

РАЦИОНАЛЬНЕ СПІВВІДНОШЕННЯ КУЛЬТУР ЛАКТОБАКТЕРІЙ У БІОТЕХНОЛОГІЇ КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ ЛЮДЕЙ З СЕРЦЕВО-СУДИННИМИ ЗАХВОРОУВАННЯМИ

Н. А. Ткаченко, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри*, E-mail: nataliya.n-2013@yandex.ua
Ю.В. Назаренко, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри технології молока і м'яса, E-mail: nazarenko.sumy@gmail.com
 Сумський національний аграрний університет, м. Суми, вул. Герасима Кондратьєва, 160, 40021
С.О. Окуневська, аспірант*, E-mail: snau-okunevska@ukr.net
 * кафедра технології молока, жирів і парфюмерно-косметичних засобів, Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса, вул. Канатна, 112, 65039

Анотація. На основі аналізу статистичних даних, даних Державного реєстру харчових продуктів спеціального дієтичного споживання, функціональних харчових продуктів та дієтичних добавок МОЗ України за 2010 – 2014 р.р., та аналізу літературних і патентних джерел, у роботі показано перспективи розробки заквашувальної композиції на основі монокультур (МК) *Lactobacillus plantarum* та змішаних культур (ЗК) *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, яка може стати основою для заквашувального комплексу при виробництві кисломолочних продуктів для людей з серцево-судинними захворюваннями (ССЗ).

Обґрунтовано вибір культур мікроорганізмів, перспективних до використання у виробництві кисломолочних продуктів для людей з ССЗ. Досліджено закономірності спільного культивування МК *Lactobacillus plantarum* та ЗК *Lactococcus lactis subsp. cremoris* у стерилізованому молоці при температурі 30 °С. Встановлено раціональне співвідношення вибраних культур: МК *Lactobacillus plantarum* : ЗК *Lactococcus lactis subsp. cremoris* – 1 : 1, вихідна концентрація клітин – $1 \cdot 10^8$ і $1 \cdot 10^6$ КУО/см³ відповідно.

Ключові слова: серцево-судинні захворювання, кисломолочний продукт, гіпотензивний пробіотик, ферментований згусток, заквашувальна композиція, спільне культивування, лактобактерії, питома швидкість росту клітин, вихідна концентрація клітин.

РАЦИОНАЛЬНОЕ СООТНОШЕНИЕ КУЛЬТУР ЛАКТОБАКТЕРИЙ В БИОТЕХНОЛОГИИ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

Н. А. Ткаченко, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой*, E-mail: nataliya.n-2013@yandex.ua
Ю.В. Назаренко, кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой технологии молока и мяса, E-mail: nazarenko.sumy@gmail.com
 Сумской национальной аграрный университет, г. Сумы, ул. Герасима Кондратьева, 160, 40021
С.А. Окуневская, аспирант*, E-mail: snau-okunevska@ukr.net
 *Кафедра технологии молока, жиров и парфюмерно-косметических средств, Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса, ул. Канатная, 112, 65039

Аннотация. На основе анализа статистических данных, данных Государственного реестра пищевых продуктов специального диетического потребления, функциональных пищевых продуктов и диетических добавок МОЗ Украины за 2010 – 2014 гг., и анализа литературных и патентных источников в работе показаны перспективы разработки заквашивающей композиции на основе монокультур *Lactobacillus plantarum* и смешанных культур *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, которая может стать основой для заквашивающего комплекса при производстве кисломолочных продуктов для людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Обоснован выбор культур микроорганизмов, перспективных для использования в производстве кисломолочных продуктов для людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Исследованы закономерности совместного культивирования монокультур *Lactobacillus plantarum* и смешанных культур *Lactococcus lactis subsp. lactis* и *Lactococcus lactis subsp. cremoris* в стерилизованном молоке при температуре 30 °С. Установлено рациональное соотношение выбранных культур: монокультуры *Lactobacillus plantarum* : смешанные культуры *Lactococcus lactis subsp. lactis* : *Lactococcus lactis subsp. cremoris* – 1 : 1, исходная концентрация клеток – $1 \cdot 10^8$ и $1 \cdot 10^6$ КОЕ/см³ соответственно.

Ключевые слова: сердечно-сосудистые заболевания, кисломолочный продукт, гипотензивный пробиотик, ферментированный згусток, заквашивающая композиция, совместное культивирование, лактобактерии, удельная скорость роста клеток, исходная концентрация клеток.

Copyright © 2015 by author and the journal "Food Science and Technology".

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI:

Вступ

Протягом останніх років кількість серцево-судинних захворювань (ССЗ) в нашій країні зростає

приблизно в 1,8 раз [1]. Серед серцево-судинних хвороб за поширеністю артеріальна гіпертензія (АГ) посідає перше місце. Її відносять до «хвороб цивілізації». Поширеність АГ серед дорослого населення – в

межах 20 – 25 %. АГ – провідний фактор ризику ішемічної хвороби серця, мозкового інсульту і ниркової недостатності [2]. За висновками Всесвітньої федерації серця, у 80 % випадках передчасної смерті від інфарктів та інсультів цьому можна запобігти, якщо тримати під контролем основні чинники розвитку ССЗ (індекс маси тіла, систолічний кров'яний тиск, загальний рівень холестерину в крові та рівень ліпопротеїдів низької щільності) [3–4].

