

DOI: [https://doi.org/10.31617/2.2026\(57\)07](https://doi.org/10.31617/2.2026(57)07)  
УДК 663.14.036:663.911.1



#### РУБАНКА Катерина

<https://orcid.org/0000-0002-9884-4214>

к. т. н., доцент, доцент кафедри  
технології консервування  
Національного університету харчових  
технологій

вул. Володимирська, 68, м. Київ,  
01601, Україна  
[rubanka\\_ekaterina@ukr.net](mailto:rubanka_ekaterina@ukr.net)

#### БОЙКО Марина

<https://orcid.org/0000-0002-7285-1360>

к. т. н., завідувач лабораторії кафедри  
експертизи харчових продуктів  
Національного університету харчових  
технологій

вул. Володимирська, 68, м. Київ,  
01601, Україна  
[boiko80@ukr.net](mailto:boiko80@ukr.net)

#### RUBANKA Kateryna

<https://orcid.org/0000-0002-9884-4214>

PhD (Technical),  
Associate Professor, Associate Professor  
at the Department of Technology of Canning  
National University of Food Technologies

68, Volodymyrska St., Kyiv,  
01601, Ukraine  
[rubanka\\_ekaterina@ukr.net](mailto:rubanka_ekaterina@ukr.net)

#### BOYKO Maryna

<https://orcid.org/0000-0002-7285-1360>

PhD (Technical),  
Head of the Laboratory  
of the Department of Food Expertise  
National University of Food Technologies

68, Volodymyrska St., Kyiv,  
01601, Ukraine  
[boiko80@ukr.net](mailto:boiko80@ukr.net)

### ТЕХНОЛОГІЯ ФЕРМЕНТАТИВНОГО НАПОЮ КОМБУЧА НА ОСНОВІ ЛАВАНДИ

Промислове виробництво ферментованих напоїв типу комбуча є актуальним напрямом у харчовій індустрії, що стрімко набуває популярності та викликає зацікавленість серед науковців, виробників та споживачів завдяки поєднанню натуральності, освіжаючого смаку та потенційних корисних ефектів, зокрема пробіотичних властивостей. У науковій літературі, окрім традиційних інгредієнтів, таких як зелений чи чорний байховий чай, використовують альтернативну сировину (фрукти, квіти, соки, прянощі), що дає можливість не лише розширити асортимент комбучі, а і надати напою інших функціональних властивостей. Метою статті є висвітлення результатів отримання альтернативної комбучі з використанням місцевої сировини та збагачення готового напою фенольними речовинами. Сформульовано наукову гіпотезу, яка передбачає, що заміна чаю на сушені квіти лаванди (*Lavandula angustifolia*) як основи ферментаційного субстрату вплине на динаміку змін хімічного складу в процесі бродіння за участю симбіотичної культури *Medusomyces gisevii* під час виробництва ферментованого напою. Для перевірки гіпотези використовували загальноприйняті фізико-хімічні методи

### LAVENDER-BASED FERMENTED KOMBUCHA BEVERAGE TECHNOLOGY

The industrial production of fermented beverages such as kombucha is a relevant area in the food industry, which is rapidly gaining popularity and attracting interest among scientists, producers, and consumers due to the combination of naturalness, refreshing taste, and potential beneficial effects, including probiotic properties. In the scientific literature, in addition to traditional ingredients such as green or black leaf tea, alternative raw materials (fruits, flowers, juices, spices) are used, which not only makes it possible to expand the assortment of kombucha but also to give the beverage other functional properties. The aim of the article is to highlight the results of obtaining an alternative kombucha using local raw materials and enriching the finished beverage with phenolic compounds. A scientific hypothesis has been formulated, which suggests that replacing loose-leaf tea with dried lavender flowers (*Lavandula angustifolia*) as the fermentation substrate base will influence the dynamics of chemical composition changes during fermentation by the symbiotic culture *Medusomyces gisevii* in the production of the fermented beverage. To verify the hypothesis, generally accepted physicochemical methods were applied



Copyright © 2026. Автор(и). Це стаття відкритого доступу, яка розповсюджується на умовах ліцензії [Creative Commons Attribution License 4.0 \(CC-BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) Міжнародна ліцензія

досліджень сухих речовин, кислотності та поліфенольних сполук. Доведено, що комбуча на основі квітів лаванди за 5 діб бродіння інтенсивно накопичувала сухі речовини, досягнувши значення 4.75%, отже, вихід сухих речовин збільшився на 22%. Відповідно, зростає загальна кислотність напою у 5 разів – до 0.198 мг/100 г у перерахунку на оцтову кислоту і знизився рН на 25 % – до значення 3.8. Упродовж бродіння активно накопичувалися поліфенольні сполуки, їх кількість зростає до 56.8 мг GAE/100 мл, що вдвічі більше, ніж у контрольному зразку. Отримані результати доводять можливість та доцільність використання квітів лаванди як основи для збродження в технології ферментованих напоїв. Квіти не пригнічували процес бродіння та дозволили створити напій із високими органолептичними показниками, насиченим кольором та помірним накопиченням CO<sub>2</sub>.

**Ключові слова:** комбуча, ферментація, лаванда, фенольні речовини.

to study dry matter, acidity, and polyphenolic compounds. It has been proven that lavender flower-based kombucha, after five days of fermentation, intensively accumulated dry matter and reached a value of 4.75%, thereby increasing the dry matter yield by 22%. Accordingly, the total acidity of the drink increased fivefold to 0.198 mg/100 g recalculated as acetic acid, and the pH decreased by 25% to a value of 3.8. During fermentation, polyphenolic compounds actively accumulated, their amount increased to 56.8 mg GAE/100 mL, which is twice as much as in the control sample. The obtained results demonstrate the feasibility and appropriateness of using lavender flowers as a base for fermentation in the technology of fermented beverages. The flowers did not inhibit the fermentation process and enabled the creation of a beverage with high organoleptic characteristics, rich color, and moderate CO<sub>2</sub> accumulation.

