

О. А. ПІВОВАРОВ, д-р техн. наук, проф.

О. С. КОВАЛЬОВА, канд. техн. наук, доц.

М. Р. ГАНЗІЙ, здобувач освіти

В. С. ДРАЮК, здобувач освіти

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА КОМБУЧІ З РІЗНОМАНІТНОЇ СИРОВИНИ

Резюме. У статті обґрунтовано доцільність використання різноманітної чайної та цукрової сировини для промислового виробництва комбучі. Наукова новизна полягає у створенні рецептур, а саме — заміні класичного чорного чаю на різні види чайної сировини. Описані корисні властивості використаної спеціальної чайної сировини. Також проаналізовано доцільність використання в технології виробництва комбучі екзотичних інгредієнтів. Окрім того, здійснено підбір альтернативної цукрововмісної сировини. Запропоновано паралельно з різноманітною чайною сировиною використовувати нетрадиційні ароматизуючі компоненти. Розроблено рецептуру комбучі з урахуванням новітніх компонентів різного походження. Підібрано режими заварювання (екстрагування) і настоювання чайної та екзотичної сировини. Використано різні види цукру для процесу бродіння, розраховано оптимальну кількість кожного типу цукристої сировини з зазначенням часу реалізації процесу виробництва. Підібрано оптимальні режими ведення технологічного процесу на різних етапах виробництва комбучі. Представлено технологічну схему промислового виробництва напою.

Ключові слова: комбуча, чай, екстрагування, цукор, функціональний напій.

ВСТУП

Дедалі більше людей на планеті страждають від зайвої ваги та проблем із серцево-судинною системою. Так, вживання жирної їжі суттєво впливає на масу тіла. Солодкі газовані напої впливають на здоров'я людини ще більше, ніж шкідлива їжа. Тому адекватною альтернативою солодким газованим напоям є ферментовані напої [1].

Напої є оптимальним продуктом харчування, що забезпечує надходження поживних речовин в організм людини. Вони сприяють нормальному функціонуванню всіх систем організму. Причому безалкогольні та слабоалкогольні напої, отримані шляхом ферментації вуглеводної сировини, мають підвищену харчову цінність за рахунок наявності в них продуктів метаболізму мікроорганізмів, що накопичуються в процесі бродіння.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Комбуча — це в основному ферментовані, злегка шипучі, підсолоджені напої з чорного або зеленого чаю, які зазвичай називають функціональними напоями через їхню користь для здоров'я. Це нетрадиційний засіб проти ряду імунних і вікових фізіологічних проблем. Йому притаманні доведені антиканцерогенні, антигіпертензивні, антидіабетичні та гепатопротекторні властивості [2].

Вважається, що він виник у Китаї між 300–200 рр. до н. е. Комерційне виробництво напою чайного гриба і мікробної культури вже досягло промислового рівня за допомогою розроблених механізмів культивування та технологічних прийомів. Культура являє собою типову целюлозну дископодібну симбіотичну колонію дріжджів і бактерій, яку умовно називають SCOBY [3] і культивують у чорному чаї з додаванням цукру. Настій чайного гриба має освіжаючий, приємний смак і останніми роками набуває дедалі більшої популярності серед молоді. Комбуча — це напій, отриманий із ферментованого чаю мікробним консорціумом, що складається з декількох бактерій і дріжджів (**рис. 1**). Цей змішаний консорціум утворює потужний симбіоз, здатний пригнічувати ріст потенційно забруднюючих бактерій. Процес бродіння також призводить до утворення полімерної целюлозної плівки внаслідок активності певних штамів *Acetobacter sp.* Ферментація чаю під дією мікробного консорціуму сприяє зростанню *біологічної активності*, але характеристика активних компонентів та їх еволюція під час бродіння ще недостатньо вивчені. Дослідження також показали, що використання настоїв з інших рослин може бути перспективною альтернативою. Ферментований чай (комбуча), споживання якого зросло останніми роками завдяки його численним функціональним

властивостям, зокрема протизапальний потенціал і антиоксидантна активність. Мікробіологічний склад цього напою досить складний, і для повного розуміння його поведінки необхідні ще додаткові дослідження [4].

Чайний гриб — це традиційний напій, отриманий шляхом ферментації зеленого чаю як багатого джерела лікарських флавоноїдів [5–6]. Охарактеризовано зелений чайний гриб, виготовлений із зеленого чаю (*Camellia sinensis*), вирощеного в Бразилії, і оцінено його біоактивні властивості *in vitro*. Загалом було ідентифіковано 92 фенольні сполуки (70,7 % флавоноїдів, 25 % фенольних кислот, 2,2 % лігнанів і 1,1 % інших поліфенолів), що сприяє спостережуваній високій антиоксидантній здатності. Головними ідентифікованими фенольними речовинами були галокатехін, катехін 5-О-галлат і епікатехін. Зелений чай (чайний гриб) виявляє антибактеріальну дію проти бактерій, будучи більш ефективним проти *Salmonella spp.* Окрім того, напій із зеленого чаю продемонстрував протималарійну дію як проти чутливих до хлорохіну, так і проти стійких до хлорохіну штамів *Plasmodium falciparum*. Також він мав антиоксидантні властивості, ефективно зменшуючи утворення активних форм кисню та забезпечуючи захист еритроцитів від окисного стресу. Таким чином, зелений чай (чайний гриб) багатий на антиоксиданти і має різноманітні біоактивні властивості, які можуть бути досліджені як у харчовому, так і у фармацевтичному секторах [7–8].

Комбуча є джерелом біорізноманіття та перспективною сировиною для виділення та характеристики функціональних мікроорганізмів. Окрім того, це цінне джерело біологічно активних сполук, які мають оздоровчу дію та мають антимікробні властивості проти широкого спектру патогенів (*Salmonella sp.*, *L. monocytogenes*, *Staphylococcus spp.*, *C. albicans* тощо) [9].

Окрім базового чайного екстракту, у виробництві комбучі також досліджуються інші се-

редовища бродіння, зокрема й спиртові напої. Мікробіологія та біохімія культури вивчаються на предмет їх біотичного та абіотичного складу та ефективності у вивільненні біологічно активних сполук. Дослідження на тваринних моделях були успішно проведені для підтвердження різних механізмів підтримки здоров'я. Попри доведену користь комбучі, повідомлення про окремі випадки отруєння чайним напоєм викликають занепокоєння [10–11]. Саме тому необхідно ретельно контролювати параметри обробки та якості виробництва чаю, оскільки він наразі є основною сировиною для виробництва комбучі [2].

Відмічено потенційні переваги напоїв на основі чайного гриба для здоров'я та привабливі сенсорні властивості цього продукту. Під час бродіння чайного гриба сахароза гідролізується дріжджовими клітинами на фруктозу та глюкозу, які згодом метаболізуються до етанолу. Потім етанол окислюється оцтовокислими бактеріями з утворенням оцтової кислоти, що сприяє зниженню рН і формує характерний кислий смак напою. Вивчення оцтовокислих бактерій і дріжджів у заквасці чайного гриба може забезпечити краще розуміння процесу ферментації. Ці знання потенційно можуть допомогти у виробництві продуктів вищої якості, оскільки ці мікроорганізми впливають на виробництво таких метаболітів, як органічні кислоти, що пов'язані з потенційною користю для здоров'я та приємними сенсорними властивостями [12].