Молочні продукти входять до щоденного раціону кожної людини і є продуктами першої необхідності [4]. На споживчому ринку України молочні продукти для харчування людей, хворих на ССЗ, відсутні [5]. Тому розробка технологій кисломолочних продуктів масового споживання, збагачених фізіологічно-функціональними харчовими інгредієнтами та пробіотичними бактеріями, які позитивно впливають на фактори ризику при серцево-судинних захворюваннях, є важливим та актуальним завданням.

Постановка проблеми

Стан здоров'я та самопочуття сучасних українців перебувають під впливом багатьох факторів: швидкий темп життя, вікові зміни в органах та тканинах, спадковість, шкідливі звички, переживання стресових ситуацій тощо. Однак не варто забувати й про те, наскільки велике значення для організму людини має раціон, а також кількість і якість продуктів, що вживаються щодня. І якщо деякі з чинників ми змінити не можемо, то інші (а саме – характеристики продуктів харчування) можуть бути на 100 % контролювані [2].

Існує пряма залежність між здоровим харчуванням і станом серцево-судинної системи. Саме харчування є найбезпечнішим способом підтримки нормального функціонування роботи серця [4]. Максимально забезпечуючи потребу організму в необхідних речовинах, можна покращити якість життя людини, надати організму сил та енергії для комфортного існування в будь-який період життя. Найкраще з цієї функцією справляються продукти оздоровчого призначення, які в своєму складі містять активні компоненти. Завдяки їх збалансованому складу вживання оздоровчих продуктів є одним із найкращих способів, які надають людині можливість адаптуватися до фізіологічних змін, що відбуваються в організмі, а також гарантують його стійкість до дії зовнішніх факторів [2–3].

Молочні продукти оздоровчого призначення можуть бути ефективні з метою попередження серцево-судинних, онкологічних, шлунково-кишкових захворювань, остеопорозу [4]. При захворюваннях серцево-судинної системи, дієтою № 10 рекомендовано вводити до щоденного раціону нежирні та низькожирні молочні продукти [2–3].

Аналіз Державного реєстру харчових продуктів спеціального дієтичного споживання, функціональних харчових продуктів та дієтичних добавок МОЗ

України за 2010 – 2014 р.р. свідчить про те, що продукти для людей з ССЗ на ринку України, представлені здебільшого композиціями лікарських трав, екстрактами лікарських рослин вітамінізованими та/або збагаченими мікроелементами, частіше за все у формі розчинних напоїв, чаїв, настоянок та капсул [5]. Слід зауважити, що з поміж представленого асортименту, на вітчизняному ринку оздоровчих продуктів немає жодного молочного, в т.ч. кисломолочного, продукту, призначеного для харчування людей з ССЗ. Це пояснюється відсутністю науково обґрунтованих та клінічно апробованих біотехнологій таких продуктів. Біотехнологія будь-якого кисломолочного продукту ґрунтується на використанні заквашувальних композицій із лакто- та/або біфідобактерій із заданими функціонально-технологічними, пробіотичними, антагоністичними властивостями. Тому наукове обґрунтування складу заквашувальних композицій для біотехнології нових кисломолочних продуктів, призначених для харчування людей з ССЗ, є актуальним завданням.

Літературний огляд

При обґрунтуванні складу заквашувальної композиції для ферментації молочної сировини у біотехнології кисломолочних продуктів для людей з ССЗ необхідно провести:

- вибір культур мікроорганізмів, перспективних до використання у виробництві кисломолочних продуктів для людей з ССЗ;
- обґрунтування функціонально-технологічних властивостей відібраних культур;
- дослідження закономірності спільного культивування відібраних культур і визначення їх раціонального співвідношення у складі заквашувальних композицій.

Якість і біологічна цінність кисломолочних продуктів залежить від виду та складу мікрофлори бактеріальних заквасок, які використовують для ферментації молока [6–8]. До складу заквасок для виробництва кисломолочних продуктів входять такі основні групи мікроорганізмів: молочнокислі, оцтовокислі, протіоновокислі бактерії, біфідобактерії та дріжджі [6–10]. Закваски можуть бути одно- і багатоштамові [6,9].

При підборі культур до складу заквашувальних композицій для кисломолочних продуктів враховують біохімічні, медико-біологічні, мікробіологічні, функціонально-технологічні показники штамів; відбирають штами з антагоністичною активністю по відношенню до умовно-патогенної та патогенної мікрофлори, стійкі до бактеріофагів, антибіотиків, термостійкі молочнокислотні палички. Особливу увагу приділяють сумісності штамів при культивуванні [6,9–10].

Lactococcus lactis subsp. lactis – факультативний анаероб; оптимальна температура росту – 25 – 30 °С. *Lac. lactis* є активним кислотоутворювачем, тому мо-

локо сквашує протягом 6–10 годин, досягаючи граничної кислотності 120 °Т. Сквашене молоко має рівний щільний згусток і приємні кисломолочний запах і смак. Окремі штами *Lac. lactis* синтезують бактеріоцидин нізін, який володіє антагоністичною активністю по відношенню до більшості грампозитивних бактерій [7-9].

Lactococcus lactis ssp. cremoris також відносять до факультативних анаеробів. Оптимальна температура росту – 25–30 °С. Молоко сквашує за 6–8 год, утворюючи щільний згусток злегка в'язкої або сметаноподібної консистенції, що обумовлено здатністю вершкового стрептокока синтезувати полісахариди. Гранична кислотність ферментованих згустків, отриманих з використанням *Lac. lactis ssp. cremoris*, не перевищує 110–115 °Т. Деякі штами цього підвиду синтезують бактеріоцидин лактокоцилін [7-9].