**Keywords:** kombucha, fermentation, lavender, phenolic compounds.

## Вступ

Комбуча, або ферментований чай, – напій на основі чорного або зеленого чаю, що містить сахарозу та синбіотичну культуру бактерій і дріжджів (*SCOBY*), яка варіюється залежно від ферментації. Поширення напою асоціюють з Китаєм, але популярності він набув у Японії, де його, власне, і назвали "комбуча" при поєднанні слів "комбу" та "ча", що означає "водорості" та "чай" відповідно (*Abaci et al.*, 2022).

Комбуча складається з двох фаз: плаваючого шару біоплівки (*Symbiotic Community of Bacteria and Yeast (SCOBY)*) та кислої рідини (*Kruk et al.*, 2021). *SCOBY* містить оцтовокислі бактерії (*Komagataeibacter*, *Glucanobacter*, види *Acetobacter*) (*AAB*), молочнокислі бактерії (*Lactobacillaceae*, *Lactococcus*) (*LAB*), біфідобактерії та дріжджі (*Schizosaccharomyces pombe*, *Saccharomycodes ludwigii*, *Kloeckera apiculata*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Torulasporea delbrueckii*, *Brettanomyces bruxellensis*) (*Içen et al.*, 2023).

Сахароза, яку додають за рецептурою на початку бродіння напою, використовується цими мікроорганізмами як джерело вуглецю. Спочатку вона гідролізується до глюкози та фруктози, де мікроорганізми в суміші перетворюють глюкозу на етанол і вуглекислий газ. Утворений етанол переробляється на оцтову кислоту за допомогою *Acetobacter*, а рН суміші знижується з підвищенням кислотності. У цій процедурі екстракт чаю функціонує як джерело азоту, тоді як органічні кислоти та вуглекислий газ утворюються у присутності кисню за допомогою *SCOBY*. Ті самі мікроорганізми утворюють товсту біоплівку з целюлози завдяки розмноженню. Ці сполуки формують органолептичні характеристики напою, а саме його смак та аромат (*Abaci et al.*, 2022).

Цінність напою зумовлена іншими сполуками, які також утворюються в процесі ферментації. Так, комбуча містить поліфеноли чаю (катехіни, теафлавіни та флаванолі), оскільки субстратом є чай, органічні кислоти (наприклад фолієву, молочну, вугільну, глюкуронову, щавлеву, яблучну, малонову, винну, бурштинову, піровиноградну, лимонну та уснінову кислоти), водорозчинні вітаміни (наприклад В1, В2, В3, В6, В12 та С), а також вітамін Е, ферменти (амілазу та інвертазу), амінокислоти, білки, пурини та мінеральні речовини (Kaashyap et al., 2021).

Щоб отримати комбучу з різними та унікальними смаками або підвищити її харчову цінність чи антиоксидантну активність, використовують різні субстрати для ферментації, такі як різноманітні фруктові соки, молоко, вино або трав'яні чаї (крім чорного або зеленого чаю, які застосовують для виготовлення класичного напою). Наприклад, у дослідженні, проведеному Sun et al. (2015), комбучу отримували шляхом ферментації чорного чаю та соку паростків пшениці. SCOBY, що використовували для ферментації, містив *Gluconacetobacter rhaeticus* та *G. rosei* як бактеріальні компоненти, а також *Dekkera bruxellensis* як дріжджовий компонент. Отриманий напій характеризувався вищим вмістом фенолів і флавоноїдів (галова кислота, катехіни, кавова кислота, ферулова кислота, рутин та хлорогенова кислота) та більшою антиоксидантною активністю порівняно з традиційними напоями.

Комбуча, приготовлена на основі мате та *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil, характеризувалася меншим виходом, але вищим показником антиоксидантної здатності як еквівалента аскорбінової кислоти ( $312.4 \pm 14.2$  мг/мл), що у 6.5 рази більше порівняно з комбучею, виготовленою на основі чорного чаю (Ziemlewska et al., 2021).

Використання сушеної червоної водорості (*Poryphora dentata* Kjellman) для приготування субстрату, який додатково обробляли ультразвуком у виробництві комбучі, дозволило отримати напій із вищим вмістом загальних фенолів та флавоноїдів, а тому і вищу антиоксидантну здатність, що відновлює залізо (Aung & Eun, 2021).

Високий потенціал продемонстрували дослідження Zubaidah et al. (2018). Використання оцукрюваних соків з індійських зміїних фруктів (*Salacca zalacca*) як основи для субстрату зумовило отримання комбучі з посиленою антиоксидантною активністю, що узгоджується зі збільшенням фенолів, танінів, флавоноїдів та посиленням антибактеріальної активності на тлі пригнічення грампозитивних (*Staphylococcus aureus*) та грамнегативних (*Escherichia coli*) бактерій.

Не менш вагомими є дослідження Tu et al. (2019), які довели доцільність використання соєвої сироватки, що утворюється як побічний продукт у виробництві сиру тофу та соєвого білка. Антиоксидантна здатність готового напою була значно підвищеною, а також спостерігалася антибактеріальна активність щодо *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* та *Escherichia coli*. Крім того, ферментація привела до

утворення нових ароматичних летких речовин, особливо ефірів та вищих альдегідів, які надали соєвій сироватці фруктового смаку та покращили її сенсорні властивості.

Лікувальні гриби *Coriolus versicolor* та *Lentinus edodes* використовували для приготування нового напою з комбучі. ІЧ-спектроскопічний аналіз полісахаридів показав домінуючу присутність полісахаридів додатково до фенолів, ліпідів та білків. Екстракти не були цитотоксичними *in vitro* до 500 мкг/мл, тоді як імуномодулюючі ефекти залежали від їхнього хімічного складу. Нові напої типу комбуча автори рекомендували як функціональні напої або нутрицевтики з потенційно корисним імуномодулюючим ефектом при алергіях (Sknepnek et al., 2021).

