

ТЕХНОЛОГІЯ БРОДІННЯ, БІОТЕХНОЛОГІЯ

О. І. Вічко¹, Г. В. Карпик¹, О. В. Швед², З. В. Губрій², Н. Г. Копчак³¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,²Національний університет “Львівська політехніка”,³Манітобський університет, Вінніпег, Канада

olha.v.shved@lpnu.ua

РОЗРОБЛЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ КИСЛОМОЛОЧНИХ НАПОЇВ
З БІОАКТИВНИМИ ФІТОЕКСТРАКТАМИ СОЛОДКИ<https://doi.org/10.23939/ctas2024.01.154>

Досліджено функціональний кисломолочний напій із екстрактами рослин для профілактики та оздоровлення. Використано дані класичної ферментації, зокрема, про особливості приготування фітоекстрактів для розроблення функціонального кисломолочного напою. Розроблено рецептуру та вивчено вплив концентрації екстракту кореня солодки та типу бактеріальної закваски на фізико-хімічні та органолептичні характеристики, біологічну активність біонапою. Ураховано особливості ферментації під час розроблення технологічної схеми пілотного виробництва функціонального кисломолочного напою із фітоекстрактом кореня солодки.

Ключові слова: фітоекстракти; корінь солодки; титрована кислотність; ферментація; функціональні кисломолочні напої.

Вступ

Актуальність теми визначається потребою у функціональних натуральних продуктах на основі молока як сировини і джерела біологічно активних сполук для кисломолочних напоїв, що є сквашуваними продуктами із високим вмістом сухих знежирених речовин молока, виробленими із використанням комплексної закваски [1–9]. У багатьох публікаціях викладено інформацію про позитивний вплив солодки на хімічні та фізичні властивості кисломолочної продукції та сирів, зменшення окиснення ліпідів та індукції змін кольору, смаку з можливим підвищенням прийнятності для споживачів [10–14], що підтверджує необхідність розроблення нових композицій кисломолочних продуктів із солодкою.

Створення нових форм харчових продуктів націлене на забезпечення організму не лише енергією, але й регенерацією клітин та підтримкою їхньої здорової функції для перебігу оптимальних обмінних процесів. Їжа істотно впливає на організм, захищаючи його від різних впливів та

підвищуючи його стійкість до небажаних наслідків. Для досягнення найкращих результатів у гармонізації компонентів харчування дієтологи створюють нові формули, додаючи до них елементи, які допомагають у профілактиці захворювань та підвищенні стійкості організму як для людини, так і для свійських тварин. Це також дає змогу розширити смакові можливості та органолептичні характеристики продуктів. Паралельно з традиційними підходами до харчування активно впроваджуються інноваційні методи, такі як вегетаріанство, веганство, сиродіння та фрукторіанство, з урахуванням генетичних особливостей людини на підставі персональних даних та технологій.

Власне новим напрямом створення нової продукції харчування є розроблення ферментованих, функціональних продуктів та дієтичних добавок для профілактики та контрольованої підтримки здоров'я із модуляцією фізіологічного процесу. Особливо важливий контроль за підсолонувальними компонентами у межах нормального діапазону харчування за О. Григоренком [15].

Споживання “функціональних харчових продуктів” на ринку харчування передбачає спрямування на запобігання розвитку захворювань, що пов’язані з типом харчуванням, через наявність у складі фізіологічно активних харчових інгредієнтів та позитивної пробіотичної мікробіоти. Рівень споживання вказаних інгредієнтів становить від 10 до 50 % добової потреби для підвищення адаптаційних резервів здорової людини, а отже, для профілактики захворюваності. Важливо використовувати функціональні харчові продукти в оптимальній органолептичній, енергетичній, безпечній формі. Особливе місце у сучасному харчуванні належить продукції з антиоксидантними і радіопротекторними функціями, зокрема, з використанням природного антиоксиданту нового покоління – дигідрокверцитину (ДГК) як профілактичного геронтологічного та імунопротекторного засобу.

Мета дослідження – розробити біотехнологію і дослідити фізико-хімічні та сенсорні властивості функціонального кисломолочного напою із фітоекстрактом солодки, а саме динаміки змін властивостей залежно від температури та впливу концентрації фітоекстракту на зміни титрованої кислотності у процесі ферментації та органолептичних властивостей, що дасть змогу обґрунтувати оптимальний рецептурний склад функціонального напою.

Матеріали та методи досліджень

Застосовано методичний аналіз й абстрактно-логічний метод пошуку наукової літератури для узагальнення даних та встановлення критеріїв оцінки біотехнологічного процесу різноманітних функціональних напоїв з фітодобавками. Для оцінювання безпеки нових кисломолочних напоїв використано Food Chemical Codex (FCC), що дає змогу перевіряти ідентичність, якість і чистоту харчових інгредієнтів, допомагає забезпечити загальну безпеку та цілісність ланцюга постачання харчових інгредієнтів, оскільки містить тести та специфікації для ідентифікації, аналізу чистоти інгредієнтів та можливих домішок.

Методи досліджень: мікробіологічні, біохімічні, органолептичні, статистичні. Визначення фізико-хімічних та органолептичних показників виконували відповідно до чинних стандартів та

методичних розробок. Технологічні параметри молока та рослинної сировини досліджували за загальновідомими методиками [16, 17].

На технологічні показники в біотехнологічному процесі виробництва кисломолочного напою впливають характеристики як інгредієнтів вихідної молочної сировини, так і фітоекстракту, а також мікробіологія стартової закваски, мікробна чистота яких забезпечує відсутність залишкової мікрофлори сировини, технологічного обладнання, а також недопустимі порушення технологічних режимів біотехнологічних стадій з розвитком сторонньої технічно шкідливої та умовно-патогенної й патогенної мікрофлори.

