

O. I. Вічко¹, O. B. Швед², З. В. Губрій², І. С. Назарко¹, Т. О. Лісовська³, Т. І. Сидоряк²

¹ Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,
кафедра харчової біотехнології і хімії

² Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології

³ Гамбурзький університет прикладних наук, Гамбург, Німеччина
olha.v.shved@lpnu.ua

РОЗРОБЛЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ КИСЛОМОЛОЧНИХ НАПОЇВ З БІОАКТИВНИМИ ФІТОЕКСТРАКТАМИ ЧЕБРЕЦЮ

<https://doi.org/10.23939/ctas2025.01.111>

Використано дані наукових досліджень, значну частину яких висвітлено у наукових публікаціях останніх років, зокрема, про особливості приготування фітоекстрактів для розробки функціонального кисломолочного напою типу йогурту. Розроблено біотехнологію функціонального кисломолочного напою з 1%-вим вмістом фітоекстракту чебрецю для профілактики та оздоровлення через вивчення впливу на показники ферментації властивостей бактеріальної закваски прямого внесення FD DVS YF-L811-YO-Flex та концентрації фітоекстракту. Особливості ферментації з фітоекстрактом чебрецю враховано при розробці технологічної схеми пілотного виробництва функціонального кисломолочного напою.

Ключові слова: ферментація, сквашування, біотехнологічні параметри виробництва, функціональні кисломолочні напої, біодобавки, фітоекстракти, чебрець.

Вступ

Актуальність теми визначається зацікавленістю споживачів у функціональних натуральних продуктах на основі молока з високим вмістом сухих знежирених речовин як джерела біологічно активних речовин, що наповнюють сквашуваний продукт, вироблений з використанням суміші заквасочних мікроорганізмів [1–4]. Функціональні кисломолочні біопродукти, що мають статус харчових продуктів, поєднують традиційні властивості кисломолочних напоїв та отриманих специфічних характеристик завдяки внесенню нових компонентів сировини чи харчових добавок до їжі або фітодобавок з оздоровчими властивостями, охарактеризованих досвідом використання у лікувальних препаратах, що мають позитивний ефект для профілактики хронічних рювань.

Світовий ринок молочної промисловості постійно вимагає продукцію з покращеною якістю, більшою збалансованістю за інгредієнтами. Інновації виробництва нових функціональних продуктів базуються на тенденції до зростання обсягів виробництва на світовому ринку і пропонує розробки в галузі біотехнології нових

функціональних напоїв з живих пробіотичних культур, на основі бакконцентратів, включаючи традиційні ферментовані продукти. Використання фітоекстрактів у розробленні нових функціональних композицій молочних продуктів із чебрецем підпадає під сучасні напрями досліджень та виробництв, у яких підкреслюється здатність дієтичних добавок впливати на технологічні параметри та харчові й органолептичні характеристики біопродуктів, а саме проявляти фітонцидні властивості і зменшувати вміст насичених та збільшувати вміст мононенасичених та поліненасичених жирних кислот, що додатково впливає на подовження терміну зберігання.

Про позитивну роль чебрецю зазначено у багатьох наукових джерелах [5–10] та в описах народної медицини. Чебрець (*Thymol vulgaris*) – багатий за хімічним складом на ефірні олії, які застосовують як одні з основних антиоксидантів [11], його використовували у харчових цілях для надання м'ясу, сирам певного смаку [12], до того ж вміст в оліях таких речовин, як тимол, γ-терпінен, γ-цимен, карвакрол та ліналол, цимол дає можливість використовувати його в народній та

традиційній медицині (оздоровлювальна дія для шлунково-кишкового тракту) [13].

На ринку представлено значну кількість серій і видів молочнокислих культур і заквасок зарубіжного і вітчизняного виробництва [14]. Зокрема, компанія “Christian Hansen” представляє три нові серії: YoFlex Express, YoFlex Advance і YoFlex Harmony. Це третє покоління культур відомої серії YoFlex, спеціально призначених для йогуртів. При розробці нових культур першорядна увага приділяється властивостям заквасок, що сприяють формуванню щільної структури і густої консистенції продуктів, скороченню тривалості сквашування і низькому пост-окисненню продукту. При створенні серії YoFlex Harmony основна увага була приділена в'язкості, відчуттю густоти в роті й стабільності готового продукту при зберіганні. Закваска була розроблена для резервуарного йогурту з низьким вмістом білка в молоці (2,8 %) [15]. Компанія Danisco при виробництві кисломолочних продуктів, зокрема йогуртів, використовує заквасочні культури, які є сумішшю штамів термофільного стрептокока і болгарської палички.