Використання зелених зерен *Coffea arabica L.* навпаки призвело до отримання напою зі знизеним вмістом поліфенолів, кофеїну та тригонеліну (Zofia et al., 2020). Є інші дослідження, які показали свою ефективність при використанні різних субстратів, наприклад з м'яти, кропиви та листя чорної смородини (Czarnowska et al., 2024), меліси лимонної (Ćetojević-Simin et al., 2012), *Hibiscus sabdariffa* (розели), перцевої м'яти, насіння маракуї (Lima et al., 2025) тощо.

Як показав аналіз джерел, ці альтернативні субстрати, як правило, унікальні за своїм хімічним профілем та органолептичними характеристиками, а також мають посилену антиоксидантну й антимікробну активність (Barros et al., 2024; Lima et al., 2025). Однак використання різних рослинних субстратів впливає не лише на органолептичні показники, а і на процес зброджування сусла (Sun et al., 2015; Ziemlewska et al., 2021; Zofia et al., 2020; Czarnowska et al., 2024; Lima et al., 2025) та, як наслідок, на економічну ефективність виробництва.

Отже, важливим етапом досліджень був пошук нових інгредієнтів, які здатні позитивно впливати на технологічний процес та якість готового напою.

Квіти лаванди, безперечно, є перспективною сировиною для отримання ферментованого напою. Вони мають високу антиоксидантну активність завдяки наявності фенольних сполук, які представлені 19 флавонами та 8 антоціанами. Характерними для роду лаванди є різні глікозиди гіполаєтину та скутелареїну. Тритерпеноїди включають урсолову кислоту, серед пігментів містяться дельфінідин та мальвідин (пурпуровий) (Lis-Balchin, 2004).

За результатами теоретичних та експериментальних досліджень сформовано наукову гіпотезу, згідно з якою використання квітів лаванди (*Lavandula angustifolia*) як основи ферментаційного середовища впливатиме на перебіг накопичення продуктів бродіння під час виробництва комбучі.

Тому метою дослідження є вивчення впливу субстрату сушених квітів лаванди (*Lavandula angustifolia*) на процес зброджування сусла та якість готового напою з урахуванням органолептичних показників та його харчової цінності.

Предмет досліджень – комбуча на основі *Lavandula angustifolia*.

Екстракт лаванди готували за допомогою роторного випарювача *IKA HB10 Control*. Для цього висушені квіти лаванди (масова частка вологи – 6.7%) у кількості 50 г заливали підігрітою до температури 60 °C водою з гідромодулем 10 г. Процес екстрагування проводили за цієї ж температури впродовж 1 год, частота обертання ротору – 23  $n^{-1}$  і тиск –  $2.09 \times 10^7$  Па. Підготовлений у такий спосіб екстракт лаванди охолоджували, фільтрували та розводили водою у співвідношенні 1:2 відповідно.

Сусло на основі екстракту лаванди готували за класичною технологією. Розведений екстракт лаванди підігрівали для того, щоб розчинити цукор у кількості 50 г. Отриманий розчин охолоджували до температури 28–31 °C та додавали 50  $cm^3$  культури *Medusomyces gisevii*. Процес бродіння проводили в чистому темному місці за температури 28–31 °C. Тривалість бродіння обмежено терміном до 5 діб, оскільки при витримуванні напою понад 7 діб відбувається суттєве зниження рН готового продукту, що може бути небезпечним для споживачів (*Sadok et al.*, 2025).

Для приготування сусла, що є основою контрольного зразка, в заздалегідь підігріту до температури 92 °C воду об'ємом 400  $cm^3$  додавали 50 г цукру та перемішували до повного розчинення. До суміші додавали 6 г чаю та настоювали впродовж 30 хв, після чого охолоджували до температури 28–31 °C. Отримане сусло фільтрували для відокремлення чайного листя. В підготовлене у такий спосіб сусло додавали культуру *Medusomyces gisevii* в кількості 50  $cm^3$  для зброджування. Процес бродіння проводили впродовж 5 діб за температури 28–31 °C.

З метою встановлення впливу екстракту квітів лаванди на процес ферментації досліджували зміни масової частки сухих речовин рефрактометричним методом за допомогою *Agrario 1514B*, активну кислотність – потенціометричним методом за допомогою іонометра *Al-125*, загальну кислотність – методом титрування.

Вміст вуглеводів визначали напівмікрометодом Шорля, білків – спектрофотометричним методом за біуретовою реакцією. Вміст жиру не встановлювали, оскільки це недоцільно для напоїв такого типу. Концентрацію загальних фенольних сполук у зразках комбучі визначали колориметричним методом Фоліна – Чокальтеу. Оптичну густину вимірювали при довжині хвилі 760 нм, результати виражали в мг еквівалента галової кислоти на мл комбучі (мг GAE/100 мл).

Для оцінювання органолептичних показників якості готових напоїв використовували дескрипторно-профільний метод дегустаційного аналізу. Як експерти виступили 10 людей різної вікової категорії. За результатами описів сенсорних відчуттів експертів був складений глосарій дескрипторів. Після уточнення термінів дескрипторів експерти продегустували зразки напоїв і оцінили інтенсивність кожного запропонованого напою за шкалою від 0 до 6, де: 0 – ознака відсутня, 1 –

впізнавана або відчувається, 2 – слабка інтенсивність, 3 – помірна інтенсивність, 4, 5 – сильна інтенсивність, 6 – дуже сильна інтенсивність. З метою всебічного та комплексного порівняння смакових характеристик розробленого напою з наявними аналогами додатково аналізували напій комбуча "Дюшес" ТОВ "Іт Ізі", який був придбаний у торговельній мережі м. Києва.

Для встановлення цінності й енергії досліджуваних зразків розраховано їх харчову й енергетичну цінність у перерахунку на 100 г напою на підставі досліджуваних даних щодо вмісту основних нутрієнтів, а саме білків, жирів, вуглеводів із використанням загальноприйнятих коефіцієнтів перерахунку.