Корінь солодки звичайної складається переважно з таких хімічних інгредієнтів, як тритерпенові сапоніни, зокрема гліциризинові кислоти, великої кількості флавоноїдів – 27 назв: рамноліквіритин, ліквіритин, уралозид, менші кількості рутину, сапонаретину, ізокверцитрину тощо, а також такі кумарини, як умбеліферон і герніарин, доволі багато аскорбінової кислоти – близько 30 мг %, та інші речовини – аспарагін, гліциретинову кислоту, стерини тощо [19, 20].

Екстракт рідкий кореню солодки одержували методом екстрагування (тривалість екстрагування – 6–12 год, співвідношення сировина:екстрагент 1:10). Для визначення вмісту сухих речовин у екстракті солодки застосовували рефрактометричний метод, а кількість золи визначали термогравіметричним методом.

Для заквашування молочної сировини використано вихідну стартову ліофілізовану закваску Vivo у вигляді зооглеї – унікальний симбіоз багатьох видів бактерій, серед яких молочнокислі стрептококи і палички, оцтовокислі бактерії та кефірні дріжджі [21].

Молочнокислі мікроорганізми, що найчастіше використовують для сквашування: *L. bulgaricus* – підвид *L. delbrueckii* нерухома, неспорутворювальна грампозитивна паличка, оптимальний рН 4,6–5,4, найкраще росте за температури 40–44 С, анаероб, синтезує специфічний фермент пептидоглікангідролазу, належить до збудників гомоферментативного бродіння [22]; *S. thermophilus* – типовий представник роду *Streptococcus*, ймовірно, у процесі молочнокислого бродіння забезпечує *L. bulgaricus* фолієвою і мурашиною кислотами, не утворює ен-

доспор, каталазонегативний, цитохром-негативний, оптимальна температура росту 35–42 °С, бере участь у гомоферментативному бродінні [23].

Дослідження з оцінювання якості кисломолочних напоїв різної жирності та виду, вироблених на конкретному підприємстві, фактично відсутні [24].

Зразки напою по 10 мл попередньо готували з використанням десятикратних розведень (у 0,5 % розчині NaCl) [25]. Загальну кількість молочнокислих (коків і паличок) лактобактерій у процесі ферментації з екстрактом солодки визначали з використанням комерційного елективного середовища – M. R. S. Agar, а загальну кількість колоній дріжджової мікрофлори – на Sabouraud Dextrose Agar (комерційне середовище) [26]. Вміст білка у контрольному зразку культуральної рідини встановили методом К'ельдаля [27], а концентрацію жиру загальноприйнятим методом [28]. Титровану кислотність у сировині та у дослідних зразках цільового напою типу кефір визначали титрометричним стандартним методом [26]. Кількісну концентрацію етанолу встановлено способом періодичного вимірювання вмісту етилового спирту в зразках кефіру з екстрактом солодки з використанням набору для ензимного контролю алкоголю у біологічних рідинах “Алкотест”, тобто алкоголь-оксидазним методом.

Характерними показниками якості цільового продукту та технологічності дотримання умов ферментації є його органолептичні властивості, що відповідають стандартним вимогам і визначаються об'єктивними органолептичними методами дослідження харчового продукту за якістю безпосередньо під час виробництва. Вони характеризують зміни якості під час зберігання, що дає можливість одержати об'єктивні дані про безпечність та якість продукту за такими важливими для споживача бальними показниками, як смак і запах, консистенція і структура, колір і зовнішній вигляд, показником титрованої кислотності відповідно до стандартів та терміном зберігання.

Усі дослідження виконували у трьох повтореннях і статистично обробляли за допомогою програми Statistica – 10 ($p \leq 0,05$).

Результати досліджень та їх обговорення

На глобальному ринку продукти з функціональними кисломолочними властивостями, що містять живі культури термофільного стрептокока, лактобацил і біфідобактерій, є одними з найперших серед конкурентів, вирізняються високою корисністю для здоров'я та дієвістю як харчові продукти. Відомо, що кисломолочні напої, приготовані на основі комплексних культур біфідобактерій, болгарської палички та дріжджового кефірного грибка, проявляють антибіотичні властивості [29, 30]. Ця симбіотична комбінація ефективніше розвивається в молоці порівняно з монокультурою кожного окремого виду, що має значення як для виробників, сприяючи прискоренню технологічного процесу, так і для споживачів, забезпечуючи вищу активність цих бактерій у кишечнику порівняно з окремими культурами.

У виробництві кисломолочних продуктів удосконалення рецептур є інноваційним підходом, що передбачає застосування фітонаповнювачів і фітодобавок. Перспективним для кисломолочних напоїв вважають внесення в рецептурні композиції ягідних, бобових, плодових, зернових інгредієнтів, а також продуктів їх переробки. Така оптимізація та інноваційні підходи дають можливість урізноманітнити асортимент лінійки продуктів. Унесено компонентні добавки із таких рослин, як топінамбур, люпин, цикорій, сироп цукрового сорго, імбир тощо, що містять біоактивні сполуки, зокрема поліфеноли та дубильні речовини, для підвищення харчової цінності, зміни органолептичних характеристик і здешевлення продуктів порівняно з аналогами без рослинних складових із новими властивостями. Проте на такі показники, як текстура та колір продукту, що важливо для споживача, впливають не лише композиційні інгредієнти та параметри їх складу (жир та профіль жирних кислот, білок, каротиноїди, аскорбінова кислота, мінеральні солі Ca та P, дубильні речовини), але і технологічні параметри (температура, кислотність, вологість, час технологічної обробки), що частково спостерігалось у разі внесення як інгредієнта солодки та ферментації сировини як резервуарним, так і термостатним методом [31].

Розробники дієтичних кисломолочних продуктів пропонують для зниження калорійності

(зменшення вмісту жиру і цукру), але максимальної наближеності за смаковими якостями до традиційних продуктів, наповнювати їх пребіотичними харчовими волокнами (зазвичай їх вносять у межах 0,5–10 %, до стадії гомогенізації) та екстрактом цикорію (інулін і олігофруктоза в оптимальній кількості 2 %). Щодо технології одержання інноваційних кисломолочних напоїв: вітчизняні розробники брали за основу біотехнологію кефіру термостатним способом, із внесенням швидкозаморожених наноструктурованих додатків у дозі 5–7 %, а екстрактів – 2 %.

