Олійнічук С.Т.
д.т.н., старший науковий співробітник

Інституту продовольчих ресурсів НААН України

Коляновська Л.М.
к.т.н., доцент

Вінницький національний аграрний університет

Oliinychuk S.
Doctor of Technical Sciences, Senior Research Fellow

Institute of Food Resources of the NAAS of Ukraine

Kolianovska L.
Ph.D. in Engineering, Associate Professor

Vinnytsia National Agrarian University

УДК 663.41:664.8
DOI: 10.37128/2306-8744-2025-1-16

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ВИКЛИКИ КРАФТОВОГО ПИВОВАРІННЯ: АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЙ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

У статті досліджено сучасні технологічні підходи у виробництві крафтового пива, а також тенденції його розвитку в Україні та світі. Зроблено акцент на аналізі процесів бродіння, виборі сировини, застосуванні нетрадиційних штамів дріжджів, автоматизації технологічних процесів та контролі мікробіологічних показників. Проведено огляд обладнання, що використовується у крафтовому пивоварінні, зокрема ферментерів, варильних котлів, систем контролю температури та фільтраційних установок. Окрему увагу приділено поширеним проблемам, які постають перед малими пивоварнями: нестабільність якості між партіями, мікробіологічні ризики, окислення пива, надмірна карбонізація, смаковий дисбаланс. Обґрунтовано важливість впровадження стандартів якості, технологічного контролю та дотримання санітарних норм.

У роботі узагальнено результати вітчизняних і міжнародних досліджень, які висвітлюють інноваційні підходи, такі як використання метаболоміки, альтернативних інгредієнтів, енергоефективного обладнання та локальних агропромислових продуктів. Проведено порівняльний аналіз розвитку крафтового пивоваріння за регіонами у 2015 та 2024 роках, що демонструє суттєве зростання кількості пивоварень у Європі, США та країнах Азійсько-Тихоокеанського регіону. Наведено приклади провідних пивоварень світу та України, охарактеризовано їхні особливості, стильові уподобання та інновації.

Зроблено висновок, що крафтове пивоваріння є багатовимірним явищем, яке охоплює виробництво, культуру споживання, науку, економіку та екологію. Зокрема, розкрито потенціал крафтового пива як нішевого продукту з високою доданою вартістю. Розвиток галузі потребує інтеграції технологічних інновацій, наукової підтримки, законодавчого визнання і сприятливого середовища для малих виробників. Стаття стане у пригоді фахівцям пивоварної галузі, технологам, дослідникам і всім, хто цікавиться розвитком крафтової індустрії в Україні та за її межами.

Ключові слова: *крафтове пиво, пивоваріння, технологія бродіння, дріжджі, метаболоміка, якість пива, інновації, мікробіологічний контроль, сталий розвиток, локальне виробництво, обладнання.*

Постановка проблеми. Крафтове пиво – це пиво, яке виробляється незалежними пивоварнями невеликого або середнього масштабу, часто з використанням традиційних методів і якісних інгредієнтів. Таке пиво зазвичай має унікальний смак і характер, адже пивовари експериментують із сортами хмелю, солоду, дріжджів та процесом бродіння.

Цей напій часто описують як ремісничий, авторський, майстерно створений, ручної роботи

або навіть художній. Проте всі ці назви є радше наближеними тлумаченнями, адже вони лише намагаються адаптувати англомовний (нині вже загальновживаний у світі) термін craft beer до українського мовного контексту.

Перш за все, серед інших, крафтове пиво вирізняється якістю та натуральністю. У крафтовому пиві головним є склад. Практично не використовуються штучні домішки, лиш добірні інгредієнти, максимум смаку та користі.

У крафтовому пиві застосовується велика кількість різноманітних технологій від класичних IPA до насичених Stout'ів. А ще сотні незвичних, експериментальних сортів.

Вирізняється крафт індивідуальним підходом. Кожна броварня вкладає у своє пиво авторські рецептури та ексклюзивні варки, які більше ніде не повторюються.

Також крафт це – особлива спільнота фанів, яка формується в місцевості із поціновувачів. Тому крафтове пиво – це про локальність. Багато пивоварень працюють для свого міста або регіону. Засновники крафтового пивоваріння вигадують нові, подекуди вражаючі поєднання смаків і демонструють свої напої в барах, на пивних фестивалях, дегустаційних заходах або під час відкритих варінь пива.

Крафтове пиво вирізняється широкою палітрою стилів і смакових характеристик. У той час як великі пивоварні компанії в розвинених країнах фіксують стійке зниження попиту на традиційне пиво, зростає інтерес до продукції малих, іноді зовсім невеликих, але креативних крафтових виробництв. Хоча говорити про суттєве витіснення масових брендів ще передчасно, довкола крафтового пивоваріння вже сформувалася нова культура споживання – з притаманними їй символікою, мовою та специфічними моделями поведінки споживачів.

Крафтове пиво в нашій країні наразі займає дещо більше ніж 1% ринку – це досить мала частка. Промислове пиво, попри спад виробництва в останні роки, все ще безперечно домінує. Водночас сегмент крафту стрімко розвивається й поступово здобуває все більший попит. Нині крафтове пиво здебільшого варять ентузіасти – впевнені у собі аматори, які ще нещодавно займалися домашнім пивоварінням і зараз на практиці опановують тонкощі цього ремесла.

Однак, не зважаючи на низку позитивних характеристик крафтове пиво має ряд недоліків, які здебільшого пов'язані з порушенням технологічного режиму, нестабільністю сировини або недостатнім контролем на окремих етапах варіння. До найпоширеніших проблем належать: окислення пива, інфекційне зараження, нестабільність якості між партіями, перебродження у пляшці (overcarbonation), дисбаланс у смаковому профілі.

Метою роботи є – узагальнити та проаналізувати сучасні технологічні підходи, що застосовуються у крафтовому пивоварінні. Зосередити увагу на виборі сировини, методах бродіння, застосуванні нетрадиційних штамів дріжджів, автоматизації процесів та контролі мікробіологічних показників, з метою покращення стабільності та якості кінцевого продукту. Дослідити найпоширеніші проблеми крафтового пивоваріння.

