

**Мащенко Марина Анатоліївна**, доктор економічних наук, професор, завідувачка кафедри підприємництва, торгівлі і логістики, ORCID ID: 0000-0002-8863-6040

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»  
вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002*

**Шапран Євген Миколайович**, доктор технічних наук, професор кафедри підприємництва, торгівлі і логістики, ORCID ID: 0000-0002-9236-0905

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»  
вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002*

**Лісна Ірина Федорівна**, кандидат економічних наук, доцент кафедри підприємництва, торгівлі і логістики, ORCID ID: 0000-0002-4083-9412

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»  
вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002*

## **МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ УПАКОВКИ У ТОВАРОЗНАВЧІЙ ЕКСПЕРТИЗІ ЗГІДНО З ВИМОГАМИ ЄВРОПЕЙСЬКИХ СТАНДАРТІВ І РЕГЛАМЕНТІВ ЯК ЧИННИК ЕКСПОРТНОЇ ГОТОВНОСТІ УКРАЇНСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ**

**Анотація.** У статті обґрунтовано методичний підхід до оцінювання якості упаковки як складової товару в товарознавчій експертизі з урахуванням сучасних вимог Європейського Союзу щодо сталості пакувальних рішень, їхньої придатності до збирання, сортування, повторного використання та перероблення, а також доброчесності маркування. Показано, що традиційне оцінювання упаковки переважно за функціональністю, ергономікою та естетикою є методично обмеженим, оскільки за однакових споживчих властивостей товару різні матеріали й конструкції упаковки формують різний екологічний слід і рівень відповідності вимогам ринку та наглядового контролю. Здійснено огляд іноземних і вітчизняних джерел, що підтверджує зсув до перевірюваних критеріїв: від декларативних «екологічних» заяв до доказових індикаторів і процедур підтвердження. Запропоновано оновлену модель споживчих властивостей упаковки, доповнену двома групами: «інформаційна доброчесність» (зрозумілість та доказовість маркування, інструкцій сортування, відсутність непідтверджених екологічних тверджень) і «циркулярна придатність» (проектування для перероблення). Розроблено систему показників оцінювання якості упаковки за трирівневою шкалою та алгоритм товарознавчої експертизи з можливістю розрахунку інтегрального індексу якості упаковки як узагальнюючого критерію для порівняння та формування рекомендацій щодо вдосконалення пакувальних рішень. Практичне значення дослідження полягає у можливості застосування запропонованого інструментарію оцінювання якості упаковки в діяльності підприємств та експертних установ, що сприятиме євроінтеграційним прагненням України, підвищенню конкурентоспроможності та експортних можливостей вітчизняних підприємств.

**Ключові слова:** циркулярна економіка, упаковка товару, якість упаковки, товарознавча експертиза, система показників, маркування, інформаційна доброчесність.

**Mashchenko Maryna**, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of Entrepreneurship, Trade and Logistics, ORCID ID: 0000-0002-8863-6040

*National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»*

*2, Kirpychova St., Kharkiv, Ukraine, 61002*

**Shapran Yevhen**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Entrepreneurship, Trade and Logistics, ORCID ID: 0000-0002-9236-0905

*National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»*

*2, Kirpychova St., Kharkiv, Ukraine, 61002*

**Iryna Lisna**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Entrepreneurship, Trade and Logistics, ORCID ID: 0000-0002-4083-9412

*National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»*

*2, Kirpychova St., Kharkiv, Ukraine, 61002*

## METHODOLOGICAL APPROACH TO ASSESSING PACKAGING QUALITY IN COMMODITY EXPERT EXAMINATION IN ACCORDANCE WITH EUROPEAN STANDARDS AND REGULATIONS AS A FACTOR OF UKRAINIAN ENTERPRISES' EXPORT READINESS

**Abstract.** *The article substantiates a methodological approach to assessing packaging quality as a component of a product within commodity expert examination, taking into account current European Union requirements for the sustainability of packaging solutions, their suitability for collection, sorting, reuse and recycling, as well as the integrity of labeling. It is shown that traditional packaging assessment focused primarily on functionality, ergonomics and aesthetics is methodologically limited, since for products with identical consumer properties, different packaging materials and designs result in different environmental footprints and different levels of compliance with market requirements and supervisory control. A review of foreign and domestic sources confirms a shift toward verifiable criteria: from declarative “environmental” claims to evidence-based indicators and verification procedures. An updated model of packaging consumer properties is proposed and supplemented with two groups: “information integrity” (clarity and substantiation of labeling and sorting instructions, and the absence of unsubstantiated environmental claims) and “circular suitability” (design for recycling). A system of packaging quality assessment indicators based on a three-level scale and an algorithm for commodity expert examination are developed, enabling the calculation of an integral packaging quality index as a generalized criterion for comparison and for developing recommendations to improve packaging solutions. The practical significance of the study lies in the possibility of applying the proposed packaging quality assessment toolkit in the activities of enterprises and expert institutions, which will contribute to Ukraine’s European integration aspirations and enhance the competitiveness and export opportunities of domestic enterprises.*

**Keywords:** *circular economy; product packaging; packaging quality; commodity expert examination; indicator system; labeling; information integrity.*

**Постановка проблеми.** У класичній товарознавчій практиці упаковку оцінювали переважно як компонент, що забезпечує збереження товару, зручність використання та комунікацію бренду. Наразі упаковка дедалі частіше розглядається

як самостійний об'єкт регуляторної та споживчої якості, що зумовлено посиленням вимог до захисту довкілля та раціонального використання ресурсів у межах концепції циркулярної економіки. Відповідно, упаковка має бути не лише безпечною і функціональною, а й технологічно придатною до збирання, сортування, перероблення та повторного використання, а також містити достовірну і перевірювану інформацію, яка не вводить споживача в оману. За таких умов оцінювання якості товару лише через функціональність, естетику чи ергономіку є методично обмеженим. Навіть за ідентичних споживчих властивостей самого товару різні пакувальні рішення можуть формувати принципово відмінний екологічний слід і різний рівень відповідності вимогам європейського ринку та наглядового контролю. Водночас недостатня узгодженість вітчизняних підходів до оцінювання упаковки та маркування з міжнародними вимогами зумовлює потребу поглибленого аналізу європейського досвіду та його адаптації. Це сприятиме розвитку інноваційних екологічно орієнтованих технологій у сфері пакувальних рішень, залученню інвестицій, підвищенню конкурентоспроможності та розширенню експортних можливостей вітчизняних підприємств. У цьому контексті виникає потреба в методично цілісній системі показників оцінювання якості упаковки як складової товару, що може застосовуватися у практиці експертного оцінювання.