На різних етапах цього дослідження встановлено основні кількісні показники якості сировини, цільового кисломолочного напою та технологічні параметри процесів екстракції та ферментації. Проаналізовано можливість застосування методів водної екстракції біоактивних речовин із кореня солодки та визначено кількісний вміст вологи, частку нерозчинних у гарячій воді речовин та кількість золи в екстрагованій суміші. Для розроблення рецептурного складу контрольного і дослідних зразків продукту за типом кисломолочного напою із внесеними екстрагованими речовинами з кореня солодки використано аналітичні методи.

Вибрано найоптимальніший варіант дослідного зразка з екстрактом солодки та за мето-

диками фізико-хімічного аналізування визначено параметри процесу: масову концентрацію білків і жирів, концентрації етанолу, вміст вологи, вміст сухих речовин сухого знежиреного молочного залишку, наявність пероксидази та значення титрованої кислотності. Здійснено також мікробіологічні дослідження, які охарактеризували динаміку зміни мікробіоти дослідних зразків біопродукту за час ферментації у вигляді культуральної суспензійної рідини, виміряно кількісні зміни загального вмісту молочнокислих бактерій та окремо дріжджових форм мікроорганізмів, що відображено в поданих нижче таблицях та рисунках.

Завершальний етап дослідження – комплексна органолептична оцінка зразків біонапою із різною концентрацією солодки.

1. Одержання фітоекстрактів

За описаною у літературі здійснено екстракцію дистильованою водою попередньо висушеної та подрібненої до розміру часток 0,5–1 мм сировини кореня солодки, за співвідношення сировина-вода 1:10–12, із постійним перемішуванням за 40–50 °C протягом 10 год. Відтак суспензію фільтрували через сито (з отворами не більше ніж 0,3 мм). Після цього екстракт висушували за температури не більше ніж 60 °C до залишкової вологи 38 % (табл. 1).

Таблиця 1

Фізико-хімічні характеристики екстракту з кореня солодки, $M \pm m$, $n=3$

Показник	Показник відповідно до вимог	Отриманий екстракт
Співвідношення сировина-вода		1:10 – 12
Температура екстракції	не більше ніж 60 °C	40–50 °C
Масова частка вологи, %	не більше ніж 38	36,4±0,9
Масова частка золи, %	не більше ніж 9	7,7±0,1
Масова частка речовин, нерозчинних у гарячій воді, %	не більше ніж 2,5	2,0±0,1

Проаналізувавши отримані дані, відповідно до вимог статей Державної фармакопеї України (ДФУ) [32], ми вибрано оптимальний час близько 10 год водної екстракції кореня солодки із вмістом сухих речовин (3,62±0,1,7) %, що відповідає вимогам загально визначених фармацевтичних довідників.

2. Розроблення біотехнології функціонального напою

Технологію одержання функціонального напою з екстрактом кореня солодки рекомендує

багато авторів [17–19], але оптимізація рецептури та біотехнологічних підходів може доповнити портфель біопродуктів на основі мікробіоти комплексної закваски [33, 34], тим самим створюючи функціональні лікувально-профілактичні продукти із оздоровчим ефектом.

Для розроблення технології кисломолочного напою з функціональним інгредієнтом ми отримали контрольний зразок без додавання екстракту (табл. 2).

Параметри молочного середовища для ферментації

Зразок № 1 (контрольний зразок)	Зразок № + % екстракту з кореня солодки в різних концентраціях:
Склад нормалізованої суміші, г на 1000 г: молоко нормалізоване (жирність 3,2 %) – 950,9; молоко сухе знежирене (жирність 1 %) – 49,1 Багатокомпонентна закваска – 25 г/л Без внесення екстракту	Склад нормалізованої суміші, г на 1000 г: молоко нормалізоване (жирність 3,2 %) – 950,9; молоко сухе знежирене (жирність 1 %) – 49,1. Багатокомпонентна закваска – 25 г/л Внесення екстракту: зразок № 2 (0,1 %); зразок № 3 (0,3 %); зразок № 4 (0,5 %); зразок № 5 (0,7 %)

Комплексна закваска спеціально підібраної непатогенної асоціації переважно молочнокислих бактерій внаслідок дії своєї мікрофлори сприяє забезпеченню збалансованих параметрів цільового продукту – ефективної швидкості сквашування, лагідної консистенції та приємного смаку, забезпечує біотехнологічний процес технології зі збалансованою системою біохімічних перетворень у молочній сировині. Основна закваска посівного матеріалу (виробнича робоча закваска) отримана із використанням сухої ліофілізованої закваски під час обережного перемішування, щоб не пошкодити верхній шар мікробіоти (2–3 см).

Склад стартової комплексної закваски, використаної для сквашування:

– молочнокислі бактерії *Lactobacillus fermentum* (6,55±0,44 – 89 % від біомаси), *Lactobacillus spp.* (6,55±0,44 – 9 % біомаси), *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc lactis* (2,56±0,17 та 4,43±0,35 – 0,7 % біомаси);

– оцтовокислі бактерії роду *Gluconobacter oxydans* (4,65±0,37 – понад 1,1 % біомаси);

– дріжджі псевдоміцети *Candida* кефіру (2,59±0,17) та аскоміцети дріжджі *Sacchromyces spp.* (3,56±0,21 та 2,55±0,17 – у середньому 0,1 % біомаси).

Заквашувальну культуру виготовлено за допомогою інокуляції 2,5 % свіжої рідкої закваски, подібної до материнської культури (25 г на 1 л молока).