Усі вимірювання виконували у триразовому повторенні як незалежні експерименти. Результати порівнювали за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу (Chillo *et al.*, 2007). Статистична похибка становила  $p < 0,05$ .

### 1. Дослідження впливу сушених квітів лаванди (*Lavandula angustifolia*) як основи ферментаційного середовища на процес бродіння комбучі

Під час процесу ферментації комбучі складні органічні речовини перетворюються на інші сполуки під дією ферментів та ферментуючих мікроорганізмів (у цьому випадку *Medusomyces gisevii*), що сприяє утворенню речовин, які формують смак кінцевого продукту (Sadok *et al.*, 2025). Тому досліджували зміни масової частки сухих речовин, загальної й активної кислотності та загальну кількість поліфенольних речовин у процесі бродіння. Результати досліджень представлено на *рис. 1–4*.

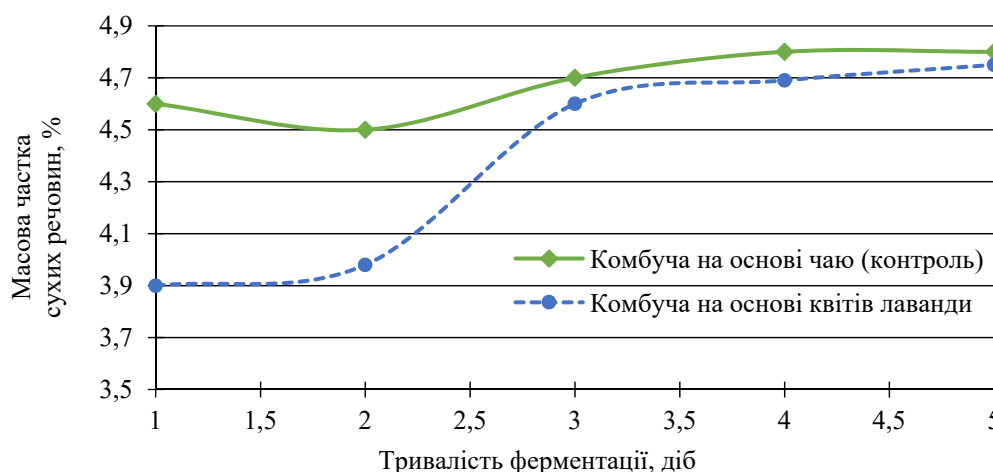


Рис. 1. Зміни масової частки сухих речовин під час бродіння комбучі ( $p < 0,05$ )

Джерело: складено авторами.

Отримані результати свідчать, що впродовж процесу бродіння з кожною добою зростає масова частка сухих речовин, і на п'яту добу зразки досягнули значення 4.80% СР і 4.75% СР для комбучі на основі

чаю та квітів лаванди відповідно. Проте динаміка їх збільшення неоднакова. Так, для досліджуваного зразка на основі квітів лаванди вміст сухих речовин зріс на 22%, а для контрольного зразка – лише на 4%. Загалом підвищення вмісту сухих речовин в обох зразках пояснюється процесами життєдіяльності дріжджів та оцтовокислих бактерій (*SCOBY*), в результаті яких відбувається гідроліз сахарози й утворення і накопичення сполук з меншою молекулярною масою (глюкоза, фруктоза, спирти, органічні кислоти) у ферментаційному середовищі (*Leal et al.*, 2018). Більш інтенсивне накопичення сухих речовин у комбучі на основі квітів лаванди порівняно з контрольним зразком пояснюється хімічним складом квітки, з якої виготовляли екстракт. Лаванда має високу кількість полісахаридів, пектинових речовин, які слугують додатковим екстрактом для бродіння (*Prusinowska & Śmigielski*, 2014). Крім того, екстракт чаю містить таніни та катехіни, які чинять пригнічувальну дію на мікробну активність *SCOBY* згідно з дослідженнями (*Phung et al.*, 2023). Сукупність цих факторів пояснює менш активне накопичення сухих речовин у комбучі на основі зеленого чаю.

Ці висновки узгоджуються з результатами досліджень *Laureys et al.* (2020), які доводять збільшення сухих речовин у зброджувавальному суслі завдяки накопиченню відновлювальних цукрів, таких як глюкоза та фруктоза, що утворюються в комбучі в результаті розщеплення сахарози інвертазою дріжджів. Крім того, *Królak et al.* (2018) експериментально підтвердили накопичення простіших фенолів внаслідок ферментативного розщеплення складних поліфенолів у зразках комбучі на основі зеленого чаю.

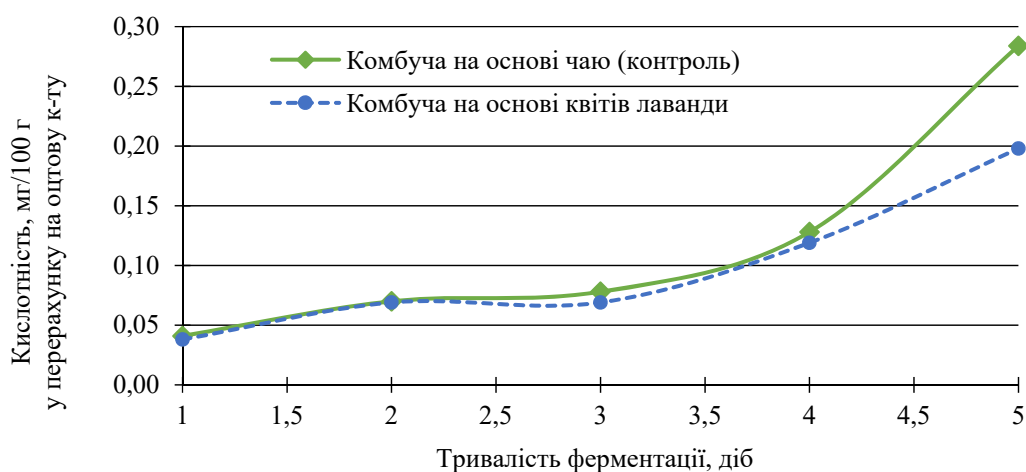


Рис. 2. Зміни загальної кислотності під час бродіння комбучі ( $p < 0.05$ )

Джерело: складено авторами.