Чайний гриб, чайний квас, японський або індонезійський чайний гриб і маньчжурський гриб – найпоширеніші назви для симбіотичної асоціації бактерій і осмофільних дріжджів у вигляді густої желеподібної оболонки (**рис. 2**), яку культивують у цукровому чаї. Це злегка солодкий напій зі смаком оцтової кислоти, який також називають чайною гагою. Традиційним субстратом для приготування чайного гриба є чорний чай, підсолоджений 5–15 % сахарозою,



Рис. 1. Комбуча [12]

який ферментується протягом 6–10 днів в аеробних умовах за температури 20–30 °С. Відбувається двоетапне бродіння, під час якого дріжджі зброджують цукор до етанолу, який далі окислюється оцтовокислими бактеріями з утворенням оцтової кислоти, що знижує рН середовища [13].

Окрім чорного чаю, у виробництві застосовують й інші типи чайної сировини, зокрема ортодоксальний і трав'яний чаї. Окрім оцтової кислоти, отримана ферментована рідина містить глюконову, глюкуронову та молочну кислоти, серед яких глюкуронова кислота є основним лікувальним засобом у чайному грибі. У процесі метаболізму чайного гриба утворюються глюкоза, фруктоза, невелика кількість етанолу, вуглекислий газ, вітаміни С, В₁, В₂, В₃, В₆, В₁₂, фолієва кислота, різні органічні кислоти (зокрема оцтова, глюконова, L-молочна, глюкуронова), ферменти та деякі антибіотики та інші біологічно активні компоненти. Напій також містить більшість інгредієнтів чаю, таких як катехіни чаю та кофеїн [14–15]. Вважається, що напій має профілактичні властивості й позитивно впливає на здоров'я людини [13].

У наш час зросла обізнаність людей щодо ролі дієти в підтримці міцного здоров'я та гарного самопочуття. Споживачі очікують, що продукти не лише забезпечать їх необхідними поживними речовинами, а й будуть джерелом біологічно активних речовин, корисних для здоров'я. Одним зі "здорових трендів", який з'явився серед споживачів у всьому світі, стала саме комбуча, чайний напій із високим антиоксидантним потенціалом, отриманий завдяки діяльності консорціуму оцтовокислих бактерій та осмофільних дріжджів, які також називають "чайним грибом". Комбуча, що отримана з чаю, характеризується оздоровчими властивостями. Обнадійливі результати досліджень *in vitro* та *in vivo* спонукали дослідницькі групи з усього світу шукати альтернативну сировину для ферментації чайного гриба. Нині активно досліджуються можливості отримання функціональних напоїв на основі листя, настоїв трав, м'якоті овочів, фруктових соків або молока [17]. У міру зростання попиту на комбучу, такі альтернативні екстракти зеленого або чорного чаю, як трави, фрукти, молоко, агропромислові матеріали, почали використовувати для бродіння, що сприяло появі різноманітних оздоровчих напоїв [18].

Чайні гриби виготовляли зі змішування чорного чаю зі шкіркою і серцевиною ананаса в різних співвідношеннях, їхні хімічні профілі та біологічні властивості, включаючи антиоксидантну та антимікробну активність, визначали та



Рис. 2. Чайний гриб [16]

порівнювали з контрольним чаєм без добавок ананасових компонентів. Результати показали, що саме вони містять велику кількість корисних речовин, включаючи цукри, поліфеноли, органічні кислоти, вітаміни та мінерали. Аналіз мікробного співтовариства в чайному грибі SCOBY (симбіотичні культури бактерій і дріжджів) за допомогою секвенування наступного покоління показав, що *Acetobacter* і *Komagataeibacter* були найбільш переважаючими оцтовокислими бактеріями. Окрім того, *Dekkera* та *Bacillus* також були видатними дріжджами та бактеріями в комбучі SCOBY [19].

Проте виготовляти комбучу лише з чаю не зовсім цікаво, а особливість її виготовлення дає змогу експериментувати з різними видами сировинною. Так, комбучу можна робити з додаванням імбиру, гібіскуса або кориці. Також перспективною є заміна класичної цукровмісної сировини на *альтернативну*, що сприятиме інноваційному профілю напою, зокрема зміні його хімічного складу, мікробіологічних властивостей та характеристик гриба.

З огляду на викладене, представлена наукова робота присвячена підбору сировини для промислового виробництва комбучі.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Ферментований чай комбуча виготовляється шляхом аеробної ферментації підсолоджене чаю настою з культурою чайного гриба (симбіотичною культурою бактерій і дріжджів).

Отриманий напій зазвичай безалкогольний, кислуватий і освіжаючий, але не завжди природно газований. Багато споживачів п'ють комбучу через її ймовірний вплив на здоров'я. Зі зростанням популярності напою зростає інтерес до інноваційних рецептур комбучі. Щоб краще адаптувати свою продукцію до вимог споживачів, виробники шукають нові рецептури комбучі. Водночас наукові дослідження цього

комплексного напою природного бродіння досі обмежені [20].

Серед корисних властивостей комбучі можна зазначити такі [21; 22]:

- позитивний вплив на травну систему та мікробіоту організму;
- вміст корисних вітамінів групи В і вітаміну С;
- покращення функціонування печінки;
- значне зниження холестерину та артеріального тиску;
- вміст незамінних амінокислот: гистидин, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонин, фенілаланін, треонин, триптофан, валін;
- висока поживна цінність.

Класична технологія виробництва комбучі зображена на **рис. 3**. Особливістю виготовлення комбучі є її симбіотичний зв'язок дріжджів роду *Saccharomyces* та бактерій роду *Acetobacter*, *Gluconobacter*. При потраплянні цього симбіоту в солодкий чай дріжджі починають гідролізувати сахарозу в прості моноцукри (глюкоза та фруктоза), які потім перетворюються в етанол. Після цього етанол окиснюється оцтовокислими бактеріями, що перетворюють отриманий спирт на оцтову кислоту. Паралельно бактерії утворюють целюлозну плівку, яка надалі відіграє роль захисника, що виконує захисну функцію як бар'єр від зовнішніх загроз.

Метою пропонованої статті є розробка технології виробництва комбучі з використанням різної чайної та цукрової сировини.

Завдання дослідження:

1) визначити оптимальну температуру заварювання та час настоювання чайного екстракту та екзотичних інгредієнтів;

2) підібрати види цукру, придатні для виробництва комбучі;

3) проаналізувати фізико-хімічні показники отриманого напою;

4) розробити універсальну технологічну схему промислового виробництва комбучі.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Матеріали досліджень

Необхідне обладнання для проведення дослідів: ємність для ферментації з нержавіючої сталі (марка сталі 304 та вище) 20 л; ємність для інкубатора з нержавіючої сталі (марка сталі 304 і вище) 20 л; ємність для нагріву з нержавіючої сталі (марка сталі 304 і вище) 5 л; бавовняна тканина для закриття ємностей; шприц або черпак; одноразові рукавички; ножиці або ніж; контейнери харчові для зберігання; фільтр мішок; термометр; ваги; мірна тара.

Для реалізації технологічного процесу виробництва комбучі було розроблено та реалізовано такі етапи процесу.

Рецептура (на 20 л ємність): вода питна — 16 л; чай — 7 ст. ложок (60 г); цукор — 800 г; чайний гриб — 4 шт. (великі гриби діаметром 15 см і завтовшки 1 см), початкова рідина — 1600 мл.