Культури цих серій забезпечують оптимальний баланс для контрольованого процесу сквашування, надають продукту вершковий, освіжаючий смак без відчуття кислоти, забезпечують гладку, щільну, в'язку, однорідну консистенцію, сприяють активному продукуванню екзополісахаридів, які діють як стабілізатори консистенції, тому біонапої типу йогурту можна виробляти на нижньому допустимому рівні сухих речовин [15]. Застосуванням оптимізації ферментаційного процесу, введенням інноваційних біотехнологій з оціненням можливостей перспективи нових методів біотехнології в Україні можна виробити кінцевий продукт доброякісного та безпечного функціонального біонапою, який, очевидно, не буде відрізнятися від аналогічних напоїв, вироблених у країнах ЄС.

Метою дослідження було розробити біотехнологію із врахуванням фізико-хімічних та сенсорних властивостей функціонального кисломолочного напою з фітоекстрактом чебрецю.

Для досягнення мети досліджено динаміку змін цих властивостей та продукованої титрованої кислотності у процесі ферментації залежно від впливу температури, складу мікробного інокуляту, ферментолізу лактози, концентрації фітоекстракту, що дозволить обґрунтувати оптимальний рецептурний склад функціонального напою, який стимулює мікробіом шлунково-кишкового тракту та нормалізацію рН шлункового соку, сприяючи оздоровленню та покращенню поживності щоденного раціону людини.

Матеріали та методи досліджень

Для узагальнення критеріїв оцінки біотехнологічного процесу функціонального напою з фітодобавками використано методичний аналіз й абстрактно-логічний метод пошуку наукової літератури, аналізу та узагальнення даних, зокрема, використанням збірника міжнародно визнаних стандартів Food Chemical Codex (FCC) щодо загальної безпеки та цілісності ланцюга постачання харчових інгредієнтів нових кисломолочних напоїв, що дозволяє перевіряти ідентичність, якість і чистоту інгредієнтів, використовуючи тести та специфікації ідентифікації і наявність можливих домішок.

Основні методи досліджень: для встановлення показників перебігу процесу та цільового продукту застосовано мікробіологічний, біохімічний та фізико-хімічний аналіз, органолептичні, статистичні методи. Визначення фізико-хімічних та органолептичних показників проводили відповідно до існуючих стандартів та методичних розробок. Технологічні параметри молока та рослинної сировини досліджували за загальновідомими методиками. Вибір технологічних режимів біотехнологічних стадій залежить не лише від характеристик інгредієнтів, а також від технологічного обладнання та його мікробіологічної чистоти, про що свідчить багато досліджень про утворення біоплівки на стінках [16, 17].

Стартова закваска лактобактерій (палички і коки) для ферментаційного сквашування має містити у готовому біонапої типу йогурту не менше $\log 7,0$ КУО у 1 г з високим вмістом сухих речовин (ДСТУ 4343:2003. “Йогурт. Загальні технічні умови”). Для сквашування нормалізованої молочної суміші (жирністю 3,5 %, вмістом білка 3,8 %) використано три види заквасок прямого

внесення, що займають найбільшу питому вагу в поставках заквасок Danisco на молочні підприємства: згідно з рекомендаціями виробника, серії FD DVS YF-L811-YO-Flex (включає комбінації штамів *Streptococcus thermophilus* і *Lactobacillus delbrueckii* підвид *bulgaricus*, як ліофілізовані культури YoFlex Express 1.0 і YoFlex Express 1.1 для резервуарного і термостатного виробництва; заморожені культури YoFlex Advance 1.0, YoFlex Advance 2.0 і ліофілізована культура YoFlex Advance 2.0. для низькожирних сортів резервуарного типу; дозволяє отримати біопродукт з дуже густою консистенцією, м'яким смаком і низьким пост-окисненням; високов'язкі штами термофільного стрептокока, дозволяють значно знизити вміст стабілізатора і (або) молочного білка в готовому продукті); YO-Mix 601 (включає *Streptococcus thermophilus* і *Lactobacillus delbrueckii* підвид *bulgaricus*, за час ферментації дає в'язкий згусток, виражений аромат і смак біонапою, але має обмежене пост-окиснення, спостерігається невеликий синерезис) і Jointec X3 (включає *Streptococcus thermophilus* і *Lactobacillus delbrueckii* підвид *bulgaricus* утворює нев'язкий згусток, але з вираженим смаком і ароматом, проте в процесі зберігання виявлено невисокий рівень пост-окиснення і відділення сироватки).

Загальну кількість молочнокислих лактобактерій (коків і паличок) у процесі ферментації з екстрактом чебрецю в зразках з культуральною рідиною визначали на комерційному елективному середовищі – M.R.S.Agar. Вміст білка у контрольному зразку культуральної рідини – методом К'ельдаля (ДСТУ ISO 8968-1:2005. “Молоко. Визначення вмісту азоту. Частина 1. Метод К'ельдаля (ISO 8968-1:2001, IDF 20-1:2001”), вміст жиру – загальноприйнятим методом (ДСТУ ISO 1211:2002. “Молоко. Гравіметричний метод визначення вмісту жиру (Контрольний метод) (ISO 1211:1999, IDT”).