Актуальність дослідження зростає у зв'язку з ухваленням Регламенту ЄС №2025/40 від 19 грудня 2024 року (PPWR – Packaging and Packaging Waste Regulation), який замінює попередній нормативний акт ЄС у цій сфері – Директиву №94/62/ЄС від 20 грудня 1994 року та встановлює гармонізовані вимоги до сталості упаковки та її маркування з урахуванням повного життєвого циклу [1, 2]. Йдеться не лише про вимоги до матеріалів і конструкції на етапі проєктування, виробництва та обігу товару, а й про умови використання упаковки споживачем і подальше поводження з нею після споживання, включно із збиранням, сортуванням та поверненням матеріалів у повторний обіг. Регламент закріплює оцінювання упаковки за критеріями «придатності до перероблення» (recyclable) та «ефективної

придатності до перероблення» (effectively recyclable), що відображає перехід від формальної заяви про можливість переробки до перевірки фактичної здатності упаковки бути зібраною, відсортованою та перетвореною на вторинну сировину в наявних інфраструктурних умовах із прийнятним виходом і якістю отриманої вторинної сировини.

У контексті євроінтеграційних процесів і зростання експорту українських товарів на ринки держав-членів ЄС виробники, імпортери та ритейлери мають адаптувати пакувальні рішення, зокрема матеріали та конструкцію упаковки, систему маркування і процедури контролю якості відповідно до європейських вимог. Це зумовлює наукову і практичну значущість дослідження щодо узгодження вітчизняних товарознавчих показників оцінювання якості упаковки з європейськими підходами і формування прикладної системи індикаторів, придатної для товарознавчої експертизи та контролю відповідності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Упродовж останніх років у наукових працях провідних закордонних вчених M. Bugge, T. Hansena, A. Klitkou [3] значну увагу приділено впровадженню концепції циркулярної економіки на всіх етапах життєвого циклу товарів. Такий підхід ґрунтується на ефективному використанні енергетичних і сировинних ресурсів, упровадженні біотехнологій та мінімізації відходів. На цьому тлі змінюється трактування упаковки: її дедалі частіше розглядають не як допоміжний елемент товару, а як самостійний об'єкт регуляторної та споживчої якості, характеристики якого мають бути підтверджуваними впродовж життєвого циклу. У межах цього підходу окремі дослідники [4, 5] пропонують критерії, за якими упаковку можна вважати екологічною, зокрема якщо вона є безпечною для здоров'я населення, виготовляється з матеріалів із застосуванням сучасних біотехнологій, передбачає можливість повторного використання або перероблення та відповідає ринковим критеріям ефективності та вартості.

Актуальним напрямом досліджень є вдосконалення систем екологічної сертифікації та маркування товарів, що висвітлюється у працях К. Rejmana, J. Kaczorowskoi, E. Haliska, A. Prandota [6]. Автори зазначають, що надмірна різноманітність екологічних маркувань може дезорієнтувати як споживачів, так і виробників, унаслідок чого знижується ефективність маркування як інструмента, спрямованого на інформування та збереження довкілля.

Нормативну базу впровадження заходів циркулярної економіки та відповідного зсуву у вимогах до упаковки формує Регламент ЄС №2025/40 (PPWR), який закріплює гармонізовані вимоги до сталості упаковки, її маркування, можливості сортування і перероблення як умову ринкової придатності пакувальних рішень [1, 7]. Пояснювальні матеріали Європейської Комісії та галузеві огляди для бізнесу, зокрема EUROPEN (Європейської організації з питань упаковки та довкілля), деталізують механізми впровадження цих вимог і наголошують на переході від декларативних заяв про екологічність до класифікації та оцінювання придатності упаковки до перероблення, пов'язаних із реальною інфраструктурою збирання і сортування відходів [2, 8]. Практичні роз'яснення щодо застосування норм PPWR, підготовлені для операторів EPR-систем, тобто систем розширеної відповідальності виробника, а також для національних профільних організацій, зокрема Repak – некомерційної організації, яка контролює дотримання технічних регламентів упаковки та забезпечує механізм доказового підтвердження її екологічності [9]. Це додатково підкреслює багатокomпонентність якості упаковки, яка охоплює коректність маркування, матеріальну сумісність, мінімізацію упаковки та готовність учасників ринку забезпечувати звітність і доказове підтвердження заявлених характеристик у ланцюгу постачання.

Паралельно посилюється вимір інформаційної доброчесності маркування. Директива ЄС №2024/825 спрямована на обмеження практик введення споживача в оману шляхом використання неконкретних або непідтверджених «зелених» тверджень. Водночас у європейській політиці щодо екологічних заяв закріплюється

підхід, за яким подання таких тверджень має ґрунтуватися на обов'язковому обґрунтуванні та доказах, а також передбачати можливість перевірки їх достовірності [10, 11]. Унаслідок цього маркування упаковки, включно з інструкціями щодо сортування та еко-атрибути, слід розглядати як складову споживчих властивостей, що підлягає оцінюванню не лише за повнотою реквізитів, а й за доказовістю, зрозумілістю та порівнюваністю.

