

**КОМБУЧА – ФЕРМЕНТОВАНИЙ НАПІЙ НА ОСНОВІ ЧАЮ
ЯК КОМПОНЕНТ ОЗДОРОВЧОГО ХАРЧУВАННЯ**

Челябієва В. М., к.т.н., доцент,
доцент кафедри харчових технологій та екології
<https://orcid.org/0000-0001-5364-4633>

Національний університет «Чернігівська політехніка», Чернігів, Україна

<https://doi.org/10.31073/foodresources2024-23-23>

Предмет. Комбуча – безалкогольний напій бродіння, який виробляють шляхом ферментації підсолоджененого чаю симбіотичною культурою бактерій і дріжджів (SCOBY). **Мета.** Дослідити вплив складу ферментованого субстрату на сенсорні та фізико-хімічні показники напою. **Методи.** Для досліджень використовували SCOBY масою 250 г, субстрат для ферментації складався з питної води, цукру, чорного або зеленого чаю. Субстрат з культурою залишали для ферментації при температурі 23–30°C. Визначали органолептичні та фізико-хімічні показники (рН, вміст сухих речовин) ферментованого напою. **Результати.** Бродіння субстрату починається з перетворення цукру дріжджами симбіотичної культури. Глюкоза зброджується дріжджами до етанолу та вуглекислого газу. Етанол окислюється бактеріями *Acetobacter* симбіотичної культури до ацетальдегіду, а потім до оцтової кислоти. У результаті ферментації субстрату SCOBY виробляється головним чином оцтова кислота та вуглекислий газ. Комбучу з найкращими органолептичними показниками одержували шляхом ферментації субстрату складу: 1,5 л води питної, 3 г чаю чорного або зеленого, 7,5 мас.% цукру. Температура бродіння 25–28°C. Тривалість бродіння 5–7 днів. Вміст сухих речовин у готовому напої становив 5,0%, рН – 4,0. Загальний оздоровчий ефект чорного і зеленого чаю зумовлений біологічно активними компонентами. Флаваноли, виділені з листя зеленого та чорного чаю є сильними антиоксидантами. Комбуча – продукт ферментації чорного або зеленого чаю має загальнооздоровчий ефект на організм людини, оскільки містить у своєму складі біологічно активні речовини чаю з доведеним оздоровчим впливом на організм людини. Завдяки ферментації настою чаю, напій набуває кислувато-солодкого смаку, дає освіжаючий ефект при споживанні, що робить цей напій популярним під час спеки, а рН ≤ 4,0 напою запобігає небезпеці харчових отруєнь при його споживанні. **Сфера застосування результатів.** Отримані результати можуть бути застосовані при кустарному та промисловому виробництві комбучі, а також при формуванні оздоровчого харчового раціону.

Ключові слова: комбуча, симбіотична культура, бактерії, дріжджі, оздоровчі властивості

**KOMBUCHA – A FERMENTED BEVERAGE BASED ON TEA
AS A COMPONENT OF HEALTHY NUTRITION**

Viktoriia Cheliabiieva, PhD, Engineering, Associate Professor
<https://orcid.org/0000-0001-5364-4633>
Department of Food Technology and Ecology
Chernihiv Polytechnic National University, Chernihiv, Ukraine

Subject. Kombucha is a non-alcoholic fermentation drink. The drink is obtained by fermenting sweetened tea with a symbiotic culture of bacteria and yeast (SCOBY). **Purpose.** The purpose of the work is to study the influence of the composition of the substrate for fermentation on the sensory and physicochemical parameters of the drink. **Methods.** A SCOBY with a weight of 250 g was used for the research. Drinking water, sugar, black or green tea were used to prepare the substrate into which the SCOBY was placed. The substrate with the culture was left for fermentation at a temperature of 23–30°C. The organoleptic and physicochemical indicators (pH, solids content) of the fermented drink were determined. **Results.** Fermentation begins with the conversion of sugar by yeast. Sugar is broken down into glucose and fructose. Glucose is fermented by yeast SCOBY to ethanol and carbon dioxide. Ethanol is oxidized by bacteria *Acetobacter* to acetaldehyde and then to acetic acid. As a result, the SCOBY produces primarily acetic acid and carbon dioxide during the fermentation process of the tea sugar infusion. Kombucha with the best organoleptic indicators was obtained by fermentation of a substrate

