

ПОЛТАВСЬКА ДЕРЖАВНА АГРАРНА АКАДЕМІЯ



# СЕРТИФІКАТ

Підтверджує, що

**СОЛОМОН Алла Миколаївна**

доцент кафедри харчових технологій  
та мікробіології Вінницького Національного  
аграрного університету

пройшла навчання з безпеки, якості і нових технологій виробництва молочної продукції на семінарі, який проводився 7-8 лютого 2019 року для директорів, начальників виробництва, начальників виробничих лабораторій, технологів і фахівців відділу якості молокопереробних підприємств України на тему:

**«Актуальні питання виробництва  
молочної продукції: новітні технології,  
інгредієнти, обладнання, новини  
законодавства і нормативної бази,  
проблеми якості»**

Семінар проводився за 16-годинною програмою

Ректор ПДАА, професор

В. І. Аранчій

Декан факультету ТВШПТ,  
професор

А. А. Поліщук

Координатор семінару,  
професор кафедри

Г. М. Ножечкіна -Єрошенко

м. Київ, готельний комплекс «Верховина»  
7-8 лютого 2019 року



## Доповідь

### «Актуальні питання виробництва молочної продукції»

А. М. Соломон

Ферментовані молочні продукти є основними постачальниками пробіотичних мікроорганізмів, які сприяють відновленню мікрофлори шлунково-кишкового тракту людини. Всі види біфідобактерій і окремі види лактобацил, такі як *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* subsp. *casei*, *Bifidobacterium* SPP. (*B. adolescentis*, *B. animalis*, *B. bifidum*, *B. longum*, *B. breve*) та інші належать пробіотичних культур, які позитивно впливають на споживача і нормалізують склад та функції бактеріальної флори шлунково-кишкового тракту.

Біфідобактерії – одна з найважливіших груп мікроорганізмів, що домінують в анаеробній флорі кишечника. Міжнародна молочна федерація вважає, що біобазова продукція – це сполуки, що містять щонайменше  $1 \times 10^6$  біфідобактерій в 1 см<sup>3</sup>.

Експертами встановлено можливість комбінованого використання біфідобактерій та лактобактерій. Було визначено, що значна кількість молочної кислоти, яка утворюється у процесі життєдіяльності стрептококів і бацил, стимулює ріст *bifidobacterim*-флори у молоці, сприяє збільшенню кількості активних клітин та інтенсивному накопиченню продуктів метаболізму.

Біфідобактерії регулюють якісний та кількісний склад нормальної мікрофлори кишечника, перешкоджають росту і запобігають розмноженню патогенної, гнильної та аерогенної флори, відновлюють пошкоджену структуру слизової оболонки кишечника. Разом з іншими представниками нормальної кишкової флори, біфідобактерії беруть участь у перетравлюванні і всмоктуванні поживних елементів, синтезі вітамінів групи В, вітаміну D, фолієвої та нікотинової кислот, вони сприяють синтезу незамінних амінокислот, кращому поглинанню вітаміну D і кальцію, стимулюють активність лізоциму та синтез антитіл, сприяють підвищенню функції організму до захисту – імунітету.

Створення синбіотиків (комплекс про- і пребіотиків) та виготовлення на їх основі продуктів харчування є ефективним способом нормалізації кишкової бактеріальної флори і дозволяє стимулювати розвиток власної кишкової бактеріальної флори та підвищення захисних функцій кишечника.

Ферментовані молочні десерти функціонального призначення дуже популярні в Україні. У процесі їх виробництва використовується широкий асортимент ароматизаторів і стабілізаторів, які відповідно покращують смак та запах продукту і регулюють процеси структуроутворення.

Розробка технологій десертів на основі молочної сировини з використанням фруктових та овочевих наповнювачів, які збагачують продукти вітамінами, мінералами, поліфенолами, дозволяє значно підвищити біологічну цінність та розширити асортимент функціональних десертних продуктів. У ролі наповнювачів використовують різноманітні фруктові та ягідні соки, пюре, сиропи, натуральні фрукти та ягоди у замороженому вигляді або у вигляді цукатів.