Другий масив іноземних публікацій формує прикладний інструментарій для проектування та дизайну упаковки з можливістю її перероблення (DfR – Design for Recycling), який конкретизує вимоги PPWR щодо її конструктивно-матеріальних параметрів. Зокрема, галузеві протоколи оцінювання придатності упаковки до перероблення (протоколи ResyClass) показують, що критичними для результату є не лише базові полімери, а й другорядні елементи: тип і площа етикетки, поведінка клеїв під час миття, використання пігментів, наявність металізованих або композитних шарів тощо. Сукупність таких характеристик визначає очікуваний вихід придатної вторинної сировини та її якість [12]. Для гнучкої упаковки ініціатива CEFLEX у матеріалах D4ACE (Designing for a Circular Economy – проектування для циркулярної економіки) систематизує принципи циркулярності, зокрема моно-матеріальність, сумісність компонентів і обмеження несумісних бар'єрних елементів. У такий спосіб задаються орієнтири для інженерних компромісів між бар'єрними властивостями упаковки та придатністю її до перероблення [13]. Додатковий вимір надає APR Design Guide – галузевий посібник з проектування пластикової упаковки для перероблення, розроблений Association of Plastic Recyclers (APR). Через тестові протоколи та вимоги до компонентів він демонструє зближення підходів до оцінювання придатності упаковки до перероблення на різних ринках і підсилює тезу про необхідність стандартизованої експертизи елементів упаковки [14]. Аналітичні огляди ринку пакування в ЄС підтверджують, що зростання попиту на екологічно відповідальне пакування в підвищення очікувань споживачів посилюють регуляторні вимоги. Саме тому якість

упаковки стає джерелом конкурентної переваги лише за умови підтверджених характеристик і коректної комунікації між товаровиробниками та споживачами [4, 15].

Українські вчені також активно досліджують питання екологічної сертифікації та маркування, циркулярної економіки та імплементації норм ЄС у сфері утилізації та переробки відходів пакування. Зокрема, О. А. Літвак [16] аналізує тенденції розвитку екологічної сертифікації та маркування в ЄС, наголошуючи на ролі верифікації та стандартизованих критеріїв як передумови довіри споживачів, що є методично важливим для блоку «товарна інформація» в товарознавчій експертизі. М. І. Яремова, Л. В. Тарасович [17], досліджуючи детермінанти розвитку циркулярної біоекономіки, підкреслюють значущість екодизайну та управління ресурсами і відходами як цілісної системи у межах якої упаковка потребує вимірюваних характеристик повторного використання і переробки. Правовий вимір імплементації європейських директив щодо пакувальних відходів розкрито у працях Х. Марич [18], де акцентовано на необхідності гармонізації норм та розвитку інструментів розширеної відповідальності виробників, що напряду пов'язано з появою нових документальних і процедурних критеріїв якості упаковки. У площині маркетингової політики О. А. Юрченко, В. С. Руденко, К. О. Никонюк [19] показують, що екологічна упаковка стає інноваційним трендом і впливає на споживчий вибір, що підсилює вимоги естетичних рішень з циркулярністю та читабельністю маркування. Аналітична довідка видання Internews Ukraine [20] щодо правил ЄС для упаковки та їх імплементації в Україні доповнює академічні висновки практичним баченням переходу на європейські вимоги та потреби інституційної готовності держави до цього процесу. Окремо слід відзначити розвиток національного регулювання вимог до матеріалів, призначених для контакту з харчовими продуктами згідно Закону України №2718-IX від 15.11.24р. та роз'яснення Держпродспоживслужби, які підкреслюють зростання ролі доказовості безпечності матеріалів як компонента якості упаковки [21, 22]. Таким чином,

проведений огляд засвідчує високу актуальність тематики, однак у межах товарознавчих публікацій і навчально-прикладної практики недостатньо розробленою залишається інтегрована система показників, яка поєднує вимоги PPWR, DfR-протоколи та підхід до забезпечення доброчесності екологічних заяв у оцінюванні споживчих властивостей упаковки як частини товару.

**Метою статті** є обґрунтування оновленої моделі споживчих властивостей упаковки та розроблення системи показників для оцінювання її якості у товарознавчій експертизі з урахуванням вимог ЄС.

**Виклад основного матеріалу.** У сучасних ринкових умовах концепція циркулярної економіки є одним із ключових напрямків сталого розвитку європейських держав, який базується на ефективному використанні енергетичних і матеріальних ресурсів, мінімізації відходів та впровадження інноваційних ресурсозберігаючих технологій. Досягнення стратегічних цілей економічного розвитку ЄС в значній мірі залежало від імплементації низки директив та регуляторних актів, які встановлювали вимоги щодо використання біоресурсів, управління відходами та розвитку екологічно безпечних технологій. PPWR задає єдині для ЄС підходи до сталості упаковки за життєвим циклом і, таким чином, вбудовує екологічні вимоги у поняття споживчої якості. Також встановлені ключові норми, що прямо впливають на оцінку якості упаковки [1, 2, 7-9]: вимоги до мінімізації упаковки та обмеження надмірного пакування; поступовий перехід до упаковки, що є придатною для переробки; гармонізоване маркування для сортування та інформування споживачів про матеріальний склад упаковки; вимоги до частки переробленого вмісту в окремих видах пластикової упаковки; правила щодо повторного використання упаковки, а також зв'язок з інструментами розширеної відповідальності виробника. Паралельно з PPWR посилюється регулювання інформаційної доброчесності. Директива ЄС №2024/825 [10] обмежує введення в обіг через неконкретні або непідтверджені екологічні заяви, а також доповнюється ініціативою щодо обов'язкового наукового обґрунтування екологічних тверджень.