Зважаючи на характеристики культур роду *Lactococcus*, було прийнято рішення використати їх за основу для заквашувальної композиції, призначеної для біотехнологічного оброблення молочної сировини при виробництві кисломолочних продуктів для людей з ССЗ, оскільки вони забезпечують отримання ферментованих молочних продуктів з невисоким рівнем кислотності, гарними органолептичними властивостями, в т.ч. надають продуктам приємного аромату за рахунок накопичення діацетилю у процесі бродіння лимонної кислоти.

Lactobacillus plantarum. Оптимальна температура становить близько 30 °С, гранична кислотність при розвитку в молоці досягає 180 °Т. Відіграє позитивну роль при визріванні сирів, оскільки може розмножуватися після зброджування лактози мікрофлорою заквасок і при концентрації кухонної солі до 6%. Цей вид утворює пероксид водню і синтезує бактеріоцидин плантаріцин – речовина, що пригнічує ріст маслянокислих бактерій і кишкової мікрофлори. *L. plantarum* використовують у складі заквасок для приготування силосу, квашеної капусти [7-8], у сироварінні та виготовленні м'ясних виробів [9].

Lactobacillus plantarum – це поширений представник роду *Lactobacillus*; зустрічається в слині, товстокишечнику та інших органах людини. Входить до нормального складу мікрофлори людини.

Окремі штами *Lactobacillus plantarum* є в складі діючої речовини численних лікарських препаратів, направлених на відновлення мікрофлори організму після антибіотичного лікування та в період реконвалесценції для повного відновлення мікрофлори кишечника (наприклад Флорин-форте, Гінолакт, Лактобактерин сухий), та БАДів для відновлення мікрофлори (Ацидобак, Ацидофілус, Вітабалас 3000, Multi-Strain Probiotic Complex, Максілак, Трілакт, Форевект Актив Пробиотик та ін). ВО 2007/108764 (Probac AB) розкриває механізм дії штамів *Lactobacillus plantarum*, здатних посилювати імунотолерантність при аутоімунній глютенівій хворобі. Корейські патентні заявки KR 20020072913 і KR 2005 свідчать про

те, що цитоплазма або сам штам здатні інгібувати лінійні клітини раку шлунка і товстої кишки.

Патентом естонських вчених (RU 2477750 2008) описано, що штам мікроорганізму *Lac. plantarum Tensia* DSM 21380 продукує кон'юговану лінолеву кислоту (CLA), пероксид водню (H₂O₂), монооксид азоту (NO), містить гени, що кодують плантаріцин, і має антиоксидантну активність, і може застосовуватися як протимікробний і гіпотензивний пробіотик в молочних продуктах, і лікарських засобах, понижуючи кров'яний тиск.

Патент (RU 2486234 2012) описує штам *Lbc. plantarum Inducia* DSM 21379, що продукує поліаміни з орнітину та глутамату, монооксид азоту (NO) – з аргініну, володіє антиоксидантним дією, і з допомогою продукованих поліамінів, монооксиду азоту і антиоксидантних сполук покращує бар'єрну функцію кишечника, збільшує кількість імунних клітин в крові і індукує синтез цитокінів для посилення природного захисту організму.

Метою даної роботи стало визначення раціонального співвідношення між МК *Lactobacillus plantarum* та ЗК *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris* у складі заквашувальної композиції для виробництва кисломолочних продуктів для людей з ССЗ.

Апробація результатів експериментальних досліджень щодо встановлення рекомендованого співвідношення між МК *Lactobacillus plantarum* та ЗК *Lactococcus lactis ssp.* у складі заквашувальної композиції для виробництва кисломолочних продуктів для людей з ССЗ

У роботі використовували МК *Lactobacillus plantarum* у складі захисної культури LAT BY-PL фірми «ЕКОКОМ», та змішані культури мезофільних молочнокислих лактококів (*Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*) фірми «CHR. Hansen» у складі бакконцентрату безпосереднього внесення FD DVS R-703. Для встановлення раціонального співвідношення між МК *Lactobacillus plantarum* і ЗК *Lac. lactis ssp.* у складі заквашувальної композиції досліджували процес їх спільного культивування у стерилізованому молоці при температурі 30 °С.

Для експериментальних досліджень було складено чотири зразки заквашувальних композицій: заквашувальна композиція 1 – співвідношення *Lbc. plantarum* та *Lac. lactis ssp.* 1:10, вихідна концентрація *Lbc. plantarum* у молоці 1·10⁵ КУО/см³, *Lac. lactis ssp.* – 1·10⁶ КУО/см³; заквашувальна композиція 2 – співвідношення *Lbc. plantarum* та *Lac. lactis ssp.* 10:1, вихідна концентрація *Lbc. plantarum* у молоці 1·10⁶ КУО/см³, *Lac. lactis ssp.* – 1·10⁵ КУО/см³; заквашувальна композиція 3 – співвідношення *Lbc. plantarum* та *Lac. lactis ssp.* – 1:1, вихідна концентрація культур *Lbc. plantarum* та *Lac. lactis ssp.* у молоці – 1·10⁶ КУО/см³; заквашувальна композиція

4 – співвідношення *Lbc. plantarum* та *Lac. lactis ssp.* – 1:1, вихідна концентрація культур *Lbc. plantarum* та *Lac. lactis ssp.* у молоці – 1·10⁶ КУО/см³.