Молочну суміш гомогенізували за температури не нижче 55 °C та тиску 10–15 МПа, що значно поліпшує структуру та консистенцію продукту й запобігає відділенню сироватки. Суміш піддавали пастеризації (класично – при 85–87 °C протягом 5–10 хв або 90–92 °C за 2–3 хв).

Фітоекстракт чебрецю, як компонент для середовища ферментації, одержували методом

мацерації до рідкого інгредієнтного стану (співвідношення – сировина : екстрагент як 1:10, час екстрагування – 30 хв, за температури не вище 60 °C). Методика одержання дослідних зразків по 10 мл напою включала процес десятикратного розведення (у 0,5 % р-ні NaCl). Вміст сухих речовин в екстракті чебрецю визначали рефрактометричним методом, а кількість золи – термогравіметричним методом. Водну екстракцію чебрецю здійснюють настоюванням з отриманням фітоекстракту з фізико-хімічними характеристиками відповідно до вимог: масова частка вологи – не більше 38 %, масова частка золи – не більше 9 %, масова частка нерозчинних у гарячій воді – не більше 2,5 %.

Титровану кислотність у градусах Тернера вихідного молока та у дослідних зразках цільового напою визначали титрометричним стандартним методом (відповідно до ДСТУ 8550:2015. “Молоко та молочні продукти. Вимірювання рН потенціометричним методом”). Сквашування кисломолочного продукту вважають завершеним при титрованій кислотності 75–140 °Т. Якісний кисломолочний напій згідно з державним стандартом містить кислотність 85–120 °Т (держстандарт ДСТУ 2212:2003).

Вміст фосфатази у кисломолочному напої визначають за методом, заснованим на гідролізі динатрієвої солі фенілфосфорної кислоти під дією ферменту фосфатази в молоці і молочних продуктах та оцінюють через виділений при гідролізі вільний фенол, який за наявності окиснювача дає рожеве забарвлення з 4-аміноантипірином (відповідно до ДСТУ 7380:2013. “Молоко та молочні продукти. Методи визначення наявності пероксидази й фосфатази (лужної та кислої”). За відсутності ферменту фосфатази в молочних продуктах забарвлення вмісту пробірки (прозорого розчину, що відділився від білка) безбарвне, аналогічне до вмісту пробірок контрольного дослід. За наявності фосфатази в молоці та молочних продуктах вміст пробірок (розчин) має забарвлення від рожевого до темно-червоного кольору. Контрольним дослідом для всіх молочковмісних продуктів є аналогічна реакція з кип'яченим молоком.

Об'єктивними органолептичними методами за бальними показниками визначають сенсорні властивості харчового продукту. Як відомо, до

органолептичних показників йогуртів належать смак, зовнішній вигляд, консистенція, колір та запах, а кількісна оцінка властивостей харчового продукту враховує інтенсивність відчуттів та виражена у числовому еквіваленті за певною шкалою, у той же час якісна оцінка – це опис відчуттів при дегустації продукту.

Аналіз властивостей продуктів здійснюють через 4 год після виготовлення. Температура зберігання становить від 2 до 6 °С, температура проведення дегустації – близько 12–14 °С (ДСТУ 4503:2005).

Отримані дані опрацьовані методами статистичного аналізу, систематизації, порівняння та узагальнення інформації. Усі дослідження проводили у трьох повтореннях і піддавали статистичній обробці за допомогою програми Statistica – 10 ($p \leq 0,05$).

Результати досліджень та їх обговорення

Ми проводили аналітичний огляд технологічного процесу виробництва кисломолочних продуктів, що мають характеристики функціональних харчових продуктів, вивчали біорізноманіття мікробіому первинних молочнокислих заквасок для покращення смаку та аромату продукту, готового до вживання.

Дослідний та контрольний (без наповнювача) зразки кисломолочних напоїв були приготовані за традиційною схемою виробництва додаванням закваски прямого внесення при 40–45 °С резервуарним способом за стандартизованою рецептурою (технологічна інструкція ДСТУ 4343:2003 “Йогурти. Загальні технічні вимоги”), що є більш економічно обґрунтованим, ніж термостатний, так як дозволяє збільшити обсяг продукції майже 2 рази, завершуючи ферментацію досягненням кислотності культуральної рідини близько $(80 \pm 5)^\circ\text{T}$, потім зразки охолоджували до 20 °С при постійному перемішуванні. В охолоджену ферментовану культуральну суміш вносили фітоекстракт чебрецю. Оптимальна доза фітоекстракту у кисломолочному продукті становить 1,0 % і повинна не перевищувати 1,5 %, щоб запобігти виникненню гіркого смаку.