Спосіб приготування лабораторних зразків комбучі. Нагріти 4 л води, залежно від виду чаю, довести до потрібної температури. Температуру та тривалість настоювання чаю досліджують експериментально. Додати 7 ст. ложок чаю (60 г). Витримувати протягом визначеного часу. Після закінчення витримання, профільтрувати (процідити) рідину від чайних листків. Додати 800 г цукру до розчину, перемішувати до повного розчинення. Додати отриманий солодкий чай до ємності для ферментації, додати інші 12 л холодної води. Перевірити температуру рідини; якщо вона перевищує 26–27°C,

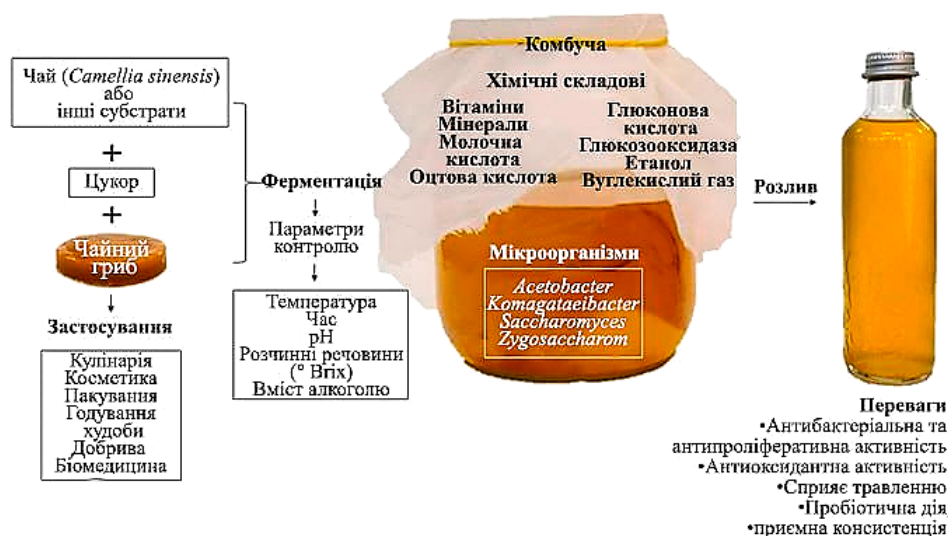


Рис. 3. Технологія виробництва комбучі [3]

накрити бавовняною тканиною та залишити для охолодження до необхідної температури. Руками в рукавичках обережно покласти гриб до розчину, вилити 1600 мл стартової рідини. Накрити ємність повітряно-проникною тканиною, закріпити її. Поставити в місце з температурою 26–27°C подалі від сонячних променів. Залишити ємність на 7–21 день для ферментації. На 5-й день потрохи брати пробу на смак один раз на день, не порушуючи форму (брати пробу пробовідбірником або черпаком). Коли комбуча буде готова перед розливом взяти 2 л рідини та перелити в чисту ємність, покласти в ту ж ємність 4 гриби. Накрити тканиною, відкласти в сторону.

Характеристика чайного гриба. Один гриб можна використовувати до 10 разів, після чого його треба викинути. Не можна використовувати зневоднений, морожений або охолоджений чайний гриб. На 7–10 день ферментації має з'являтися новий шар гриба. Якщо його розміри відповідають нормі, його можна використовувати для комбучі. Початкова рідина повинна мати рН у межах 2,5–3,5 та додаватися в обсязі 10 % від партії.

Показники готовності продукту (комбучі): якщо дуже солодка — недоброжена; кисло-солодка — готова для розливу; сильно кисла — переброджена.

Органолептичні показники готового напою: колір — кремово-білий; запах — властивий даному виду напоїв; смак — солодкий із кислинкою, властивий цьому виробу; консистенція — в'язка слизько-масляниста.

Розміри гриба. Товщина бактеріального шару¹ від 0,6 до 1,2 см. Мають бути присутні коричневі дріжджові нитки. Бактеріальний прошарок повинен бути твердий. Рівень рН = 3,5.

Методика виробництва інкубатора для грибів (для інкубатора використовується ємність 10 л). Ємність для інкубатора ретельно промити гарячою водою, або ошпарити паром. Пар і вода не повинні містити хлор. Помістити гриби в банку та додати 2 л готової комбучі без добавок. Додати солодкого чаю, якщо гриби в ємності не покриті рідиною. Накрити бавовняною тканиною та зберігати в темному теплом місці. Не можна ставити в холодне місце. Підгодувати раз на 2 місяці солодким чаєм. За потреби обрізати верхні шари для покращення доступу кисню.

Методика обрізання грибів. Обрізка грибів проводиться лише в таких випадках: товщина гриба перевищує 2,5 см; діаметр гриба блокує подачу кисню в ємність. Достати великий гриб, який потрібно розрізати. Покласти його в пусту

ємність, накрити тканиною. Зачекати доки вийде частина рідини (для полегшення обрізання). Обрізати лише м'які желатиноподібні або темні ділянки. Розділення грибів, які зрослись, робити руками (у рукавичках), якщо це легко. Якщо руками важко, то розрізати ножицями або ножом. За наявності відрізати великі частки або випуклості. Якщо гриб при розрізанні порвався — це не критично, проте це може погано вплинути на подальше виробництво комбучі. Його краще використовувати для розмноження в інкубаторі.

Методика відрізання дріжджових нитей. Ця процедура проводиться в разі потемніння, або помутніння рідини (раз на 2–6 місяців). Достати гриби та покласти в пусту та чисту ємність, накрити бавовняною тканиною. Відфільтрувати рідину через марлю або сито. Використовувати нову ємність для інкубатора. Залити відфільтровану рідину та 1 л готової комбучі. Якщо гриби не повністю покриті рідиною додати солодкий чай. Запах і смак інкубатора має бути дуже різким і кислим.

Методика визначення зіпсованості гриба. На поверхні гриба з'явилася пліснява. Гриб було використано 10 разів. Після обрізання гриб став замалим.

Показники якісного процесу виробництва комбучі: легкий оцтовий запах; поява нового шару гриба на поверхні; формування дріжджових ниток; рівень рН – 3,5.

Використовуючи представлені технологічні прийоми, було реалізовано технологічний процес виробництва функціонального напою комбуча.

Методи досліджень

Для здійснення моніторингу фізико-хімічних показників використовували спеціальні методи:

- визначення масової частки сухої речовини виконували термогравіметричним методом;
- об'ємну долю спиртової фракції визначали пікнометричним методом згідно з ДСТУ 7457:2013;
- кислотність визначали потенціометричним методом (рН-метрія).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Одним зі сучасних напрямів розширення асортименту напоїв є внесення до їх складу добавок на основі натуральної рослинної сировини. Так, у процесі приготування напоїв бродіння широко використовують хміль, різноманітні прянощі, настоянки трав, листя та іншої рослинної сировини [22–23]. Окрім того, останнім часом почали використовувати квіткову сировину для виробництва напоїв бродіння [24]. Для

¹ Бактеріальний шар — це новий шар гриба, який утворюється під час ферментації.

досліджень обрали різноманітні види чаїв. У **табл. 1** наведено їхні корисні властивості.

Загальний моніторинг різних видів чаїв показав їх функціональні особливості та дав змогу

прогнозувати корисні властивості комбучі, виготовленої на основі описаної чайної сировини.