При виконанні досліджень титровану кислотність зразків визначали титриметричним методом за ГОСТ 3624–92, активну кислотність – потенціометричним методом за ГОСТ 25754–85, температуру – за ГОСТ 25754–85, масову частку жиру – кислотним методом Гербера за ГОСТ 5867–90, умовну в'язкість згустку – за тривалістю витікання 100 см³ згустку з піпетки з вихідним отвором 5 мм, органолептичні показники – органолептично за ГОСТ 13264-88, кількість бактерій групи кишкових паличок – за ГОСТ 9225-84, кількість лактобактерій – за ГОСТ 10444.11–89, мікроскопіювання зразків проводили згідно «Інструкції з мікробіологічного контролю на підприємствах молочної промисловості».

Експериментальні дослідження проводили у два етапи: на першому етапі досліджували процес ферментації молока складеними заквашувальними композиціями; на другому – процес зберігання ферментованих згустків при температурі (4±2) °С.

Для виключення впливу залишкової мікрофлори на розвиток мікроорганізмів, включених до складу заквашувальних композицій, дослідження проводили на стерилізованому молоці. Стерилізацію нормалізованого молока здійснювали при температурі 120±1 °С протягом 20±1 хв, після чого охолоджували до температури ферментації – (30±1) °С і вносили монокультури *Lbc. plantarum* та *Lac. lactis ssp.* у вказаних співвідношеннях.

У процесі біотехнологічного оброблення стерилізованого молока чотирма складеними заквашувальними композиціями із МК *Lactobacillus plantarum* і ЗК *Lac. lactis ssp.* досліджували: активність їх кислотоутворення за змінами титрованої й активної кислотності (рис. 1, а, б відповідно), наростання в'язкості (рис. 1в), зміну кількості життєздатних клітин лактобактерій у 1 см³ (рис. 2) а також розраховували питому швидкість росту клітин (рис. 3) у процесі ферментації.

Як свідчать дані, наведені на рис. 1б, при ферментації стерилізованого молока складеними заквашувальними композиціями, гелутворення експериментальних зразків триває 8,0–12,0 год; ізоелектричний стан білків молока (pH = 4,60–4,65 од.) відзначається через 8,0 год для зразка 3, через 10,0 год для зразка 1 і через 12 год для зразків 2 та 4. Ізоелектричний стан білків молока досягається під впливом молочної та суміші інших органічних кислот, що накопичуються ЗК *Lac. lactis ssp.* та МК *Lbc. plantarum* при зброджуванні лактози [19]. Титрована кислотність всіх зразків наростає поступово протягом 8–12-ти годин ферментації (рис. 1а) і в ізоелектричній точці її рівень становить 68–70 і 74–76 °Т для зразків 3 та 1 відповідно, 80–82 °Т – для зразків 2 та 4.

В'язкість усіх експериментальних зразків змінюється приблизно однаково (рис. 1в): величина умовної в'язкості всіх сквашених зразків досить низька і

коливається у межах 9,7–10,5 с. Найшвидше наростає в'язкість експериментального зразка 3.

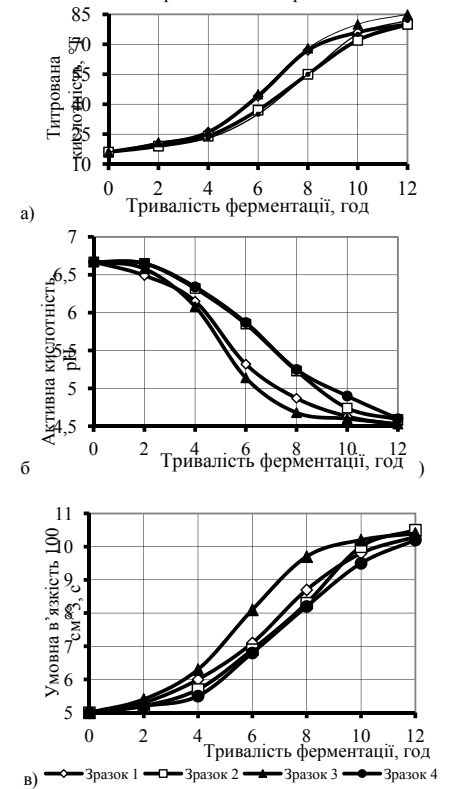


Рис. 1. Зміна титрованої (а), активної (б) кислотності та в'язкості (в) стерилізованого молока у процесі ферментації заквашувальними композиціями з використанням МК *Lbc. plantarum* та ЗК *Lac. lactis ssp.*

За рахунок використання *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris* у складі всіх заквашувальних композицій всі ферментовані згустки мають м'яку, ніжну, дещо рідкуватую консистенцію. Згустки мають чистий, свіжий, кисломолочний смак та запах, без сторонніх присмаків та запахів. У всіх зразках відзначалося незначне виділення сироватки в кінці сквашування.

Використання складених зразків заквашувальних композицій дає можливість отримати ферментовані згустки з високими пробіотичними властивостями через 8–12 годин ферментації, оскільки концентрація життєздатних клітин лактобактерій в ізоелектричній точці у експериментальних зразках становить

($1,04 - 1,13 \cdot 10^9$ КУО/см³ (рис. 2). Найвищу кількість життєздатних клітин ($1,11 - 1,13 \cdot 10^9$ КУО/см³ в ізоелектричній точці має зразок 3. Найнижчий рівень лактобактерій має зразок 4, що пояснюється найнижчою вихідною концентрацією культур при заквашуванні зразка ($2 \cdot 10^6$ КУО/см³).