Вивчено вплив трьох видів заквасок прямого внесення FD DVS YF-L811-YO-Flex, YO-Mix

601 і Jointec X3 на режими сквашування (температуру і тривалість) і органолептичні показники якості біонапоїв типу йогуртів. Встановлено, що всі три види заквасок при діапазоні температури сквашування $(40 \pm 5)^\circ\text{C}$ утворюють згусток протягом 4–6 годин. Протягом цього часу титрована кислотність досягає 75°T , що є оптимальним для утворення згустку. Вплив тривалості сквашування подано на рис. 1

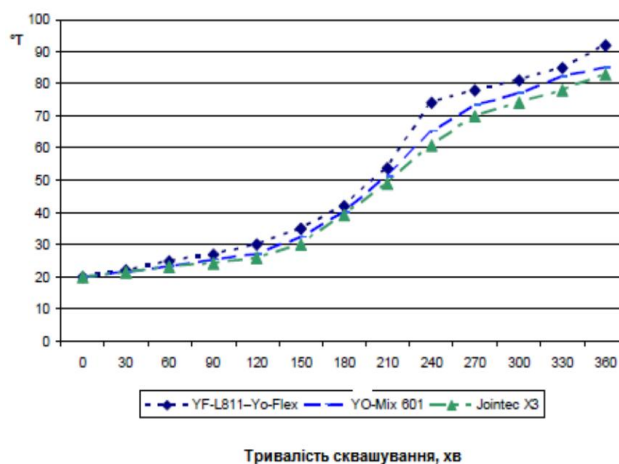


Рис. 1. Вплив тривалості сквашування заквасок на значення титрованої кислотності для біонапою з жирністю 1,5 %

Виявлено, що при використанні закваски типу YF-L811-Yo-Flex згусток відрізнявся більш щільною консистенцією з відсутністю ознак синерезису, що можна, очевидно, пояснити наявністю в складі цієї закваски екзополісахаридів (табл. 1).

З метою надання антиоксидантних властивостей напою для оздоровлення було проведено серію експериментів ферментації молочного середовища заквасочними культурами за рецептурою відомих йогуртів без добавок з різними масовими частками жиру (1,5 % та 2,5 %) без наповнювачів (табл. 2) та з внесенням до складу молочної технологічної суміші функціональних добавок екстракту чебрецю (табл. 3), що збільшує різноманітність смаків йогуртів як функціонального харчового продукту з профілактично-оздоровчим ефектом. З врахуванням попередніх органолептичних досліджень було визначено такі концентрації екстракту чебрецю: 0,5, 1,0 та 1,5 %.

Таблиця 1

Залежність щільності згустку біонапою і наявності синерезису від часу ферментації заквасок

Час сквашування, хв	Тип закваски		
	YF-L811-Yo-Flex	YO-Mix 601	Jointec X3
1	2	3	4
30	+	+	+
60	+	+	+
1	2	3	4
90	+	+	+
120	+	+	+
150	+	+	+
180	+	+	+
210	+	+	+
240	++	+	+
270	++	+	+
300	++	++	+
330	++	++	++
360	++	+++	+++

+ – згусток відсутній; ++ – згусток щільний, без відокремлення сироватки.

+++ – згусток щільний, з відокремленням сироватки не більше 8 %.

Таблиця 2

Рецептура кисломолочного біонапою типу йогурту без добавок з різними масовими частками жиру

Сировина	Розхід сировини, кг на 1000 кг продукту	
	Біонапій контроль жирністю 1,5 %	Біонапій контроль жирністю 2,5 %
Молоко, масова частка жирності 3,8 %	380	640
Молоко знежирене, масова частка жирності 0,05 %	516	256
Молоко сухе знежирене, масова частка жирності 1,0 %	35	35
Цукор-пісок, масова частка сахарози 99,8 %	69	69
Всього	1000	1000
Закваска	0,02	0,02

Ключовим питанням дослідження був вибір концентрації внесення екстракту чебрецю та стадія його внесення, вплив екстракту на фізико-хімічні та сенсорні властивості, так як внесення висококонцентрованої добавки фітоекстракту може впливати на динаміку титрованої кислотності досліджуваних зразків, на ріст та ферментативні здатності молочнокислих інокулянтів, на хід технологічного процесу, а також може змінити фізико-хімічні та сенсорні властивості отриманого кисломолочного

продукту як функціонального напою, що характеризується хорошою структурною густотою та однорідністю консистенцією, а також м'яким смаком, утворюється при швидкому сквашуванні і з низьким пост-окисненням.

Важливим є також можливість використання культури закваски як в сухому ліофілізованому, так і в замороженому вигляді для подальшої ферментації з утворенням біонапою з додаванням фітоекстрактів.

Таблиця 3

**Рецептура кисломолочного біонапою типу йогурту з масовою часткою жиру 1,5 %
та з екстрактом чебрецю у різних концентраціях**

Сировина	Розхід сировини, кг на 1000 кг продукту			
	Біонапій типу йогурту контроль	Біонапій з 0,5 % екстракту чебрецю	Біонапій з 1,0 % екстракту чебрецю	Біонапій з 1,5 % екстракту чебрецю
Молоко, масова частка жирності 3,8 %	380	380	380	380
Молоко знежирене, масова частка жирності 0,05 %	516	511	506	501
Молоко сухе знежирене, масова частка жирності 1,0 %	35	35	35	35
Цукор-пісок, масова частка сахарози 99,8 %	69	69	69	69
Екстракт чебрецю	-	5	10	15
Всього	1000	1000	1000	1000
Закваска	0,02	0,02	0,02	0,02

Збагачення біонапою типу йогурту екстрактом чебрецю компенсувалося зменшенням концентрації молока знежиреного з масовою часткою жирності 0,05 %. Тому дослідження впливу концентрації фітоекстракту чебрецю на значення титрованої кислотності у процесі ферментації та, відповідно, на сенсорні властивості є базовими для розробки технологічних параметрів схеми біотехнології щодо визначення хімічного складу живильного середовища, видового складу робочої закваски, якісного харчового складу та сенсорних властивостей цільового біонапою.