*composed of: 1.5 liters of drinking water, 3 g of black or green tea, 7.5 wt.% of sugar. The fermentation temperature is 25-28°C. Duration of fermentation is 5-7 days. The content of dry substances in the finished drink is 5.0%, pH – 4,0. The general health effect of kombucha is due to the biologically active components of the tea. Flavones extracted from green and black tea leaves have very strong antioxidant properties. Thanks to the fermentation of the tea, the drink acquires a sour-sweet taste, has a refreshing effect when consumed, which makes this drink popular during the heat, and the $pH \leq 4.0$ of the drink prevents the danger of food poisoning when consumed. **Scope of results.** The results can be useful in artisanal and industrial production of kombucha, as well as in the formation of a health food diet.*

Key words: kombucha, symbiotic culture, bacteria, yeast, health properties

Постановка проблеми. Ферментовані безалкогольні напої є результатом життєдіяльності мікроорганізмів на субстратах рослинного походження. При цьому продукти життєдіяльності культур мікроорганізмів визначають органолептичні, фізико-хімічні та біохімічні властивості отриманого напою, і формують тим самим харчову цінність напою.

У західних країнах більш популярні молочні ферментовані напої [1]. Однак молочні продукти через наявність лактози, казеїну, високий вміст жиру та холестерину несуть ризики для групи населення, яка має непереносимість лактози, казеїну, потребує зниженого вмісту холестерину у продуктах харчування [2]. Тому все більше уваги приділяється технології ферментованих безалкогольних напоїв на рослинній сировині, а найбільшого розповсюдження набули напої, технологія яких передбачає використання молочнокислих бактерій і дріжджів – найбільш поширеної симбіотичної асоціації, яка здатна запускати бродильні процес у різних субстратах [3]. В Україні найбільш поширеними безалкогольними ферментованими напоями були і залишаються популярними сьогодні кваси. Квас – напій, який є продуктом ферментації симбіотичною асоціацією молочнокислих бактерій і дріжджів рослинних субстратів з овочевої, плодово-ягідної, зернової та іншої сировини. На додаток до корисних інгредієнтів рослинних субстратів, таких як вітаміни, антиоксиданти та поліфеноли [4], ці субстрати за рахунок вмісту поживних речовин і цукрів важливих для росту пробіотиків сприяють виживанню і росту пробіотичних мікроорганізмів. У східних народів, де поширеною місцевою культурою є рослини роду *Camellia*, і традиційним напоєм здавна є чай, ферментовані напої готувалися на основі чайного субстрату. Таким напоєм, який походить із Середньої Азії і сьогодні набуває популярності в Україні, є комбуча – напій, отриманий шляхом ферментації настою чаю за допомогою Symbiotic Culture of Bacteri and Yeast (SCOBY). Комбуча містить біологічно активні речовини, що відіграють певну роль у метаболізмі організму людини, тому актуальним є вивчення потенціалу цього напою, як складової оздоровчого харчування.

Ферментований SCOBY напій чаю містить біологічно активні речовини, що робить доцільним використання цього напою в оздоровчому харчуванні. Вивчення використання SCOBY є актуальним, враховуючи, що на фоні низького рівня здоров'я населення в Україні, скоротилося споживання безалкогольних напоїв бродіння, які завжди традиційно були присутні у раціоні українців. Натомість популярності набули соковмісні газовані напої, газовані напої на ароматизаторах, які за оздоровчими властивостями суттєво поступаються ферментованим напоям.

Вплив чаю на здоров'я людини достатньо вивчений [5, 6]. Чай найдавніший відомий оздоровчий напій. Цей напій має стимулюючі і детоксикаційні властивості у виведенні алкоголю та токсинів, сприяє покращенню кровотоку та сечовипускання, полегшенню болю в суглобах і підвищенню стійкості до хвороб [6].