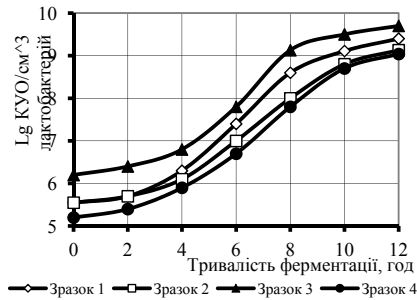


Рис. 2. Зміна концентрації живих клітин *Lbc. plantarum* та *Lac. lactis ssp.* при ферментації стерилізованого молока, у процесі ферментації зразками заквашувальних композицій з використанням МК *Lbc. plantarum* та ЗК *Lac. lactis ssp.*

Питома швидкість росту МК *Lbc. plantarum* та ЗК *Lac. lactis ssp.* у процесі біотехнологічного оброблення (рис. 3) складає $0,17 - 1,53$ год⁻¹. Для зразків 1, 2 та 3 найвищі значення питомої швидкості росту відзначаються з 4-тої по 8-му години ферментації; для зразка 4 – з 6-тої по 10-ту годину ферментації. Найвищі значення питомої швидкості росту клітин лактобактерій відзначаються для зразка 3 з 6-тої по 8-му годи-

ни ферментації – $1,50 - 1,53$ год⁻¹, що пояснюється найвищою кількістю лактобактерій у цьому зразку при інокуляції й обумовлює досягнення ізоелектричного стану білків у зразку 3 через 8 годин сквашування.

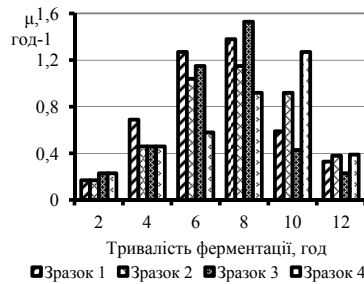


Рис. 3. Питома швидкість росту клітин лактобактерій у процесі ферментації стерилізованого молока заквашувальними композиціями із МК *Lbc. plantarum* та ЗК *Lac. lactis ssp.*

Проведене мікроскопіювання препаратів із посівів ферментованих згустків зразків показало, наявність коків і паличок у всіх чотирьох зразках (рис. 4). Варто відмітити, що переважали кокові форми мікроорганізмів. Частіше клітини *Lbc. plantarum* зустрічались в зразках 2 і 3, де була висока вихідна концентрація монокультур *Lbc. plantarum* при заквашуванні $1 \cdot 10^6$ КУО/см³.

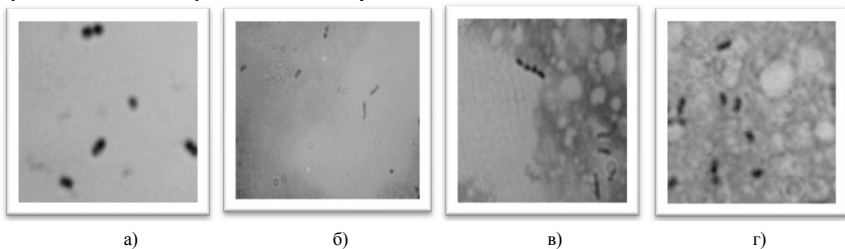


Рис. 4. Мікроскопічна картина препаратів із посівів ферментованих зразків 1 (а), 2 (б), 3 (в), 4 (г) у знежирене стерилізоване молоко через десять годин ферментації

Всі чотири експериментальні зразки мають високі пробіотичні властивості (рис. 2), тому можуть бути використані, як основа заквашувальної композиції для виробництва кисломолочних продуктів, призначених для людей з серцево-судинними захворюваннями, але найвищі пробіотичні властивості та найкоротший термін ферментації.

Здатність ферментованих молочних продуктів, збагачених пробіотичними культурами, зберігати показники якості – органолептичні, фізико-хімічні, мік-

робиологічні, пробіотичні, при низьких температурах (4 ± 2 °C) протягом тривалого терміну є визначальною для встановлення терміну їх зберігання [20].

Для визначення терміну придатності експериментальних зразків до зберігання отримані ферментовані згустки було поставлено на зберігання при температурі (4 ± 2) °C, до того ж зберігали порушені згустки (перемішані після сквашування) та непорушені згустки. Зразки зберігали протягом 14 діб при температурі (4 ± 2) °C. В процесі зберігання досліджуваних зраз-

ків в них визначали титровану й активну кислотність, в'язкість – (табл. 1), та органолептичні показники

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники досліджуваних зразків в процесі зберігання

Номер зразка	Значення показника для зразка								
	через 1 добу зберігання			через 7 діб зберігання			через 14 діб зберігання		
	Титрована кислотність, °T	Активна кислотність, рН	Умовна в'язкість, 100 см ³ , с	Титрована кислотність, °T	Активна кислотність, рН	Умовна в'язкість, 100 см ³ , с	Титрована кислотність, °T	Активна кислотність, рН	Умовна в'язкість, 100 см ³ , с
Зразок 1	76,0	4,63	16,0	78,0	4,58	18,0	84,0	4,50	20,0
Зразок 2	80,0	4,64	18,0	85,0	4,60	20,0	89,0	4,53	25,0
Зразок 3	72,0	4,60	20,0	76,0	4,55	23,0	81,0	4,52	29,0
Зразок 4	82,0	4,60	15,0	87,0	4,55	17,0	93,0	4,50	21,0