Аналіз останніх досліджень молочнокислих бактерій за рівнем розщеплення лактози показує, що лактококи та стрептококи характеризуються високим ступенем утворення кислот, але лактобацили *Lactobacillus delbrueckii* subsp.*bulgaricus* і *Lactobacillus acidophilus* перевищують інші молочнокислі бактерії за рівнем кислотоутворення. На думку вчених, штами молочнокислих стрептококів *Lactococcus lactis* subsp.*lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* виробляють переважно L(+)-молочну кислоту, яка фізіологічно важлива для організму людини. *Lactobacillus acidophilus* інгібують шкідливу бактеріальну флору – сальмонелу, стафілококи та ін., завдяки здатності продукувати антибіотики лактоцидину та ацидофілу, які посилюються при контакті з молочною кислотою.

Оцінка процесу розщеплення білків біфідобактеріями регламентується збільшенням кількості вільних амінокислот у плазмі після осадження білків молока 5,0 % розчином трихлороцтової кислоти відносно контрольного вмісту вільних амінокислот у стерилізованому молоці до процесу бродіння

*Bifidobacterium bifidum* 791, *Bifidobacterium longum* ssp. *longum* B M 379 та *Bifidobacterium adolescentis* B-1 для отримання симбіотичних систем та використання їх у створенні ферментованого молочного десерту функціонального призначення .

У результаті проведених нами досліджень виявлено, що підібрані штами біфідобактерій у процесі розвитку є стійкими до високих концентрацій жовчі, фенолу, вони розмножуються в середовищі низького та високого рН, не утворюють каталази та сірководню, не відновлюють нітрати та нітрити і не розчиняють желатин.

Консорціум підібраних біфідобактерій у співвідношенні 1:1:1 оцінювали по резистентності в умовах, близьких до середовища шлунку (НСІ, рН 2-3) протягом 5 годин, і в умовах, близьких до зберігання готових молочних десертів (рН 3-4) протягом 24 годин. Встановлено, що при контакті з соляною кислотою при рН 3 кількість життєздатних клітин біфідобактерії консорціуму зменшилась на 5,2 %, при рН 2 на – 9,8 %. Під час зберігання молочних продуктів у контакті з молочною кислотою при рН 4 кількість життєздатних клітин біфідобактерій була знижена на 3,4 %, при рН 3 на – 6,2 %. На підставі експериментальних даних ми можемо побачити, що збереження активності біфідобактерій при проходженні через шлунково-кишковий тракт дає можливість прогнозувати виживання біфідобактерій у складі ферментованого молочного десерту під час зберігання готової продукції до експериментального кінцевого терміну.

Енергія кислотного формування складу лакто- і біфідобактерій консорціуму в порівнянні зі збільшенням консорціуму біфідобактерій зменшується в порівнянні з лактобацилами, які є сприятливим фактором для росту біфідобактерій. У процесі розвитку біфідобактерій важливу роль відіграють поживні речовини, які накопичуються в результаті життєдіяльності штамів молочнокислих бактерій, збільшуючи кількість життєздатних колонієутворюючих клітин біфідобактерій.

Ми використовували біфідобактерії – пробіотики і стимулятори росту та розвитку – фруктозу, лактулозу, концентрат артишоку, як джерело інуліну, а також пектин, желатин, крохмаль, крупи, рис та вівсяну муку як стабілізуючі системи.

Під час ферментації стерилізованого знежиреного молока, консорціум біфідобактерій протягом шести годин активізували змішуючи з такими біфідостимуляторами: фруктозою до досягнення рН – 4,64; лактулозою до рН – 4,6; інуліном до рН – 4,5; без стимуляторів для біфідобактерій значення рН складало 4,7, в той час як титрована кислотність становила відповідно 68 °Т, 72°Т, 74°Т і 52°Т. Як показали дослідження, при використанні біфідостимуляторів продукт набував більш низького значення активної кислотності і підвищеного значення титрованої кислотності, що пояснюється збільшенням активності біфідобактерій і утворенням оцтової кислоти, яка є досить сильним електролітом.