Ферментація чаю з цукром симбіотичною асоціацією бактерій і дріжджів, яка відома під назвою «чайний гриб», дозволяє отримати інший напій на основі чаю – комбучу – освіжаючий напій зі смаком ігристого яблучного сидру.

Симбіотична культура SCOBY або застаріла назва *Medusomyces gisevii* достатньо вивчена [7–11]. За зовнішнім виглядом SCOBY – це плаваюча целюлозна біоплівка, утворена під час зростання симбіозу мікроорганізмів. Бактеріальна целюлоза SCOBY виробляється оцтовокислими бактеріями під час ферментації субстрату, основними інгредієнтами якого є чай і цукор. Бактеріальна целюлоза SCOBY захищає мікроорганізми, які беруть участь у ферментації, від забруднюючих речовин, таким чином зберігаючи симбіотичну екосистему бактерій і дріжджів, підтримує їх ріст і склад. За рахунок плаваючого стану SCOBY полегшується аерація для аеробних мікроорганізмів. По мірі зростання «чайний гриб» утворює шари нової біоплівки, і ця нова плівка є колонія, яку можна використовувати для розмноження SCOBY. Fontana, J.D. та ін. досліджували стимулятори біосинтезу целюлози [13]. Вони дослідили, що кофеїн і споріднені сполуки (теофілін і теобромін) стимулюють здатність бактерій виробляти целюлозу, що і пояснює утворення SCOBY у чайному розчині. Підвищений вміст кофеїну, як було доведено, пригнічує бродіння «чайного гриба», а не стимулює його [14], тому не усі кофеїновмісні субстрати є придатними для розвитку SCOBY.

У симбіотичній асоціації бактерій і дріжджів основними є *Acetobacter xylinum*. Бактерія *A. xylinum* виробляє оцтову кислоту, глюконову кислоту та целюлозу з джерел вуглецю, таких як етанол і глюкоза. Дріжджовий склад симбіозу дуже мінливий. Найчастіше в досліджуваних зразках ідентифікували дріжджі *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces bailii* та *Brettanomyces bruzellensis*.

Досліджена можливість використання при ферментації настою чаю різних джерел вуглецю. Крім цукрози досліджували вплив альтернативних джерел вуглеводів та їх відповідних концентрацій на процес бродіння, а саме: глюкози, лактози, фруктози. Результати цих досліджень показали, що тип використовуваного моно- або дисахариду впливає на утворення етанолу та молочної кислоти; однак концентрація цукрів не мала значного впливу [15].

Досліджена можливість використання різних трав'яних чаїв і лікарських рослин як субстратів для SCOBY [15]. Результати досліджень показали, що трав'яні чаї, такі як липовий цвіт, ромашка, розмарин і шавлія, є невідповідними субстратами через негативний вплив їхніх летких олій та через наявність антимікробних сполук. Однак комбучу можна належним чином виробляти з використанням м'ятного або чебрецевого чаю, деревію, імбиру, меліси, дубу і листу кропиви [15]. Фрукти та овочі також виявилися потенційними субстратами «чайного гриба». Доведено можливість використання таких сировинних матеріалів, як шпинат, виноградний сік, вишневий сік, бананова шкірка та гранатовий сік. Ці субстрати є корисними з точки зору їх функціональних сполук.

Як правило ферментація SCOBY субстрату триває приблизно 7–14 днів, однак повідомлення, щодо часу тривалості бродіння різняться. Повідомляється про тривалість бродіння до 60 днів [15], також дані про температурні режими бродіння дуже відрізняються за даними різних джерел.

Дослідити тривалість бродіння настою чорного та зеленого чаю до отримання сенсорно прийнятної напою ферментованого симбіотичною культурою бактерій та дріжджів, дослідити фізико-хімічних показників чайного субстрату у процесі ферментації.

Матеріали та методи. Для дослідження використали симбіотичну культуру бактерій і дріжджів масою 250 г. Для приготування субстрату, у який була інокульована культура використовували: воду питну (ДСТУ 7525:2014), цукор (ДСТУ 4623:2023), чорний чай (ДСТУ ISO 3720:2007), зелений чай (ГОСТ 1939-90).