Таким чином, норми PPWR задають вимоги для упаковки, але на практиці виробнику потрібні протоколи, що пояснюють як проектувати упаковку. Тому в ЄС широкого застосування набули галузеві протоколи оцінки придатності до переробки, зокрема RecyClass (Recyclability Evaluation Protocol) [12]. Такі документи деталізують критичні параметри: моно-матеріальність або сумісність полімерів, відокремлюваність етикеток, поведінку клеїв при митті, вплив барвників на якість вторинної сировини; наявність металізованих шарів та композитність. Відповідно, частина споживчих властивостей, яку раніше вважали другорядною, стала визначальною для ринкової придатності товару [12-14]. Для подальшого аналізу вищенаведена інформація щодо критеріїв якості упаковки з посиланням на нормативні та методичні джерела зведена у табл. 1.

Таблиця 1 – Нормативно-методичні документи ЄС, що визначають нові критерії якості упаковки

| Нормативно-методичні документи                                                                                                                            | Предмет регулювання                                                                                                                                                         | Значення для оцінювання якості упаковки                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Регламент ЄС 2025/40 про пакування та відходи пакування (PPWR) [1]                                                                                     | Сталий дизайн упаковки; вимоги до маркування для правильного сортування; критерії «придатності до перероблення»; повторне використання; частка вторинної сировини           | Визначає критерії оцінювання якості упаковки: придатності до сортування, повторного використання та перероблення, а також вимог до маркування і частки вторинної сировини |
| 2. Пояснювальні матеріали Європейської Комісії щодо застосування вимог до маркування [2]                                                                  | Практичні роз'яснення щодо термінів, графіків впровадження, підходів до маркування                                                                                          | Підсилюють вимоги до доказовості; формують вимоги до інформації для споживача                                                                                             |
| 3. Протоколи оцінювання придатності упаковки до перероблення (RecyClass) [12]                                                                             | Тестові методики та дизайн-рекомендації (етикетки, клеї, пігменти, бар'єрні шари) з огляду на процеси переробки                                                             | Дозволяють операціоналізувати «придатність до переробки» через вимірювані критерії та бальні шкали                                                                        |
| 4. Директива ЄС 2024/825 щодо посилення захисту споживачів від недобросовісних практик та покращення інформування про обґрунтування екологічних заяв [10] | Обмеження недобросовісних практик інформування споживачів щодо екологічних характеристик упаковки; вимоги до обґрунтування, доказовості та перевірюваності екологічних заяв | Забезпечує оцінювання маркування як складової якості упаковки за доказовістю екологічних тверджень та зрозумілістю інформації                                             |

Закінчення табл. 1

| Нормативно-методичні документи                                                              | Предмет регулювання                                                                              | Значення для оцінювання якості упаковки                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. Гармонізовані стандарти щодо придатності упаковки до перероблення, EN 13430:2004 [7, 14] | Вимоги до упаковки, що може вважатися придатною до переробки; процедури оцінювання відповідності | Забезпечують технічну основу для формалізації критеріїв у системі показників при експертизі |

З урахуванням європейських критеріїв оцінювання якості упаковки, наведених у табл. 1, проведено узагальнення наукових праць українських вчених щодо можливостей імплементації відповідних підходів і вимог ЄС в Україні. Результати узагальнення систематизовано та подано у табл. 2.

Таблиця 2 – Підходи українських вчених щодо формування системи показників оцінювання якості упаковки

| Автор, рік джерело                                     | Фокус дослідження                                                                                                 | Ключові результати і висновки                                                                                                                                                   | Значення для формування системи показників оцінювання якості упаковки                                                                                 |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Літвак О.А. (2024р.) [16]                              | Екологічна сертифікація та маркування в ЄС; довіра споживачів                                                     | Екомаркування розглядається як інструмент підвищення довіри; зростає роль стандартизованих критеріїв                                                                            | Потрібні індикатори інформаційної доброчесності: зрозумілість, відсутність маніпулятивних позначень                                                   |
| Яремova М.І., Тарасович Л.В. (2025р.) [17]             | Європейська циркулярна біоекономіка та уроки для України                                                          | Наголос на екодизайні, управлінні відходами та механізмах маркування у циркулярних ланцюгах                                                                                     | Показники циркулярності: повторне використання, сумісність матеріалів, відокремлюваність компонентів                                                  |
| Марич Х. (2024р.) [18]                                 | Імплементація норм ЄС у сфері відходів, зокрема щодо упаковки                                                     | Потреба гармонізації законодавства та розвитку інструментів EPR; упаковка стає об'єктом правового контролю                                                                      | Вимірювані критерії: відповідність вимогам, наявність процедур контролю                                                                               |
| Юрченко О.А., Руденко В.С., Никонюк К.О. (2025р.) [19] | Екологічна упаковка як інноваційний тренд та інструмент сталого розвитку: її функції, чинники поширення, переваги | Екоупаковка стає інструментом бренду й конкурентної диференціації; драйвери – посилення екологічних вимог, відповідальне споживання та корпоративна соціальна відповідальність. | Показники, що поєднують екологічну та маркетингову якість: тип, екологічність матеріалів; коректне, зрозуміле маркування; споживча довіра, лояльність |

| Автор, рік джерело              | Фокус дослідження                                              | Ключові результати і висновки                                               | Значення для формування системи показників оцінювання якості упаковки                                 |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Internews Ukraine (2024р.) [20] | Правила ЄС щодо упаковки та можливості імплементації в Україні | Окреслено напрями імплементації PPWR, логіку переходу на європейські вимоги | Потрібен індикатор готовності ланцюга постачання: здатність забезпечити сортування, збір та переробку |

Згідно ключових висновків, наведених у табл. 2, пропонується розглядати упаковку як елемент товару, що має багатовимірну якість, яка формується одночасно у площині споживання і поводження з відходами. Тому до традиційної товарознавчої структури споживчих властивостей пропонується додати дві групи: 1) інформаційну доброчесність: зрозумілість маркування, коректність інструкцій сортування, відсутність непідтверджених екологічних тверджень; 2) циркулярну придатність (Design for Recycling) як здатність упаковки проходити реальні технологічні ланцюги переробки з прийнятною якістю вторинної сировини. Оновлена модель споживчих властивостей упаковки наведена у табл. 3.

