

**Сеник Юрій Ігорович**, кандидат біологічних наук, докторант кафедри підприємництва та торгівлі, старший викладач кафедри екології та охорони здоров'я Західноукраїнського національного університету. Начальник фізико-хімічної лабораторії ПрАТ "Тернопільський молокозавод"

**Senyk Yurii**, PhD in Biological, Doctoral Student, Senior Lecturer of the Department of Ecology and Health Care, West Ukrainian National University. Head of the Physical and Chemical Laboratory PJSC "Ternopil Milk Factory",  
<https://orcid.org/0000-0002-8164-7783>

## ВИКОРИСТАННЯ ІНДИКАТОРІВ СТІЙКОСТІ ДЛЯ АНАЛІЗУ СТАЛОГО СПОЖИВАННЯ ТА ВИРОБНИЦТВА В ЛАНЦЮЗІ ПОСТАЧАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ USING SUSTAINABILITY INDICATORS FOR ANALYSIS OF SUSTAINABLE CONSUMPTION AND PRODUCTION IN THE FOOD SUPPLY CHAIN

Сеник Ю. І. Використання індикаторів стійкості для аналізу сталого споживання та виробництва в ланцюзі постачання харчових продуктів. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2022. Том 8. № 4. С. 309 – 315.

Senyk Y. Using sustainability indicators for analysis of sustainable consumption and production in the food supply chain. *Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology*. 2022. Volume 8. № 4, pp. 309 – 315.

*Доставка продуктів харчування є однією з критичних точок у виробництві продукції, особливо для продукції, яка швидко псується, окрім цього, необхідно врахувати графік доставок та додаткове екологічне навантаження через необхідність підтримання температурних режимів зберігання. Доведено, що основні фактори стійкості, пов'язані з місцевими продуктами, обумовлені бажанням споживачів підтримати місцевого виробника, реалізацією якіснішої продукції місцевого виробництва, а також ефективністю управління логістикою та реалізацією товару. Розглянуто методи, які спрямовані на аналіз стійкості транспортування харчових продуктів. Наголошено, що проведено вкрай мало досліджень, пов'язаних з аналізом логістики доставки молочної сировини та продуктів у країнах зі слабкою економікою, особливо для підприємств місцевого значення, автопарк яких представлений застарілою технікою. Саме тому проведено дослідження стійкості логістичних ланцюжків доставки, ґрунтуючись на даних двох молочних підприємств. В роботі представлено в математичному вираженні інтегровану модель для розрахунку стійкості логістичних ланцюжків, яка складається з чотирьох груп критеріїв: ресурси, клімат, економічна ефективність та вплив на суспільство. Для забезпечення об'єктивності отриманих даних проведено оцінку компанії за вказаними критеріями групою незалежних експертів в галузі молочної технології за методом «Делфі». Проведено розрахунок затрат пального і, відповідно, викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу, на один кілограм харчової продукції у логістичному ланцюзі перевезень. Такий підхід забезпечить об'єктивність оцінки негативного впливу на навколишнє середовище з огляду на використання нафтопродуктів, збільшення парникових газів і забруднення повітря загалом. Поняття «місцева їжа» та «продовольчі милі» є одним з інструментів політики протекціонізму відновлення місцевого сільського господарства та альтернативних джерел виробництва харчових продуктів. Отримані в роботі результати підтверджують ідею про необхідність використання індивідуальних критеріїв в LCA для об'єктивної оцінки сталості логістичного транспортування та його впливу на навколишнє середовище.*

**Ключові слова:** «продовольча миля», харчові продукти, навколишнє середовище, індикатори стійкості, температурні режими.

*Delivery of food products is one of the critical points in the manufacturing of products, especially for perishable products. In addition, it is necessary to consider the delivery schedule and additional environmental load due to the need to maintain the storage temperature conditions. It has been proven that the main factors of sustainability related to local products are determined by the desire of consumers to support the local producer, the sale of higher-quality products of local production, and the efficiency of logistics management and sale of goods. Methods to analyze the sustainability of food product transportation are considered. It is emphasized that very few studies have been conducted on analyzing the logistics of the delivery of dairy raw materials and products in countries with a weak economy, especially for enterprises of local importance whose vehicle fleet is represented by outdated equipment. That is why the study of the sustainability of logistics delivery chains was conducted based on the data of two dairy enterprises. The work presents in mathematical terms an integrated model for calculating the sustainability of logistics chains, which consists of four groups of criteria: resources, climate, economic efficiency, and impact on society. The company was evaluated according to the specified criteria by a group of independent experts in dairy technology using the Delphi method to ensure the objectivity of the obtained data. The calculation of fuel costs and CO<sub>2</sub> emissions into the atmosphere per kilogram of food products in the transportation logistics chain was carried out. This approach will ensure the objectivity of assessing the negative impact on the environment because of the use of petroleum products, the increase of greenhouse gases, and air pollution in general. The concepts of "local food" and "food miles" are tools of the protectionist policy of restoring local agriculture and alternative sources of food production. The results obtained in the work confirm the need to use individual criteria in LCA for an objective assessment of the sustainability of logistics transportation and its impact on the environment.*