Під час дослідження зміни загальної кислотності в процесі ферментації двох зразків комбучі доведено, що обидва зразки накопичували органічні кислоти та кислореагуючі речовини. Їх значення знаходилося на одному рівні на початку бродіння – в межах 0.041–0.038 мг/100

г у перерахунку на оцтову кислоту – і зросло у 7 та 5 разів для комбучі на основі чаю зеленого та лаванди відповідно. Збільшення загальної кислотності пояснюється утворенням та накопиченням органічних кислот, таких як оцтова, молочна, глюконова, глюкуронова, лимонна, аскорбінова, яблучна та масляна кислоти. Ці кислоти утворюються під час ферментації внаслідок мікробної активності в комбучі *SCOBY* (Leal et al., 2018). Крім того, вивільнення органічних кислот із рослинної матриці в напої з комбучі може сприяти зниженню рН під час ферментації (Li et al., 2022). Важливо зазначити, що підвищення загальної кислотності напоєм на основі лаванди відбувається менш інтенсивно, ніж у контрольному зразку. Швидше за все, це пов'язано з буферними властивостями чаю. Так, в екстракті чаю міститься значна кількість поліфенолів, танінів, органічних кислот (Kitwetcharoen et al., 2025), які мають слабку дисоціацію, але в сумі дають вищу титровану кислотність.

Зміни рН під час ферментації є ключовим параметром, що характеризує цей процес, який впливає на ріст мікробів, активність ферментів і стабільність корисних сполук у готовому продукті та забезпечує безпеку від забруднення мікробними патогенами (Hur et al., 2014; Kitwetcharoen et al., 2025).

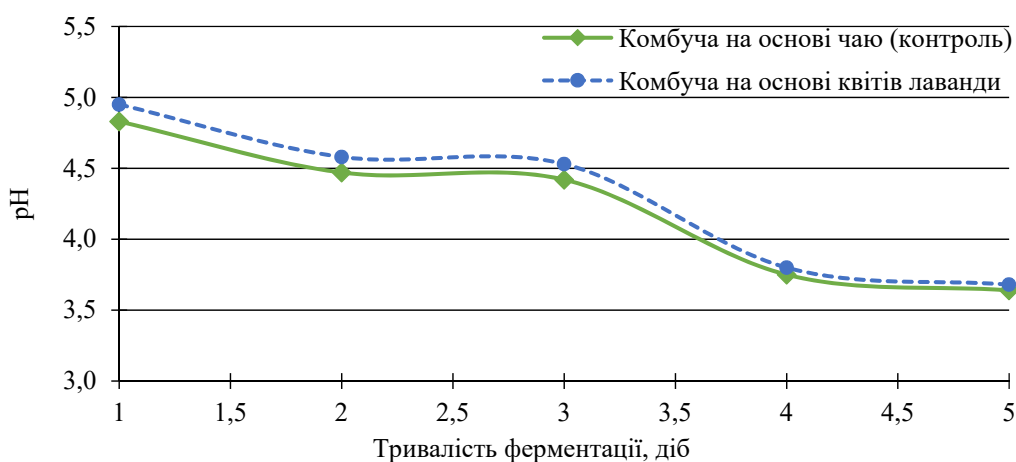


Рис. 3. Зміни рН під час бродіння комбучі ( $p < 0.05$ )

Джерело: складено авторами.

Визначено, що під час бродіння двох досліджуваних напоїв значення рН знижувалося на однакову рівні. Так, для комбучі на основі квітів лаванди рН середовища змінювалося з 4.95 до 3.68, тоді як для контрольного зразка – з 4.3 до 3.64. Тобто в кінці бродіння спостерігали майже однаковий показник. Вочевидь, такий результат пояснюється явищем молочнокислого бродіння, в результаті якого накопичуються органічні кислоти, які призводять до зниження рН та появи кислого смаку. Як стверджують Aung та Eun (2022), це пов'язано з утворенням оцтової кислоти. До того ж процес бродіння сприяє підвищенню розчинності мінеральних речовин та накопиченню легкодисоційованих сполук (вільних іонів  $H^+$ ), що також доводить зниження активної

кислотності. Отримані результати досліджень підтверджують і доводять зростання загальної кислотності для обох зразків. Ці висновки узгоджуються з дослідженнями інших вчених: *Sadok et al.* (2025), *Phung et al.* (2023), *Morales et al.* (2023), *Kitwetcharoen et al.* (2025), які також повідомляли про зниження рН під час ферментації комбучі. Наприклад, дослідження *Sadok et al.* (2025) доводить, що під час зброджування суслу на основі чаю зеленого за температури 25 °С впродовж 12 діб значення рН зменшилося з 5.19 до 2.2, а згідно з дослідженнями *Kitwetcharoen et al.* (2025) для суслу на основі чаю чорного за тих же умов рН знизилося з 4.57 до 2.37.

Важливо зазначити, що надмірно низький рН (нижче за 2.5) у продуктах комбучі може потенційно спричинити ацидоз (накопичення кислоти в крові), що негативно впливає на здоров'я людини (*Kitwetcharoen et al.*, 2025). Тому коригування значення рН є вкрай важливим і необхідним перед розливом готової продукції для забезпечення безпеки споживачів.

Поліфеноли є одними з найпоширеніших і корисних сполук у комбучі. Ці речовини відіграють значну роль у запобіганні багатьом захворюванням, пов'язаним з оксидативним стресом, таких як рак, серцево-судинні та нейродегенеративні захворювання. Крім того, ці сполуки також беруть участь у метаболізмі холестерину та запобігають високому кров'яному тиску, сприяючи розслабленню гладеньких м'язів (*Kitwetcharoen et al.*, 2024). Поліфеноли в напоях з комбучі не тільки екстрагуються із сировини, але й утворюються під час ферментації. Кількість цих сполук варіюється залежно від кількох параметрів, таких як мікробний склад *SCOBY*, використана сировина й умови ферментації (*Leal et al.*, 2018). Тому досліджено динаміку накопичення поліфенольних речовин під час бродіння комбучі, результати досліджень представлено на *рис. 4*.