Матеріали та методи. У статті використано оглядову методологію з акцентом на міждисциплінарний підхід. Інформацію було зібрано з понад 20 джерел, включаючи наукові публікації з баз Scopus і Web of Science за період 2012–2025 років, галузеві звіти та відкриті дані пивоварних асоціацій. Основними критеріями відбору літератури були: тематика, актуальність, наявність практичного опису технологічних процесів. Аналіз здійснювався за типами інновацій та етапами пивоварного циклу.

Результати та обговорення. Аналітичні узагальнення, тенденції, порівняння, класифікації та висновки.

Пиво – це слабоалкогольний, ігристий і освіжаючий напій, який вирізняється притаманним ароматом хмелю та приємними смаковими властивостями. Згідно з органолептичними та фізико-хімічними характеристиками, воно має відповідати встановленим стандартам якості ДСТУ 3888:2015 Пиво. Загальні технічні умови. З поправкою. Для виробництва пива використовують сировину, основні та допоміжні матеріали, серед яких: солод різних видів (світлий, темний, карамельний, палений, пшеничний тощо); несолоджені добавки, такі як ячмінне борошно, рисова січка, знежирене кукурудзяне борошно, патока та інші; технологічно підготовлена вода; дріжджі низового та верхового бродіння; хміль та продукти його переробки (рис.1).

З метою поглибленого розуміння аспектів тематики, здійснено огляд джерел, що мають прикладну цінність для розвитку крафтового пивоваріння.

Серед вітчизняних джерел слід відмітити дослідження, в яких подано матеріал про вплив дріжджів, їхніх метаболітів і технологічних факторів на органолептичні властивості пива. Йдеться про розробку нових смакових профілів за рахунок додавання спецій, фруктів, трав тощо, та про зростання інтересу щодо впливу штамів дріжджів на смак, аромат і стиль пива. Дослідження відповідає на питання чому пиво має такий широкий спектр ароматів і смаків, та як дріжджі, технологія й умови бродіння визначають кінцевий профіль напою. Праця також є важливим підґрунтям для крафтових пивоварів, які прагнуть створювати унікальні сорти пива [1, с. 6-13].

Інновації у крафтовому пивоварінні – це використання нетрадиційної сировини, застосування нових методів бродіння,

впровадженні ручної роботи та творчого підходу на всіх етапах. Дослідження підіймає проблематику з недостатньої законодавчої підтримки малого пивоваріння, проблем із сертифікацією та доступом до обладнання [2, с.123-126].

Ще одним нестандартним підходом в технології крафтового пива є використання натуральної добавки – хмелю з додаванням хрону. Йдеться про розробку рецептури пива з підвищеною антиоксидантною активністю, що дозволяє покращити як смакові властивості напою, так і його корисність для здоров'я. Ця ідея відкриває перспективу для розробки нішевого функціонального продукту у крафтовому сегменті корисного для здоров'я [3, с. 110-116].

Питання невизначеності терміну «крафтове пиво» в законодавстві, труднощів у сертифікації та проблем з масштабуванням в Україні – це те, з чим зіштовхується національна крафтова індустрія. Від цих перепон крафтова діяльність розвивається повільніше, ніж у ЄС або США [4, с. 101-106].