Нові зразки кисломолочного функціонального напою отримували за рецептурою класичного напою, поєднуючи до складу суміші для надання їй лікувально-профілактичних властивостей екстракт кореня солодки в кількості 0,1 %, 0,3 %, 0,5 % і 0,7 %, а потім вивчали характеристики дослідних зразків біонапою [31].

Технологічні стадії одержання функціонального кисломолочного напою (контрольного без додатку або з додатком) контролювали за технологічними параметрами ферментації (температура та час) режимів процесів:

1) підігрівання нормалізованого молока до температури (41±1) °С;

2) внесення сухого знежиреного молока;

3) гомогенізація молочної суміші за (60±5) °С і тиску 10–15 МПа;

4) пастеризація молочної суміші за (92±2) °С протягом 5 хв;

5) охолодження молочної суміші до температури (41±1) °С;

6а) внесення 0,1–0,7 % екстракту в молочне середовище;

6б) внесення закваски та перемішування протягом 1 хв;

7) ферментаційне сквашування за температури (28±1) °С упродовж 6–7 год;

8) охолодження до температури (4±2) °С;

9) розливання, пакування, дозрівання, маркування та зберігання протягом 4 діб.

Живильне молочне середовище з додаванням екстракту сквашують за температури 28 °С із факультативним бродінням упродовж 6–7 год до кислотності 80–90°Т.

Ферментацію кисломолочного продукту вважають завершеною відповідно до Держстандарту ДСТУ 2212:2003 за титрованої кислотності біонапою 75–140°Т за участю утвореної у результаті біохімічного бродіння молочної кислоти (табл. 3).

Вплив концентрацій екстракту на тривалість ферментації та рівень титрованої кислотності за вмістом молочної кислоти було вивчено на всіх етапах ферментації (рис. 1).

Фізико-хімічні показники контрольного зразка кисломолочного напою

Параметри процесу	Показник згідно із ДСТУ 2212:2003	Показник параметрів
		Контрольний зразок кисломолочного продукту № 1
Масова частка жиру, %	0,5–10,0	3,2±0,01
Масова частка білка, %	не менше ніж 3,2	3,6±0,1
Масова частка сухого знежиреного молочного залишку, %	не менше за 9,5	12,7±0,1
Кислотність, °Т	75–140	95±5
Фосфатаза чи пероксидаза	відсутня	Відсутня

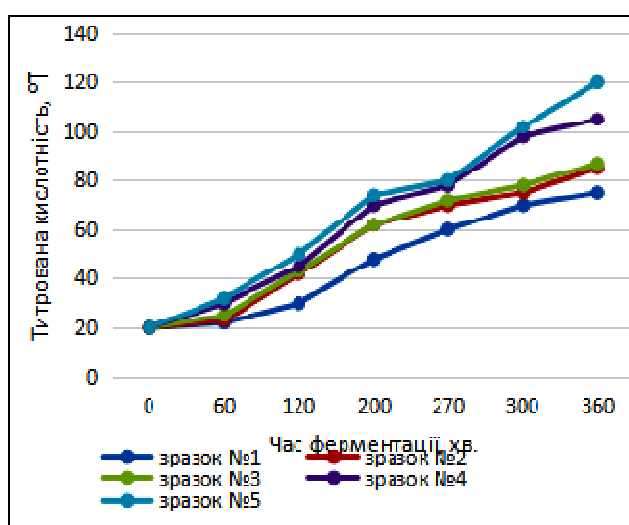


Рис. 1. Динаміка зміни титрованої кислотності у зразках кисломолочних напоїв із екстрактом солодки: зразок 1 – контроль: кисломолочний напій без внесення екстракту кореня солодки; зразок 2 – біонапій з 0,1 % екстракту; зразок 3 – з 0,3 % екстракту; зразок 4 – з 0,5 % екстракту; зразок 5 – з 0,7 % екстракту

Готову закваску інокуюють (пересаджу-вальна ферментація) та охолоджують до 4 °С, зберігають за тієї самої температури для визначення динаміки титрованої кислотності у дослідних зразках за різного вмісту екстракту.

Визначено, що оптимальний час сквашування становить 6 год із досягненням титрованої кислотності 75 °Т за нормативами ДСТУ 2212:2003. Досліджено вплив концентрації у межах 0,1–0,7 % екстракту кореня солодки з метою визначення оптимальної кислотності та позитивного впливу екстракту на динаміку росту і накопичення біомаси лактобактерій у зразках кисло-

молочних напоїв залежно від часу ферментації (рис. 2) для розроблення біобезпечного харчового продукту.

Аналіз даних ферментації з додаванням екстракту кореня солодки показав, що збільшення концентрації екстракту на початковій стадії сприяє активнішому сквашуванню, ніж у контрольному зразку. Найкращі органолептичні властивості біонапою, а саме – однорідна, в'язка консистенція, молочно-білий колір, чистий кисломолочний аромат, тонізувальний смак спостерігалися у разі внесення не більше ніж 0,1 % екстракту кореня солодки. Отримані показники біотехнології екстрактивного напою стали основою для розроблення блок-схеми процесу.

Додавання екстракту кореня солодки у молочну суміш у концентрації 0,5–0,7 % перед початком сквашування пришвидшує ферментативний процес, у результаті титрована кислотність набуває необхідного значення відповідно до нормативних показників. Динаміка змін упродовж усього процесу ферментації вказує на зростання кількості дріжджової мікрофлори у зразках напою з екстрактом солодки № 4 та № 5 (рис. 3).

3. Контроль цільового біопродукту

Особливістю виробництва функціональних кисломолочних напоїв, до складу яких входить комплексна закваска з молочнокислої та дріжджової мікрофлори, є утворення кислот та алкоголю через гетероферментативне молочнокисле та спиртове бродіння наявних цукрів середовища. Після введення екстракту кореня солодки до складу ферментативного середовища відбувається збагачення поживними речовинами, необхідними

для мікрофлори закваски, та надання напоєві лікувально-профілактичної дії без значного коригування традиційної технології.