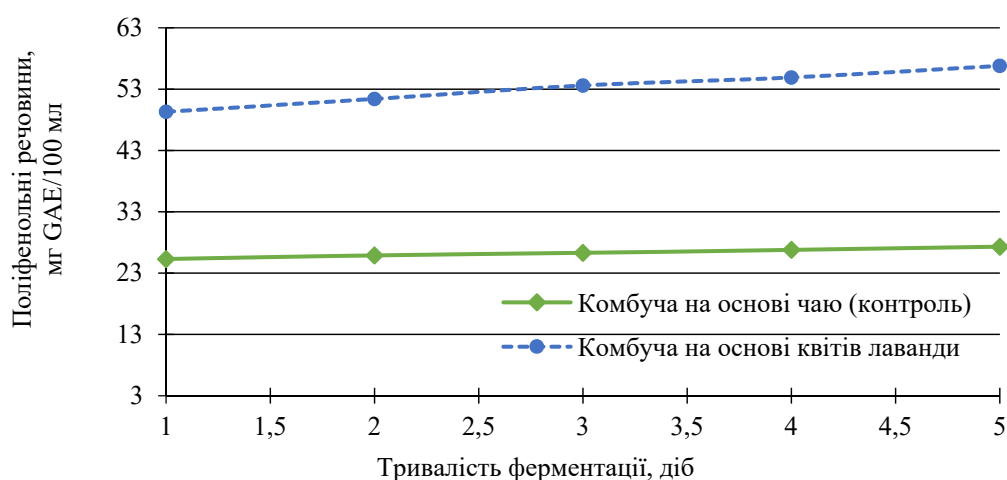


Рис. 4. Динаміка накопичення поліфенольних речовин під час бродіння комбучі ( $p < 0.05$ )

Джерело: складено авторами.

Доведено, що накопичення поліфенольних сполук у комбучі під час бродіння сусла зумовлене розщепленням складних молекул та накопиченням сполук із меншою молекулярною масою внаслідок гідролізу бактеріями та дріжджами *SCOBY*, а також кислотним гідролізом під дією  $\beta$ -глюкозидази та естерази, в результаті чого вивільняються поліфенольні речовини (Ranitović *et al.*, 2022). Так, обидва досліджуваних зразки супроводжуються накопиченням поліфенольних речовин протягом усього періоду бродіння. Для комбучі на основі квітів лаванди характерне більш інтенсивне накопичення цих сполук – з 47.3 мг GAE/100 мл до 56.8 мг GAE/100 мл, для комбучі на основі чаю зеленого – з 24.8 мг GAE/100 мл до 27.3 мг GAE/100 мл, тобто інтенсивність накопичення поліфенольних сполук у комбучі на основі квітів лаванди вдвічі вища, ніж у контрольному зразку. Це дає змогу стверджувати, що лаванда є джерелом фенольних сполук і її використання в технології ферментативних напоїв доцільне. Отримані результати узгоджуються з дослідженнями Ranitović *et al.* (2022), які демонструють накопичення фенольних сполук у комбучі на основі лаванди з 235 до 241 мг GAE/л протягом 12 діб бродіння. В інших дослідженнях повідомляється про аналогічну закономірність збільшення поліфенольних сполук під час бродіння комбучі на основі індійського агрусу, чорної моркви (Yildiz *et al.*, 2021), полуниці (Morales *et al.*, 2023), шкірки і серцевини ананаса (Phung *et al.*, 2023).

## 2. Дослідження органолептичних характеристик та харчової цінності комбучі на основі квітів лаванди (*Lavandula angustifolia*)

Процес бродіння комбучі супроводжується утворенням сполук, які формують смак готового напою (Mougkogiannis *et al.*, 2025), з огляду на це аналізували ароматичний профіль розробленої комбучі, який порівнювали з контрольним зразком та наявним аналогом. Результати органолептичної оцінки представлено на *рис. 5*.

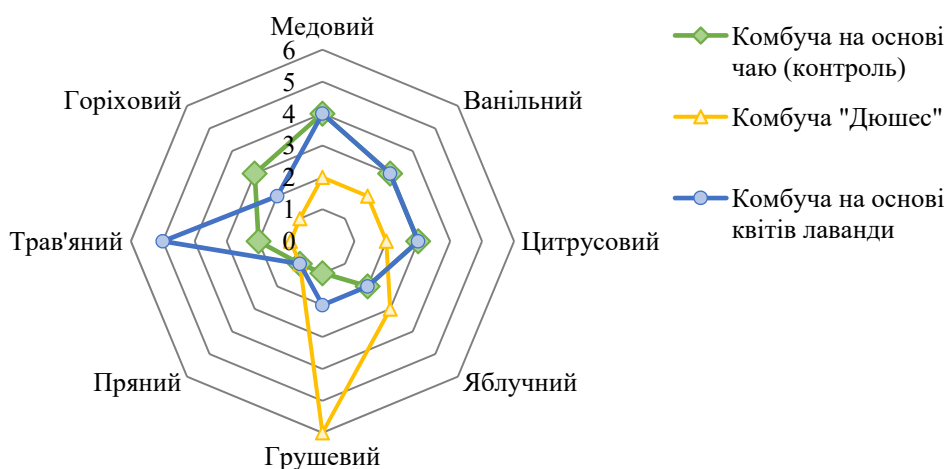


Рис. 5. Профілограма ароматичних дескрипторів комбучі

Джерело: складено авторами.