**Keywords:** "food mile", food products, environment, sustainability indicators, temperature regimes.

---

## Вступ

У зв'язку зі збільшенням глобальної уваги до впливу процесу транспортування на навколишнє середовище це питання не оминуло і харчову промисловість. Доставка продуктів харчування є однією з критичних точок у виробництві продукції, особливо для продукції, яка швидко псується, окрім цього, необхідно врахувати графік доставок та додаткове екологічне навантаження через необхідність підтримання температурних режимів зберігання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій з екологічної точки зору деякі автори припускають, що транспортування харчових продуктів з малим терміном придатності збільшує загальні викиди CO<sub>2</sub> більше ніж на 20% [1,2]. Для аналізу цього процесу впроваджено поняття «продовольча миля» («food mile» або «Foodkm»), яку можна розглядати як індикатор стійкості (з впливом на навколишнє середовище та економіку) під час аналізу сталого споживання та виробництва в ланцюзі постачання харчових продуктів [3].

Застосування цього підходу до окремо взятої продукції надає різні за значеннями оцінки, однією з найбільш популярних є усереднений показник, який можна виразити [4]: «середня порція страви на вашій тарілці подолала 1500 миль». У зв'язку з такими даними зростають заклики до споживання «місцевих» харчових продуктів від місцевих виробників. Підтвердженням масовості вказаної суспільної ініціативи є той факт, неологізм «locavore» ще в 2007 році було визнано Оксфордським американським словником «словом року» [5]. Це слово було придумано, щоб заохотити місцевих жителів купувати та споживати продукти харчування, вирощені/вироблені в радіусі 100 миль від їхнього місця проживання.

Вчені з різних країн проводили розрахунок «продовольчої милі», головним чином на макrorівні, аналізуючи конкретний продукт з точки зору місцевої економіки, наприклад, Lopez L.-A. з іншими науковцями [2] оцінив викиди вуглекислого газу на одну «продовольчу милю» в Іспанії, а також Kissinger M. [6]. У обох цих публікаціях автори доходять висновку, що транспортування продуктів харчування стає проблемою для навколишнього середовища, особливо при постійному зростанні частки імпорту продовольчих товарів. У різних дослідженнях автори проводять розрахунок викидів парникових газів по-різному, враховуючи модель транспортних засобів, якість палива, тощо. Яскравими прикладами цього є дані, опубліковані С.L. Weber і Н.S. Matthews [7], згідно з якими транспорт є причиною до 11% загальних викидів парникових газів впродовж життєвого циклу харчових продуктів, тоді як згідно з розрахунками S. Sim та його колег [8] цей показник становить лише, приблизно, 3,5%.

## Мета статті

Дослідити застосування індикаторів стійкості для аналізу сталого споживання та виробництва в ланцюзі постачання харчових продуктів.

## Виклад основного матеріалу дослідження

На сьогоднішній день підвищений інтерес до «місцевих» продуктів харчування серед споживачів базується на переконанні, що така їжа є більш екологічною. В дану концепцію «екологічності» продукції входить і зниження негативного впливу автомобільних викидів при транспортуванні продовольчих товарів, тим не менш, E. Schmitt зі співавторами [9] показали, що основні фактори стійкості, пов'язані з місцевими продуктами, обумовлені бажанням споживачів підтримати місцевого виробника, реалізацією якіснішої продукції місцевого виробництва, а також ефективністю управління логістикою та реалізацією товару, а не відстанню та викидами вуглекислого газу в атмосферу.

Є кілька методів, які спрямовані на аналіз стійкості транспортування харчових продуктів:

- оцінка життєвого циклу («Life cycle assessment» LCA) - цей метод ґрунтується на розрахунку затрачених ресурсів компанією впродовж всього життєвого циклу продукту, а також негативний вплив виробництва і транспортування на навколишнє середовище;

- модель індикаторів застосовує ряд обраних показників для оцінки стійкості транспортної системи компанії, а також може служити для перевірки ефективності впроваджених змін;

- аналіз витрат і отриманого прибутку розраховує економічну сторону стійкості транспортних перевезень, але показує труднощі в оцінці зовнішніх і соціальних витрат, таких як забруднення повітря, шумове забруднення та можливі аварійні ситуації;

- зведений індекс оцінки стійкості транспорту дозволяє проаналізувати процес транспортування харчових продуктів в трьох основних площинах стійкості: економічній, соціальній та екологічній.