Вивчення процесу ферментації молочного середовища з додаванням 0,1–0,7 % мас. водного екстракту кореню солодки дало можливість спостерігати динаміку якісних змін біонапою, зокрема у дослідному зразку № 4 з вмістом 0,7 % екстракту після 300 хв ферментації кількість утвореного етанолу становила $0,0056 \pm 0,0001$ %, що майже не відрізняється від нагромадження етанолу в дослідному зразку без додавання екстракту

(різниця – 0,0005 %). Водночас створення приємного за органолептичними показниками напою потребує чіткого контролю за режимами перебігу метаболічних процесів з утворенням продуктів спиртового бродіння, яке може кардинально вплинути на їхні функціональні властивості та смакові відчуття. Але закваска містить оцтові кислоти бактерії, що як поживний субстрат для живлення і росту використовують утворений етанол, вміст якого регламентований стандартом, як і загальна оцінка фізико-хімічних параметрів кисломолочних продуктів.

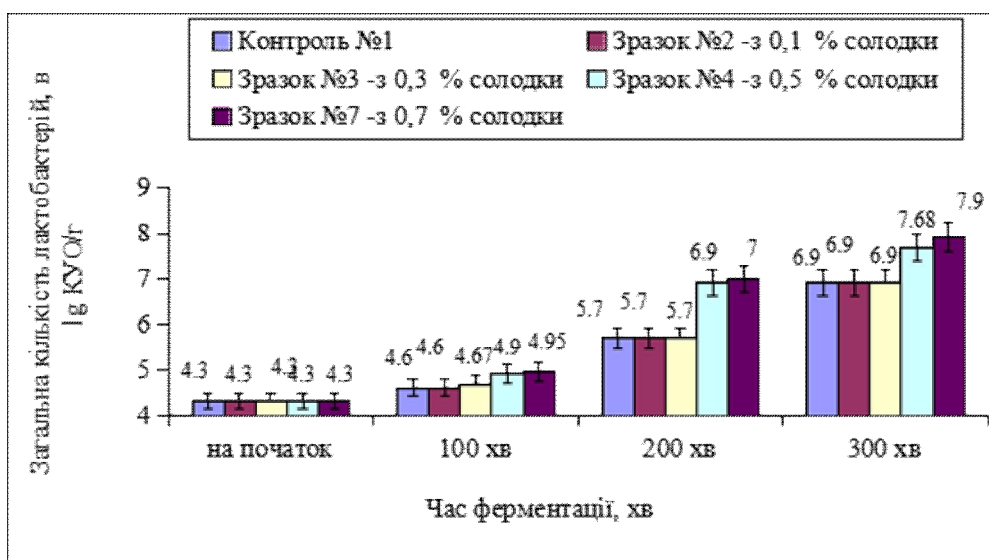


Рис. 2. Вплив часу ферментації на чисельність лактобактерій у функціональному біонапої

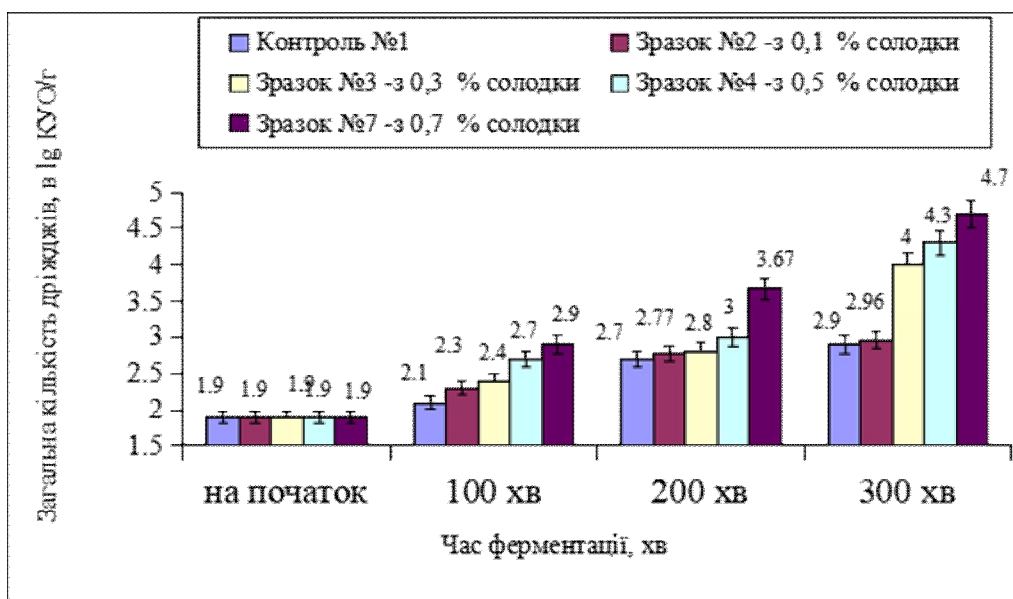


Рис. 3. Вплив часу ферментації на загальний вміст дріжджів у функціональному біонапої

Відповідно до стандартів під час розроблення технології визначають основні параметри цільового продукту: масову частку білка, %; масову частку жиру, %; активну (рН) та титровану кислотність (°Т) (ДСТУ 4417:2005) [24].

4. Розроблення технологічної схеми виробництва цільового функціонального кисломолочного біопродукту (блок-схема)

Проаналізувавши експериментальні спостереження, ми розробили біотехнологію виробництва функціонального кисломолочного напою з фітоекстрактом кореня солодки, внесення якого пришвидшує ферментаційне сквашування молочного середовища. Враховано технологічні заходи за резервуарного способу виробництва

цільової біопродукції, які дещо відрізняються від термостатного способу виробництва кисломолочних продуктів, за якого термостатування культуральної рідини відбувається після її пакування.