Таблиця 2 – Органолептичні показники досліджуваних зразків в процесі зберігання

Назва зразка	Значення показника для зразка					
	через 1 добу зберігання		через 7 діб зберігання		через 14 діб зберігання	
	Смак, запах	Консистенція	Смак, запах	Консистенція	Смак, запах	Консистенція
Зразок 1	Чистий, кисломолочний, щільна з незначними відділеннями	Міцна, в міру сироватки (для зразків з непорушеним згустком)	Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків та запахів	Міцна, в міру щільна з незначними відділеннями сироватки (для зразків з непорушеним згустком)	Чистий, кисломолочний	Міцна, в міру щільна з відділенням сироватки (для зразків з непорушеним згустком)
Зразок 2	Чистий, кисломолочний, щільна з незначними відділеннями	Міцна, в міру сироватки (для зразків з непорушеним згустком)	Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків та запахів	Міцна, в міру щільна з незначними відділеннями сироватки (для зразків з непорушеним згустком)	Чистий, кисломолочний	Міцна, в міру щільна з відділенням сироватки (для зразків з непорушеним згустком)
Зразок 3	Чистий, кисломолочний, щільна з незначними відділеннями	Міцна, в міру сироватки (для зразків з непорушеним згустком)	Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків та запахів	Міцна, в міру щільна з незначними відділеннями сироватки (для зразків з непорушеним згустком)	Чистий, кисломолочний	Міцна, в міру щільна з відділенням сироватки (для зразків з непорушеним згустком)
Зразок 4	Чистий, кисломолочний, щільна з незначними відділеннями	Міцна, в міру сироватки (для зразків з непорушеним згустком)	Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків та запахів	Міцна, в міру щільна з незначними відділеннями сироватки (для зразків з непорушеним згустком)	Чистий, кисломолочний	Міцна, в міру щільна з відділенням сироватки (для зразків з непорушеним згустком)

Як свідчать дані, наведені в табл. 1, протягом 14 діб зберігання у всіх досліджуваних зразках наростає рівень титрованої та знижується рівень активної кислотності, що пояснюється зброжуванням частини лактози, яка міститься у згустках, до молочної кислоти, оскільки монокультури *Lbc. plantarum* та змішані культури *Lac. lactis ssp.* в процесі життєдіяльності виробляють позаклітинну β-галактозидазу [20].

Слід відзначити, що в усіх зразках рівень активної кислотності протягом 14 діб знижується і становить $4,64 - 4,50$ од. рН (табл. 1), що обумовлює чистий кисломолочний смак без надмірної кислотності протягом всього терміну зберігання. Рівень титрованої кислотності від початку зберігання до 14-ї доби наростає на $8 - 11$ °T і становить $81 - 93$ °T (табл. 1).

Протягом процесу зберігання ферментованих зразків можна простежити закономірності зміни умовної в'язкості сквашених зразків. Умовна в'язкість зростає протягом всього процесу зберігання. На 14-у добу найменшу в'язкість має 1-й зразок, а найбільшу – 3-й зразок.

Досліджені органолептичні показники доводять позитивний вплив використання пробіотичних культур *Lbc. plantarum* на термін придатності ферментованих згустків. Як показано в табл. 2, на 14-у добу зберігання всі зразки мали гарний смак, запах і консистенцію. Слід відмітити, що зразки, які зберігали після порушення згустків, характеризувались нижчим рівнем синерезису, ніж зразки з непорушеним

згустком. Отже, при використанні для ферментації згустків рекомендовані заквашувальні композиції лактобактерій слід виробляти кисломолочні напої резервуарним способом.

Висновки

В результаті комплексних досліджень спільного культивування монокультури *Lbc. plantarum* та ЗК *Lac. lactis ssp.* було визначено оптимальне співвідношення МК *Lbc. plantarum* та ЗК *Lac. lactis ssp.* – 1 : 1; вихідна концентрація клітин МК *Lbc. plantarum* та ЗК *Lac. lactis ssp.* повинна складати $1 \cdot 10^6$ та $1 \cdot 10^6$ КУО/см³, відповідно. Така заквашувальна композиція може використовуватись як основа заквашувального комплексу для виробництва кисломолочних продуктів для людей з ССЗ з тривалим терміном зберігання та підвищеними пробіотичними властивостями.

Перспективи подальших досліджень

- обґрунтування складу заквашувального комплексу на основі розробленої композиції із МК *Lbc. plantarum* та ЗК *Lac. lactis ssp.* з введенням монокультури *B. animalis* як пробіотичного штаму;
- обґрунтування параметрів та термінів зберігання отриманих ферментованих згустків;
- розробка технологій кисломолочних продуктів з використанням заквашувальної композиції із МК *Lbc. plantarum*, ЗК *Lac. lactis ssp.* і МК *B. animalis*.