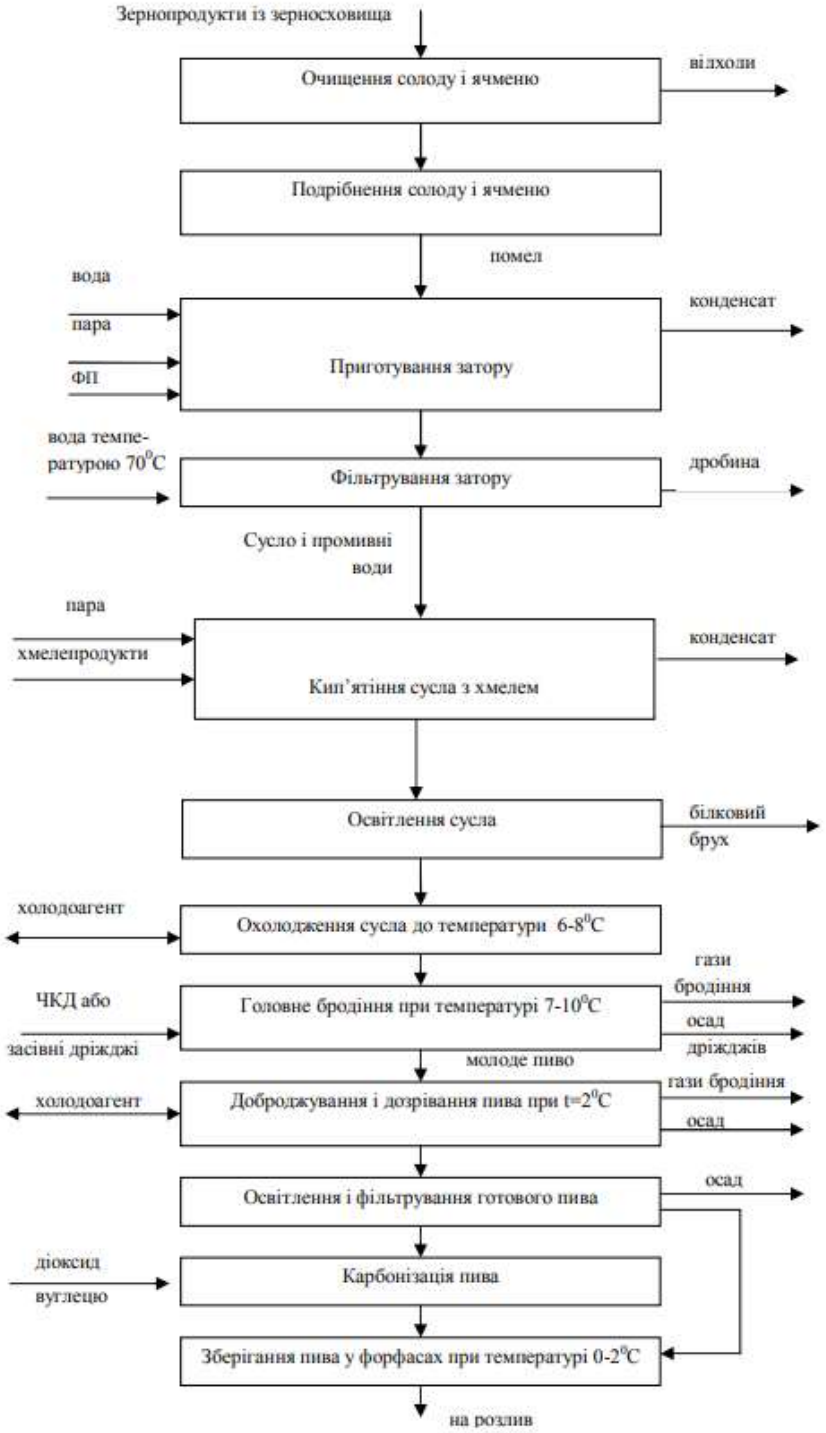


Рис. 1 Принципова технологічна схема виробництва пива

Крафтове пивоваріння як галузь малого підприємництва потребує детального дослідження економічних умов, доступу до ресурсів, маркетингу, споживчих переваг[5].

Досить цікавим досвідом є проведення тематичних виставок, форумів. Виставка новітніх технологій для пивоваріння, виробництва дистилятів та інших напоїв [6], що відбувалася під час XI Благодійного Форуму пивоварів, дистиляторів та виробників напоїв у Львові представила інновації: нове обладнання, модернізацію процесів, мікробіологічний контроль, автоматичні системи дозування та ферментації.

Міжнародні праці із досліджень питання крафтового пива [7] присвячені аналізу факторів, що впливають на колір пива, зокрема відмінностей між традиційним і крафтовим пивом. Автори досліджують яким чином методи пивоваріння, використані сировинні матеріали та хімічні процеси формують колір напою. Використовуючи систематичний підхід за методологією PRISMA та бібліометричний аналіз, вони оцінюють наукові дослідження, отримані з бази даних Web of Science Core Collection.

Серед міжнародних розробок прогресивним є підхід із застосування метаболоміки до дослідження крафтового пива. Метаболоміка використовується для аналізу складу пива, оцінки його якості та безпеки, а також для вивчення впливу різних технологічних процесів на кінцевий продукт. Висвітлюють різні методи ферментації, використання нетрадиційних інгредієнтів та як зміни в процесі варіння впливають на метаболічний профіль пива [8].

Суттєвим є вплив початкової густини сусла (Original Gravity, OG) на процес бродіння, флокуляція дріжджів та формування смако-ароматичних сполук у пиві при використанні високогравітаційного пивоваріння (High-Gravity Brewing, HGB). Впливу OG на ключові параметри бродіння та якість пива, що сприяє глибшому розумінню процесів високогравітаційного пивоваріння [9, с.168-177]. Даються практичні рекомендації щодо оптимізації процесу бродіння при високих значеннях OG для покращення якості та стабільності пива. Інформативно пояснюється взаємозв'язок між параметрами бродіння та органолептичними характеристиками пива, що може бути використана для розробки нових крафтових сортів з покращеними властивостями.

У своїй діяльності пивоварна промисловість зіштовхується з екологічними викликами, які намагаються вирішувати у світовому контексті. Процеси, такі як солодження, затирання, кип'ятіння та охолодження, потребують значних енергетичних витрат, що сприяє викидам парникових газів. Застосування енергоефективних технологій та перехід на відновлювані джерела енергії можуть зменшити вуглецевий слід галузі [10].

Попри те, що крафтове пиво містить відносно невелику кількість етилового спирту (в середньому 4–6%), залишається риторичним питанням: у чому його користь і в чому шкода. Джерело [11, с.971-983] надає всебічний огляд потенційних переваг споживання крафтового пива для здоров'я. Але автори також підкреслюють, що, хоча крафтове пиво має потенційні переваги для здоров'я завдяки вмісту фенольних сполук, необхідні подальші дослідження для повного розуміння цих ефектів. Вони також наголошують на важливості помірного споживання, оскільки надмірне вживання алкоголю може мати негативні наслідки для здоров'я.

Крафтове пивоваріння сприяє сталому розвитку за рахунок підтримки локальних економік, використання місцевої сировини, мінімізації транспортного сліду та впровадження екологічно чистих технологій виробництва. Малі пивоварні часто орієнтовані на циркулярну економіку – використовують залишки зерна як корм для тварин, мінімізують споживання води й енергії, впроваджують роздільне збирання та переробку відходів [12]. Розкриття питання стійкості в крафтових пивоварнях, інтеграції екологічних, соціальних та економічних аспектів у стратегію розвитку дозволяє не лише зменшити негативний вплив на довкілля, але й зміцнити зв'язки з громадою та забезпечити фінансову стабільність [13]. У тому числі праця [14, с.528-545] підкреслює зростаючу важливість крафтового пивоваріння як об'єкта наукових досліджень та наголошує на необхідності подальшого вивчення для розуміння його впливу на споживачів і ринок загалом.

Зосередження на додаванні саме місцевих фруктів та агропромислових відходів може значно покращити органолептичні характеристики та харчову цінність крафтового пива, сприяючи створенню інноваційних продуктів з високою доданою вартістю [15, с.452-460].

Сучасні технології та обладнання відіграють ключову роль у виробництві крафтового пива – і це стосується як якості продукту, так і ефективності та сталості виробництва. Йдеться про впровадження автоматизованих систем для моніторингу та управління виробничими процесами з метою забезпечення стабільної якості продукції [16, с.1187-1214].

Опитування 323 італійських споживачів за методикою Best-Worst Scaling, яка полягає в

дослідженні споживчих переваг щодо 13 характеристик крафтового пива показало, що вони надають перевагу якості та різноманітності смаків, сприймаючи крафтове пиво як більш натуральне та автентичне порівняно з комерційним [17].

Пиво, в тому числі і крафтове розливають переважно у пляшки, банки, кеги, які виготовлені із скла, алюмінію, сталі, пластика. У крафтовому пивоварінні часто використовують скляні пляшки малого об'єму, тоді як великі виробники частіше працюють з банками або кегами, що можуть бути більш екологічно ефективними. Вибір упаковки – важливий фактор для зниження вуглецевого сліду пива як промислового, так і крафтового. Вуглецевий слід суттєво залежить від типу упаковки (зокрема, скляна пляшка має більший слід, ніж алюмінієва банка чи багаторазовий кег). Дослідження [18] оцінює вуглецевий слід виробництва світлого лагера, розлитого в різні пакувальні формати. Результати показують, що вибір упаковки суттєво впливає на загальний екологічний вплив пива, що важливо в контексті виробництва промислового та крафтового пива.