Розроблена технологія (рис. 4) містить такі основні етапи: вирощування біомаси (інокуляція) симбіотичної стартової закваски відповідного складу; одержання водного фітоекстракту (мацерація) з біоактивними речовинами кореня солодки; сквашування (ферментація) молочного середовища і пакування та зберігання цільового продукту; а також допоміжні етапи (DS) – приготування молока (живильного середовища) і приготування посівного матеріалу.

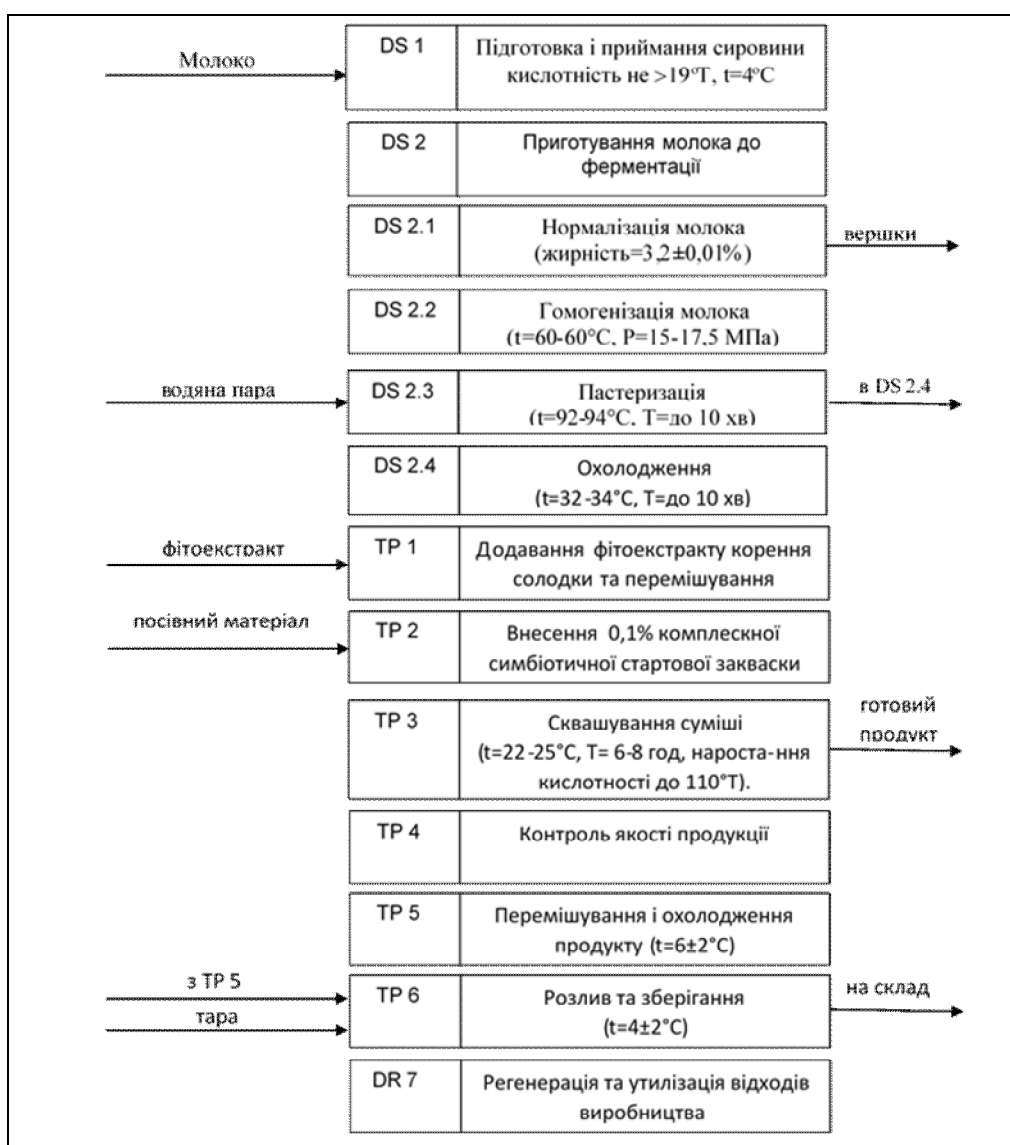


Рис. 4. Біотехнологічна схема отримання функціонального кисломолочного напою з фітоекстрактом кореня солодки

Розробляючи технологічні режими процесу, ми враховували вплив внесених добавок екстракту на тривалість ферментаційного сквашування та зростання титрованої кислотності цільового біопродукту, контролювали згідно із ДСТУ (ДСТУ 2212:2003, ДСТУ 4343:2004, ДСТУ 4417:2005, ДСТУ 3662-2018 28, ДСТУ 4834:2407) органолептичні властивості зразків функціонального біонапою з різним вмістом екстракту за бальною шкалою дегустаційної оцінки на смак і запах, консистенцію і структуру та колір і зовнішній вигляд, відповідно (5 балів, 3 бали та 2 бали).

Зразок кисломолочного напою № 2 за сумою балів не дуже відрізнявся від вихідного напою (19,5 бала), порівняно із рештою досліджуваних зразків, показники яких суттєво гірші, особливо щодо кольору та смаку. Технічні показники напою з екстрактом з кореню солодки у концентрації 0,1 % за результатами дегустаційного аналізу співмірні із вихідним кисломолочним напоєм. Розроблені рецептуру та технологію нового функціонального кисломолочного напою з передбачуваними пробіотичними властивостями, а також з урахуванням економічної доцільності, очевидно, згідно з чинними вітчизняними нормативними документами та вимогами закордонного виробництва, які дозволило застосовувати Міністерство охорони здоров'я України [35], можна вважати допустимими з використанням такої концентрації добавки екстракту,

Відповідно до ДСТУ 4503:2005 (загальні технічні умови зберігання) термін придатності нетермізованих біонапоїв за температури від 0 °С до +2 °С становить до 4 діб, а згідно із технічними умовами зберігання термізованих біопродуктів – до 14 діб.