Згідно з даними профілограми встановлено, що кожний смак має свої дескриптори. Зокрема, класична комбуча, виготовлена на основі чаю зеленого, характеризувалася переважно трав'яним смаком та ароматом. Для напою "Дюшес" притаманний грушевий смак, а розроблений напій на основі квітів лаванди, крім трав'яного аромату та смаку, додатково містить медовий і менш інтенсивний аромат цитруса та ванілі. За комплексною оцінкою органолептичних показників якості (КПЯ) досліджуваних напоїв за 6-бальною шкалою, розроблений напій мав результати вищі за напій "Дюшес", для якого КПЯ становив 4, але дещо менші, ніж контрольний зразок, і мав оцінку 5 балів. Загалом розроблена комбуча характеризувалася як кисло-солодкий напій із помірною насиченістю CO<sub>2</sub>. Отже, з органолептичної точки зору використання лаванди у виробництві комбучі є перспективним.

Окрім органолептичних показників, вибір споживача залежить від харчової цінності продукту. Визначено, що обидва досліджувані зразки не містили жиру, кількість білка була меншою за встановлену похибку, що свідчить про сліди білка в напоях, а загальна кількість вуглеводів становила 4.1 г/100 г для контрольного зразка та 5.8 г/100 г для комбучі на основі лаванди. Розраховано їхню енергетичну цінність: 16.4 ккал та 23.2 ккал відповідно.

### Висновки

Вирощування квітів лаванди в Україні набирає обертів, що зумовлено її використанням у різних напрямках фармацевтичної та харчової індустрії, і напої не є виключенням. Хімічний склад і користь квітів дозволяє використовувати їх як функціональний інгредієнт. Заміна чаю зеленого як класичного інгредієнта в технології ферментованих напоїв на квіти лаванди насамперед впливає на процес бродіння, який є ключовим у технології виробництва комбучі. Накопичення сухих речовин відбувається активно, що не сповільнює процесу бродіння. Особливою перевагою є накопичення поліфенольних речовин, які за 5 діб бродіння досягнули значення 56.8 мг GAE/100 мл, що вдвічі більше, ніж для контрольного зразка. Отже, результати експериментальних досліджень доводять сформульовану гіпотезу щодо змін хімічного складу та більш інтенсивного накопичення продуктів бродіння під час виробництва комбучі. Одержаний напій характеризувався високими смаковими показниками з приємним солодкуватим смаком, у якому переважали нотки трав. Отримані дані свідчать про можливість і навіть доцільність використання квітів лаванди в технології виробництва комбучі. В подальших дослідженнях корисно вивчити вміст біологічно активних речовин у готовому напої та його антиоксидантну активність, що дозволить підтвердити харчову цінність комбучі на основі квітів лаванди. Результати досліджень будуть корисними для науковців і спеціалістів у галузі харчової індустрії.

### REFERENCES

- Abaci, N., Sezer Senol Deniz, F., & Orhan, I. E. (2022). Kombucha – An ancient fermented beverage with desired bioactivities: A narrowed review. *Food Chemistry: X*, 14, 100302. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100302>

Aung, T., & Eun, J. B. (2021). Production and characterization of a novel beverage from laver (*Porphyra dentata*) through fermentation with kombucha consortium. *Food Chemistry*, 350, Article 129274. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129274>

Aung, T., & Eun, J.-B. (2022). Impact of time and temperature on the physicochemical, microbiological, and nutraceutical properties of laver kombucha (*Porphyra dentata*) during fermentation. *LWT – Food Science and Technology*, 154, Article 112643. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112643>

Barros, V., Botelho, V. A., & Chisté, R. C. (2024). Alternative substrates for the development of fermented beverages analogous to Kombucha: An integrative review. *Foods*, 13(11), 1768. <https://doi.org/10.3390/foods13111768>

Četojević-Simin, D. D., Velićanski, A. S., Cvetković, D. D., Markov, S. L., Mrdanović, J. Ž., Bogdanović, V. V., & Šolajić, S. V. (2012). Bioactivity of lemon balm Kombucha. *Food and Bioprocess Technology*, 5(5), 1756–1765.

Chillo, S., Laverse, J., Falcone, P. M., & Del Nobile, M. A. (2007). Effect of carboxymethylcellulose and pregelatinized corn starch on the quality of amaranthus spaghetti. *Journal of Food Engineering*, 83(4), 492–500. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.03.037>

Czarnowska, M., Klepacka, J., Starowicz, M., & Lesińska, P. (2024). Functional properties and sensory quality of kombucha analogs based on herbal infusions. *Antioxidants*, 13(10), 1191. <https://doi.org/10.3390/antiox13101191>

Hur, S. J., Lee, S. Yu., Kim, Y. C., Choi, I., & Kim, G. B. (2014). Effect of fermentation on the antioxidant activity in plant-based foods. *Food Chemistry*, 160, 346–356. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.112>

Içen, H., Corbo, M. R., Sinigaglia, M., Omurtag Korkmaz, B. I., & Bevilacqua, A. (2023). Microbiology and antimicrobial effects of kombucha, a short overview. *Food Bioscience*, 56, 103270. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.103270>

Kaashyap, M., Cohen, M., & Mantri, N. (2021). Microbial diversity and characteristics of kombucha as revealed by metagenomic and physicochemical analysis. *Nutrients*, 13(12), 4446. <https://doi.org/10.3390/nu13124446>

Kitwetcharoen, H., Chamnipa, N., Thanonkeo, S., Klanrit, P., Tippayawat, P., Klanrit, P., Klanrit, P., Yamada, M., & Thanonkeo, P. (2025). Enhancing kombucha functionality: Utilizing dried pineapple peels and cores as an alternative ingredient for improved antioxidant and antimicrobial properties. *LWT – Food Science and Technology*, 216, 117358. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.117358>

Kitwetcharoen, H., Phannarangsee, Yu., Klanrit, P., Thanonkeo, S., Tippayawat, P., Klanrit, P., Klanrit, P., Yamada, M., & Thanonkeo, P. (2024). Functional kombucha production from fusions of black tea and *Indian gooseberry* (*Phyllanthus emblica* L.). *Heliyon*, 10, e40939. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40939>