Підхід нечіткої логіки («Fuzzy logic») як інструмент для розрахунку та інтерпретації стійкості транспортної доставки почав використовуватися не так давно: А. Awasthi та колеги [10] використовували цей підхід для оцінки стійких транспортних систем за допомогою

24 показників стійкості; у свою чергу K. Govindan [11] та співавтори зосередилися на стратегічній інтеграції прямого та зворотного потоків під час проектування моделі мережі поставок із замкнутим циклом у нечіткому середовищі.

На сьогоднішній день вкрай мало досліджень, пов'язаних з аналізом логістики доставки молочної сировини та продуктів у країнах зі слабкою економікою, особливо для підприємств місцевого значення, автопарк яких представлений застарілою технікою. Саме тому проведено дослідження стійкості логістичних ланцюжків доставки, ґрунтуючись на даних двох молочних підприємств, розташованих на заході України.

1. Проведено розрахунок LCA для оцінки транспортування впродовж всього ланцюжка: молочна ферма – молокопереробне підприємство – роздрібна торгівля, як функціональною одиницею було обрано кг кінцевого молочного продукту.

2. Розрахунок транспортної «продовольчої милі» ґрунтувався на методології, представленій у Рекомендаціях Університету Айови [12]:

$$AD = \frac{\sum(m(k) \cdot d(k))}{\sum m(k)} \quad (1)$$

де, AD – середня відстань між постачальником та виробником кінцевої харчової продукції, наприклад, між молочним господарством та молокопереробним заводом;

m(k) – кількість сировини або пакувального матеріалу, виготовленого у постачальника (k);

d(k) – відстань між постачальником та виробником кінцевої харчової продукції.

Загальна відстань («Total Distance» (TD)) – це параметр, який розраховується для кінцевих продуктів виробництва таким чином:

$$TD = \sum(W \cdot T \cdot D \cdot R) \quad (2)$$

де, W – маса кожного інгредієнта (на 1 т продукції);

D – відстань транспортування між виробником та виробником кінцевої харчової продукції, розрахована як AD;

T – відсоток від загальної кількості, використаної із загальної кількості для кожного інгредієнта;

R – співвідношення маси транспортування до маси переробленої продукції (для молока 100%).

Відстань для кінцевого продукту («Final product distance» (FD)) — це параметр, який розраховується для кінцевих продуктів, що поставляються в роздрібну торгівлю. Для розрахунку цього показника використовується рівняння (1), де m(k) – кількість готової продукції, а d(k) – відстань між виробником кінцевої харчової продукції та ритейлом.

Таким чином, продовольча миля («FM») – це відстань, яку харчовий продукт проходить по всьому ланцюжку «інгредієнт-завод-ритейл» [12]. У математичному вираженні цей показник можна розрахувати за допомогою рівняння:

$$FM_{\text{молоко}} = TD_{\text{молоко}} + TD_{\text{пакування}} + FD \quad (3)$$

Інтегрована модель для розрахунку стійкості логістичних ланцюжків складається з чотирьох груп критеріїв: ресурси, клімат, економічна ефективність та вплив на суспільство [13]. Поняття «Ресурс» включає в себе три критерії: - значення «продовольчої милі» для цього продукту (P1); - використання відновних та невідновних ресурсів для виробництва продукції (P2); - використання енергії для виробництва відповідної кількості продукції (P3).

Щодо критерію «клімат», то обрані показники взяті з праці A. Awasthi та співавторів [10], які показали їх зміни при транспортуванні продукції, а саме: - вплив на можливість глобального потепління (K1); - забруднення повітря (K2).

Економічні критерії вибрані відповідно до даних про економічні аспекти впливу харчової промисловості і транспортування на навколишнє середовище: - середня кількість молока, переробленого за добу (E1); - вихід продукту (E2); - частка виробництва молока на підприємстві (E3).

Соціальні критерії модифіковано, виходячи з наукової роботи [14]: - кількість працівників, які працюють на підприємстві (C1); - доступність продукції для споживачів (C2); - безпечність готової продукції (C3) – відповідність вимогам державним стандартам.

Для інтегрування цих індикаторів використано принципи нечіткої логіки – це інструмент, який дозволяє провести математичні обрахунки із застосуванням лінгвістичної змінної. Таким чином, усі представлені вище показники мають три лінгвістичні значення P1 - P3, K1 - K3 і E1 - E3 «високий», «середній» і «низький», а C1 - «мала», «середня» та «велика»; C2 - «локальна», «регіональна», «державна»; C3 «юридична», «системна» і «сертифікована». Представлені триангулярні нечіткі числа використовувалися для апроксимації лінгвістичних змінних (табл. 1).

Для забезпечення об'єктивності отриманих даних проведено аналіз не лише наявних теоретичних даних – розроблених документів НАССР та статистичних показників з відкритих

джерел, а й проведено оцінку компанії за вказаними критеріями групою незалежних експертів в галузі молочної технології за методом «Делфі», аналогічно до роботи [15]. Цей метод є ітераційним підходом, який застосовують для максимально незалежної оцінки системи та отримання середнього значення оцінки усіх експертів на основі досягнення між ними консенсусу.