Таблиця 3 – Оновлена модель споживчих властивостей упаковки як складової товару

| Група споживчих властивостей упаковки        | Зміст (об'єкт) оцінювання                                                               | Типові показники (індикатори)                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Функціональні                             | Функціональна придатність упаковки: захисні, бар'єрні та механічні властивості          | Міцність; герметичність; бар'єр до вологи і кисню; сумісність із продуктом; стабільність при транспортуванні                                                               |
| 2. Ергономічні                               | Зручність використання, відкривання і закривання, дозування, зберігання у побуті        | Зусилля відкривання; повторне закривання; дозатор; тактильна зручність; компактність                                                                                       |
| 3. Естетичні та комунікаційні                | Дизайн і сприйняття: форма, графіка, читабельність, відповідність позиціонуванню бренду | Цілісність дизайну; читабельність; контраст; відповідність бренду                                                                                                          |
| 4. Інформаційні (маркування і доброчесність) | Повнота і точність інформації для споживача та сортування; доказовість еко-тверджень    | Наявність і зрозумілість інструкцій сортування; коректність матеріального складу; наявність QR/посилання на підтвердження; відсутність узагальнених «еко» заяв без доказів |
| 5. Циркулярні (Design)                       | Технологічна придатність до                                                             | Моно-матеріальність; відокремлюваність                                                                                                                                     |

|                |                                                                      |                                                                                           |
|----------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| for Recycling) | переробки та повторного використання з урахуванням реальних процесів | компонентів; сумісність полімерів; вплив клеїв і барвників; очікуваний вихід вторсировини |
|----------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|

Для перетворення оновленої моделі на інструмент товарознавчої експертизи запропоновано систему показників із бальною шкалою. Логіка оцінювання базуватиметься на принципі «керованих компромісів». Наприклад, посилення бар'єрних властивостей упаковки за рахунок використання композитних структур може погіршити придатність до переробки, тому експерт має фіксувати як функціональну, так і циркулярну якість.

У товарознавчій практиці це дозволяє експертам оцінювати упаковку не лише за дизайном, а як інженерно-регуляторну систему. Запропонована система показників оцінювання якості упаковки за тривірневою бальною шкалою (від 0 до 2) наведено у табл. 4.

Таблиця 4 – Система показників оцінювання якості упаковки за тривірневою шкалою

| Показники                                                                   | Спосіб оцінювання                                                                                | Шкала оцінювання у балах                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>1. Група показників за функціональними властивостями якості упаковки</i> |                                                                                                  |                                                                                                                           |
| 1.1. Захисні та бар'єрні властивості                                        | Випробування: технічні дані; експертна оцінка відповідності призначенню                          | 0 – не забезпечує належного захисту; 1 – забезпечує частково або з обмеженнями; 2 – забезпечує відповідно до вимог товару |
| 1.2. Герметичність                                                          | Випробування: на протікання і герметичність; контроль закривання                                 | 0 – протікання, негерметичність; 1 – поодинокі ризики, часткова герметичність; 2 – герметичність підтверджена             |
| 1.3. Механічна міцність і цілісність під час транспортування та зберігання  | Випробування: удар, стискання, падіння; контроль цілісності                                      | 0 – руйнується, деформується критично; 1 – допустимі пошкодження; 2 – зберігає цілісність                                 |
| 1.4. Безпечність матеріалів (контакт із продуктом)                          | Перевірка декларацій, сертифікатів, висновків; звірка з вимогами; контроль маркування матеріалів | 0 – відсутні підтвердження; 1 – часткові підтвердження; 2 – повний пакет підтверджень                                     |
| <i>2. Група показників за ергономічними властивостями якості упаковки</i>   |                                                                                                  |                                                                                                                           |
| 2.1. Відкривання та закривання (зусилля, зручність)                         | Споживчі тести, експертна оцінка; за можливості – вимір зусилля                                  | 0 – незручно, ускладнено; 1 – прийнятно з зауваженнями; 2 – зручно                                                        |

| Показники                                                                                                     | Спосіб оцінювання                                                               | Шкала оцінювання у балах                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.2. Повторне закривання та збереження властивостей після відкриття                                           | Споживчі тести; перевірка герметичності після повторного закривання             | 0 – не забезпечує повторного закривання;<br>1 – частково забезпечує;<br>2 – забезпечує надійно    |
| 2.3. Зручність дозування (наявність, ефективність дозатора)                                                   | Споживчі тести; експертна оцінка точності, контролю порції                      | 0 – дозування незручне, неконтрольоване; 1 – частково зручне;<br>2 – зручне та контрольоване      |
| <i>3. Група показників за естетичними та комунікаційними властивостями якості упаковки</i>                    |                                                                                 |                                                                                                   |
| 3.1. Якість візуального оформлення та сприйняття (цілісність, відповідність позиціонуванню)                   | Експертна оцінка; оцінка узгодженості елементів оформлення                      | 0 – невідповідність, візуальна нецілісність; 1 – часткова відповідність; 2 – повна відповідність  |
| 3.2. Читабельність інформації (шрифт, контраст, ієрархія)                                                     | Візуальна перевірка; експертна оцінка; споживчі тести                           | 0 – складно прочитати; 1 – читається частково; 2 – читається легко                                |
| <i>4. Група показників за інформаційними властивостями якості упаковки</i>                                    |                                                                                 |                                                                                                   |
| 4.1. Коректність маркування                                                                                   | Перевірка наявності і відповідності вимогам; зіставлення з матеріальним складом | 0 – відсутнє, помилкове;<br>1 – частково коректне;<br>2 – коректне                                |
| 4.2. Зрозумілість інструкції сортування для споживача                                                         | Експертна оцінка; споживчі тести                                                | 0 – незрозуміло, двозначно;<br>1 – зрозуміло частково;<br>2 – зрозуміло однозначно                |
| 4.3 Коректність і повнота інформації про матеріали і склад упаковки                                           | Перевірка маркування; звірка з технічною документацією і специфікацією          | 0 – відсутня, помилкова;<br>1 – часткова; 2 – повна й коректна                                    |
| 4.4. Доказовість екологічних тверджень                                                                        | Перевірка наявності доказів, сертифікатів; оцінка конкретності формулювань      | 0 – не підтверджено; 1 – частково підтверджено; 2 – підтверджено належними доказами               |
| <i>5. Група показників за циркулярними властивостями якості упаковки (проектування для перероблення, DfR)</i> |                                                                                 |                                                                                                   |
| 5.1. Мономатеріальність і сумісність полімерів                                                                | Аналіз конструкції та матеріалів; перевірка маркування матеріалів               | 0 – несумісно; 1 – компромісно, обмежено сумісно; 2 – сумісно                                     |
| 5.2. Наявність несумісних композитних і металізованих шарів                                                   | Аналіз структури матеріалів; технічна специфікація                              | 0 – наявні несумісні шари (критично); 1 – наявні обмеження, частково; 2 – відсутні несумісні шари |
| 5.3. Відокремлюваність елементів (етикетка, кришка, вставки)                                                  | Візуальна перевірка; тест відділення                                            | 0 – не відокремлюється;<br>1 – відокремлюється частково;<br>2 – відокремлюється                   |
| 5.4. Вплив клеїв і барвників на якість вторинної сировини                                                     | Оцінка за настановами DfR; наявність тестів і допусків                          | 0 – критичний; 1 – помірний;<br>2 – прийнятний                                                    |
| 5.5. Очікуваний вихід вторинної сировини (за DfR-методиками)                                                  | Оцінка за протоколами і настановами                                             | 0 – низький, неприйнятний;<br>1 – середній, обмежений;<br>2 – прийнятний, високий                 |