Так, використовуючи для приготування зазначені види чаїв, було проведено дослідження

Таблиця 1

Корисні властивості різних видів чайної сировини

Назва чаю	Властивості
Ассам	Сприятливо впливає на серцево-судинну систему, зміцнює стінки судин і зменшує ймовірність виникнення серцевих нападів, виступає в ролі антиоксиданту
Цейлонський	Тонізує, допомагає організму боротися з інфекціями, знижує рівень холестерину в крові та полегшує стан при шлунково-кишкових розладах
Даржилінг	Зменшує сонливість, покращує роботу мозку, завдяки антиоксидантам допомагає очистити організм від токсинів, значно нормалізує обмін речовин
Чанша Ті	Зменшує втому після фізичних та інтелектуальних навантажень, зміцнює нервову систему та імунітет, знижує рівня стресу
Кимун	Знижує рівень холестерину, підвищує імунітет, підтримує здоров'я серця, поліпшує травлення та знижує вагу, покращує стан шкіри, знижує рівень стресу і тривоги
Юньнань	Розщеплює жирові клітини, нейтралізує токсини, усуває наслідки алкогольного отруєння, знижує артеріальний тиск, сприяє природному зменшенню ваги, тонізує нервову систему та знімає стрес, нормалізує рівень холестерину в крові
Англійський сніданок	Чинить виражену тонізуючу дію, заспокоює нервову систему, прискорює метаболізм, має сечогінну властивість, підвищує артеріальний тиск, знижує апетит
Ірландський сніданок	Зміцнює імунітет і покращує загальне самопочуття, має заспокійливий ефект, допомагає зняти стрес і втому
Банча	Корисний для травлення, уповільнює процеси старіння, допомагає позбутися токсинів, контролює рівень цукру, знижує рівень шкідливого холестерину і покращує загальний стан зубів
Луицзунь	Покращує стан серцево-судинної системи, знижує артеріальний тиск і ризики інфаркту, прискорює обмін речовин і спалює жир, подовжує життя, бореться з тривожністю, вбиває бактерії в порожнині рота і в організмі, знижує ризик діабету, виводить солі важких металів і організму
Ганпаудер	Допомагає в схудненні, оскільки нормалізує обмін речовин і позбавляє організм від шлаків, освіжає і тонізує, не підвищуючи тиск
Сенча	Покращує обмін речовин і сприяє підтримці здорової ваги, допомагає знизити артеріальний тиск і рівень холестерину, покращує кровотік і сприяє більш активній мозкової діяльності
Байхао Іньчжень	Має жарознижувальні властивості, сприятливо впливає на шлунок, лікує шкірних висипань і почервонінь
Бай Мудань	Допомагає імунній системі протистояти бактеріям і вірусам, покращує травлення, зміцнює стінки судин
Улун	Покращує та пришвидшує метаболізм, допомагає відновити обмін речовин, допомагає адсорбувати та виводити токсичні речовини, підтримує мікробіоту кишківника
Пуер	Покращує кровообіг мозку, підвищує працездатність, зменшує втому, підтримує нервову систему, знижує ризик розвитку депресії
Ерл Грей	Оздоровлює ротову порожнину, стримує розвиток карієсу, протидіє інфекціям горла, позитивно впливає на обмін речовин, пришвидшуючи ліпідний обмін, м'яко стимулює та активізує роботу мозку

процесу заварювання та часу настоювання. Тобто обирались оптимальні параметри гарячої екстракції, які в подальшому можуть бути використані в промислових умовах під час виробництва комбучі на основі різної сировини. Оптимальні параметри наведено в **табл. 2**.

Аналізуючи результати наведені в **табл. 2** варто зазначити, що температура заварювання (екстрагування) коливалася в межах від 77 до 100 °С. Час настоювання від 2 до 8 хвилин. Оптимальні значення визначалися за насиченістю розчину та органолептичним показником. Відповідно Враховувалася також насиченість смаку, текстура розчину та повнота розкриття аромату різного виду чаїв. Отже, зазначені в таблиці оптимальні параметри є рекомендованими для промислового виробництва

комбучі на основі вищезгаданих видів чайної сировини.

У процесі досліджень було проаналізовано також перспективну рослинну сировину для виробництва комбучі. Зацікавленість викликали кориця, імбир, гібіскус, ройбос і ханібущ, а також йерба мате. Їх використовували в аналогічних кількостях і пропорціях, що і чай. Результати дослідження наведено в **табл. 3**.

Аналізуючи оптимальні параметри, що наведені в **табл. 3**, варто зазначити, що заварювання представлених інгредієнтів було проведено за класичною технологією. Оптимальна температура була подібною до температури заварювання класичної чайної сировини. Проте, якщо говорити про час настоювання, то для кориці він виявився досить тривалим — 15–20 хвилин,

Таблиця 2

Температура заварювання та час настоювання різних сортів чаю

Назва чаю	Температура заварювання, °С	Час настоювання, хв
Ассам	93	4–6
Цейлонський	100	3–5
Даржилінг	93	3–5
Чанша Ті	100	2–3
Кимун	90	3–4
Юньнань	90	2–3
Англійській сніданок	100	4–5
Ірландській сніданок	100	4–5
Банча	82	2–3
Луицзунь	85	3–4
Ганпаудер	71	2–4
Сенча	77	3–4
Байхао Іньчжень	82	3–5
Бай Мудань	82	4–6
Улун	88	5–8
Пуер	100	4–6
Ерл Грей	93	4–6

Таблиця 3

Екзотичні інгредієнти (замінники чаю) у виробництві комбучі

Вид сировини	Температура заварювання, °С	Час настоювання, хв
Кориця	80	15–20
Імбир	100	4–6
Гібіскус	100	4–6
Ройбос і ханібущ	100	4–6
Йерба мате	70	3–5

що необхідно враховувати під час виробництва комбучі з використанням представленої ароматичної сировини.

Також вкрай важливим компонентом комбучі є цукор. Тому вибір цукру для реалізації процесу бродіння є вкрай важливим аспектом. Наразі в рецептурі продуктів харчування вводять різноманітну цукровмісну сировину. Це і підсолоджувачі натурального походження, отримані з овочів [25], і осолоджена зернова сировина [26–27], яка є носієм простих цукрів. Останнім часом широкого застосування набули відходи харчової галузі, наприклад, осолоджене насіння обліпихи [28]. У процесі формування рецептур було використано декілька видів цукрової сировини – як класичної, так і новітньої – для виробництва комбучі. Результати наведені в **табл. 4**, а зовнішній вигляд нестандартної цукрової сировини зображено на **рис. 4**.

У **табл. 4** наведено оптимальні пропорції введення цукрової сировини різного походження в рецептуру напою. Також визначено тривалість циклу виробництва залежно від виду цукру. Тривалість виробничого процесу коливається від 5 до 14 діб.

Отримані результати досліджень фізико-хімічних показників комбучі наведено в **табл. 5**.