Список літератури:

1. Князькова, И. И. Профилактика внезапной сердечной смерти при сердечной недостаточности фокус на блокаторы АТ1-ангиотензиновых рецепторов [Текст] / И. И. Князькова // Ліки України. – 2014. – № 3–4. – С. 74–80.
2. Рудик, Б. І. Вибрані лекції з кардіології. [Текст] – Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. – 369 с.
3. Дудник, С. Серцево-судинні захворювання в Україні [Текст] / С. Дудник // Всеукраїнська медична газета «Ваше здоров'я». – 2015. – № 1–2. – С. 18–19.
4. Mattila-Sandholm, T. Functional dairy products [Text] / Tiina Mattila-Sandholm, Maria Saarela // Woodhead Publishing Ltd and CRC Press LLC. – 2003. – 395 p.
5. Державний реєстр харчових продуктів спеціального дієтичного споживання, функціональних харчових продуктів та дієтичних добавок за 2010–2014 рр. [Електронний ресурс]. – Електрон. дан. Офіційний веб-сайт МОЗ України – Режим доступу: http://www.moz.gov.ua/ua/portal/reg_foodstuff.html
6. Дідух, Н. А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення [Текст] / Н.А. Дідух, О.П. Чагаровський, Т. А. Лисогор.– Одеса: Видавництво «Поліграф», 2008.–236 с.– ISBN 978-966-8788-79-6
7. Micro-organisms as health supporters [Text]. Novara (Italy): MOFIN ALCE, 2000. – Vol 1. – 34 p.
8. Micro-organisms as health supporters [Text]. Novara (Italy): MOFIN ALCE, 2000. – Vol 2. – 68 p.
9. Степаненко, П.П. Микробиологія молока і молочних продуктів: Учебник для студ. ВУЗов [Текст] / Рек. Советом Учебно-методического объединения по образ. в области переработки сырья и прод. живот. происхожд. в кач. учеб. для студ. ВУЗов / – М. – Сергиев Посад: ООО "Всё для Вас – Подмосковье", 1999. – 415 с.
10. Красникова, Л.В. Микробиология молока и молочных продуктов: Лабораторный практикум: Учеб.-метод. пособие [Текст] / Л. В. Красникова, П. И. Гунькова, В. В. Маркелова. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 85 с.

УДК 577.144.4-024:582.282.23

ПИТАННЯ ЩОДО СУПРАМОЛЕКУЛЯРНОЇ СТРУКТУРИ
β-ГЛЮКАНУ ДРІЖДЖІВ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

Н.К. Черно, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри*, E-mail: cherno_n_k@mail.ru
К.І. Науменко, кандидат технічних наук, асистент*, E-mail: shapkinak@gmail.com

*кафедра харчової хімії, Одеська національна академія харчових технологій, вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039

Анотація. Біологічна активність β-глокану залежить від ряду факторів: розчинності полісахариду у воді, його молекулярної маси, типу і конфігурації глікозидних зв'язків між залишками моносахаридів, розгалуженості і конформації макромолекули.

Показано, що в структурі глокану пекарських дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, виділеного пероксидним методом, присутні ділянки з різним ступенем упорядкованості. Обробка дріжджів розчинами H₂O₂ супроводжується деструкцією аморфних ділянок і збільшенням ступеня кристалічності препаратів глокану в 2,6–3,3 рази в порівнянні зі стандартним зразком. Водорозчинний глокан характеризується більш упорядкованою супрамолекулярною структурою (індекс кристалічності 4,06), ніж вихідний нерозчинний (індекс кристалічності 2,55). У препараті водорозчинного глокану, отриманого шляхом часткової ферментативної деструкції структурного β-глокану, присутні молекулярні утворення у вигляді потрійних спіралей.

У досліді на тваринах встановлена ефективність дії отриманих препаратів β-глокану як імуномодуляторів. Сукупність результатів дослідження супрамолекулярної структури препаратів та їх медико-біологічної оцінки можна розцінювати як аргумент, що підтверджує взаємозв'язок біологічної дії β-глокану з наявністю потрійної спіралі в його структурі.

Ключові слова: дріжджі *Saccharomyces cerevisiae*, β-глокан, супрамолекулярна структура, водорозчинні фрагменти, імуномодулятор.

К ВОПРОСУ О СУПРАМОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЕ
β-ГЛЮКАНА ДРОЖЖЕЙ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

Н.К. Черно, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой*, E-mail: cherno_n_k@mail.ru
К.И. Науменко, кандидат технических наук, ассистент*, E-mail: shapkinak@gmail.com

* кафедра пищевой химии, Одесская национальная академия пищевых технологий, ул. Канатная, 112, г. Одесса, 65039

Аннотация. Биологическая активность β-глокана зависит от ряда факторов: растворимости полисахарида в воде, его молекулярной массы, типа и конфигурации гликозидных связей между остатками моносахаридов, разветвленности и конформации макромолекул.

Показано, что в структуре глокана пекарских дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, выделенного пероксидным методом, присутствуют участки с различной степенью упорядоченности. Обработка дрожжей растворами H₂O₂ сопровождается деструкцией аморфных образований и увеличением степени кристалличности препаратов глокана в 2,6–3,3 раза по сравнению со стандартным образцом. Водорастворимый глокан характеризуется более упорядоченной супрамолекулярной структурой (индекс кристалличности 4,06), чем исходный нерастворимый (индекс кристалличности 2,55). В препарате водорастворимого глокана, полученного путем частичной ферментативной деструкции структурного β-глокана, присутствуют молекулярные образования в виде тройных спиралей.