Крафтові пивоварні постійно шукають унікальність, відмінність та нові смаки. Неконвенційні дріжджі, що традиційно не використовуються в промисловому виробництві пива, але мають унікальні властивості дозволяють створювати нові ароматичні профілі, які не можна отримати звичайними Saccharomyces. Вони дають змогу урізноманітнити асортимент, експериментувати з новими стилями та виділитися на ринку. У праці [19] обговорюється процес одомашнення дріжджів Saccharomyces та потенціал використання неконвенційних дріжджів, таких як Brettanomyces, Hanseniaspora та Pichia, у промислових ферментаціях для створення нових ароматичних профілів напоїв та для крафтових пивоварень.

Регіональні об'єднання пивоварень формують певний стилістичний та економічний «кластер». Це дозволяє ділитися ресурсами, розвивати туризм (зокрема, пивні маршрути, фестивалі), підвищувати економічну привабливість регіону. Регіональна пивна індустрія стає частиною локальної економіки, створюючи робочі місця, підтримуючи інші галузі (агровиробництво, гастрономія, культура). У даній статті [20] розглядається взаємозв'язок між місцем, регіоном та стійкістю в американській крафтовій пивній індустрії, пропонуючи економічну модель розвитку, засновану на концепціях місця, регіону та стійкості.

Узагальнюючи аналіз наукових досліджень, можна зробити висновок, що крафтове пивоваріння сьогодні виступає не лише як галузь виробництва напоїв, а як багатогранне явище, що поєднує інновації, традиції, науку, екологію та підприємництво.

Праці свідчать про зростаючу зацікавленість у вдосконаленні органолептичних властивостей пива за рахунок використання нетрадиційних інгредієнтів, нових штамів дріжджів, експериментальних методів бродіння. Одночасно простежується тенденція до виробництва більш функціональних і здорових напоїв, що мають антиоксидантні властивості або містять корисні метаболіти.

Особливу увагу приділено інноваціям і технічному вдосконаленню: від автоматизованих систем управління процесом варіння до застосування новітніх аналітичних методів, таких як метаболоміка. Це дозволяє забезпечити стабільну якість продукції та глибше розуміння впливу технологічних параметрів на кінцевий продукт.

Крафтове пивоваріння також розглядається крізь призму сталого розвитку: як у контексті екологічного впливу (зниження викидів, оптимізація упаковки, впровадження енергоефективних рішень, так і з погляду соціально-економічного значення для місцевих громад та малого бізнесу.

Крім того, огляд виявив численні виклики: нечіткість визначення «крафтового пива» у законодавстві, труднощі сертифікації, відсутність інфраструктурної та правової підтримки. Це стримує розвиток галузі, особливо у порівнянні із більш розвиненими країнами ЄС та США.

Споживчий аспект відіграє важливу роль: дослідження демонструють зростання попиту на автентичні, якісні, натуральні та локальні продукти. Такий тренд відкриває нові можливості для позиціонування крафтового пива як продукту з високою доданою вартістю.

Отже, крафтове пивоваріння – це динамічна галузь, що стрімко розвивається на перетині технологій, культури споживання, підприємництва та сталого розвитку. Її подальше зростання потребує не лише наукових і технологічних інновацій, а й сприятливого нормативного середовища, інтеграції з локальними ринками та орієнтації на запити сучасного споживача.

Сучасна крафтова технологія пива не можлива без модернізованого обладнання. Для виробництв різної продуктивності необхідними є ферментери, варильні котли, фільтраційні системи та системи управління (рис. 2).



Рис. 2. Модернізоване обладнання для виробництва крафтового пива

Ферментери, або їх ще називають бродильні танки – великі вертикальні резервуари з нержавної сталі. Вони використовуються для процесу бродіння, під час якого дріжджі перетворюють цукри в суслі на алкоголь і вуглекислий газ.

Варильні котли – це агрегати, де відбувається основне варіння пивного сусла. Складаються з кількох ємностей: для затирання, фільтрації, кип'ятіння. Система труб і клапанів дозволяє контролювати температури та переміщення рідини.

Панель управління – електронний блок із дисплеями та кнопками. Служить для моніторингу та керування всіма етапами виробництва: температурними режимами, подачею пари, часом бродіння тощо. Це важливо для стабільної якості продукту.

Фільтраційна система – відповідає за очищення пива від залишків дріжджів, білків та інших частинок, щоб отримати прозорий і чистий напій.

Не зважаючи на технологічний прогрес та значне поліпшення сучасного обладнання, залишаються недоліки та складнощі (табл. 1).

Таблиця 1.

Переваги та недоліки сучасного обладнання для крафтового пивоваріння

Переваги	Недоліки
Автоматизація та точність: контроль температури, часу, тиску та параметрів бродіння; мінімізація людського фактору і помилок.	Висока вартість
Гігієнічність і санітарія: нержавіюча сталь, CIP-системи (Clean-In-Place), герметичність ємностей.	Складність обслуговування: потреба у кваліфікованих працівниках для роботи з автоматизованими системами; складність та дороговартісніть ремонту
Енергоефективність: покращена теплоізоляція, знижене споживання енергії та втрати тепла.	Менше «ручної творчості» – можливості творчих рішень майстрів.
Повторюваність якості: точний контроль, досягнення стабільного смаку пива між партіями.	Залежність від електроніки – у випадку збоїв програмного забезпечення процес може зупинитись повністю.
Підключення до програм для збору та аналізу даних	

Які ж найпоширеніші проблеми крафтового пивоваріння?

Перш за все слід виділити окислення пива. Ознаками даного дефекту є плоский або паперовий присмак, втрата аромату. Як і більшість харчових продуктів пиво не стійке до контакту із киснем, зокрема під час охолодження, перекачування або розливу. Для уникнення впливу необхідно забезпечити герметичність обладнання, використання CO_2 для витіснення повітря, мінімізацію контактів із повітрям після ферментації.