Для оцінки інтегрального індексу якості упаковки (PQI – Packaging Quality Index) за пропонованою системою показників (табл. 4) доцільно застосувати алгоритм товарознавчої експертизи за логікою європейських процедур PPWR і DfR, який наведено у табл. 5.

Таблиця 5 – Алгоритм товарознавчої експертизи упаковки за логікою PPWR і DfR

| Крок | Дії експерта (підприємства)                                                                                                    | Результат (вихідні дані)                     |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1    | Ідентифікувати тип упаковки, матеріальний склад, компоненти (кришка, етикетка, вставки)                                        | Картка упаковки; схема компонентів           |
| 2    | Перевірити нормативний комплаєнс: обов'язкові елементи маркування, коректність інформації, наявність доказів для еко-тверджень | Перелік невідповідностей; рівень комплаєнсу  |
| 3    | Оцінити функціональні, ергономічні, естетичні а інформаційні властивості упаковки                                              | Бали за групами показників; критичні дефекти |
| 4    | Оцінити циркулярні властивості упаковки (придатність за DfR)                                                                   | Бали DfR; рекомендації редизайну             |
| 5    | Розрахувати PQI та сформулювати рекомендації (редизайн, зміна маркування, вибір матеріалів)                                    | Індекс PQI; план коригувальних дій           |

Для узагальнення результатів експертизи доцільно використовувати вищевказаний інтегральний індекс якості упаковки, який обчислюється як зважена сума балів за групами показників:

$$PQI = \sum_{i=1}^n W_i \times S_i,$$

де:  $S_i$  – середній бал за групою показників оцінки якості упаковки;  $W_i$  – ваговий коефіцієнт групи показників ( $\sum W_i = 1$ );  $n$  – кількість груп показників.

Слід відзначити, що фактичне значення вагового коефіцієнта встановлюється експертами в залежності від важливості конкретної групи показників для певної категорії товарів.

Практичне значення дослідження полягає у тому, що запропонована система показників та алгоритм товарознавчої експертизи якості упаковки будуть сприяти євроінтеграційним прагненням України, підвищенню рівня конкурентоспроможності та експортних можливостей вітчизняних підприємств. Це пояснюється тим, що

результати дослідження можуть бути використані для: формування компетентностей фахівців з товарознавства щодо оцінювання якості товару в умовах циркулярної економіки та євроінтеграції; закупівлі і роботі з постачальниками як частина матриці відбору упаковки; внутрішнього контролю якості і підготовки до виходу на ринок ЄС; товарної експертизи і претензійної роботи, зокрема щодо помилкового маркування або недобросовісних екологічних заяв.

**Висновки.** Нові вимоги ЄС до упаковки переводять її зі статусу носія бренду у статус об'єкта регуляторної та споживчої якості, де критичними стають придатність до переробки і повторного використання та коректність маркування для сортування. Практики Design for Recycling, зокрема протоколи ResyClass, операціоналізують ці вимоги через конкретні критерії матеріалів і компонентів, що дозволяє включити їх у товарознавчу експертизу. Оновлена модель споживчих властивостей упаковки має містити блоки «інформаційна доброчесність» і «циркулярна придатність» поряд із класичними функціональними, ергономічними та естетичними властивостями. Запропонована система показників і алгоритм розрахунку PQI створюють основу для формування порівнюваних оцінок якості упаковки та можуть бути інтегровані у навчальні програми і практику підприємств. Подальші дослідження доцільно спрямувати на емпіричну валідацію вагових коефіцієнтів PQI для різних товарних категорій та на апробацію методики на реальних кейсах упаковки українських виробників, що виходять на ринок ЄС.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Regulation (EU) 2025/40 of the European Parliament and of the Council of 19 December 2024 on packaging and packaging waste, amending Regulation (EU) 2019/1020 and Directive (EU) 2019/904, and repealing Directive 94/62/EC (Text with EEA relevance). URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2025/40/oj>.
2. European Commission. Packaging and Packaging Waste Regulation (PPWR). URL: [https://environment.ec.europa.eu/document/download/63fd2c88-e85a-412c-bcf4-372eff99008a\\_en?filename=Slides%20for%20the%20SH%20event%2010122024.pdf](https://environment.ec.europa.eu/document/download/63fd2c88-e85a-412c-bcf4-372eff99008a_en?filename=Slides%20for%20the%20SH%20event%2010122024.pdf).
3. Bugge M. M., Hansen T., Klitkou A. What Is the Bioeconomy? A Review of the Literature. *Sustainability*, 2016. Vol. 8. DOI: <https://doi.org/10.3390/su8070691>.