Для визначення раціональної концентрації сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ) використовували сухе знежирене молоко (NFDM), як молочну знежирену основу (MSNF) продуктів. Підвищення вмісту СЗМЗ сприяє збільшенню кількості контактів між казеїновими міцелами під час коагуляції на одиницю об'єму дисперсійного середовища і призводить до їх інтенсивної взаємодії в процесі утворення згустку, збільшення в'язкості продукту та покращення його консистенції. Підвищення концентрації MSNF у поживному середовищі суттєво стимулює ріст і розвиток біфідобактерій за рахунок збільшення вмісту амінокислот. Це, у свою чергу, підвищує титр біфідобактерій і збільшує казеїнат-кальцій-фосфатний комплекс (ККФК) в молочній основі – утворює буферну систему, яка пригнічує наростання кислотності при збільшенні біомаси біфідобактерій. У ролі стабілізаторів молочної структури десертів використовували пектин, желатин, крохмаль, вівсяну та рисову муку.

Пектин активізує розвиток біфідобактерій, розмноження і вирощування нормальної бактеріальної флори шлунково-кишкового тракту і має

детоксикаційні та радіозахисні властивості. У контакті з пектином кількість життєздатних клітин біфідобактерій протягом 24 годин збільшується з  $1 \times 10^4$  КУО/см<sup>3</sup> до  $2,5 \times 10^8$  КУО/см<sup>3</sup> у порівнянні з контролем, у якому кількість біфідобактерій збільшується з  $1 \times 10^4$  КОЕ/см<sup>3</sup> до  $1 \times 2 \cdot 10^7$  КУО/см<sup>3</sup>.

Желатин як білкова речовина в кислому середовищі створює позитивний ефект; він зв'язує вологу і утворює твердий гель при низькому рН. Здатність желатину зв'язувати вільну вологу і утворювати щільні згустки та гелі шляхом формування тривимірної сітчастої структури має важливе значення у молочній промисловості, оскільки знижує ризик синерезису у виготовлених продуктах. У результаті збільшується термін придатності, зменшується собівартість та покращується якість готового продукту.

Крохмаль є нейтральним полісахаридом і служить як структурним зв'язуючим агентом так і стабілізатором отриманих структур. Крохмаль підвищує вологоутримуючу здатність молочної основи, але це впливає на здатність біфідобактерій до кислотоутворення. Так, у контрольному зразку без крохмалю титрована кислотність становить майже 88 °Т, а у зразках із вмістом крохмалю 5,0 % – титрована кислотність менше 76 °Т.

Ми можемо вважати, що крохмаль є нейтральним гідроколоїдом і безпосередньо не впливає на процес бродіння, але зв'язує вологу і підвищує в'язкість, що перешкоджає розвитку мікрофлори та уповільнює процес бродіння. Встановлено, що використання стабілізаторів в раціональній кількості: пектину – 0,3 %; желатину – 3 %; крохмалю – 4 %, дає можливість отримати структуру, властиву кисломолочним продуктам, забезпечити необхідну вологу та в'язкість, збільшити кількість життєздатних клітин біфідобактерій і запобігти агрегації молочного білка при використанні фруктових та ягідних наповнювачів.

У ролі стабілізаторів ми використовували вівсяне і рисове борошно, призначене для дитячого харчування, без ферментативної ліпази. Рисове борошно відрізняється від вівсяного борошна підвищеним вмістом крохмалю, мінералами і меншим вмістом білків та жирів. Крохмальне рисове борошно

добре набухає, його об'єм збільшується в 5-7 разів порівняно з вівсяним борошном, об'єм якого збільшується лише в 4,5 рази. Ми використовували суміш рисового борошна та вівсяного у співвідношенні 1: 1. Вівсяне борошно збагачує суміш білками та жирами, а рисовий борошняний крохмаль забезпечує високу вологопоглинаючу здатність.