Для розрахунку індексу транспортної стійкості використано композитний індекс – підхід для аналізу системи, яка характеризується рядом факторів, що дозволяє поєднати їх в одне значення. Такий підхід є популярний для дослідження стійкості транспортних перевезень, при цьому необхідно розробити власний принцип вкладу кожного з критеріїв в загальну оцінку системи. Виходячи з аналогічних досліджень [17] прийнято рішення, що всі чотири критерії мають однаковий вклад в загальну оцінку стійкості логістичних ланцюжків підприємства.

Всі критерії було розділено на два типи:

- інтерпретація результатів аналізу критеріїв першого типу («ресурси» та «клімат») підлягала логіці: чим менше значення показника, тим краще реалізований критерій. Для цього типу параметрів  $CI$  (індекс критерію) розраховували за рівнянням:

$$CI = \frac{x_i}{x_{max}} \quad (4)$$

$x_i$  – вимірне значення під час дослідження;

$x_{max}$  і  $x_{min}$  – максимальне і мінімальне значення критерію.

- інтерпретація результатів аналізу критеріїв другого типу («економіка» та «вплив на суспільство») підлягала логіці: чим вище значення показника, тим краще реалізований критерій. Для цього типу параметрів  $CI$  (індекс критерію) розраховували за рівнянням:

$$CI = \frac{x_{max} - x_i}{x_{max} - x_{min}}; x_i \leq x_{max} \quad (5)$$

Для розрахунку індексу транспортної стійкості (transportation sustainability index «TSI») використано підхід S. Rajak та співавторів [18] згідно з яким необхідно припустити, що всі отримані значення представляють евклідовий простір  $R^N$  ( $N$  - кількість критеріїв), відповідно, індекси критеріїв є векторами  $CI = (CI_1, CI_2, \dots, CI_N) \in R^N$ . Після розрахунку всіх  $CI$  евклідова норма вектора, компонентами якого є індекси  $CI_N$ , представлятиме рівняння індексу транспортної стійкості [62]:

$$TSI = \sqrt{\sum_{j=1}^N (CI_j)^2} \quad (6)$$

У своїй статті Finotti E. та співавтори [19] інтерпретують отримане значення індексу за такою логікою: «чим далі від початкової точки знаходиться вектор, тим гірше значення «TSI», і навпаки, чим ближче вектор до початкової точки, тим краще значення «TSI».

Отримані дані розрахунків (табл. 2) підтверджують той факт, що виробництва, які реалізують свою продукцію на місцевому та районному рівні, мають меншу продовольчу мілью порівняно з розподілом на регіональному рівні

З огляду на результати розрахунку «продовольчої мільї» можна побачити, що вона у 1,85 рази коротша для підприємства, яке займається реалізацією своєї продукції на місцевому і районному рівні. Підтвердженням цього, також слугує значно вищі затрати пального і, відповідно, викиди парникових газів при перевезенні продукції. Тим не менш, у своїй праці E Schmitt з колегами [9] продемонстрував, що транспортний шлях не є першочерговим фактором викиду діоксиду вуглецю, оскільки вид транспорту, ефективність системи розподілу та вантажопідйомність автомобілів мають більший вплив. Тому, дотримуючись рекомендацій D. Coley та співавторів [20] проведено розрахунок затрат пального і, відповідно, викидів CO2 в атмосферу, на один кілограм харчової продукції у логістичному ланцюзі перевезень. Такий підхід забезпечить об'єктивність оцінки негативного впливу на навколишнє середовище з огляду на використання нафтопродуктів, збільшення парникових газів і забруднення повітря загалом.

**Таблиця 1. Лінгвістичні значення і триангулярні нечіткі числа критеріїв аналізу стійкості транспортних ланцюгів**

Критерії	Лінгвістичні значення	Числове вираження
P <sub>1</sub>	«високий», «середній» і «низький»	0-1000км
P <sub>2</sub>		0-200л
P <sub>3</sub>		0-4 Мдж
K <sub>1</sub>		0-1,5кг CO <sub>2</sub>
K <sub>2</sub>		0-2г NO <sub>x</sub> в еквіваленті
E <sub>1</sub>		50-1000г
E <sub>2</sub>		0-100%
E <sub>3</sub>		0-100%
C <sub>1</sub>		«малий», «середній» і «великий»
C <sub>2</sub>	«локальна», «регіональна», «державна»	0-100%
C <sub>3</sub>	«юридичний», «системний» і «сертифікований»	0-100%

Джерело: [16]