Аналізуючи дані, наведені в **табл. 5**, варто зазначити, що коливання показників відбувалося в межах норми. Так, напій можна вважати якісним, якщо вміст сухих речовин не менше 3,5 %. Усі дослідні зразки мали масову долю сухих речовин більше 3,5 %, подекуди позначка сягала 4,8 %, що свідчить про якісну екстракцію компонентів із представленої сировини. Об'ємна доля спирту не має перевищувати 1,2 %, проте є зразки з підвищеним вмістом спирту (наприклад, зразок із пастеризованим

Таблиця 4

Види цукрової сировини для виробництва комбучі

Якість	Вид цукру	Кількість на 4 л, г	Цикл виробництва
Найкращий	Тростиний	200	7–10 днів
	Білий (буряковий)	200	7–10 днів
Середній	Нерафінований тростиний	200	7–14 днів
	Пастеризований мед	175	5–8 днів
	Кленовий сироп	67–200	5–8 днів
Експериментальний	Меляса	200	7–14 днів
	Кокосова вода	використовувати в суміші з звичайним цукром 25 % від маси	5–8 днів
	Цукор кокосової пальми	67–200	5–8 днів
	Тростиний сік	використовувати в суміші з звичайним цукром 25 % від маси	7–10 днів
	Інвертний цукор	175	5–8 днів

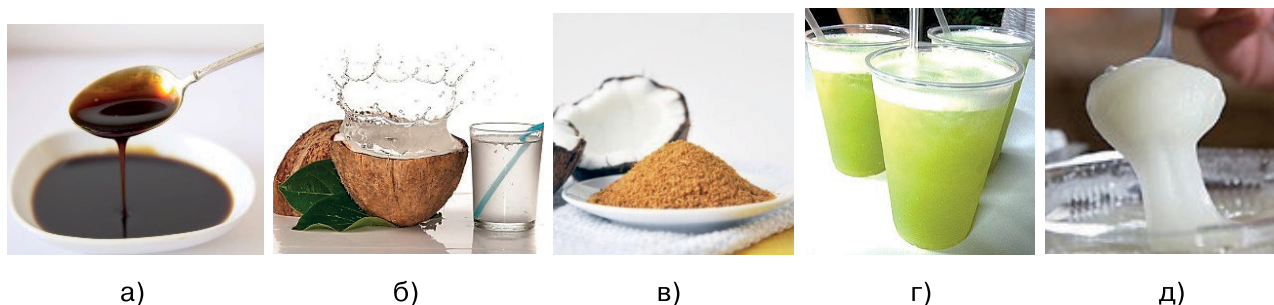


Рис. 4. Види нестандартної цукрової сировини для виробництва комбучі [29–33]: а) меляса; б) кокосова вода; в) цукор кокосової пальми; г) тростиний сік; д) інвертний цукор

Фізико-хімічні показники експериментальної комбучі

Продукт	Масова доля сухих речовин, %	Об'ємна доля спирту, %	Кислотність, к. од.
Контроль	3,5	1,2	3,5
Дослідні зразки	3,5–4,8	0,8–1,4	2,5–5,5

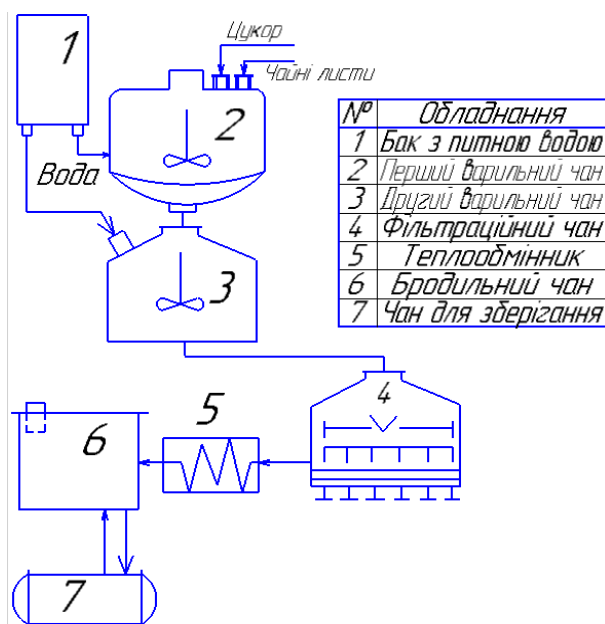


Рис. 5. Технологічна схема промислового виробництва комбучі

медом), підвищення склало 0,2 %, що є допустимим. Це легко виправити зменшивши вміст меду в напої. Стосовно кислотності, то вона коливалася в досить широких межах. Це насамперед пов'язано з різноманіттям сировини. Проте менш кислі види напою стануть у пригоді людям із підвищеною кислотністю, оскільки цій категорії не можна вживати напої з низьким рівнем кислотності.

На рис. 5 представлено технологічну схему промислового виробництва комбучі. На рисунку представлено базове обладнання, яке використовують для задоволення технологічних потреб у процесі виробництва комбучі [34–36]. Вона є універсальною для всіх досліджених рецептур. Її можна впровадити на підприємствах, що вже функціонують, а також застосовувати на крафтових виробництвах малої потужності.

ВИСНОВКИ

1. Було підібрано оптимальну температуру заварювання та час настоювання чайного екстракту чаїв (ассам, цейлонський, даржилінг, чанша ті, кимун, юньнань, англійській сніданок, ірландській сніданок, банча, луицзунь, ганпау-

дер, сенча, байхао інчжень, бай мудань, улун, пуер, ерл грей) та екзотичних інгредієнтів (кориця, імбир, гібіскус, ройбос і ханібуш, йерба мате).

2. Було підібрано різні види цукрової сировини та відповідно визначено їх оптимальну кількість для виробництва комбучі, а також розраховано час у циклі виробництва залежно від виду цукрової сировини.

3. Проаналізовано фізико-хімічні показники отриманого напою — усі дослідні зразки комбучі коливаються в межах допустимих значень. Отримані дослідні зразки відрізняються підвищеним вмістом сухих речовин.

4. Розроблено універсальну технологічну схему промислового виробництва комбучі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Fermented Beverage Benefits: A Comprehensive Review and Comparison of Kombucha and Kefir Microbiome / Ann Qi Chong, Siew Wen Lau, Nyuk Ling Chin et al. // Microorganisms. — 2023. — No. 11 (5). — P. 1344. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms11051344>.
2. Dutta H. Kombucha drink: Production, quality, and safety aspects / Himjyoti Dutta, Sanjib Kr Paul / Production and management of beverages. —

