміцненні систем безпеки продуктів харчування у окремих країнах та між ними стає все більш очевидною. [3, ст. 5]

По-друге, сучасні покупці бажають знати де вироблено, перероблено та який шлях пройшов продукт перш, ніж потрапив до кошика у магазині. Особливо це стосується споживачів, які споживають органічну продукцію, дотримуються вегетаріанської дієти, релігійних обмежень у харчуванні, відслідковують

відповідність виробництва соціальним чи екологічним нормам тощо. Як показує досвід окремих країн, сьогодні наявність якісних і прозорих даних про походження продукту є частиною маркетингової комунікаційної стратегії, за що споживачі готові оплачувати вищу ціну товару. [4]

По-третє, моніторинг походження і руху продуктів харчування є одним із найважливіших аспектів сільськогосподарської політики країни, який надає необхідні дані для аналізу заходів регулювання аграрного ринку та галузі.

Інвестори, споживачі та уряди шукають продукти та процеси, які є більш безпечними для навколишнього середовища, і все більш поширеними стають сертифікати, які це підтверджують. Компанії зазнають тиску з боку урядів, споживачів, неурядових організацій та інших зацікавлених сторін щодо розкриття інформації про походження їхньої продукції, про її склад та умови виробництва. Репутаційні втрати компаній або навіть країн-експортерів певної продукції від нездатності задовольнити такі вимоги суспільства можуть бути доволі значними. Надійна і прозора система відстеження дозволяє заявляти про відповідність продукції соціальним і екологічним нормам (органічна сертифікація, вуглецевий нейтралітет, відсутність дитячої праці тощо), а головне – перевіряти і підтверджувати такі заяви, що зменшує репутаційні ризики. Однак слід відмітити, що це не може бути забезпечене лише відстеженням, потрібні відповідні методи збору даних, їх перевірки та визначення вірної технології обробки даних. [5]

Сьогодні активне застосування смарт-технологій у ланцюгах постачання відбувається шляхом оцифрування логістичних процесів, що створює гарну основу для нових способів формування надійних систем відстеження руху аграрної продукції. Так, у сфері логістики все більш поширеними є технології Інтернету речей (IoT), які забезпечують автоматичне відстеження за майже нульових операційних витрат. Такі системи можуть зчитувати дані з різних пристроїв, у тому числі через смарт-мітки (RFID, NFC, штрих-коди, Bluetooth, лазерні сканери та інші пристрої), а також використовувати дані датчиків (температура та вологість середовища, швидкість транспортного засобу і його геолокація. [6]

На сьогодні такі окремі локальні системи управління інформацією в ланцюзі постачання, які використовуються логістичними компаніями, є ненадійними, неструктурованими та є складними для відстеження ланцюга руху продукту за межами окремої компанії. Також вони дуже чутливі до зміни формату даних. Більше того, сьогодні все більше харчових продуктів або ресурсів для їх виробництва перетинають кордони, тому потрібна доступна і загальновідома технологія відстеження сільськогосподарських продуктів для дотримання правил і норм усіма країнами [7]

Однією з таких смарт-технологій для сільського господарства є технологія блокчейн (blockchain), яка стала відомою завдяки використанню у сфері цифрових валют. Це децентралізована база даних, в структурі якої записи

операцій зберігаються в блоках, які пов'язані між собою. Унікальність даної технології полягає в тому, що послідовність ланцюгів блоків забезпечує безпеку операцій (транзакцій), оскільки неможливо замінити або видалити будь-який блок без зміни попереднього. Блок – це набір даних, що можуть містити будь-яку інформацію, а також інформацію про час його створення та цифровий підпис. Кожен новий блок кріпиться до попереднього визначеним алгоритмом та зберігає інформацію про попередній.

Загалом блокчейн можна розглядати як розподілену базу даних лише для додавання інформації, оскільки реєстрова книга містить записи про всі транзакції, які зберігаються у блоках в одноранговій мережі. [8]

Практичне впровадження даної технології в Україні можна здійснити в сфері відстеження дотримання стандартів сертифікації органічної продукції або продукції, що вироблена за стандартами «Халяль». Це обмежені за обсягами ринки, а ланцюги їх постачання відокремлені від інших.

Сертифікація «Халяль» здійснюється в рамках міжнародної системи добровільної сертифікації та підтверджує, що продукція не суперечить релігійним переконанням мусульман. Відповідний сертифікат надає можливість експортувати продукти харчування в країни мусульманського світу. Для споживачів його наявність означає, що продукція не містить інгредієнтів, заборонених для споживання в їжу мусульманам (алкоголь, свинину, кров і т.д.) та є якісною і екологічно чистою, не містить шкідливих консервантів і добавок, а також виготовлена за технологією, що контролюється працівниками сертифікаційної організації, із дотриманням ісламських норм і дозволена до споживання мусульманами. [9, с. 65-66]

Дослідження показують, що з 2024 по 2030 рік найбільший приріст споживання аграрної продукції буде спостерігатися в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні [1], який є одним із пріоритетних напрямків українського експорту аграрної продукції. У даному регіоні є багато країн мусульманського світу, які в значних обсягах імпортують сільськогосподарську продукцію і продукти харчування. Наприклад у такій країні, як Сінгапур, 90% від загального споживання продуктів харчування становить імпорт, з відповідними вимогами до їх виробництва і зберігання [1].