Оптимальним поживним середовищем для культивування SCOBY є 5–10% розчин цукру з настоем чаю [15]. Тому в 1,5 л нагрітої при 100°C питної води вносили 3–4,5 г чаю і 5; 7,5 та 10 мас.% цукру. Отриманий розчин охолоджували до кімнатної температури і вносили симбіотичну культуру бактерій та дріжджів. Субстрат з культурою залишали для ферментації при температурі 23–30°C та наявності доступу денного світла (рис. 1).



Рис. 1. Схема приготування комбучі [15]

Ферментація починається з конверсії дріжджами цукру. Цукор розщеплюється до глюкози і фруктози. Глюкоза ферментується дріжджами до етанолу та вуглекислого газу. Етанол окислюється бактеріями до ацетальдегіду, а потім до оцтової кислоти. Як результат вторинної біохімічної активності *Acetobacter* глюкоза утилізується і перетворюється на глюконову кислоту. Фруктоза залишається у субстраті і використовується мікроорганізмами у меншому ступені. В результаті SCOBY у процесі ферментації цукрового настою чаю виробляє перш за все оцтову кислоту, глюконову кислоту та целюлозу [8].

Ферментували розчини наступних складів: 1,5 л питної води; 3 г та 4,5 г чистого чорного або зеленого чаю без добавок; 5 мас.%, 7,5 мас.% та 10 мас.% цукру. Температура ферментації 25–28°C.

Вміст сухих речовин у субстраті та готовому напої визначали ареометром, pH – потенціометричним способом, прозорість, колір та смак – сенсорно (simple description test) із залученням 5 осіб (ДСТУ ISO6658:2005).

Результати та обговорення. Зовнішній вигляд використаної симбіотичної культури та отримані результати наведені на рис. 2–4. На початку ферментації досліджувані розчини мали коричнево-червоне забарвлення, характерне для настою чорного чаю (рис. 3). На рисунку 4 наведено характер зміни pH настою чорного чаю після інокуляції у нього культури SCOBY для ферментації. При досягненні pH 4,0 розчин набував золотисто-жовтого забарвлення (рис. 3). При pH ~ 4,5 активно починає відбуватися утворення CO₂. На даному етапі крім спиртового бродіння: $C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_5OH + 2CO_2$, активно протікає оцтовокисле бродіння: $C_2H_5OH + O_2 = CH_3COOH + H_2O$. Більшість представників роду *Acetobacter* по мірі їх адаптації до кислого середовища окиснюють оцтову кислоту далі: $CH_3COOH + O_2 = 2CO_2 + 2H_2O$. Всі ці біохімічні процеси у субстраті сприяють активному газоутворенню.

Вміст сухих речовин у настої 3 г чорного чаю у 1,5 л води з вмістом цукру 5 мас.%, 7,5 мас.% та 10 мас.% до початку ферментації становив 3,0; 6,0 та 7,0% відповідно. Вміст сухих речовин у напоях отриманих у результаті ферментації настоїв складав 2,0; 4,0 та 5,0% відповідно.

На 5–7 день ферментації, залежно від початкового вмісту цукру у субстраті, pH субстрату знижується до 4,0 (рис. 4). Потім на протязі наступних 4–5 діб значення pH залишається на рівні $4,0 \pm 0,03$. Досягнуте значення pH не дає розвиватися маслянокислим і гнилісним бактеріям, і є сприятливим для розвитку дріжджів, які комфортно почуваються при pH 3–4 [3]. Якщо симбіотичну культуру не вилучити із субстрату, а

продовжити ферментацію далі, то рН поступово починає знижуватись через накопичення оцтової кислоти.