4. Nicasio F. Why You Need to Offer Sustainable Packaging – and How to Do It Right. URL: <https://assets.ctfassets.net/wowgx05xsdr/Mw2XYPTx11n3Xx0bIJr4R/5daf29221c8c55673986875d31c9ac0a/BigCommerce-en-US-sustainable-packaging.pdf>.
5. Іщенко О. В., Ткаченко Т. М., Соколовський В. А., Мельниченко А. Л. Екологічне пакування: сучасні тенденції. *Освіта для сталого майбутнього: екологічні, технологічні, економічні і соціокультурні питання*. 2023. С. 115–119. URL: [https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/26249/1/OSM\\_2023\\_%D0%A0115-119.pdf](https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/26249/1/OSM_2023_%D0%A0115-119.pdf)
6. Rejman K., Kaczorowska J., Halicka E., Prandota A. How Do Consumers Living in European Capital Cities Perceive Foods with Sustainability Certificates? *Foods*, 2023. № 12 (23). DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12234215>.
7. Packaging and packaging waste (from 2026). URL: <https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/packaging-and-packaging-waste-from-2026.html>.
8. PPWR Survival Guide (September 2024). URL: <https://www.europen-packaging.eu/wp-content/uploads/2024/10/EUOPEN-PPWR-survival-guide-September-2024-1.pdf>.
9. Repak. Summary of EU Packaging & Packaging Waste Regulations (PPWR). February 2025. URL: [https://repak.ie/images/uploads/downloads/Summary\\_of\\_EU\\_PPWR\\_February\\_2025.pdf](https://repak.ie/images/uploads/downloads/Summary_of_EU_PPWR_February_2025.pdf).
10. Directive (EU) 2024/825 of the European Parliament and of the Council of 28 February 2024 amending Directives 2005/29/EC and 2011/83/EU as regards empowering consumers for the green transition through better protection against unfair practices and through better information (Text with EEA relevance). URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/825/oj>.
11. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on substantiation and communication of explicit environmental claims (Green Claims Directive). URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52023PC0166>.
12. RecyClass. Recyclability Evaluation Protocol: Labels and adhesives applied on PET bottles (REP-PETbot-02 v2.0). 2025. URL: <https://recyclclass.eu/wp-content/uploads/2025/12/REP-PETbot-02-v2.0.pdf>.
13. CEFLEX. Designing for a Circular Economy: Recyclability of polyolefin-based household flexible packaging (Executive Summary). 2025. URL: [https://guidelines.ceflex.eu/assets/public\\_docs/D4ACE\\_Guidelines\\_Executive%20Summary\\_Sep25.pdf](https://guidelines.ceflex.eu/assets/public_docs/D4ACE_Guidelines_Executive%20Summary_Sep25.pdf).
14. Association of Plastic Recyclers. APR Design Guide for Plastics Recyclability, 2024. URL: <https://plasticsrecycling.org/apr-design-guide>.
15. Grand View Research. Green Packaging Market Size, Share & Trends Analysis Report By Packaging Type (Recycled, Reusable, Degradable), By Application (Food & Beverages, Healthcare), By Region, And Segment Forecasts, 2023–2030. URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/green-packaging-market>.
16. Літвак О.А. Тенденції розвитку екологічної сертифікації та маркування в країнах Європейського Союзу. *Сталий розвиток економіки*, 2024. № 3 (50). С. 203–210. DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2024-50-30>.
17. Яремова М. І., Тарасович Л. В. Виклики впровадження європейської циркулярної біоекономіки: уроки для України. *Сталий розвиток економік*, 2025. № 2 (53). С. 221–230. DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-53-30>.
18. Марич Х. Управління відходами упаковки: європейські стандарти та законодавство України. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Серія: «Юридичні науки». 2024. Том 11. № 2 (42). С. 89–95. DOI: <https://doi.org/10.23939/law2024.42.089>.
19. Юрченко О. А., Руденко В. С., Никонюк К. О. Екологічна упаковка як інноваційний тренд маркетингу товарів та чинник сталого розвитку. *Економічний простір*, 2025. № 205. С. 305–310. DOI: <https://doi.org/10.30838/EP.205.305-310>.
20. Internews Ukraine. Правила ЄС щодо упаковки та відходів упаковки й врахування їх у законодавчій практиці України: аналітична довідка, 2024. URL: <https://internews.ua/storage/app/media/rang/Materials/2024/EU/EUPackaging.pdf>.

21. Закон України №2718-IX від 15.11.24 «Про матеріали і предмети, призначені для контакту з харчовими продуктами» (зі змінами). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2718-20>.

22. Держпродспоживслужба України. Безпечне пакування харчових продуктів: в Україні почне діяти новий закон №2718-IX. 19.11.2025. URL: <https://dndpss.gov.ua/new-291025/>.