2019. — Vol. 1. The Science of Beverages — Woodhead Publishing. — P. 259–288. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815260-7.00008-0>.
3. Kombucha: Review / Raquel Macedo Dantas Coelho, Aryelle Leite de Almeida, Rafael Queiroz Gurgel do Amaral et al. // International Journal of Gastronomy and Food Science. — 2020. — No. 22. — P. 100272. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100272>.
 4. Understanding kombucha tea fermentation: a review / Silvia Alejandra Villarreal-Soto, Sandra Beaufort, Jalloul Bouajil et al. // Journal of food science. — 2018. — No. 83(3). — P. 580–588. DOI: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14068>.
 5. Ahmed R. F. Biological, chemical and antioxidant activities of different types Kombucha / Rania F. Ahmed, Mohamed S. Hikal, Khadiga A. Abou-Taleb // Annals of Agricultural Sciences. — 2020. — T. 65. — No. 1. — P. 35–41. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aosas.2020.04.001>.
 6. Evaluation of cytotoxicity and anticancer activity of kombucha and doxorubicin combination therapy on colorectal cancer cell line HCT-116. / Rasouli Latifeh, Aryaeian Naheed, Gorjian Mehran et al. // J Educ Health Promot. — 2021. — Oct 29, 10. — P. 376. DOI: https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_1456_20.
 7. Antioxidant, Antiproliferative, Antibacterial, and Antimalarial Effects of Phenolic-Rich Green Tea Kombucha / U. V. Lacerda, C. V. P. Costa, R. R. Cardoso et al. // Beverages. — 2025. — No. 11 (1). — 7 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/beverages11010007>.
 8. From fermentation to cancer prevention: The anticancer potential of Kombucha / O. Taupiqurrohman, L. P. Hastuti, D. Oktavia, B. O. Al-Najjar et al. // Phytomedicine Plus. — 2024. — Vol. 4. — Issue 4. — P. 100633. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2024.100633>.
 9. Microbiology and antimicrobial effects of kombucha, a short overview / H. İçen, M. R. Corbo, M. Sinigaglia et al. // Food Biosci. — 2023. — No 56. — P. 103270. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.103270>.
 10. A toxic hepatitis caused the kombucha tea-case report / Z. Kovacevic, G. Davidovic, J. Vučković-Filipović, M. Janičijević-Petrović et al. — 2014. DOI: <https://doi.org/10.3889/oamjms.2014.023>.
 11. Advances in Kombucha Tea Fermentation: A Review / L. M. Nyhan, K. M. Lynch, A. W. Sahin, E. K. Arendt // Appl. Microbiol. — 2022. — No. 2. — P. 73–103. DOI: <https://doi.org/10.3390/applmicrobiol2010005>.
 12. Есть ли побочные эффекты у комбучи и как ее пить без вреда для здоровья? [Электронный ресурс] // Okno in Japan. — Режим доступа: <https://oknoinjapan.com/news/est-li-pobocnyye-effekty-u-kombuci-i-kak-ee-pit-bez-vreda-dlya-zdorovya>.
 13. Kombucha: Production and microbiological research. / B. Wang, K. Rutherford-Markwick, X. X. Zhang, A. N. Mutukumira // Foods. — 2022. — No. 11 (21). — P. 3456. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11213456>.
 14. Abaci N. Kombucha—An ancient fermented beverage with desired bioactivities: A narrowed review / N. Abaci, F. S. S. Deniz, I. E. Orhan // Food chemistry: X. — 2022. — Vol. 14. — P. 100302. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100302>.
 15. Kumar V. Kombucha: Technology, microbiology, production, composition and therapeutic value / V. Kumar, V. K. Joshi // International Journal of Food and Fermentation Technology. — 2016. — No. 6 (1). — P. 13–24. DOI: <https://doi.org/10.5958/2277-9396.2016.00022.2>.
 16. Квашнина Л. Чем полезна комбуча и можно ли её пить каждый день? [Электронный ресурс] / Л. Квашнина. — Режим доступа: <https://www.championat.com/lifestyle/article-4480745-chajnyj-grib-kombucha-polza-i-vred-chto-budet-esli-pit-kazhdyj-den.html>.
 17. Emiljanowicz K. E. Kombucha from alternative raw materials –The review / K. E. Emiljanowicz, E. Malinowska-Pańczyk // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. — 2020. — No. 60 (19). — P. 3185–3194. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1679714>.
 18. Production process and characteristics of kombucha fermented from alternative raw materials / E. Leonarski, A. C. Guimarães, K. Cesca, P. Poletto // Food Bioscience. — 2022. — No. 49. — P. 101841. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101841>.
 19. Changes in the chemical compositions and biological properties of kombucha beverages made from black teas and pineapple peels and cores / L.T. Phung, H. Kitwetcharoen, N. Chamnipa et al. // Sci Rep. — 2023. — No. 13 (1). — P. 7859. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34954-7>.
 20. Laureys D. Kombucha tea fermentation: A review / D. Laureys, S. J. Britton, J. De Clippeleer // Journal of the American Society of Brewing Chemists. — 2020. — Vol. 78 — Issue 3. — P. 165–174. DOI: <https://doi.org/10.1080/03610470.2020.1734150>.
 21. Chemical Profile and Antioxidant Activity of the Kombucha Beverage Derived from White, Green, Black and Red Tea / K. Jakubczyk, J. Kałduńska, J. Kochman, K. Janda // Antioxidants. — 2020. — No. 9 (5). — P. 447. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox9050447>.
 22. Півоваров О. А. Інноваційні технології та обладнання бродильних виробництв: навч. посіб. / О. А. Півоваров, О. С. Ковальова, В. С. Кошулько. — Дніпро : ДДАЕУ, 2025. — 396 с.
 23. Півоваров О. А. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва / О. А. Півоваров, О. С. Ковальова, В. С. Кошулько — Дніпро : ФОРМ Обдмко О. С., 2022. — 407 с.
 24. Ковальова О. С. Перспективні види нетрадиційної сировини для виробництва квіткових вин [Електронний ресурс] / О. С. Ковальова, А. В. Вакулєнко // Актуальні питання біотехнології, екології та природокористування : матеріали Міжнар. наук. конф. (25–26 квіт. 2024 р.). — Харків, 2024. — С.85–87. — Режим доступу: <http://btu.kharkov.ua/nauka/konferentsiyi/>.
 25. Півоваров О. А. Застосування нетрадиційних підсолоджувачів натурального походження для виготовлення сухих сніданків / О. А. Півоваров, О. С. Ковальова, У. І. Лазаренко // Наука, технології, інновації. — 2024. — № 3 (30). — С. 70–81. DOI: <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2024-2-09>.
 26. Виробництво шоколадної пасти з солодовим наповнювачем / О. А. Півоваров, О. С. Ковальова, А. М. Пугач, К. Д. Кірьянова // Наука, технології, інновації. — 2023. — № 3 (27). — С. 80–95. DOI: <https://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-3-08>.
 27. Півоваров О. А. Сучасні методи інтенсифікації солодощення: монографія / О. А. Півоваров, О. С. Ковальова. — Дніпро : ДВНЗ УДХТУ, 2020. — 242 с.
 28. Determining the effect of plasmochemically activated aqueous solutions on the bioactivation process of sea buckthorn seeds / O. Kovalova, N. Vasylieva, S. Stankevych et al. // Eastern-European