Рис. 2. SCOBY – симбіотична культура бактерій і дріжджів (зовнішній вигляд)



Рис. 3. Колір субстрату до (ліворуч) та після (праворуч)

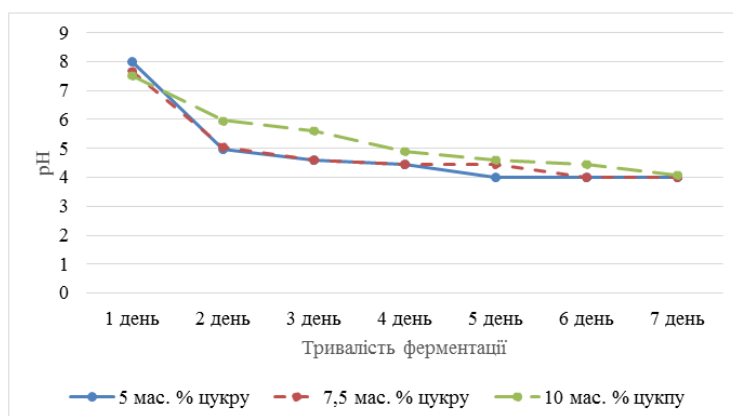


Рис. 4. Зміна рН настою чорного чаю під час ферментації симбіотичною культурою SCOBY

Ферментований SCOBY настій чорного чаю (комбуча) з вмістом 7,5 мас.% цукру, при досягненні рН 4,0 мав найкращі органолептичні показники: був прозорий, золотисто-жовтого кольору, характеризувався кислувато-солодким смаком з помірною різкістю за рахунок накопичення CO_2 і приємною освіжаючою дією. Вміст сухих речовин складав 4%, що є задовільним для напоїв бродіння (ДСТУ 4069:2016).

Далі досліджували вплив кількості доданого чорного чаю для приготування чайного настою для ферментації. Для цього ферментували розчин наступного складу: 1,5 л питної води; 4,5 г чорного чаю; 7,5 мас.% цукру. Температура ферментації 25–28°C.

У цьому випадку ферментований розчин досягав лише на 9 або 10 добу значення рН 4,0, яке далі протягом наступних 5–7 діб вже не знижувалося. При досягненні рН 4,0, напій характеризувався активним виділенням CO_2 , вміст сухих речовин був на рівні $4,0 \pm 0,5\%$. Однак напій мав присмак чайної заварки, чим поступався напоєм, отриманому при додаванні меншої кількості чаю.

Для наступного дослідження готували настій зеленого чаю. Враховуючи результати ферментації настою чорного чаю, готували субстрат наступного складу: 1,5 л питної води, 3 г зеленого чаю, 7,5 мас.% цукру. Температура ферментації 25–28°C. Вміст сухих речовин – 5,0%.

За цих умов на 5–7 день ферментації досягалося значення рН 4,0, яке потім не змінювалося протягом наступних 4–5 діб. Готовий напій (комбуча) характеризувався активним газоутворенням, мав приємний освіжаючий кисло-солодкий смак, був прозорим. Колір ферментованого напою не відрізнявся суттєво від кольору настою зеленого чаю до інокуляції у нього SCOBY, як це спостерігалось при ферментації настою чорного чаю, що зумовлено пігментним складом. Пігментами чайного листа є хлорофіл, каротин та ксантофіл, теофлавін, теарубігін. Теофлавін та теарубігін – похідні від чайних поліфенолів. Ці два пігменти утворюються в процесі ферментації чайного листа після збирання. Хімічна структура цих пігментів схожа, але теофлавін є більш хімічно активним, тому легше руйнується і легко переходить у теарубігін. Колір завареного

чорного чаю переважно визначають теарубігіни. Теарубігіни – слабкі кислоти, які у водному розчині дисоціюють на йон H^+ і аніон кислотного залишку. Розчин теарубігінів поглинає світло в синьо-зеленій частині спектра, і тому настій чорного чаю набуває коричнево-червоного відтінку. При додаванні до напою сильнішої кислоти, наприклад оцтової, яка утворюється під час ферментації настою чорного чаю SCOBY, концентрація йонів водню зростає, і завдяки цьому теарубігіни з йонної форми переходять у молекулярну, що зумовлює зміну кольору настою чаю – чай світлішає, набуває золотисто-жовтого забарвлення.