Динаміку змін титрованої кислотності досліджуваних зразків кисломолочного напою з екстрактом чебрецю наведено на рис. 2.

З аналізу дослідження випливає, що при концентрації екстракту чебрецю у біонапої 0,5 % практично не спостерігалось змін у динаміці титрованої кислотності. У той же час збільшення кількості екстракту чебрецю у технологічній суміші до 1,0–1,5 % веде до деякого сповільнення в утворенні кислоти, що, очевидно, пов'язано з антибактеріальним властивостями екстракту чебрецю.

Розроблено рецептуру біонапою з екстрактом чебрецю, встановлено, що оптимальна кількість внесення екстракту для зберігання фізико-хімічних та сенсорних властивостей становить 1,0 %. Враховуючи вплив титрованої кислотності

на час ферментації, вносити екстракт чебрецю у культуральну рідину доцільно після проходження процесу ферментації.

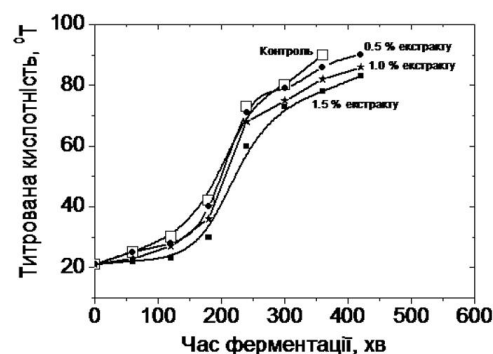


Рис. 2. Зміни у значеннях титрованої кислотності при ферментаційному виробництві контрольного зразка біонапою типу йогурту з жирністю 1,5 % та біонапоїв з різними концентраціями екстракту чебрецю: зразок 1 – контроль: кисломолочний напій; зразок 2 – кисломолочний напій з 0,5 % чебрецевим фітоекстрактом; зразок 3 – з 1,0 % чебрецевим фітоекстрактом; зразок 4 – з 1,5 % чебрецевим фітоекстрактом

Сенсорні властивості зразків біопродуктів оцінювали органолептично за 10-бальною шкалою за такими показниками: вершковість смаку, щільність у посудині, тягучість згустку, глянець на поверхні, однорідність, щільність на смак, відчуття

смаку, відчуття кислотності (рис. 3). Встановлено, що кращі органолептичні показники мав зразок біопродукту із заквасок культурою FD DVS YF-L811-Yo-Flex. Виходячи з проведених досліджень, було прийнято рішення у процесі виробництва збагаченого біонапою типу йогурту використовувати цю закваску як стартову.



Рис. 3. Органолептичні характеристики досліджуваних зразків біонапоїв із жирністю 1,5 %

Органолептичну оцінку якості дослідних зразків біонапою із чебрецевим фітоекстрактом проводили за розробленою нами еталонною 10-бальною шкалою з основними показниками якості: смак і запах (5 балів), зовнішній вигляд і консистенція (3 бали), колір (2 бали). Органолептична оцінка якості біонапоїв збагачених екстрактом чебрецю (0,5–1,5 %) показала, що введення 0,5 % збагачувача практично не вплинуло на органолептичні показники, наявність в біонапої екстракту не відчувалася.

Найкращий результат отримав біонапій із внесенням 1 % екстракту чебрецю, оскільки мав молочно-білий колір, рівномірний по всій масі, з кремово-жовтим відтінком і з включеннями кремового кольору. Поверхня біопродукту була блискучою, гладкою, з відсутністю повітряних бульбашок. За смако-ароматичними властивостями відчувався кисломолочний, помірно солодкий смак з легким пряним присмаком і ароматом. Структура біонапою була однорідна, помірно в'язка, без газотворення з рівномірними дрібними включеннями. За сумою балів 1 % зразок

перевищував вихідний біонапій типу йогурту, як для зразку з жирністю 1,5 %, так і для 2,5 %.

Зразок біонапою з внесенням 1,5 % екстракту мав однорідну консистенцію, але злегка в'ялу, з вираженими включеннями екстракту, мав зайвий трав'янистий присмак і специфічний аромат.

Виробництво біонапою типу йогурту передбачає традиційні технологічні схеми виробництва цих класичних продуктів з масовою часткою жиру, що становить від 0,5 до 10,0 %, масовою часткою білка не менше 3,2 %, маса сухого знежиреного молочного залишку не менше 9,5 %, при титрованій кислотності від 75 до 140 °Т та при відсутній фосфатазі (показники згідно з ДСТУ 2212:2003).