Наступними проблемами є інфекційні зараження, які супроводжуються зміною присмаку на кислуватий (не характерний для пива), помутнінням, сторонніми запахами (зокрема, «мишачим», «пліснявим», «сирним»). Причинами виявлення даних дефектів є недостатня санітарія, недезінфіковане обладнання, контамінація під час бродіння або розливу. Щоб уникнути цих факторів потрібне суворе дотримання санітарних норм, регулярна CIP-мийка (Clean-In-Place), контроль мікробіології на всіх етапах.

Проблема нестабільності якості між партіями супроводжується відмінністю у смаку, кольорі, ароматиці пива однієї й тієї ж марки. Причинами є варіації в сировині, недотримання рецептури або технологічних параметрів. Щоб уникнути цих дефектів необхідна стандартизація рецептур, ведення журналів варок, закупівля сировини з одного джерела, контроль якості на вході.

Перебродження у пляшці (overcarbonation) – це ще одна проблема у виробничому процесі крафтового пива. Її ознаками є надмірна газованість, «вибухання» пляшок або піна, що «вилазить» при відкритті. Причинами є залишкові дріжджі та залишки цукру або недоброджене пиво перед розливом. Для уникнення даного дефекту необхідна перевірка ступеня зброджування (FG – Final Gravity), фільтрація або пастеризація перед розливом, правильне дозування цукру для карбонізації.

І, на кінець, ознакою неякісного показника для крафтового пива є дисбаланс у смаковому профілі. Це і надмірна гіркота, і надто солодкий або пряний смак, і незбалансований аромат. Причинами є невдало підібраний хміль, спеції, неправильне співвідношення солодів. Для запобігання цієї проблеми потрібне проведення дегустаційних сесій у пілотних варках, коригування рецептур за результатами сенсорного аналізу.

Які ж світові та вітчизняні тенденції розвитку виробництва крафтового пива?

За даними експертів компанії Alltech [21], у світі на сьогодні функціонує понад 20 тисяч пивоварень, які можна класифікувати як крафтові. До таких належать малі за обсягами виробництва пивоварні, що переважно орієнтуються на локальний ринок та споживача. Важливою особливістю є їхня незалежність від великих корпорацій, творча свобода у виборі сировини, стилів і технологій, а також прагнення до інноваційного смакового профілю.

Згідно з аналітичними підрахунками, близько 86% крафтових пивоварень зосереджено в Північній Америці та Європі. Станом на кінець 2024 року кількість таких підприємств у Сполучених Штатах становила понад 9500, що стало історичним максимумом з кінця XIX століття. Саме в той період у США було зафіксовано найвищу кількість пивоварень перед значним спадом у XX столітті. Для порівняння, в Європейському Союзі на той момент налічувалося 11000 пивоварень, що перевищує показник США, хоча останні залишаються світовим лідером серед окремих країн.

Рейтинг кількості крафтових пивоварень за регіонами (2024 рік): Європейський Союз – 11000; США – 9000; Азійсько-Тихоокеанський регіон – 1200. Порівняльний рейтинг приросту крафтових пивоварень за останні 10 років (рис. 3).

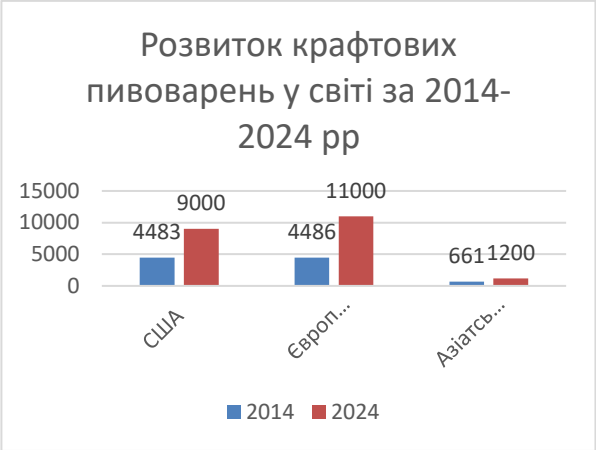


Рис. 3. Динаміка розвитку крафтових пивоварень у світі за 2014-2024 рр.

Також було складено рейтинг перших десяти країн світу за кількістю крафтових пивоварень, який очолили США, далі йдуть Велика Британія, Франція, Італія, Канада, Швейцарія, Німеччина та Бразилія. Ці дані свідчать про глобалізацію крафтового руху та його зростання не лише в історично пивоварних регіонах, а й у країнах, де цей ринок ще нещодавно лише формувався.

США залишаються лідером за кількістю пивоварень в одній країні. Німеччина, Велика Британія, Франція, Італія, Іспанія – лідери в ЄС. Китай, Південна Корея, Японія, Австралія, Нова Зеландія активно розвивають крафтовий сегмент у Азійсько-Тихоокеанському регіоні. Бразилія, Мексика, Аргентина – найдинамічніші в Латинській Америці. Найпопулярніші крафтові пивоварні світу (табл.2) [21-24].

Таблиця 2

ТОП світових крафтових пивоварень (2024 р.)

Пивоварня	Місцезнаходження	Особливості та досягнення
Tree House Brewing Company	Чарлтон, Массачусетс, США	Отримала 160 нагород, одна з найбільш відзначених у США
Sapwood Cellars Brewery	Колумбія, Меріленд, США	Завоювала 105 нагород, відома інноваційними підходами
Hill Farmstead Brewery	Грінсборо Бенд, Вермонт, США	Відома сезонними та експериментальними сортами пива
Allagash Brewing Company	Портленд, Мен, США	Спеціалізується на бельгійських стилях, Allagash White – найвідоміший вітбір
Pure Project	Сан-Дієго, Каліфорнія, США	Увійшла до топ-25 пивоварень світу у 2024 році
Messorem Bracitorium	Монреаль, Канада	Інноваційні стилі пива та сучасний підхід до дизайну
Green Bench Brewing	Сент-Пітерсберг, Флорида, США	Високо оцінена за майстерність у стилях пива
Vector Brewing	Даллас, Техас, США	Відзначена за якість та інноваційність.
Giesinger Bräu	Мюнхен, Німеччина	Нова пивоварня, яка прагне приєднатися до Октоберфесту
Sahti (традиційне пиво)	Фінляндія	Стародавній стиль пива, що відроджується

У контексті світових тенденцій (табл. 3), український ринок крафтового пивоваріння знаходиться на етапі динамічного розвитку, але ще не досяг кількісних показників провідних країн. За приблизними оцінками експертів галузі, станом на 2024 рік в Україні налічувалося понад 300 крафтових пивоварень, серед яких домінують малі та середні виробники з річним обсягом до 3 тис. гектолітрів.