Температурні межі життєдіяльності *Acetobacter* від -6 до $+45^{\circ}C$ для *Saccharomyces* від -4 до $+60^{\circ}C$. Оптимальною температурою для дріжджів є $23-28^{\circ}C$. Оптимальною температурою для оцтовокислих бактерій є $38-40^{\circ}C$. Оскільки ініціація ферментації настою чаю починається дріжджами, які зброджують глюкозу до спирту, то саме ці температурні межі були обрані для проведення ферментації. У літературних джерелах температури бродіння настою чаю сильно відрізняються, проте більшість дослідників проводять ферментацію при температурі $20-30^{\circ}C$. Оскільки оптимальні температури росту дріжджів і бактерій відрізняються, температурний діапазон ферментації може значно впливати на біохімічні реакції, що відбуваються під час бродіння.

При підвищенні температури ферментації досліджуваних субстратів до $28-30^{\circ}C$ час ферментації скорочувався до 4–5 діб. Вже на 4–5 добу спостерігався характерний рівень газоутворення, а рН досягало значення 4,0. При зниженні температури ферментації до $20-23^{\circ}C$ процес ферментації тривав 10–14 діб.

Також, треба зазначити, що маса SCOBY, яка використовується для ферментації, впливає на термін ферментації. При зменшенні маси симбіотичної культури тривалість ферментації збільшувалась.

Перевіряли антиоксидантні властивості взятого для ферментації настою чорного чаю та отриманої комбучі реакцією з 0,1% розчином метиленової сині. Настій чорного чаю і приготований напій на його основі (комбуча) відновлюють метиленову синь. На це вказує зникнення блакитного забарвлення розчину метиленової сині при додаванні до нього чорного чаю або комбучі.

Зростаюча популярність комбучі частково пояснюється властивостями, якими наділяють цей напій, а саме: полегшення депресії та тривоги, профілактика раку, зниження артеріального тиску та холестерину, запобігання випаданню волосся та втраті ваги. Однак багато з цих тверджень ґрунтуються на неофіційних свідченнях, і лише деякі з них можуть бути підтверджені фактичними науковими доказами [15]. З іншого боку, комбуча є продуктом ферментації настою чорного або зеленого чаю. А чай відомий доведеними оздоровчими властивостями [4, 16]. Флаваноли, виділені з листя зеленого, чорного та червоного чаю, мають дуже сильні антиоксидантні властивості, досліджено, що чашка настою з листя чаю є «ін'єкцією антиоксидантів», демонструючи вищу здатність поглинати вільні радикали, ніж вітаміни С і Е [16]. Тому можна стверджувати, що комбуча має загальнооздоровчий ефект на організм людини, оскільки вона має у своєму складі біологічноактивні речовини чаю з доведеним оздоровчим впливом на організм людини. Завдяки ферментації настою чаю, напій набуває кислувато-солодкого смаку, дає освіжаючий ефект при споживанні, що робить цей напій популярним під час спеки, а $pH \leq 4,0$ напою запобігає небезпеці харчових отруєнь при його споживанні.

Висновки. Комбуча – продукт ферментації SCOBY субстрату, основними компонентами якого є цукроза і чорний або зелений чай. Сенсорні та фізико-хімічні характеристики напою залежать від складу субстрату та умов бродіння. Ферментований SCOBY настій чорного чаю (комбуча) з вмістом 7,5 мас.% цукру, при досягненні рН 4,0 мав найкращі органолептичні показники: був прозорий, золотисто-жовтого кольору, характеризувався кислувато-солодким смаком з помірною різкістю за рахунок накопичення CO_2 і присмочною освіжаючою дією. Безпечність напою для споживання з точки зору харчових отруєнь гарантується його $pH \leq 4,0$, при якому не розвиваються патогенні мікроорганізми. Однак

виробники та споживачі мають враховувати ризики, такі як зовнішнє біологічне забруднення та вторинне бродіння.