Оскільки блокчейн передбачає, що інформація вводиться один раз і внесені дані не можуть бути змінені, а система є прозорою, тому дана технологія дозволяє перевірити походження інформації та її достовірність по всьому ланцюгу виробництва і постачання халяльної продукції. І це також можливо в рамках міжнародної торгівлі.

Технологія блокчейн чудово підходить для відслідковування руху продукції. Адже для досягнення згоди щодо того, які операції є законними і повинні бути додані до блокчейну, вузли мережі використовують відмовостійкі механізми, також відомі як механізми консенсусу. Ці механізми забезпечують неупереджені засоби забезпечення підтримки стану мережі, а також вони додатково захищають

дійсність транзакцій. Існують різні механізми консенсусу, з яких Proof of Work і Proof of Stake є найпоширенішими та широко використовуваними механізмами консенсусу в роботі реальних алгоритмів блокчейну. [10]

У мережі блокчейн користувачі можуть також використовувати програмне забезпечення, відоме як «смарт-контракти». Це комп'ютерний код, що працює поверх мережі блокчейн. Смарт-контракт можна розглядати як оцифровану версію (алгоритм) традиційних контрактів. Код смарт-контракт автоматично виконується, коли виконуються заздалегідь визначені і прописані у ньому умови. [11]

Смарт-контракти пропонують додаткові функціональні можливості в мережі блокчейн, оскільки вони сприяють надійності транзакцій, автоматизації та ефективності роботи з укладання, виконання і відстеження угод. [8]

За таких умов споживачі халяльної продукції можуть відслідкувати все, що відбулося з конкретним продуктом, використовуючи QR-код на товарі, наприклад: коли народилося теля, на якій фермі утримувалося і чи в належних умовах, які хвороби були зафіксовані, коли і де здійснено забій, на якому заводі тушу переробили на м'ясні продукти, як продукти доставляли та зберігали. За допомогою технології блокчейн вся історія товару буде на дисплеї гаджета. Для державних установ ця технологія теж має перевагами. Контролюючі органи зможуть моніторити дотримання вимог до безпечності продукції і контролю поширення хвороб.

Отже, сучасні можливості технології блокчейн є практичним інструментом для вирішення проблеми відстеження аграрної продукції і продуктів харчування по всьому ланцюгу від первинного виробника до кінцевого споживача. Розпочати впровадження такої технології доцільно з відстеження руху продукції, що сертифікована за стандартами «Халяль», адже ринок даної продукції має обмежені обсяги і сформовані відокремлені ланцюги постачання.

Література:

1. Smart Agriculture Market Size, Share, & Trends Analysis. Report GVR-2-68038-009-5. Grand View Research, Inc. URL: https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/smart-agriculture-farming-market?utm_source=prnewswire&utm_medium=referral&utm_campaign=ict_21-april-22&utm_term=smart-agriculture-farming-market&utm_content=rd1 (дата звернення 15.04.2024)
2. Salah, K.; Nizamuddin, N.; Jayaraman, R.; Omar, M. Blockchain-based soybean traceability in agricultural supply chain. IEEE Access 2019, 7, 73295–73305. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8718621>
3. World Health Organization. *Food Safety: What You Should Know*; No. SEA-NUT-196; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2015. 30 p. URL: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/160165/SEA-NUT-196.pdf>

4. Farooq, M.S.; Riaz, S.; Rehman, I.U.; Khan, M.A.; Hassan, B. A Blockchain-Based Framework to Make the Rice Crop Supply Chain Transparent and Reliable in Agriculture. *Systems* 2023, 11, 476. URL: <https://doi.org/10.3390/systems11090476>
5. Dasaklis, T.K.; Voutsinas, T.G.; Tsoufas, G.T.; Casino, F. A systematic literature review of blockchain-enabled supply chain traceability implementations. *Sustainability* 2022, 14, 2439. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/4/2439>
6. Feng, H.; Wang, X.; Duan, Y.; Zhang, J.; Zhang, X. Applying blockchain technology to improve agri-food traceability: A review of development methods, benefits and challenges. *J. Clean. Prod.* 2020, 260, 121031. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121031>
7. Mirabelli, G.; Solina, V. Blockchain and agricultural supply chains traceability: Research trends and future challenges. *Procedia Manuf.* 2020, 42, 414–421. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978920306181>
8. Casino, F.; Dasaklis, T.K.; Patsakis, C. A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. *Telemat. Inform.* 2019, 36, 55–81. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0736585318306324>
9. Козюпа Б. К., Старіков О.Ю. Порядок і проблеми сертифікації м'ясної продукції за стандартами Халяль в Україні. *Агробізнес 2023: рік в умовах воєнного стану [Електронний ресурс] : Всеукр. наук. конф., м. Київ, 17 квіт. 2023 р. : зб. матеріалів / М-во освіти і науки України, Київ. нац. екон. ун-т ім. Вадима Гетьмана; [оргком.: І. Рєпіна, О. Садовник, Ф. Іваненко та ін.]. – Київ: КНЕУ, 2023. – 126 с.*
10. Lashkari, B.; Musilek, P. A Comprehensive Review of Blockchain Consensus Mechanisms. *IEEE Access* 2021, 9, 43620–43652. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9376868>
11. Hewa, T.M.; Hu, Y.; Liyanage, M.; Kanhare, S.S.; Ylianttila, M. Survey on Blockchain-Based Smart Contracts: Technical Aspects and Future Research. *IEEE Access* 2021, 9, 87643–87662. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9383221>