Біотехнологічна схема розробленого біопродукту з фітоекстрактом реалізується відповідно до традиційної технології харчових виробництв резервуарним способом, але відрізняється способом внесення екстракту за визначених режимів процесів з основними технологічними параметрами, якими є температура та час ферментації.

На всіх етапах отримання кисломолочного напою було вивчено вплив внесених добавок на тривалість їх ферментаційного сквашування та титровану кислотність – вміст молочної кислоти, що є основним компонентом, який утворюється в результаті активності заквасочних культур, при цьому фізико-хімічні показники контрольного зразку відповідали вимогам стандартів.

Розроблена біотехнологічна схема приготування біонапоїв типу йогурту, збагачених фітоекстрактом чебрецю, включає основні етапи (виращування біомаси (інокуляція) комплексної симбіотичної стартової закваски відповідного складу, одержання водного фітоекстракту (мацерація) з біоактивними речовинами чебрецю, ферментаційного сквашування молочного середовища і пакування та зберігання цільового продукту), а також допоміжні – (приготування нормалізованого та обробленого молочного живильного середовища і приготування посівного матеріалу заквасочної культури). Процеси інокуляційного сквашування та ферментаційного сквашування здійснюють у резервуарах, що дозволяють охолодження, а також рівномірний розподіл згустку шляхом перемішування протягом 5–10 хв після наповнення резервуару. Загальні технічні умови зберігання за температури від 0 до +2 °С

подовжують термін придатності нетермізованих біонапоїв до 4 діб, а термізованих – до 14 діб. Скоротити витрати, знизити собівартість виробництва продукту дає можливість застосування автоматизації процесу ферментації зі встановленням приладів контролю визначених технологічних параметрів.

За цими параметрами визначають процес закінчення ферментації з утворенням згустку білого кольору зі структурованою консистенцією.

Параметри молочного середовища для ферментації: масова частка жиру – $(3,2 \pm 0,01) \%$; масова частка білка – $(3,6 \pm 0,1) \%$; масова частка сухого знежиреного молочного залишку – $(12,7 \pm 0,1) \%$; кислотність – $(95 \pm 5) ^\circ\text{T}$; фосфатаза чи пероксидаза – відсутня.

Моделювання загальної біотехнологічної схеми процесу виробництва резервуарним методом з режимами параметрів процесів містить такі стадії (рис. 4).