Бібліографія

1. Kandyli P., Pissaridi K., Bekatorou A., Kanellaki M. & A Koutinas A. Dairy and non-dairy probiotic beverages. *Current Opinion in Food Science*. 2016. № 7. P. 58–63. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2015.11.012>.
2. Prado F. C., Parada J. L., Pandey A., Soccol Carlos R. Trends in non-dairy probiotic beverages. *Food Research International*. 2008. V.41, №2. P.111–123. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.10.010>.
3. Челябієва, В., Буяльська, Н., & Березкина, Н. Мікрофлора борошна як стартер процесів бродіння у харчових технологіях. *Технічні науки та технології*. 2024. Т. 35, № 1. С. 204–211. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-1\(35\)-204-211](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-1(35)-204-211).
4. Tripathi M. K., Giri S. K. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *Journal of Functional Foods*, Volume. 2014. № 9. P. 225–241. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.04.030>.
5. Dufresne C., Farnworth E. Tea, Kombucha, and health: a review. *Food Research International*. 2000. V. 33, № 6. P. 409–421. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(00\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00067-3).
6. Balentine D. A., Wiseman S. A., & Bouwens L. C. M. The chemistry of tea flavonoids. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 1997. V. 37, № 8. P. 693–704. <https://doi.org/10.1080/10408399709527797>.
7. Raquel Macedo Dantas Coelho, Aryelle Leite de Almeida, Rafael Queiroz Gurgel do Amaral, Robson Nascimento da Mota, Paulo Henrique M. de Sousa. Kombucha: Review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2020. V. 22. P. 100272. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100272>.
8. Greenwalt C. J., Steinkraus K. H., Ledford R. A. Kombucha, the Fermented Tea: Microbiology, Composition, and Claimed Health Effects. *Journal of Food Protection*. 2000. V. 63, № 7. P. 976–981. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-63.7.976>.
9. Chakravorty S., Bhattacharya S., Chatzinotas A., Chakraborty W., Bhattacharya D. & Gachhui R. Kombucha tea fermentation: Microbial and biochemical dynamics. *International Journal of Food Microbiology*. 2016. V.220, №2. P. 63–72. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.12.015>.
10. De Roos J., De Vuyst L. Acetic acid bacteria in fermented foods and beverages. *Current Opinion in Biotechnology*. 2018. V. 49. P. 115–119. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2017.08.007>.
11. Fadjat Kurnia Hartati, Dikdik Kurnia, Wirdatun Nafisah, Ifan Bagus Haryanto. Potential anticancer agents of Curcuma aeruginosa-based kombucha: In vitro and in silico study. *Food Chemistry Advances*, 2024. № 4. P.100606, <https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100606>.
12. Charoenrak S, Charumanee S, Sirisa-ard P, Bovonsombut S, Kumdhithahutsawakul L, Kiatkarun S, Pathom-Aree W, Chitov T, Bovonsombut S. Nanobacterial Cellulose from Kombucha Fermentation as a Potential Protective Carrier of Lactobacillus plantarum under Simulated Gastrointestinal Tract Conditions. *Polymers*. 2023. V. 15, № 6. P. 1356. <https://doi.org/10.3390/polym15061356>.
13. Fontana J. D., Franco V. C., De Souza S. J., Lyra I. N., De Souza A. M. Nature of plant stimulators in the production of Acetobacter xylinum (“tea fungus”) biofilm used in skin therapy. *Appl Biochem Biotechnol*. 1991. V.28. P. 341–351. <https://doi.org/10.1007/BF02922613>.
14. Greenwalt C.J., Ledford R.A., Steinkraus K.H. Determination and Characterization of the Antimicrobial Activity of the Fermented Tea Kombucha. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie – Food Science and Technology*. 1998. V. 31, №3. P. 291–296, <https://doi.org/10.1006/fstl.1997.0354>.
15. Nyhan L.M., Lynch K.M., Sahin A.W., Arendt E.K. Advances in Kombucha Tea Fermentation: A Review. *Applied Microbiology*. 2022. V. 2, № 1. P. 73–103. <https://doi.org/10.3390/applmicrobiol2010005>.
16. Gramza A., Korczak J. & Amarowicz R. Tea polyphenols-their antioxidant properties and biological activity-a review. *Polish journal of food and nutrition sciences*. 2005. V.14/55, № 3. P. 219–235.

References

1. Kandyli P., Pissaridi K., Bekatorou A., Kanellaki M., Koutinas A. (2016). Dairy and non-dairy probiotic beverages. *Current Opinion in Food Science*, 7, 58–63. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2015.11.012>.