Автопарк молокопереробного підприємства № 1 складається з тягачів марки «DAF» і «MAN» різних екологічних стандартів двигуна від «Євро-3» до «Євро-5»; загалом, автомобілі не є новими, але відповідають екологічним стандартам Європи і здатні перевозити до 20 тон готової продукції. У той же час на молокопереробному підприємстві № 2 автопарк представлений моделлю «Газель» з аналогічними значеннями екологічного стандарту двигуна, тим не менш, загальна тоннажність такого транспортного засобу не перевищує 3,5 тон. Якщо врахувати ці дані та

**Таблиця 2. Результати розрахунку критеріїв аналізу стійкості транспортних ланцюгів молочних підприємств на основі перевезення молока питного**

Критерій	Лінгвістичні значення	Молокопереробний завод №1	Молокопереробний завод №2
P <sub>1</sub>	«продовольча миля»	596,03	321,45
P <sub>2</sub>	ресурси для виробництва продукції	119,2	35,36
P <sub>3</sub>	використання енергії для виробництва	1,630	0,632
K <sub>1</sub>	вплив на можливість глобального потепління	1,132	0,924
K <sub>2</sub>	забруднення повітря	2,09	1,42
E <sub>1</sub>	середня кількість молока переробленого за добу	486	132
E <sub>2</sub>	вихід продукту	100	100
E <sub>3</sub>	частка виробництва молока на підприємстві	17,03	40,52
C <sub>1</sub>	кількість працівників, які працюють на підприємстві	254	92
C <sub>2</sub>	доступність продукції для споживачів	100	50
C <sub>3</sub>	безпеку готової продукції	Сертифікована	Системна

*Джерело: розроблено автором*

провести розрахунок теоретичної витрати палива на 1 кг продукції, то можна отримати такі показники:

$$MЗ \text{ №1} = \frac{596,03 \text{ км} \cdot 119,2 \text{ л}}{20000 \text{ кг}} = 3,55 \frac{\text{км} \cdot \text{л}}{\text{кг}}$$

$$MЗ \text{ №2} = \frac{321,45 \text{ км} \cdot 35,36 \text{ л}}{3500 \text{ кг}} = 3,24 \frac{\text{км} \cdot \text{л}}{\text{кг}}$$

Отримані показники практично однакові, що не дозволяє підтвердити факт «екологічності» на пряму реалізації своєї продукції на місцевому рівні. Окрім цього, необхідно зауважити, що ці розрахунки враховують лише тоннажність автомобілів, а загальна кількість виготовленої продукції залишається поза увагою. Тому, якщо припустити, що обоє підприємств випускають однакову кількість молока питного, наприклад, 60 т/день, то встановлене нами значення «екологічного впливу» зміниться:

$$MЗ \text{ №1} = \frac{596,03 \text{ км} \cdot 119,2 \text{ л} \cdot 60000 \text{ кг}}{20000 \text{ кг}} = 10,65 \text{ км} \cdot \text{л}$$

$$MЗ \text{ №2} = \frac{321,45 \text{ км} \cdot 35,36 \text{ л} \cdot 60000 \text{ кг}}{3500 \text{ кг}} = 55,54 \text{ км} \cdot \text{л}$$

Отримані результати показують, що невеликі місцеві молокозаводи мають більший вплив на навколишнє середовище, що суперечить ідеям, пов'язаним із місцевими виробниками продуктів харчування, як способу збереження екології і низьким викидам вуглецю. Таким чином, можна виділити ряд факторів, які визначають ефективність «продуктової милі» в розрізі показників «Клімат» та «Ресурси»: - тоннажність автомобілів для реалізації перевезень продукції; - тип двигуна та значення його екологічного стандарту; - тип палива та його хімічний склад; - застосування фільтрів для очистки вихлопних газів.

Подібні результати аналізу роботи молокопереробних підприємств і схожі висновки можна знайти в роботах інших авторів, наприклад, J.S. Соорер зі співавторами [21] також дійшли висновку про необхідність враховувати стан автопарку підприємства при аналізі його впливу на екологію; S. Tassou з колегами [22] також вивчали додатковий вплив роботи охолодження автомобілів при транспортуванні молочної сировини та готової продукції на екологічні показники логістики, що, безсумнівно, виступає ще одним об'єктивним фактором при аналізі «продуктової милі»; у своїй роботі I. Djekic з рядом інших науковців [23] дійшли висновку, що навколишнє середовище в молочній промисловості можна покращити шляхом використання нових екологічно чистих транспортних засобів та оптимізації транспортних маршрутів.

При аналізі економічних показників, а також враховуючи значення середньої переробки молочної сировини на добу, можна стверджувати про порівняння великого заводу (MЗ №1) та малого (MЗ №2). Особливо це помітно при порівнянні частки виготовленої продукції, яка припадає на молоко питне, а також його вираження у кілограмах. Додатковою причиною вибору цього продукту як еталону для порівняння значень «продуктової милі» є той факт, що технологія його виробництва є простою і не передбачає додаткових процесів, наприклад, як при виробництві йогурту, окрім цього, як відомо, тип харчового продукту, його склад і консистенція мають безпосередній вплив на спосіб, загальний об'єм палетування і транспортування, що визначає вплив на навколишнє середовище.