- Journal of Enterprise Technologies. — 2023. — Vol. 2. — No. 11 (122). — P. 99–111. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.275548>.
29. Меляса [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://surl.li/jjjl>.
 30. Причини, по которым стоит начать пить кокосовую воду [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://esobar.by/blog/articles/prichini-pit-kokosovuyu-vodu>.
 31. Цукор із кокосової пальми виявився не набагато кориснішим, ніж рафінований [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://surl.li/qdhphq>.
 32. Сік цукрової тростини [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://surl.li/cc/xhrgbr>.
 33. Тримолін інвертний цукор [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://vsekonditeram.com.ua/trimolin-invertnyj-sirop/trimolin-invertnyj-sahar-500g-frantsiya/>.
 34. Kombucha: Production and Microbiological Research / B. Wang, K. Rutherford-Markwick, X. X. Zhang, A. N. Mutukumira // *Foods*. — 2022. — No. 11(21). — P. 3456. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11213456>.
 35. The technological perspectives of kombucha and its implications for production / Í. A. C. L. D. Oliveira, V. A. D. O. Rolim, R. P. L. Gaspar, D. Q. Rossini et al. // *Fermentation*. — 2022. — No. 8 (4). — P. 185. DOI: <https://doi.org/10.3390/fermentation8040185>.
 36. Kovalova O. Effect of plasma-chemically activated aqueous solutions on the process of disinfection of food production equipment / O. Kovalova, O. Pivovarov, V. Koshulko // *Food Science and Technology*. — 2022. — No. 16 (3). — P. 61–70. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v16i3.2392>.
- ## REFERENCES
1. Chong, A. Q., Lau, S. W., Chin, N. L., Talib, R. A., & Basha, R. K. (2023). Fermented Beverage Benefits: A Comprehensive Review and Comparison of Kombucha and Kefir Microbiome. *Microorganisms*, 19, 11(5), 1344. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms11051344>.
 2. Dutta, H., & Paul, S. K. (2019). Kombucha drink: Production, quality, and safety aspects. In *Production and management of beverages. Vol. 1. Woodhead Publishing*, 259–288. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815260-7.00008-0>.
 3. Coelho, R. M. D., Almeida, A. L., Amaral, R. Q. G., Mota, R. N., & Sousa, P. H. M. (2020). Kombucha. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 22, 100272. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100272>.
 4. Villarreal-Soto, S. A., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J. P., & Taillandier, P. (2018). Understanding kombucha tea fermentation: a review. *Journal of food science*, 83 (3), 580–588. DOI: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14068>.
 5. Ahmed, R. F., Hikal, M. S., & Abou-Taleb, K. A. (2020). Biological, chemical and antioxidant activities of different types Kombucha. *Annals of Agricultural Sciences*, 65 (1), 35–41. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aosas.2020.04.001>.
 6. Rasouli, L., Aryaeian, N., Gorjian, M., Nourbakhsh, M., & Amiri, F. (2021). Evaluation of cytotoxicity and anticancer activity of kombucha and doxorubicin combination therapy on colorectal cancer cell line HCT-116. *J Educ Health Promot*, 10, 376. DOI: https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_1456_20.
 7. Lacerda, U. V., Costa, C. V. P., Cardoso, R. R., D'Almeida, C. T. d. S., Carmo, M. A. V., & Maltarolo, V. G. et al. (2025). Antioxidant, Antiproliferative, Antibacterial, and Antimalarial Effects of Phenolic-Rich Green Tea Kombucha. *Beverages*, 11, 7. DOI: <https://doi.org/10.3390/beverages11010007>.
 8. Taupiquirrohman, O., Hastuti, L. P., Oktavia, D., Al-Najjar, B. O., Yusuf, M., Suryani Y., & Gaffar, S. (2024). From fermentation to cancer prevention: The anticancer potential of Kombucha. *Phytomedicine Plus*, 4 (4), 100633. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2024.100633>.
 9. Içen, H., Corbo, M. R., Sinigaglia, M., Korkmaz, B. I. O., & Bevilacqua, A. (2023). Microbiology and antimicrobial effects of kombucha, a short overview. *Food Biosci*, 56, 103270. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.103270>.
 10. Kovacevic, Z., Davidovic, G., Vučković-Filipović, J., Janičijević-Petrović, M., Janicijevic, K., & Popovic, A. (2014). A toxic hepatitis caused the kombucha tea-case report. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2014.023>.
 11. Nyhan, L. M., Lynch, K. M., Sahin, A. W., & Arendt, E. K. (2022). Advances in Kombucha Tea Fermentation: A Review. *Appl. Microbiol*, 2, 73–103. DOI: <https://doi.org/10.3390/applmicrobiol2010005>.
 12. Yest li pobochnye efekty u kombuchi i kak ee pit bez vreda dlya zdorovya? [Are there any side effects of kombucha and how to drink it without harming your health?] *Okno in Japan*. Retrieved from: <https://oknoinJapan.com/news/est-li-pobochnye-efekty-u-kombuchi-i-kak-ee-pit-bez-vreda-dlya-zdorovya> [in Russ.].
 13. Wang, B., Rutherford-Markwick, K., Zhang, X. X., & Mutukumira, A. N. (2022). Kombucha: Production and microbiological research. *Foods*, 11 (21), 3456. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11213456>.
 14. Abaci, N., Deniz, F. S. S., & Orhan, I. E. (2022). Kombucha—An ancient fermented beverage with desired bioactivities: A narrowed review. *Food chemistry: X*, 14, 100302. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100302>.
 15. Kumar, V., & Joshi, V. K. (2016). Kombucha: Technology, microbiology, production, composition and therapeutic value. *International Journal of Food and Fermentation Technology*, 6 (1), 13–24. DOI: <https://doi.org/10.5958/2277-9396.2016.00022.2>.
 16. Kvashnina L. Chem polezna kombucha i mozhno li ee pit kazhdyy den? [What are the benefits of kombucha and can you drink it every day?]. Retrieved from: <https://www.championat.com/lifestyle/article-4480745-chajnyj-grib-kombucha-polza-i-vred-cto-budet-esli-pit-kazhdyy-den.html> [in Russ.].
 17. Emiljanowicz, K. E., & Malinowska-Pańczyk, E. (2020). Kombucha from alternative raw materials—The review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60 (19), 3185–3194. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1679714>.
 18. Leonarski, E., Guimarães, A. C., Cesca, K., & Poletto, P. (2022). Production process and characteristics of kombucha fermented from alternative raw materials. *Food Bioscience*, 49, 101841. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101841>.
 19. Phung, L.T., Kitwetcharoen, H., Chamnipa, N., Boonchot, N., Thanonkeo, S., & Tippayawat, P. et al. (2023). Changes in the chemical compositions and biological properties of kombucha beverages made from black teas and pineapple peels and cores. *Sci Rep.*, 13 (1), 7859. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34954-7>.
 20. 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. DOI: <https://doi.org/10.1080/03610470.2020.1734150>.