В опытах на животных установлена эффективность действия полученных препаратов β-глокана в качестве иммуномодуляторов. Совокупность результатов исследования супрамолекулярной структуры препаратов и их медико-биологической оценки можно расценивать как аргумент, подтверждающий взаимосвязь биологического действия β-глокана с наличием тройной спиральи в его структуре.

Ключевые слова: дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, β-глокан, супрамолекулярная структура, водорастворимые фрагменты, иммуномодулятор.

Copyright © 2015 by author and the journal "Food Science and Technology".
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI:

Введение

В 21 веке человечество осознало выдающуюся роль полисахаридов как компонентов пищи и корма. Некрахмальные полисахариды – пектиновые вещества, разнообразные маннаны, галактаны, ксиланы, водорастворимые полисахариды, ранее считавшиеся балластом в пище, сегодня относят к биологически активным веществам, более того, 21 век называют «эпохой полисахаридов».

Исходя из возрастающего значения полисахаридов в различных сферах жизнедеятельности человека и на основании анализа и обобщения достижений в сфере исследований этих биополимеров, ведущими учеными в этой области разработана «дорожная карта» развития химии и технологии полисахаридов, в которой отражено их видение сценария последующего развития исследований в этой области. Согласно ему, одним из актуальных направлений признано

THE RECOMMENDED BALANCE OF CULTURES LACTOBACTERIUM IN
BIOTECHNOLOGY OF FERMENTED MILK PRODUCTS FOR PEOPLE WITH
CARDIOVASCULAR DISEASES

N.A. Tkachenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department*, E-mail: nataliya.n-2013@yandex.ua
Ju. V. Nazarenko, Ph.D., Associate Professor, Head of the Department of Technology of milk and meat,
E-mail: nazarenko.sumy@gmail.com

Sumy National Agrarian University, Sumy, st. Gerasim Kondratyev, 160, 40021

S.A. Okunevskaya, a graduate student*, E-mail: snau-okunevska@ukr.net

* Department of Technology of milk fats and perfumes and cosmetics,

Odessa national academy of food technologies, Odessa, Kanatnaya Str, 112, 65039

Abstract. Taking into consideration the statistic data from the state registry of food products of special diet, functional food products and dietary supplement of Ministry of health service of Ukraine 2010-2014 and analysis of literary and patent sources – the research shows the perspectives of development for starter composition basing on pure cultures *Lactobacillus plantarum* and mixed cultures *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, that can become a basis for starter complex producing fermented milk products for people with cardiovascular diseases.

The choice of cultures perspective for usage in production of fermented milk products for people with cardiovascular diseases has been proved. Peculiarities of simultaneous cultivation of *Lactobacillus plantarum* and *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris* in sterilized milk under the temperature of 30 °C has been studied. The recommended balance of cultures has been determined: *Lactobacillus plantarum* : *Lactococcus lactis ssp.* – 1 : 1, the output concentration of cells 1-10⁶ and 1-10⁶ CFU/cm³, respectively.

Keywords: cardiovascular diseases, fermented milk product, hypotensive probiotic, fermented clot, starter composition, simultaneous cultivation, lactobacterium, specific growth rate of cells, output concentration of cells.

References:

1. Knyazkova II Profilaktika vnezapnoy serdechnoy smerti pri serdechnoy nedostatochnosti fokus na blokatoryi АТ1-angiotenzinovykh retseptorov. Liki UkraYini. 2014.; 3–4: 74–80.
2. Rudyk BI Vybrani lektsiyi z kardiologiiyi. – Ternopil': Ukrmedknyha. 2002; 369.
3. Dudnyk S Sersevo-sudynni zakhvorovuvannya v Ukraini. Vseukrayins'ka medychna hazeta «Vashe zdorov'ya». 2015; 1–2: 18–19.
4. Mattila-Sandholm Tiina, Maria Saarela Functional dairy products. Woodhead Publishing Ltd and CRC Press LLC. 2003; 395.
5. Derzhavnyy reyestr kharchovykh produktiv spetsial'nogo diyetynohozho spozhyvannya, funktsionalnykh kharchovykh produktiv ta diyetychnykh dobavok za (2010–2014). – Elektron. dan. Ofitsiyemy veb-sayt MOZ Ukrainy.
6. Diduh NA, Chagarovs'kyj OP, Lysogor TA Zakvashuvai'ni kompozyciyi dlya vyrobnyctva molochnykh produktiv funktsional'nogo pryznachennya. Odessa/ Vydavnyctvo "Poligraf". 2008; 236.
7. Micro-organisms as health supporters. Novara (Italy): MOFIN ALCE. 2000; 1: 34.
8. Micro-organisms as health supporters. Novara (Italy): MOFIN ALCE. 2000; 2: 68.
9. Stepanenko PP Mikrobiologiya moloka i molochnykh produktov: Uchebnik dlya stud. VUZov. Rek. Советом Учебно-методического объединения по образ. в области переработки сырия и prod. zhivot. proishozhd. v кач. учеб. dlya stud. VUZov. – М. – Sergiev Posad: ООО "VsYo dlya Vas – Podmoskove". 1999; 415.
10. Krasnikova LV, Gunkova PI, Markelova VV. Mikrobiologiya moloka i molochnykh produktov: Laboratornyy praktikum: Ucheb.-metod. posobie. SPb. NIU ITMO; ИХиБТ. 2013; 85.

Отримано в редакцію 15.09. 2015
Прийнято до друку 12.10.2015