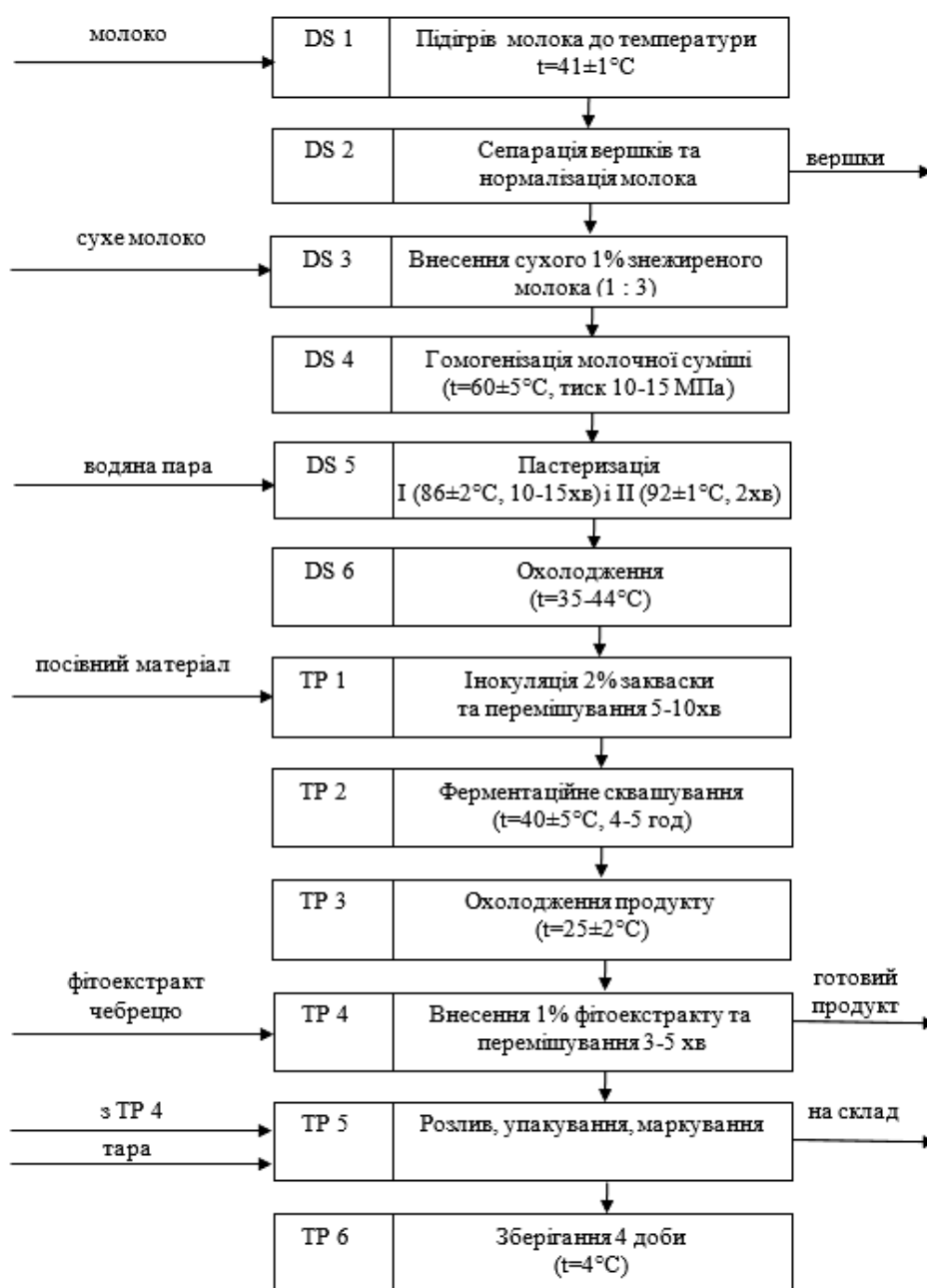


Рис. 4. Біотехнологічна схема функціонального кисломолочного біонапою з фітоекстрактом чебрецю

Перший етап технологічного процесу починається із санітарної обробки обладнання, санітарно-гігієнічного стану цехів та визначення санітарних показників, що впливають на якість та безпечність отримання цільового біопродукту, здійснюється контроль технологічного процесу за всіма критичними точками, визначеними відповідно до системи HACCP, в тому числі контроль за якістю закваски, що дозволяють виявити причини мікробіологічного забруднення продукту та усунути їх.

Висновки

Аналіз біотехнологічних схем кисломолочних напоїв типу йогурту показав, що загальні принципові стадії здебільшого аналогічні, передбачають впровадження оптимізаційних змін та інноваційних методів виробництва щодо безпечної якісної продукції та одержання комерційної вигоди.

Досліджено використання заквасок прямого внесення FD DVS YF-L811-YO-Flex, YO-Mix 601 і Jointec X3, серед яких кращі органолептичні показники мав зразок біопродукту з культурою FD DVS YF-L811-YO-Flex. Додавання 0,5–1,5 % фітоекстракту чебрецю впливає на параметри ферментації молочної сировини досліджуваних зразків біонапоїв, сповільнюючи динаміку титрованої кислотності, тому внесення оптимальної концентрації проводиться на завершальних стадіях технологічного процесу, що дало можливість отримати зразок з органолептичними показниками відповідно до вимог стандартів, а саме мав молочно-білий колір, рівномірний по всій масі, з кремово-жовтим відтінком і з включеннями кремового кольору, а за смако-ароматичними властивостями відчувався кисломолочний, з помірним солодким смаком і легким пряним присмаком та ароматом.

Розроблено біотехнологічну схему кисломолочного функціонального біонапою типу йогурту при застосуванні оптимізації ферментаційного процесу за температури $(40 \pm 5)^\circ\text{C}$ протягом 4–5 год, опрацьовано його рецептуру внесенням 2 % інокуляційної комплексної симбіотичної стартової закваски FD DVS YF-L811-YO-Flex з утворенням згустку без відділення сироватки та проведено збагачення культуральної рідини молочної суміші

1 % фітоекстрактом чебрецю з оціненням цільового біонапою з титрованою кислотністю $(80 \pm 5)^\circ\text{T}$ та жирністю $(2 \pm 0,5) \%$ як безпечного функціонального біонапою з покращеними органолептичними та оздоровчими характеристиками.