Висновки

Розглянуто перспективність використання ефективних біотехнологічних розробок. У результаті виконання досліджень встановлено та проаналізовано вплив фітоекстракту кореня солодки на органолептичні властивості цільового біопродукту з урахуванням часу екстракції та часу ферментації, а саме у разі внесення екстракту концентрацією 0,5–0,7 %.

Визначено оптимальний час екстракції – 10 год, оптимальний час ферментації молочного субстрату в разі внесення 0,1 % мас. фітоекстракту

кореня солодки зменшується до 5 год з досягненням значення нормативної титрованої кислотності напою 75 °Т, згідно із ДСТУ 2212:2003.

Додавання 0,1 % мас. фітоекстракту підвищує біохімічну активність стартової мікробної закваски, стимулюючи ріст біомаси як молочнокислих, так і дріжджових клітин. Запропонований склад біонапою сприяє забезпеченню найкращих за бальною шкалою органолептичних властивостей, надаючи однорідної, в'язкої консистенції продукту молочно-білого кольору, з чистим кисло-молочним запахом та тонізуючим смаком.

Запропоновано біотехнологію функціонального кисломолочного напою із фітоекстрактом кореня солодки.

References

1. Kukhtyn, M., Vichko, O., Kravets, O., Karpyk, H., Shved, O., & Novikov, V. (2018). Biochemical and microbiological changes during fermentation and storage of a fermented milk product prepared with Tibetan Kefir Starter. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 68(4), 1–10. doi.org/10.37527/2018.68.4.007.
2. Kukhtyn M., Vichko O., Horyuk Y., Shved O., Novikov V. (2018). Some probiotic characteristics of a fermented milk product based on microbiota of “Tibetan kefir grains” cultivated in Ukrainian household. *J. Food Sci. Technol.*, 55(1):252–257. DOI: 10.1007/s13197-017-2931-y.
3. Vichko O. I., Shcheglova N. S., Chervetsova V. H., Hubriy Z. V. та in. (2008). Doslidzhennya mikrobioty “tibet-s'kyu hrybok” dlya rozrobky funktsional'noho kompozytsiynoho mikrobnoho preparatu. *Naukovyy visnyk Uzhhorods'koho universytetu*, No. 24, 114–116.
4. Novikov V. P., Chervetsova V. H., Vichko O. I., Yukalo V. H. (2009). Probiotychni vlastyvoli kyslomolochnoho napoyu na osnovi mikrobnoyi asotsiatsiyi “tibet-s'kyu hrybok”. *Molochna promyslovis't'*, No. 5, 23–25.
5. Chervetsova V. H., Hubriy Z. V., Shved O. V., Mykytyuk O. M., Novikov V. P. (2018). Okremi fizyohichni ta tekhnolohichni kharakterystyky promyslovykh yohurtiv dlya dytyachoho kharchuvannya. *Chemistry, Technology and Application of Substances*, Vol. 1, No. 2, 69–73.
6. Mel'nykivs'ka, N. V., Ustenko, N. V., & Kudrya, M. Ya. (2023). Fermentovani molochnokysli produkty yak skladova ratsional'noho kharchuvannya (ohlyad literatury ta vlasni doslidzhennya). *Koly zakhyst daruye zhyttya*, 45. doi.org/10.57105-2415-7252-2023-5-03.
7. Shiby, V. K., & Mishra, H. N. (2013). Fermented milks and milk products as functional foods: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 53(5), 482–496. DOI: 10.1080/10408398.2010.547398.