## REFERENCES:

1. Regulation (EU) 2025/40 of the European Parliament and of the Council of 19 December 2024 on packaging and packaging waste, amending Regulation (EU) 2019/1020 and Directive (EU) 2019/904, and repealing Directive 94/62/EC (Text with EEA relevance). URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2025/40/oj>.
2. European Commission. Packaging and Packaging Waste Regulation (PPWR). URL: [https://environment.ec.europa.eu/document/download/63fd2c88-e85a-412c-bcf4-372eff99008a\\_en?filename=Slides%20for%20the%20SH%20event%2010122024.pdf](https://environment.ec.europa.eu/document/download/63fd2c88-e85a-412c-bcf4-372eff99008a_en?filename=Slides%20for%20the%20SH%20event%2010122024.pdf).
3. Bugge M. M., Hansen T., Klitkou A. What Is the Bioeconomy? A Review of the Literature. *Sustainability*, 2016. Vol. 8. DOI: <https://doi.org/10.3390/su8070691>.
4. Nicasio F. Why You Need to Offer Sustainable Packaging – and How to Do It Right. URL: <https://assets.ctfassets.net/wowgx05xsdr/Mw2XYPTx11n3Xx0bIJr4R/5daf29221c8c55673986875d31c9ac0a/BigCommerce-en-US-sustainable-packaging.pdf>.
5. Ishchenko O.V., Tkachenko T.M., Sokolovskyi V.A., Melnychenko A.L. Ekolohichne pakuvannia: suchasni tendentsii. *Osvita dlia staloho maibutnoho: ekolohichni, tekhnolohichni, ekonomichni i sotsiokulturni pytannia*, 2023. S. 115–119. URL: [https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/26249/1/OSM\\_2023\\_%D0%A0115-119.pdf](https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/26249/1/OSM_2023_%D0%A0115-119.pdf)
6. Rejman K., Kaczorowska J., Halicka E., Prandota A. How Do Consumers Living in European Capital Cities Perceive Foods with Sustainability Certificates? *Foods*, 2023. № 12 (23). DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12234215>.
7. Packaging and packaging waste (from 2026). URL: <https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/packaging-and-packaging-waste-from-2026.html>.
8. PPWR Survival Guide (September 2024). URL: <https://www.euopen-packaging.eu/wp-content/uploads/2024/10/EUOPEN-PPWR-survival-guide-September-2024-1.pdf>.
9. Repak. Summary of EU Packaging & Packaging Waste Regulations (PPWR). February 2025. URL: [https://repak.ie/images/uploads/downloads/Summary\\_of\\_EU\\_PPWR\\_February\\_2025.pdf](https://repak.ie/images/uploads/downloads/Summary_of_EU_PPWR_February_2025.pdf).
10. Directive (EU) 2024/825 of the European Parliament and of the Council of 28 February 2024 amending Directives 2005/29/EC and 2011/83/EU as regards empowering consumers for the green transition through better protection against unfair practices and through better information (Text with EEA relevance). URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/825/oj>.
11. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on substantiation and communication of explicit environmental claims (Green Claims Directive). URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52023PC0166>.
12. RecyClass. Recyclability Evaluation Protocol: Labels and adhesives applied on PET bottles (REP-PETbot-02 v2.0). 2025. URL: <https://recyclclass.eu/wp-content/uploads/2025/12/REP-PETbot-02-v2.0.pdf>.
13. CEFLEX. Designing for a Circular Economy: Recyclability of polyolefin-based household flexible packaging (Executive Summary). 2025. URL: [https://guidelines.ceflex.eu/assets/public\\_docs/D4ACE\\_Guidelines\\_Executive%20Summary\\_Sep25.pdf](https://guidelines.ceflex.eu/assets/public_docs/D4ACE_Guidelines_Executive%20Summary_Sep25.pdf).
14. Association of Plastic Recyclers. APR Design Guide for Plastics Recyclability. 2024. URL: <https://plasticsrecycling.org/apr-design-guide>.
15. Grand View Research. Green Packaging Market Size, Share & Trends Analysis Report By Packaging Type (Recycled, Reusable, Degradable), By Application (Food & Beverages, Healthcare), By

Region, And Segment Forecasts, 2023-2030. URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/green-packaging-market>.

16. Litvak O.A. Tendentsii rozvytku ekolohichnoi sertyfikatsii ta markuvannia v krainakh Yevropeiskoho Soiuzu. *Stalyi rozvytok ekonomiky*, 2024. № 3 (50). S. 203–210. DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2024-50-30>.

17. Yaremova M.I., Tarasovych L.V. Vyklyky vprovadzhennia yevropeiskoi tsyrkuliarnoi bioekonomiky: uroky dlia Ukrainy. *Stalyi rozvytok ekonomiky*, 2025. № 2 (53). S. 221–230. DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-53-30>.

18. Marych K. Upravlinnia vidkhodamy upakovky: yevropeiski standarty ta zakonodavstvo Ukrainy. *Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politehnika»*. Seriya: «Yurydychni nauky», 2024. Tom 11. № 2 (42). S. 89-95. DOI: <https://doi.org/10.23939/law2024.42.089>.

19. Yurchenko O. A., Rudenko V. S., Nykoniuk K. O. Ekolohichna upakovka yak innovatsiinyi trend marketynhu tovariv ta chynnyk staloho rozvytku. *Ekonomichnyi prostir*, 2025. № 205. S. 305–310. DOI: <https://doi.org/10.30838/EP.205.305-310>.

20. Internews Ukraine. Pravyla YeS shchodo upakovky ta vidkhodiv upakovky y vrakhuvannia yikh u zakonodavchii praktytsi Ukrainy: Analitychna dovidka, 2024. URL: <https://internews.ua/storage/app/media/rang/Materials/2024/EU/EUPackaging.pdf>.

21. Zakon Ukrainy №2718-IX vid 15.11.24 «Pro materialy i predmety, pryznachenii dlia kontaktu z kharchovymy produktamy» (zi zminamy). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2718-20>.

22. Derzhprodspozhyvsluzhba Ukrainy. Bezpechne pakuvannia kharchovykh produktiv: v Ukraini pochno diiaty novyi zakon №2718-IX. 19.11.2025. URL: <https://dndpss.gov.ua/new-291025/>.

*Стаття надійшла до редакції: 18.10.2025; рецензування: 28.10.2025;*

*прийнята до публікації 02.11.2025. Автори прочитали і дали згоду рукопису.*

*The article was submitted on 18.10.2025; revised on 28.10.2025; and accepted for publication on 02.11.2025. The authors read and approved the final version of the manuscript.*