2. Prado F. C., Parada J. L., Pandey A., Soccol Carlos R. (2008). Trends in non-dairy probiotic beverages. *Food Research International*, 41 (2), 111–123. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.10.010>.
3. Chelyabiyeva, V., Buyal's'ka, N., & Berezky'na, N. (2024). Mikroflora boroshna yak starter procesiv brodinnya u xarchovy'x tekhnologiyax [Microflora of flour as a starter of fermentation processes in food technologies]. *Texnichni nauky` ta tekhnologiyi*, 1 (35, 204–211. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-1\(35\)-204-211](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-1(35)-204-211).
4. Tripathi M. K., Giri S. K. (2014). Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *Journal of Functional Foods*, Volume, 9, 225–241. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.04.030>.
5. Dufresne C., Farnworth E. (2000). Tea, Kombucha, and health: a review. *Food Research International*, 33 (6), 409–421. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(00\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00067-3).
6. Balentine D. A., Wiseman S. A., & Bouwens L. C. M. (1997). The chemistry of tea flavonoids. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 37(8), 693–704. <https://doi.org/10.1080/10408399709527797>.
7. Raquel Macedo Dantas Coelho, Aryelle Leite de Almeida, Rafael Queiroz Gurgel do Amaral, Robson Nascimento da Mota, Paulo Henrique M. de Sousa. (2020). Kombucha: Review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 22, 100272. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100272>.
8. Greenwalt C.J., Steinkraus K.H., Ledford R.A. (2000). Kombucha, the Fermented Tea: Microbiology, Composition, and Claimed Health Effects. *Journal of Food Protection*, 63 (7), 976–981. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-63.7.976>.
9. Chakravorty S., Bhattacharya S., Chatzinotas A., Chakraborty W., Bhattacharya D. & Gachhui R. (2016). Kombucha tea fermentation: Microbial and biochemical dynamics. *International Journal of Food Microbiology*, 220 (2), 63–72. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.12.015>.
10. De Roos J. & De Vuyst L (2018). Acetic acid bacteria in fermented foods and beverages. *Current Opinion in Biotechnology*, 49, 115–119. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2017.08.007>.
11. Fadjar Kurnia Hartati, Dikdik Kurnia, Wirdatun Nafisah, Ifan Bagus Haryanto. (2024). Potential anticancer agents of Curcuma aeruginosa-based kombucha: In vitro and in silico study. *Food Chemistry Advances*, 4, 100606, <https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100606>.
12. Charoenrak S, Charumanee S, Sirisa-ard P, Bovonsombut S, Kumdhithahutsawakul L, Kiatkarun S, Pathom-Aree W, Chitov T, Bovonsombut S. (2023). Nanobacterial Cellulose from Kombucha Fermentation as a Potential Protective Carrier of Lactobacillus plantarum under Simulated Gastrointestinal Tract Conditions. *Polymers*. 15(6):1356. <https://doi.org/10.3390/polym15061356>.
13. Fontana J. D., Franco V. C., De Souza S. J., Lyra I. N., De Souza A. M. (1991). Nature of plant stimulators in the production of Acetobacter xylinum ("tea fungus") biofilm used in skin therapy. *Appl Biochem Biotechnol*, 28, 341–351. <https://doi.org/10.1007/BF02922613>.
14. Greenwalt C. J., Ledford R. A., Steinkraus K. H. (1998). Determination and Characterization of the Antimicrobial Activity of the Fermented Tea Kombucha. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie-Food Science and Technology*, 31 (3), 291–296. <https://doi.org/10.1006/fstl.1997.0354>.
15. Nyhan L. M., Lynch K. M., Sahin A. W., Arendt E. K. (2022). Advances in Kombucha Tea Fermentation: A Review. *Applied Microbiology*. 2 (1): 73–103. <https://doi.org/10.3390/applmicrobiol2010005>.
16. Gramza A., Korczak J. & Amarowicz R. (2005). Tea polyphenols-their antioxidant properties and biological activity-a review. *Polish journal of food and nutrition sciences*, 14/55 (3), 219–235.