«Соціальні критерії» важко кількісно оцінити, особливо в питанні доступності для споживачів, адже це поняття пов'язане з фінансовою стороною стану суспільства, що швидко змінюється під час державної кризи, обумовленої пандемією та війною. З іншого боку, ще у 2008 році французькими вченими [24] проведено опитування серед споживачів щодо розуміння

проблеми «продовольчих» миль, при цьому встановлено обізнаність споживачів щодо логістичних шляхів харчового продукту, однак вони не враховують ці дані при купівлі продукції.

Одним з важливих показників цього критерію є «безпечність готової продукції», так, молокопереробний завод №1 сертифікований FSMSs, тоді як на молокопереробному заводі №2 впроваджено лише юридично необхідні вимоги безпеки харчових продуктів, які включають в себе

**Таблиця 3. Лінгвістичні значення критеріїв аналізу стійкості транспортних ланцюгів молокопереробних підприємств**

Критерії	Лінгвістичні значення	Числове вираження	МЗ №1	МЗ №2
P <sub>1</sub>	«високий», «середній» і «низький»	0-1000км	середній	низький
P <sub>2</sub>		0-200л	середній	низький
P <sub>3</sub>		0-4 Мдж	середній	низький
K <sub>1</sub>		0-1,5кг CO <sub>2</sub>	високий	високий
K <sub>2</sub>		0-2г NOx в еквіваленті	високий	середній
E <sub>1</sub>		50-1000т	середній	низький
E <sub>2</sub>		0-100%	високий	високий
E <sub>3</sub>		0-100%	низький	середній
S <sub>1</sub>		«малий», «середній» і «великий»	0-1000 працівників	високий
S <sub>2</sub>	«локальна», «регіональна», «державна»	0-100%	державна	регіональна
S <sub>3</sub>	«юридичний», «системний» і «сертифікований»	0-100%	системний	юридичний

Джерело: розроблено автором

перевірку продукції компетентними контрольними органами, та впроваджено принципи HACCP.

Щодо лінгвістичного вираження критеріїв аналізу, то вони представлені в табл. 3.

Щодо розрахунку індексу транспортної стабільності, то цей показник для молокопереробного заводу №1 становить 1,954, тоді як для молокопереробного заводу №2 1,933. Отримані дані, практично, не відрізняються між собою, хоча їхні загальні вхідні дані є протилежними: державний і регіональний виробник продукції; мала компанія проти середньої; різні підходи до системи якості харчових продуктів; різні об'єми переробки молочної сировини та частки молока питного в загальному пулі кінцевої продукції виробництва. Таким чином, можна стверджувати, що поняття «місцева їжа» та «продовольчі миль» є одним з інструментів політики протекціонізму відновлення місцевого сільського

господарства та альтернативних джерел виробництва харчових продуктів.

### Висновки та перспективи подальших розвідок

Оцінка коефективності транспорту підприємства є кроком до сталого розвитку, адже використання великогабаритних і сучасних автомобілів мають економічні та екологічні переваги у порівнянні з малотоннажним транспортом. Незважаючи на те, що багато зацікавлених сторін відіграють важливу роль у забезпеченні сталості транспортування, включаючи фермерів, виробників продуктів харчування та роздрібних торговців, вони не об'єднані єдиною візією щодо ролі «продовольчих» миль і транспортування продуктів харчування в цілому, що підтверджується в інших дослідженнях. Окрім цього, отримані результати підтверджують ідею про необхідність використання індивідуальних критеріїв в LCA для об'єктивної оцінки сталості логістичного транспортування та його впливу на навколишнє середовище.