Królak, K., Kordialik-Bogacka, E., Ścieszka, S., & Zimmermann, B. F. (2026). Improved in vitro digestive stability of epicatechins in green tea infusion fermented by kombucha SCOBY. *LWT – Food Science and Technology*, 242, 119142. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2026.119142>

Kruk, M., Trzaskowska, M., Scibisz, I., & Pokorski, P. (2021). Application of the "SCOBY" and kombucha tea for the production of fermented milk drinks. *Microorganisms*, 9(1), Article 123. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9010123>

Laureys, D., Britton, S. J., & De Clippeleer, J. (2020). Kombucha tea fermentation: A review. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 78(3), 165–174. <https://doi.org/10.1080/03610470.2020.1734150>

Leal, J. M., Suárez, L. V., Jayabalan, R., Oros, J. H., & Escalante-Aburto, A. (2018). A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites. *CyTA – Journal of Food*, 16(1), 390–399. <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1410499>

Li, S., Zhang, Ya., Gao, J., Li, T., Li, H., Mastroyannis, A., He, S., Rahaman, A., & Chang, K. (2022). Effect of fermentation time on physiochemical properties of kombucha produced from different teas and fruits: Comparative study. *Journal of Food Quality*, 2022, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2022/2342954>

Lima, A. S. L. de, Felipe, A. T. de M., Paiva, E. M. de O., Medeiros, R. D., Sousa Junior, F. C. de, Matsui, K. N., Zucolotto, S. M., & Pedrini, M. R. da S. (2025). Fermentation of passion fruit leaf tea with Kombucha inoculum: An upcycling approach for the development of functional fermented beverages. *Food Research International*, 218, 116870. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.116870>

Lis-Balchin, M. T. (2004). Lavender. In K. V. Peter (Ed.), *Handbook of herbs and spices* (Vol. 2, Chap. 11). Woodhead Publishing.

Morales, D., Gutiérrez-Pensado, R., Bravo, F. I., & Muguerza, B. (2023). Novel kombucha beverages with antioxidant activity based on fruits as alternative substrates. *LWT – Food Science and Technology*, 189, 115482. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115482>

Mougkogiannis, P., & Adamatzky, A. (2025). Learning in kombucha. *Next Materials*, 9, 101281. <https://doi.org/10.1016/j.nxmate.2025.101281>

Phung, L. T., Kitwetcharoen, H., Channipa, N., Boonchot, N., Thanonkeo, S., Tippayawat, P., Klanrit, P., Yamada, M., & Thanonkeo, P. (2023). Changes in the chemical compositions and biological properties of kombucha beverages made from black teas and pineapple peels and cores. *Scientific Reports*, 13, 7859. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34794-1>

Prusinowska, R., & Śmigielski, K. B. (2014). Composition, biological properties and therapeutic effects of lavender (*Lavandula angustifolia* L.): A review. *Herba Polonica*, 60(2), 56–66. <https://doi.org/10.2478/hepo-2014-0010>

Ranitović, A., Šovljanski, O., Aćimović, M., Pezo, L., Tomić, A., Travičić, V., Saveljić, A., Cvetković, D., Četković, G., & Markov, S. (2022). Biological potential of alternative kombucha beverages fermented on essential oil distillation by-products. *Fermentation*, 8(11), 625. <https://doi.org/10.3390/fermentation8110625>

Sadok, I., Rachwał, K., Jonik, I., Żukociński, G., & Kwiatkowska, O. (2025). Effect of temperature and time on mold growth, mycotoxin contamination, phytochemicals and microbiological characteristics of kombucha tea during fermentation. *Food Control*, 175, 111296. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2025.111296>

Sknepnek, A., Tomić, S., Miletić, D., Lević, S., Čolić, M., Nedović, V., & Nikšić, M. (2021). Fermentation characteristics of novel *Coriolus versicolor* and *Lentinus edodes* kombucha beverages and immunomodulatory potential of their polysaccharide extracts. *Food Chemistry*, 342, 128344. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128344>

Sun, T. Yi., Li, J. S., & Chen, C. (2015). Effects of blending wheatgrass juice on enhancing phenolic compounds and antioxidant activities of traditional kombucha beverage. *Journal of Food and Drug Analysis*, 23(4), 709–718. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2015.01.009>

Tu, C., Tang, S., Azi, F., Hu, W., & Dong, M. (2019). Use of kombucha consortium to transform soy whey into a novel functional beverage. *Journal of Functional Foods*, 52, 81–89. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.10.024>

Yildiz, E., Guldas, M., & Gurbuz, O. (2021). Determination of in vitro phenolics, antioxidant capacity and bio-accessibility of kombucha tea produced from black carrot varieties grown in Turkey. *Food Science and Technology (Brazil)*, 41, 180–187. <https://doi.org/10.1590/fst.00320>

Zofia, N. L., Aleksandra, Z., Tomasz, B., Martyna, Z. D., Magdalena, Z., Zofia, H. B., & Tomasz, W. (2020). Effect of fermentation time on antioxidant and anti-ageing properties of green coffee kombucha ferments. *Molecules*, 25(22), 5394. <https://doi.org/10.3390/molecules25225394>

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють, що не мають фінансових чи нефінансових конфліктів інтересів щодо цієї публікації; не мають відносин із державними органами, комерційними або некомерційними організаціями, які могли б бути зацікавлені у поданні цієї точки зору.

Автори не отримували прямого фінансування для цього дослідження.

Рубанка, К., & Бойко, М. (2026). Технологія ферментативного напою комбуча на основі лаванди. *Товарознавство. Технології. Інжиніринг*, 1(57), 120–132. [https://doi.org/10.31617/2.2026\(57\)07](https://doi.org/10.31617/2.2026(57)07)

Надійшла до редакції 20.02.2026.

Отримано після доопрацювання 24.03.2026.

Прийнято до друку 27.04.2026.

Публікація онлайн 24.06.2026.