Таблиця 3

Популярні стилі крафтового пива

Стиль	Характеристика
IPA (India Pale Ale)	Хмелевий, ароматний, з фруктовими або цитрусовими нотками
Stout	Темне, насичене, з нотами кави, шоколаду чи карамелі
Porter	Темне пиво з м'яким, шоколадно-карамельним смаком
Sour Ale	Кислуваті елі з додаванням фруктів або ягід
Wheat Beer	Легке, нефільтроване, з бананово-гвоздичними нотами
Lager & Pilsner	Світле, освіжаюче, з більш вираженим ароматом, ніж у промисловому виконанні

На відміну від США та країн ЄС, українські пивоварні зіткнулися з низкою обмежень: відсутність спеціального законодавчого визначення «крафтового виробника»; нестабільність податкового середовища; обмежений доступ до сучасного обладнання та високоякісної сировини; вплив воєнних дій та економічної кризи. Проте, попри ці виклики, українська крафтова сцена демонструє стійкість і креативність. Пивоварні активно експериментують з локальними інгредієнтами (наприклад, медом, фруктами, хмелем вітчизняної селекції), беруть участь у міжнародних конкурсах, розвивають співпрацю з гастрономічним сектором та туристичними ініціативами [1-6; 25-28].

Таблиця 4

ТОП українських крафтових пивоварень (2024 р.)

Пивоварня	Місцезнаходження	Особливості продукції
Varvar Brewery	Київ	Від класичних IPA до унікальних кислих елів
Rebrew	Бровари	Хмільні сорти з яскравими ароматами
Collider Brewery	Київ	Насичені та різноманітні сорти
Ципа	Закарпаття	Фірмовий стиль з локальними інгредієнтами
Pravda Brewery	Львів	Креативні назви та експериментальні смаки

Висновки. Крафтове пивоваріння є однією з найдинамічніших і найперспективніших галузей сучасного харчового виробництва, що поєднує традиційні ремесла з інноваційними технологічними рішеннями. У статті проаналізовано сучасні тенденції розвитку крафтового пива в Україні та світі, з особливою увагою до технологічних процесів, використання сировини, ролі дріжджів, впровадження автоматизації та методів контролю якості. Узагальнені дані свідчать про зростаючий попит на натуральний, локальний та автентичний продукт, що формує нову культуру споживання й потребує глибшого наукового підґрунтя.

Проведене дослідження виявило основні проблеми, з якими стикаються малі пивоварні: нестабільність якості, мікробіологічні ризики, дефекти бродіння, проблеми з упаковкою та збереженням аромату. Водночас, було відзначено широкий спектр інновацій, які сприяють подоланню цих викликів — зокрема, використання нетрадиційних інгредієнтів, новітніх дріжджових штамів, автоматизованих систем управління, метаболоміки, енергоефективного обладнання.

Окрему роль у забезпеченні стабільності технологічного процесу відіграє правильно підібране та сучасне обладнання. Зокрема, ферментери з контролем температури, автоматизовані варильні котли, системи санітарної обробки та фільтраційні установки дозволяють значно покращити якість продукції, знизити мікробіологічні ризики та забезпечити повторюваність характеристик між партіями. Інвестиції у модернізацію обладнання є ключовим фактором конкурентоспроможності малих пивоварень.

Аналіз статистичних даних 2014 та 2024 років показав суттєве зростання кількості крафтових пивоварень у світі, що свідчить про загальносвітову тенденцію до розвитку цього сегменту. Водночас український ринок лише формується, потребує чіткого законодавчого визначення терміна «крафтове пиво», інфраструктурної підтримки та стимулювання малого підприємництва.

Таким чином, подальший розвиток галузі можливий лише за умови синергії наукових досліджень, державної підтримки та підприємницької ініціативи. Крафтове пивоваріння має потенціал стати не лише

сегментом харчової промисловості, а й платформою для розвитку регіональних економік, гастрономічного туризму, сталих практик і нової культури споживання.