### Список літератури

- Davis S.J., Caldeira K. Consumption-based accounting of CO<sub>2</sub> emissions. *Proc. National Acad. Sci.* 2010. Vol. 107. P. 5687-5692.
- Lopez L.-A., Cadarso M.-A., Gomez N., Tobarra M.-A. Food miles, carbon footprint and global value chains for Spanish agriculture: assessing the impact of a carbon border tax. *J. Clean. Prod.* 2015. Vol. 103. P. 423-436.
- Govindan K. Sustainable consumption and production in the food supply chain: a conceptual framework. *Int. J. Prod. Econ.* 2018. Vol. 195. P. 419-431.
- Schnell S.M. Food miles, local eating, and community supported agriculture: putting local food in its place. *Agric. Hum. Val.* 2013. Vol. 30. P. 615-628.
- Oxford Word of the Year 2007: Locavore, OUP Blog-Oxford University Press's Academic Insights for the Thinking World. URL: <https://languages.oup.com/word-of-the-year/>.
- Kissinger M. International trade related food miles e the case of Canada. *Food Pol.* 2012. Vol. 37. P. 171-178.
- Weber C.L., Matthews H.S. Food-miles and the relative climate impacts of food choices in the United States. *Environ. Sci. Technol.* 2008. Vol. 42. P. 3508-3513.
- Sim S., Barry M., Clift R., Cowell S.J. The relative importance of transport in determining an appropriate sustainability strategy for food sourcing. *Int. J. Life Cycle Assess.* 2006. Vol. 12. P. 422.
- Schmitt E. Comparing the sustainability of local and global food product in Europe. *J. Clean. Prod.* 2017. Vol. 165. P. 346-359.
- Awasthi A., Chauhan S.S., Omrani H. Application of fuzzy TOPSIS in evaluating sustainable transportation systems. *Expert Syst. Appl.* 2011. Vol. 38. P. 12270-12280.
- Govindan K., Darbari J.D., Agarwal V., Jha P.C. Fuzzy multi-objective approach for optimal selection of suppliers and transportation decisions in an eco-efficient closed loop supply chain network. *J. Clean. Prod.* 2017. Vol. 165. P. 1598-1619.
- Calculating food miles for a multiple ingredient food product. In: Agriculture, L.C.f.S. Iowa State University, Ames, Iowa, USA. 2005. 14 p. URL: <https://www.leopold.iastate.edu/files/pubs-and-papers/2005-03-calculating-food-miles-multiple-ingredient-food-product.pdf>.
- Liu K.F.R., Lai J.-H. Decision-support for environmental impact assessment: a hybrid approach using fuzzy logic and fuzzy analytic network process. *Expert Syst. Appl.* 2009. Vol. 36. P. 5119-5136.

14. Rahdari A.H. Developing a fuzzy corporate performance rating system: a petrochemical industry case study. *J. Clean. Prod.* 2016. Vol. 131. P. 421-434.
15. Govindan K., Chaudhuri A. Interrelationships of risks faced by third party logistics service providers: a DEMATEL based approach. *Transport. Res. E Logist. Transport. Rev.* 2016. Vol. 90. P. 177-195.
16. Djekic I., Smigic N., Glavan R., Miocinovic J. Transportation sustainability index in dairy industry-Fuzzy logic approach. *Journal of Cleaner Production.* 2018. Vol. 180. P. 107-115.
17. Singh R.K., Murty H.R., Gupta S.K., Dikshit A.K. An overview of sustainability assessment methodologies. *Ecol. Indicat.* 2009. Vol. 9. P. 189-212.
18. Rajak S., Parthiban P., Dhanalakshmi R. Sustainable transportation systems performance evaluation using fuzzy logic. *Ecol. Indicat.* 2016. Vol. 71. P. 503-513.
19. Finotti E., Bersani A.M., Bersani E. Total quality indexes for extra-virgin olive oils. *J. Food Qual.* 2007. Vol. 30. P. 911-931.
20. Coley D., Howard M., Winter M. Local food, food miles and carbon emissions: a comparison of farm shop and mass distribution approaches. *Food Pol.* 2009. Vol. 34. P. 150-155.
21. Cooper J.S., Woods L., Lee S.J. Distance and backhaul in commodity transport modeling. *Int. J. Life Cycle Assess.* 2008. Vol. 13. P. 389-400.
22. Tassou S., De-Lille G., Ge Y. Food transport refrigeration Approaches to reduce energy consumption and environmental impacts of road transport. *Appl. Therm. Eng.* 2009. Vol. 29. P. 1467-1477.
23. Djekic I. Environmentallife-cycle assessment of various dairy products. *J. Clean. Prod.* 2014. Vol. 68. P. 64-72.
24. Sirieix L., Grolleau G., Schaer B. Do consumers care about food miles? An empirical analysis in France. *Int. J. Consum. Stud.* 2008. Vol. 32. P. 508-515.
25. de Almeida Guimaraes V., Leal Junior I.C. Performance assessment and evaluation method for passenger transportation: a step toward sustainability. *J. Clean. Prod.* 2017. Vol. 142 (Part 1). P. 297-307.