8. Bessa M. K., Bessa G. R., Bonamigo R. R. Kefir as a therapeutic agent in clinical research: a scoping review. *Nutr. Re. Rev.* 2023 Mar 30:1–17. DOI: 10.1017/S0954422423000070.
9. Hekmat S., Koba L. (2006). Fermented dairy products: knowledge and consumption. *Can. J. Diet. Pract. Res.*, 67(4):199–201. DOI: 10.3148/67.4.2006.199.
10. Kao, T. C.; Wu, C. H.; Yen, G. C. (2014). Bioactivity and potential health benefits of licorice. *J. Agric. Food Chem.*, 62, 542–553. DOI: 10.1021/jf404939f.
11. Sedghi, M., Golian, A., Kermanshahi, H., Ahmadi, H. (2010). Effect of dietary supplementation of licorice extract and a prebiotic on performance and blood metabolites of broilers. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 40, 371–380. DOI: 10.4314/sajas.v40i4.65259.
12. Jiang J., Zhang X., True A. D., Zhou L., Xiong Y. L. (2013). Inhibition of lipid oxidation and rancidity in precooked pork patties by radical-scavenging licorice (*Glycyrrhiza glabra*) extract. *J. Food Sci.*, 78(11):C1686–94. DOI: 10.1111/1750-3841.12273.
13. Zhang Y., Luo H., Liu K., Jia H., Chen Y., Wang Z. (2015). Antioxidant effects of liquorice (*Glycyrrhiza uralensis*) extract during aging of longissimus thoracis muscle in Tan sheep. *Meat Sci.*, 105:38–45. DOI: 10.1016/j.meatsci.2015.03.002.
14. Bennato, F.; Ianni, A.; Martino, C.; Di Luca, A.; Innosa, D.; Fusco, A. M.; Pomilio, F.; Martino, G. (2020). Dietary supplementation of Saanen goats with dried licorice root modifies chemical and textural properties of dairy products. *J. Dairy Sci.*, 103 (1), 52–62. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16838>.
15. Hryhorenko O. M. Evolyutsiya teoriiyi ta kontseptsiiyi kharchuvannya lyudyny. URL: <http://www.nbu.gov.ua/portal/soc.gum/Vdnuet/tehn/2011/Grigor.pdf>.
16. Moloko-syrovyna korovyache. Tekhnichni umovy: DSTU 3662-2018. [Chynnyy vid 2019.01.01]. K.: Derzhspozhyvstandart Ukrayiny. 2020. 14 s. (Natsional'nyy standart Ukrayiny).
17. Moloko ta molochni produkty. *Metody mikrobiolohichnoho kontrolyuvannya*: DSTU 7357:2013. [Chynnyy vid 2013-08-22]. K.: Minekonomrozvytku Ukrayiny, 2014. 34, [3] s. (Natsional'nyy standart Ukrayiny).
18. Kaur, R., Kaur, H., & Dhindsa, A. S. (2013). *Glycyrrhiza glabra*: a phytopharmacological review. *International journal of pharmaceutical Sciences and Research*, 4(7), 2470. DOI:10.13040/IJPSR.0975-8232.4(7).2470-77.
19. Dastagir G., Rizvi M. A. Review (2016). *Glycyrrhiza glabra* L. (Licorice). *Pak J Pharm Sci.* 29(5):1727–1733.
20. Sharma V., Katiyar A., Agrawal R. C. *Glycyrrhiza glabra*: *Chemistry and Pharmacological Activity. Sweeteners.* 2017 Jul. 31:87–100. DOI: 10.1007/978-3-319-27027-2_21.
21. Bakterial'ni zakvasky Vivo. Rezhym dostupu: <https://www.zakvaski.com/products>.
22. Lapiere, L., Delley, M., Mollet, B., Felis, G., and Dellaglio, F. (2003). Evolution of Bacterial Speices *Lactobacillus delbrueckii*: A Partial Genomic Study with Reflections on Prokaryotic Species Concept. *Molecular biology and evolution*, 20, 93–104.
23. Courtin, P., & Rul, F. (2004). Interactions between microorganisms in a simple ecosystem: yogurt bacteria as a study model. *Le Lait*, 84(1–2), 125–134.
24. Trokhymenko V. Z., Koval'chuk T. I., Zakharin V. V., Bezverkha L. M. (2022). Vplyv terminiv zberihannya na spozhyvchi vlastyosti kyslomolochnykh napoyiv. *Visnyk Sums'koho natsional'noho ahrarynoho universytetu. Seriya "Tvarynystvo"*, 3 (50), 47–53.
25. Berhilevych O. M., Kasyanchuk V. V., Vlasenko I. H., Kasyanchuk V. V. (2023). Mikrobiolohiya moloka i molochnykh produktiv. *Universytet's'ka knyha*, 205 s.
26. Fedoriv V. M., Kobasa I. M., Diychuk V. V. (2020). *Tekhnolohichna ekspertyza kharchovoyi produktsiyi: navch.-metod. posibnyk*. Chernivets. nats. un-t im. YU. Fed'kovycha, 182 s.
27. DSTU ISO 8968-1:2005 (IDF 20-1:2001) Moloko. Vyznachennya vmistu azotu. Chastyna 1. Metod K'ysel'dalya (ISO 8968-1:2001, IDF 20-1:2001, IDT) 27.DSTU ISO 1211:2002 Moloko. Hravimetrychnyy metod vyznachennya vmistu zhyru (Kontrol'nyy metod) (ISO 1211:1999, IDT).
28. Chuayana, J. E., Ponce, C. V., Rivera, M. R. B., & Cabrera, E. C. (2003). Antimicrobial activity of probiotics from milk products. *Phil. J. Microbiol. Infect. Dis*, 32(2), 71–74.
29. Dinu, L. D., Babata, S. I., Ciurea, A. N., & Lunita, A. M. (2018). Antimicrobial effect and antibiotic resistance of lactic acid bacteria from some commercial dairy products. *Scientific Papers: Animal Science & Biotechnologies*, 51(1), 114–118. DOI: 10.15421/nvlvet8716.
30. Mashkin M. I., Parysh N. M. (2006). *Tekhnolohiya vyrobnytstva moloka i molochnykh produktiv*. Vyscha osvita, 351 s.
31. Derzhavna Farmakopeya Ukrayiny. 2-e vyd. (2023). Derzhavne pidpryyemstvo "Ukrayins'kyy naukovyy farmakopeynyy tsentr yakosti likars'kykh zasobiv" / Hayes M., Ross R. P., Fitzgerald G. F., Stanton C. (2007). Putting microbes to work: dairy

fermentation, cell factories and bioactive peptides. Part I: overview. *Biotechnol. J., Apr*, 2(4):426–434. DOI: 10.1002/biot.200600246.

32. Fiorda F. A., de Melo Pereira G. V., Thomaz-Soccol V., Rakshit S. K., Pagnoncelli M. G. B., Vandenberghe L. P. S, Soccol C. R. (2017). Microbiological,

biochemical, and functional aspects of sugary kefir fermentation: A review. *Food Microbiol.*, Sep; 66:86–95. DOI: 10.1016/j.fm.2017.04.004.

33. Nakaz No. 45 vid 08 sichnya 2024 roku Ministerstva okhorony zdorov'ya Ukrainy "Vymohy do kharchovykh dobavok".

O. I. Vichko¹, G. M. Karpyk¹, O. V. Shved², Z. V. Hubrii², N. G. Kopchak³

¹Ternopil Ivan Puluj National Technical University

²Lviv Polytechnic National University,

³University of Manitoba, Winnipeg, Canada

DEVELOPMENT OF BIOTECHNOLOGY OF DAIRY BEVERAGES WITH BIOACTIVE PHYTOEXTRACTS OF LICORICE

A functional fermented milk drink with plant extracts for prevention and recovery was studied. The data of classical fermentation were used, in particular, the peculiarities of the preparation of phytoextracts for the development of a functional fermented milk drink. The recipe was developed and the influence of licorice root extract concentration and the type of bacterial starter on the physical, chemical and organoleptic characteristics and biological activity of the biobeverage was studied. The specifics of fermentation were taken into account when developing a technological scheme for the pilot production of a functional fermented milk drink with licorice root phytoextract.

Key words: phytoextracts; licorice root; titrated acidity; fermentation; functional fermented milk drinks.