21. Jakubczyk, K., Kałduńska, J., Kochman, J., & Janda, K. (2020). Chemical Profile and Antioxidant Activity of the Kombucha Beverage Derived from White, Green, Black and Red Tea. *Antioxidants*, 9 (5), 447. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox9050447>.
22. Pivovarov, O. A., Kovalova, O. S., & Koshulko, V. S. (2025). Innovatsiini tekhnologii ta obladnannia brodnykh vyrobnytstv [Innovative technologies and equipment for fermentation production]. Dnipro, 396 p. [in Ukr.].
23. Pivovarov, O. A., Kovalova, O. S., & Koshulko, V. S. (2022). Innovatsiinyi inzhynirynh v okremykh haluziakh kharchovoho vyrobnytstva [Innovative engineering in certain sectors of food production]. Dnipro, 407 p. [in Ukr.].
24. Kovalova, O. S., & Vakulenko, A. V. (2024). Perspektyvni vydy netradytsiinoi syrovyny dla vyrobnytstva kvitkovykh vyn [Promising types of non-traditional raw materials for the production of floral wines]. *Aktualni pytannia biotekhnologii, ekologii ta pryrodokorystuvannia* [Current issues of biotechnology, ecology and nature management: materials of the International Scientific Conference (April 25–26, 2024, State Biotechnological Univ.)]. Kharkiv, P. 85–87. Retrieved from: <http://btu.kharkov.ua/nauka/konferentsiyi/> [in Ukr.].
25. Pivovarov, O. A., Kovalova, O. S., & Lazarenko, U. I. (2024). Zastosuvannia netradytsiinykh pidsolodzhuvachiv naturalnogo pokhodzhennia dla vyhotovleniia sukhykh snidankiv [The use of non-traditional sweeteners of natural origin for the production of breakfast cereals]. *Nauka, tekhnologii, innovatsii* [Science, technology, innovation], 3 (30), 70–81. DOI: [http://doi.org/10.35668/2520-6524-2-09](http://doi.org/10.35668/2520-6524-2024-2-09) [in Ukr.].
26. Pivovarov, O. A., Kovalova, O. S., Puhach, A. M., & Kirianova, K. D. (2023). Vyrobnytstvo shokoladnoi pasty z solodovym napovniuvachem [Production of chocolate paste with malt filler]. *Nauka, tekhnologii, innovatsii* [Science, technology, innovation], 3 (27), 80–95. DOI: <https://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-3-08> [in Ukr.].
27. Pivovarov, O. A., & Kovalova, O. S. (2020). Suchasni metody intensyfikatsii solodoroshchennia [Modern methods of malting intensification]. Dnipro, 242 p. [in Ukr.].
28. Kovalova, O., Vasyliieva, N., Stankevych, S., Zabrodina, I., Haliasnyi, I., Gontar, T. et al. (2023). Determining the effect of plasmochemically activated aqueous solutions on the bioactivation process of sea buckthorn seeds. *Eastern-European Journal of Enterprize Technologies*, 2 (11 (122)), P. 99–111. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.275548>
29. Meliasa [Molasses]. Retrieved from: <https://surl.li/jjlltl> [in Ukr.].
30. Prichiny, po kotorym stoit nachat pit kokosovuyu vodu [Reasons to Start Drinking Coconut Water]. Retrieved from: <https://ecobar.by/blog/articles/prichini-pit-kokosovuyu-vodu> [in Russ.].
31. Tsukor iz kokosovoi palmy vyiavyvsia ne nabahato korysnishym, nizh rafinovanyi [Coconut palm sugar turned out to be not much healthier than refined sugar]. Retrieved from: <https://surl.li/qdhphq> [in Ukr.].
32. Sik tsukrovoi trostyny [Sugarcane juice]. Retrieved from: <https://surl.li/cc/xrghbp> [in Ukr.].
33. Trymolin invertnyi tsukor [Trimolin invert sugar]. Retrieved from: <https://vsekonditeram.com.ua/trimolin-invertnyi-sirop/trimolin-invertnyi-sahar-500g-frantsiya/> [in Ukr.].
34. Wang, B., Rutherford-Markwick, K., Zhang, X. X., & Mutukumira, A. N. (2022). Kombucha: Production and Microbiological Research. *Foods*, 11 (21), 3456. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11213456>.
35. Oliveira, I. A. C. L. D., Rolim, V. A. D. O., Gaspar, R. P. L., Rossini, D. Q., Souza, R., & Bogsan, C. S. B. (2022). The technological perspectives of kombucha and its implications for production. *Fermentation*, 8 (4), 185. DOI: <https://doi.org/10.3390/fermentation8040185>.
36. Kovalova, O., Pivovarov, O., & Koshulko, V. (2022). Effect of plasma-chemically activated aqueous solutions on the process of disinfection of food production equipment. *Food Science and Technology*, 16 (3), 61–70. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v16i3.2392>.

O. A. PIVOVAROV, D. Sc. in Engineering, Professor
O. S. KOVALOVA, PhD in Engineering, Associate Professor
M. R. HANZII, Student
V. S. DRAIUK, Student

FEATURES OF THE TECHNOLOGY AND PROSPECTS OF KOMBUCHA PRODUCTION FROM VARIOUS RAW MATERIALS

Abstract. The work presents the expediency of using various tea and sugar raw materials for the production of kombucha. The novelty consists in the creation of recipes, namely, the replacement of classic black tea with different types of tea raw materials. The useful properties of the used tea raw materials are described. The expediency of using exotic components in kombucha production technology was also analyzed. In addition, a selection of non-traditional sugar-containing raw materials was carried out. It is proposed to use non-traditional flavoring components in parallel with various tea raw materials. The kombucha recipe was developed taking into account the newest components of various origins. Selected modes of brewing (extraction) and infusion of tea and exotic raw materials. Different types of sugar were used for the fermentation process, the optimal amount of each type of sugary raw material was calculated, indicating the time of implementation of the production process. Optimal modes of conducting the technological process at various stages of kombucha production have been selected. A technological scheme for the industrial production of the drink is presented.

Keywords: kombucha, tea, extraction, sugar, functional drink.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Півоваров Олександр Андрійович — д-р техн. наук, проф., проф. кафедри харчових технологій, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, Дніпропетровська обл., 49000; +38 (097) 342-46-60; apivo@ua.fm; ORCID: 0000-0003-0520-171X

Ковальова Олена Сергіївна — канд. техн. наук, доц. кафедри харчових технологій, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, вул. С. Єфремова, 25, м. Дніпро, Дніпропетровська обл., 49000; +38 (096) 781-29-64; livre@i.ua; ORCID: 0000-0002-9508-2701

Ганзій Микита Романович — здобувач вищої освіти кафедри харчових технологій, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, вул. С. Єфремова, 25, м. Дніпро, Дніпропетровська обл., 49000; +38 (097) 717-79-91; 9675109@student.dsau.dp.ua; ORCID: 0009-0001-8380-2679

Драюк Всеволод Сергійович — здобувач вищої освіти кафедри харчових технологій, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, вул. С. Єфремова, 25, м. Дніпро, Дніпропетровська обл., 49000; +38 (066) 840-45-99; draiukvsevolod@gmail.com; ORCID: 0009-0002-7923-7918

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Pivovarov O. A. — D. Sc. in Engineering, Professor, Professor of the Department of Food Technologies, Dnipro State Agrarian and Economic University, 25, Serhiy Yefremov Str., Dnipro, 49000; +38 (097) 342-46-60; apivo@ua.fm; ORCID: 0000-0003-0520-171X

Kovalova O. S. — PhD in Engineering, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Food Technologies, Dnipro State Agrarian and Economic University, 25, Serhiy Yefremov Str., Dnipro, 49000; +38 (096) 781-29-64; livre@i.ua; ORCID: 0000-0002-9508-2701

Hanzii M. R. — Student of the Department of Food Technologies of the Dnipro State Agrarian and Economic University, 25, Serhiy Yefremov Str., Dnipro, 49000; +38 (097) 717-79-91; 9675109@student.dsau.dp.ua; ORCID: 0009-0001-8380-2679

Draiuk V. S. — Student of the Department of Food Technologies at Dnipro State Agrarian and Economic University, 25, Serhiy Yefremov Str., Dnipro, Dnipropetrovsk region, 49000, Ukraine; +38 (066) 840-45-99; draiukvsevolod@gmail.com; ORCID: 0009-0002-7923-7918

Надійшла до редакції 14.03.2025



Літературний редактор — **А.О. Ласкова-Ярмоленко**

Верстка — **А.Є. Мельник**

Підписано до друку 30.06.2025 р. Тираж 100 прим. Формат 60×84 1/8.

Умов. друк. арк. 13,02. Обл.-вид. арк. 14,68. Зам. № 02.

Верстка та друк номера — ДНУ “Український інститут науково-технічної експертизи та інформації”

Свідоцтво про внесення суб’єкта видавничої справи до державного реєстру видавців

серія ДК № 5332 від 12.04.2017 р.