## References

1. Davis, S.J., Caldeira, K. (2010). Consumption-based accounting of CO2 emissions. *Proc. National Acad. Sci.* Vol. 107. pp. 5687-5692.
2. Lopez, L.-A., Cadarso, M.-A., Gomez, N., Tobarra, M.-A. (2015). «Food miles, carbon footprint and global value chains for Spanish agriculture: assessing the impact of a carbon border tax». *J. Clean. Prod.* Vol. 103. pp. 423-436.
3. Govindan, K. (2018). «Sustainable consumption and production in the food supply chain: a conceptual framework». *Int. J. Prod. Econ.* Vol. 195. pp. 419-431.
4. Schnell, S.M. (2013). «Food miles, local eating, and community supported agriculture: putting local food in its place». *Agric. Hum. Val.* Vol. 30. pp. 615-628.
5. Oxford Word of the Year 2007: Locavore, OUP Blog-Oxford University Press's Academic Insights for the Thinking World. Available at: <https://languages.oup.com/word-of-the-year/>.
6. Kissinger, M. (2012). «International trade related food miles e the case of Canada». *Food Pol.* Vol. 37. pp. 171-178.
7. Weber, C.L., Matthews, H.S. (2008). «Food-miles and the relative climate impacts of food choices in the United States». *Environ. Sci. Technol.* Vol. 42. pp. 3508-3513.
8. Sim, S., Barry, M., Clift, R., Cowell, S.J. (2006). «The relative importance of transport in determining an appropriate sustainability strategy for food sourcing». *Int. J. Life Cycle Assess.* Vol. 12. pp. 422.
9. Schmitt, E. (2017). «Comparing the sustainability of local and global food product in Europe». *J. Clean. Prod.* Vol. 165. pp. 346-359.
10. Awasthi, A., Chauhan, S.S., Omrani, H. (2011). «Application of fuzzy TOPSIS in evaluating sustainable transportation systems». *Expert Syst. Appl.* Vol. 38. pp. 12270-12280.
11. Govindan, K., Darbari, J.D., Agarwal, V., Jha, P.C. (2017). «Fuzzy multi-objective approach for optimal selection of suppliers and transportation decisions in an eco-efficient closed loop supply chain network». *J. Clean. Prod.* Vol. 165. pp. 1598-1619.
12. Calculating food miles for a multiple ingredient food product. In: Agriculture, L.C.f.S. Iowa State University, Ames, Iowa, USA. (2005). Available at: <https://www.leopold.iastate.edu/files/pubs-and-papers/2005-03-calculating-food-miles-multiple-ingredient-food-product.pdf>.
13. Liu, K.F.R., Lai, J.-H. (2009). «Decision-support for environmental impact assessment: a hybrid approach using fuzzy logic and fuzzy analytic network process». *Expert Syst. Appl.* Vol. 36. pp. 5119-5136.
14. Rahdari, A.H. (2016). «Developing a fuzzy corporate performance rating system: a petrochemical industry case study». *J. Clean. Prod.* Vol. 131. pp. 421-434.
15. Govindan, K., Chaudhuri, A. (2016). «Interrelationships of risks faced by third party logistics service providers: a DEMATEL based approach». *Transport. Res. E Logist. Transport. Rev.* Vol. 90. pp. 177-195.
16. Djekic, I., Smigic, N., Glavan, R., Miocinovic, J. (2018). «Transportation sustainability index in dairy industry-Fuzzy logic approach». *Journal of Cleaner Production.* Vol. 180. pp. 107-115.
17. Singh, R.K., Murty, H.R., Gupta, S.K., Dikshit, A.K. (2009). «An overview of sustainability assessment methodologies». *Ecol. Indicat.* Vol. 9. pp. 189-212.
18. Rajak, S., Parthiban, P., Dhanalakshmi, R. (2016). «Sustainable transportation systems performance evaluation using fuzzy logic». *Ecol. Indicat.* Vol. 71. pp. 503-513.
19. Finotti, E., Bersani, A.M., Bersani, E. (2007). «Total quality indexes for extra-virgin olive oils». *J. Food Qual.* Vol. 30. pp. 911-931.
20. Coley, D., Howard, M., Winter, M. (2009). «Local food, food miles and carbon emissions: a comparison of farm shop and mass distribution approaches». *Food Pol.* Vol. 34. pp. 150-155.
21. Cooper, J.S., Woods, L., Lee, S.J. (2008). «Distance and backhaul in commodity transport modeling». *Int. J. Life Cycle Assess.* Vol. 13. pp. 389-400.
22. Tassou, S., De-Lille, G., Ge, Y. (2009). «Food transport refrigeration Approaches to reduce energy consumption and environmental impacts of road transport». *Appl. Therm. Eng.* Vol. 29. pp. 1467-1477.
23. Djekic, I. (2014). «Environmentallife-cycle assessment of various dairy products». *J. Clean. Prod.* Vol. 68. pp. 64-72.
24. Sirieix, L., Grolleau, G., Schaer, B. (2008). «Do consumers care about food miles? An empirical analysis in France». *Int. J. Consum. Stud.* Vol. 32. pp. 508-515.
25. de Almeida Guimaraes, V., Leal Junior, I.C. (2017). «Performance assessment and evaluation method for passenger transportation: a step toward sustainability». *J. Clean. Prod.* Vol. 142 (Part 1). pp. 297-307.

**Стаття надійшла до редакції 12.12.2022 р.**