References

1. Kapreliants, L. V., Iorhachova, K. H. (2003). *Funktsionalni produkty*. Odesa: Druk.
2. Kliem, K. E., & Givens, D. I. (2011). Dairy products in the food chain: Their impact on health. *Annual Review of Food Science*, 2, 21–36. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-022510-133734>
3. Annunziata, A., & Vecchio, R. (2013). Consumer perception of functional foods: A conjoint analysis with probiotics. *Food Quality and Preference*, 1, 348–355. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.10.009>
4. Chervetsova, V. H., Hubrii, Z. V., Shved, O. V., Mykytiuk, O. M., & Novikov, V. P. (2018). Deiaki fiziologichni ta tekhnologichni kharakterystyky promyslovykh yohurtiv dlia dytiachoho kharchuvannia. *CTAS*, 1(2), 69–73. <https://doi.org/10.23939/ctas2018.02.069>
5. Domaretskyi, V. A., Prybyl'skyi, V. L., & Mykhailov, M. H. (2005). *Tekhnolohiia ekstraktiv, kontsentrativ i napoiv iz roslynnoi syrovyny: Pidruchnyk* (V. A. Domaretskyi, Ed.). Vinnytsia: Nova Knyha.
6. Marhamatizadeh, M. H., & Goosheh, S. R. (2016). The combined effect of *Thymus vulgaris* extract and probiotic bacteria (*Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum*) on aflatoxin concentration in kefir beverage. *Italian Journal of Food Science*, 28(3), 517–524. <https://doi.org/10.14674/1120-1770/ijfs.v244>
7. Asli, M. Y., Ahmadi, M., Yousefi, M., & Mortazavian, A. M. (2017). A review on the impact of herbal extracts and essential oils on viability of probiotics in fermented milks. *Current Nutrition & Food Science*, 13(1), 6–15. <https://doi.org/10.2174/1573401312666161017143415>
8. Al-Shawi, S. G., Ali, H. I., & Al-Younis, Z. K. (2020). The effect of adding thyme extracts on microbiological, chemical, and sensory characteristics of yogurt. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 14, 1367–1376. <https://doi.org/10.22207/JPAM.14.2.34>
9. Ducková, V., Štefániková, J., Valík, L., & Štefánka, M. (2018). Evaluation of yoghurts with thyme, thyme essential oil, and salt. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 66(2), 365–369. <https://doi.org/10.11118/actaun201866020365>
10. Sukhikh, S., Dushkova, O., Babich, O., Prosekov, A., & Ivanova, S. (2019). Functional dairy products enriched with plant ingredients. *Foods and Raw*

Materials, 7(2), 428–438. <https://doi:10.21603/2308-4057-2019-2-428-438>

11. Wisam, S. U., Nahla, T. K., & Tariq, N. M. (2018). Antioxidant activities of thyme extracts. *Pakistan Journal of Nutrition*, 17(1), 46–50. <https://doi:10.3923/pjn.2018.46.50>

12. Kozhevnikova, V. O., Hushpit, L. O., & Tkachuk, O. V. (2018). Priano-aromatychni dobavky yak funktsionalnyi inhrediient produktiv ozdorovchoho pryznachennia dlia zakladiv restorannoho biznesu. *Vcheni zapysky Tavriiskoho natsionalnoho universytetu imeni V. I. Vernadskoho. Seriya: Tekhnichni nauky*, 29(68), No. 6(2), 102–106.

13. Nabavi, S. M., Marchese, A., & Isadi, M. (2015). Plants belonging to the genus *Thymus* as antibacterial agents: From farm to pharmacy. *Food Chemistry*, 173, 339–347. <https://doi:10.1016/j.foodchem.2014.10.042>.

14. Didukh, N. A., Chaharovskiy, O. P., & Lysohor, T. A. (2008). *Zakvashuvalni kompozytsii dlia vyrobnytstva molochnykh produktiv funktsionalnoho pryznachennia*. Odesa: Polihraf.

15. Kompaniia Danisco. access mode: <https://www.danisco.com>.

16. Kukhtyn, Mykola Dmytrovych, Hud, N. M., Kravcheniuk, Kh. Yu. Vplyv bioplivkovykh form bakterii na mikrobiolohichnu yakist molochnoi produktsii. *Zbirnyk tez dopovidei konferentsii "Food chemistry. Modern methods for production of food, food additives and packaging materials"*, 7 zhovtnia 2020 roku, 11/ Lviv: LPNU.

17. Shynkaruk, O. Yu., et al. (2018). Kharakterystyka myinoho zasobu enzymyi za zdatnistiu ruinuвання mikrobykh bioplivok. *Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politehnika". Khimiia, tekhnolohiia rehovyn ta yikh zastosuvannia*, 886, 158–164.

O. I. Vichko¹, O. V. Shved², Z. V. Hubrii², I. S. Nazarko¹, T. O. Lisovska³, T. I. Sydoriak²

¹ Ternopil Ivan Puluj National Technical University,
Food Biotechnology and Chemistry Department

² Lviv Polytechnic National University,

Department of Technology of Biologically Active Compounds, Pharmacy and Biotechnology

³ Hamburg University of Applied Sciences, Hamburg, Germany

DEVELOPMENT OF BIOTECHNOLOGY OF DAIRY BEVERAGES WITH BIOACTIVE PHYTOEXTRACTS OF THYME

A functional fermented milk drink with phytoextracts of thyme for prevention and recovery has been studied. The data of scientific research were used, a significant part of which was covered in scientific publications of recent years, in particular, about the peculiarities of preparing phytoextracts for the development of a functional fermented milk drink of the yogurt type. The influence of the characteristics, properties of the bacterial starter and the concentration of the phytoextract on the fermentation parameters was studied. The peculiarities of fermentation with thyme phytoextract were taken into account when developing a technological scheme for the pilot production of a functional fermented milk drink.

Keywords: fermentation, fermenting, biotechnological production parameters, functional fermented milk drinks, biological supplements, phytoextracts, thyme.