Список використаних джерел

1. Інноваційні напрями розвитку харчових технологій : колективна монографія [Електронний ресурс] / за загальн. ред. канд. техн. наук, доц. Н. А. Нагурної ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. Черкаси : ЧДТУ, 2020. 154 с.
2. Семенов С. В., Романчук С. А. Сучасний стан впровадження інноваційних методів у крафтовому пивоварінні. Multidisciplinary scientific notes. *Theory and practice*. 2023. №7. С. 123–126. URL: https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/mcnd/article/view/15510
3. Гаврилюк Н. В., Ямкова Н. В. Сучасні напрями розвитку технології харчових продуктів: інноваційні добавки у пивоварінні. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету.* Технічні науки. 2022. Вип. 30. С. 110–116. URL: https://journals-lute.lviv.ua/index.php/visnyk-tech/article/download/800/759.
4. Калініченко Л. Л. Проблеми розвитку крафтової діяльності в Україні. *Економіка та держава.* 2022. №5. С. 101–106. URL: https://economics.net.ua/files/archive/2022/No5/26.pdf.
5. Іващенко К. В., Мельниченко С. В. Деякі аспекти розвитку крафтового виробництва в Україні як складової частини малого підприємництва. Modernization of the modern science: the scientific space in the conditions of global challenges: кол. монографія. Riga: Baltija Publishing, 2023. С. 140–148. URL: https://www.baltijapublishing.lv/omp/index.php/bp/catalog/download/363/9887/20591-1.
6. Новітні технології для пивоваріння, виробництва дистилятів та інших напоїв презентували виробники на форумі у Львові. TechDrinks.info. 2023. URL: https://techdrinks.info/novitni-tehnologiyi-dlya-pyvovarinnya-vyrobnytstva-dystylyativ-ta-inshyh-napoyiv-prezentuvaly-vyrobnyky-na-forumi-u-lvovi.
7. Ualema N.J.M., dos Santos L.N., Bogusz S., Ferreira N.R. From Conventional to Craft Beer: Perception, Source, and Production of Beer Color—A Systematic Review and Bibliometric Analysis. *Foods.* 2024. 13(18):2956. DOI: https://doi.org/10.3390/foods13182956.
8. Carisma N. A. S., Calingacion M. N. Metabolomics and (craft) beers – recent advances. *Food Research International*. 2025; 147:116010. DOI:10.1016/j.foodres.2025.116010.
9. Almeida C., Calado V., Lucas C., Pais C. High-Gravity Brewing: The Effect of Wort Original Gravity on Fermentation Performance, Flocculation, and Beer Flavor Compounds. *Journal of the American Society of Brewing Chemists.* 2019; 77(3):168–177. DOI: https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1613423.
10. Olajire A. A. The Brewing Industry and Environmental Challenges. *Journal of Cleaner Production*. 2020. 256:120817. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120817.
11. Arranz S., Saura-Calixto F. A Comprehensive Review of the Benefits of Drinking Craft Beer. *Nutrition & Food Science*. 2018. 48 (6). P. 971–983.
12. Moreira M.B., Cavalcanti R.N. Sustainability in Craft Breweries: A Systematic Literature Review. *Sustainability.* 2021. 13(4):1908.
13. Trotta A., Garengo P. Sustainability in Craft Breweries: A Systematic Literature Review. *Sustainability*. 2021. 13 (4). Article 1908.
14. Fastoso F., Mazzucchelli A. Craft Beer – A Systematic Literature Review and Research Agenda. *International Journal of Consumer Studies*. 2019. 43 (6). P. 528–545.
15. Ferreira I. M. P. L. V. O., Guido L. F. Production and Characterization of Craft Beers with Different Additions. *Journal of the Institute of Brewing*. 2020. 126 (4). P. 452–460.
16. Brányik T., Silva D.P., Vicente A.A., Teixeira J.A. Modern Processes and Equipment for Beer Production. *Handbook of Food Process Design*. 2012. Vol. 2. P. 1187–1214. DOI: https://doi.org/10.1002/9781444398274.ch60.
17. Lerro M., Marotta G., Nazzaro C. Measuring Consumers' Preferences for Craft Beer Attributes through Best-Worst Scaling. *Agricultural and Food Economics*. 2020. 8:1. DOI: https://doi.org/10.1186/s40100-019-0138-4 .
18. Cimini A., Moresi M. Carbon Footprint of a Pale Lager Packed in Different Formats: Assessment and Sensitivity Analysis Based on Transparent Data. *Journal of Cleaner Production*. 2016. 112:4196–4213.
19. Steensels J., Verstrepen K.J. Taming Wild Yeast: Potential of Conventional and Nonconventional Yeasts in Industrial Fermentations. *Annual Review of Microbiology*. 2014. 68:61–80.
20. Eberts D. Place, Region, Sustainability and the American Craft Beer Industry. *Applied Geography*. 2016. 67:73–83.
21. Coppens International announces rebrand to Alltech Coppens. Alltechcoppens. URL: https://www.alltechcoppens.com
22. Hill, J. (2024, January 9). The 11 best breweries of 2024. Hop Culture. https://www.hopculture.com/best-breweries-2024/
23. Fritsche, D. (2024, February 19). The 30 best breweries in the country right now,

according to beer pros. VinePair. https://vinepair.com/articles/best-breweries-2024/

24. American Craft Beer. (2024, March 12). Untappd names the best breweries of 2024. https://www.americancraftbeer.com/untappd-names-the-best-breweries-of-2024/

25. Varvar Brewery. (2024). Official website. https://varvarbrew.com/en

26. Pravda Brewery. (2024). Official website. https://www.pravda.beer/en/pravda

27. BeerTasting.com. (2024). Tsypa Brewery. https://www.beertasting.com/en/brewery/tsypa-cipa

28. BeerAdvocate. (2024). Rebrew Brewery Profile. https://www.beeradvocate.com/beer/profile/62839/

References

1. Нагурна, Н. А. (Ред.). (2020). *Інноваційні напрями розвитку харчових технологій: колективна монографія* [Електронний ресурс]. Черкаси: ЧДТУ.

2. Семенов, С. В., & Романчук, С. А. (2023). Сучасний стан впровадження інноваційних методів у крафтовому пивоварінні. *Multidisciplinary Scientific Notes. Theory and Practice, 7*, 123–126. https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/mcnd/article/view/15510

3. Гаврилюк, Н. В., & Ямкова, Н. В. (2022). Сучасні напрями розвитку технології харчових продуктів: інноваційні добавки у пивоварінні. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки, 30*, 110–116. https://journals-lute.lviv.ua/index.php/visnyk-tech/article/download/800/759

4. Калініченко, Л. Л. (2022). Проблеми розвитку крафтової діяльності в Україні. *Економіка та держава, 5*, 101–106. https://economics.net.ua/files/archive/2022/No5/26.pdf

5. Іващенко, К. В., & Мельниченко, С. В. (2023). Деякі аспекти розвитку крафтового виробництва в Україні як складової частини малого підприємництва. In *Modernization of the modern science: the scientific space in the conditions of global challenges* (pp. 140–148). Riga: Baltija Publishing. https://www.baltijapublishing.lv/omp/index.php/bp/catalog/download/363/9887/20591-1

6. TechDrinks.info. (2023). Новітні технології для пивоваріння, виробництва дистилятів та інших напоїв презентували виробники на форумі у Львові. https://techdrinks.info/novitni-tehnologiyi-dlya-pyvovarinnya-vyrobnytstva-dystylyativ-ta-inshyh-napoyiv-prezentuvaly-vyrobnyky-na-forumi-u-lvovi

7. Ualema, N. J. M., dos Santos, L. N., Bogusz, S., & Ferreira, N. R. (2024). From conventional to craft beer: Perception, source, and production of beer color—A systematic review and bibliometric analysis. *Foods, 13*(18), 2956. https://doi.org/10.3390/foods13182956

8. Carisma, N. A. S., & Calingacion, M. N. (2025). Metabolomics and (craft) beers – recent advances. *Food Research International, 147*, 116010. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.116010

9. Almeida, C., Calado, V., Lucas, C., & Pais, C. (2019). High-gravity brewing: The effect of wort original gravity on fermentation performance, flocculation, and beer flavor compounds. *Journal of the American Society of Brewing Chemists, 77*(3), 168–177. https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1613423

10. Olajire, A. A. (2020). The brewing industry and environmental challenges. *Journal of Cleaner Production, 256*, 120817. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120817

11. Arranz, S., & Saura-Calixto, F. (2018). A comprehensive review of the benefits of drinking craft beer. *Nutrition & Food Science, 48*(6), 971–983.

12. Moreira, M. B., & Cavalcanti, R. N. (2021). Sustainability in craft breweries: A systematic literature review. *Sustainability, 13*(4), 1908.

13. Trotta, A., & Garengo, P. (2021). Sustainability in craft breweries: A systematic literature review. *Sustainability, 13*(4), Article 1908.

14. Fastoso, F., & Mazzucchelli, A. (2019). Craft beer – A systematic literature review and research agenda. *International Journal of Consumer Studies, 43*(6), 528–545.

15. Ferreira, I. M. P. L. V. O., & Guido, L. F. (2020). Production and characterization of craft beers with different additions. *Journal of the Institute of Brewing, 126*(4), 452–460.

16. Brányik, T., Silva, D. P., Vicente, A. A., & Teixeira, J. A. (2012). Modern processes and equipment for beer production. In *Handbook of Food Process Design* (Vol. 2, pp. 1187–1214). https://doi.org/10.1002/9781444398274.ch60

17. Lerro, M., Marotta, G., & Nazzaro, C. (2020). Measuring consumers' preferences for craft beer attributes through best-worst scaling. *Agricultural and Food Economics, 8*(1). https://doi.org/10.1186/s40100-019-0138-4

18. Cimini, A., & Moresi, M. (2016). Carbon footprint of a pale lager packed in different formats: Assessment and sensitivity analysis based on transparent data. *Journal of Cleaner Production, 112*, 4196–4213.

19. Steensels, J., & Verstrepen, K. J. (2014). Taming wild yeast: Potential of conventional and nonconventional yeasts in industrial fermentations. *Annual Review of Microbiology, 68*, 61–80.

20. Eberts, D. (2016). Place, region, sustainability and the American craft beer industry. *Applied Geography, 67*, 73–83.
21. Alltech Coppens. (2024). Coppens International announces rebrand to Alltech Coppens. https://www.alltechcoppens.com
22. Hill, J. (2024, January 9). *The 11 best breweries of 2024*. Hop Culture. https://www.hopculture.com/best-breweries-2024/
23. Fritsche, D. (2024, February 19). *The 30 best breweries in the country right now, according to beer pros*. VinePair. https://vinepair.com/articles/best-breweries-2024/
24. American Craft Beer. (2024, March 12). *Untappd names the best breweries of 2024*. https://www.americancraftbeer.com/untappd-names-the-best-breweries-of-2024/
25. Varvar Brewery. (2024). *Official website*. https://varvarbrew.com/en
26. Pravda Brewery. (2024). *Official website*. https://www.pravda.beer/en/pravda
27. BeerTasting.com. (2024). *Tsypa Brewery*. https://www.beertasting.com/en/brewery/tsypa-cipa
28. BeerAdvocate. (2024). *Rebrew Brewery Profile*. https://www.beeradvocate.com/beer/profile/62839/

MODERN TECHNOLOGIES AND CHALLENGES OF CRAFT BREWING: ANALYSIS OF TRENDS IN UKRAINE AND THE WORLD

The article explores modern technological approaches in craft beer production, as well as trends in its development in Ukraine and worldwide. Emphasis is placed on the analysis of fermentation processes, raw material selection, the use of non-traditional yeast strains, automation of technological processes, and microbiological control. An overview of equipment used in craft brewing is provided, including fermenters, brewhouses, temperature control systems, and filtration units. Particular attention is given to common challenges faced by small breweries: batch-to-batch quality inconsistency, microbiological risks, beer oxidation, over-carbonation, and flavor imbalance. The importance of implementing quality standards, technological control, and adherence to sanitary regulations is substantiated.

The study summarizes the findings of both domestic and international research highlighting innovative approaches such as the use of metabolomics, alternative ingredients, energy-efficient equipment, and locally sourced agri-food products. A comparative analysis of the development of craft brewing by region in 2015 and 2024 demonstrates significant growth in the number of breweries in Europe, the United States, and the Asia-Pacific region. Examples of leading breweries from around the world and Ukraine are presented, along with descriptions of their characteristics, stylistic preferences, and innovations.

It is concluded that craft brewing is a multidimensional phenomenon encompassing production, consumption culture, science, economy, and ecology. In particular, the potential of craft beer as a niche product with high added value is revealed. The development of the sector requires the integration of technological innovations, scientific support, legislative recognition, and a favorable environment for small producers. This article will be useful for brewing industry professionals, technologists, researchers, and all those interested in the development of the craft beer industry in Ukraine and beyond.

Keywords: *craft beer, brewing, fermentation technology, yeast, metabolomics, beer quality, innovation, microbiological control, sustainable development, local production, equipment.*

Відомості про авторів

Олійнічук Сергій Тимофійович, д.т.н., с.н.с., завідувач відділом технології продуктів бродіння Інституту продовольчих ресурсів НААН, вул. Євгена Сверстюка, 4А, м. Київ, 02000, Україна, e-mail:oliynichukst@ukr.net, https://orcid.org/0000-0002-2885-6754).
Коляновська Людмила Миколаївна – кандидат технічних наук, доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: kolianovska73@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-8645-3515).

Oliynychuk Serhiy, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Head of the Department of Fermentation Products Technology, Institute of Food Resources of the National Academy of Sciences of the Ukraine, 4A Yevhena Sverstyuk St., Kyiv, 02000, Ukraine, e-mail:oliynichukst@ukr.net, https://orcid.org/0000-0002-2885-6754).
Kolyanovska Lyudmila, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Bioengineering, Bio- and Food Technologies of Vinnytsia National Agrarian University (3 Sonyachna St., Vinnytsia, 21008, Ukraine, e-mail: kolianovska73@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-8645-3515).