Вищевказана двохкомпонентна стабілізуюча система дає можливість отримати гель з ніжною однорідною консистенцією і глянцевою поверхнею, типовою для молочних десертних продуктів, таких як пасти та пудинги. Після 18 годин бродіння титрована кислотність контрольних зразків становить 82 °Т, активна кислотність – рН 4,5. У тестових зразках відповідно титрована кислотність 88 °Т і рН 4,4. Згусток починає утворюватися після 12 годин бродіння, коли титрована кислотність у контрольних та експериментальних зразках дорівнює відповідно 72 °Т і 76 °Т, а активна кислотність відповідно – рН 4,7 і рН 4,6. Суміш з вівсяної та рисової муки стимулює ріст і проліферацію біфідобактерій, збільшуючи кількість життєздатних клітин під час бродіння від  $1 \times 10^2$  до  $1 \times 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>.

Встановлено, що для пастеризації молочної основи, нормалізованої по білку та жиру, доцільно використовувати режим  $(90 \pm 2)$  °С з витримкою 2 хвилини. З огляду на те, що молочна основа і суміш вівсяного та рисового борошна можуть бути обсіменені спорами шкідливих мікроорганізмів, температуру пастеризації встановлювали  $(95 \pm 2)$  °С з витримкою 5 хвилин.

У виробництві молочних десертів на основі знежиреного і нормалізованого молока ми додавали у суміш підготовлені стимулятори росту біфідобактерій і стабілізатори структури у встановленій раціональній кількості. Завершення процесу бродіння молочної основи під дією біфідобактерій та лактобактерій було визначено за в'язкістю та активною кислотністю утвореного згустку. Процес формування гелю починався з третьої години ферментації. Тривалість lag-фази складала 1 годину, що вказувало на правильно підібраний кількісний та якісний склад стимуляторів росту біфідобактерій. Різке збільшення активної кислотності починається з третьої години

сквашування, а через 6 годин титрована кислотність дослідних зразків десертів на молочній основі досягає 72 °Т, контрольних зразків – 85 °Т; активна кислотність відповідно досягає значень рН 4,7 і рН 4,5. У контрольних і тестових зразках десертів на молочно-зерновій основі титрована кислотність досягає значень відповідно 78 °Т і 82 °Т, активна кислотність рН 4,4 і рН 4,5.

Вміст біфідобактерій у молочних експериментальних зразках після шести годин ферментації становив 10,3 Lg GFU /см<sup>3</sup>, лактобацил – 8,5 Lg GFU /см<sup>3</sup>, у контрольних зразках відповідно – 8,0 і 8,6 Lg GFU /см<sup>3</sup>; в експериментальних зразках на молочно-зерновій основі кількість життєздатних клітин біфідобактерій становила 10,5 Lg GFU /см<sup>3</sup>, лактобацил – 10,3 Lg GFU /см<sup>3</sup>, у контрольних зразках – 8,3 Lg GFU /см<sup>3</sup> і 8,7 Lg GFU /см<sup>3</sup> відповідно.

Встановлено, що процес формування структури солодких молочних продуктів практично завершується на рівні в'язкості  $1,65 \times 10^2$  Па с, тоді як процес структурного формування продуктів на молочно-зерновій основі знижується і через 5 годин в'язкість досягає  $1,85 \times 10^2$  Па с.

При додаванні фруктових та ягідних наповнювачів ми повинні враховувати, що вони мають низьку кислотність, і, в результаті, може відбуватися ущільнення тривимірної структурної сітки білкового гелю, порушення структури солодких ферментованих продуктів та виникнення синерезису.

Ми експериментально встановили, що у виробництві солодких ферментованих продуктів слід застосувати встановлений шлях і додати фруктовий та ягідний наповнювач після додавання. Додавання стабілізаторів та натрію солі три замінені, що підтримує рН на оптимальному рівні та підвищує буферну ємність молочних продуктів, запобігає виникненню процесу синерезису. Результати досліджень основних показників якості ферментованих десертів з фруктовими наповнювачами відразу після охолодження до температури зберігання (3±1) °С.



Процес сквашування експериментальних зразків триває 5-6 годин. Отримані згустки симбіотичних продуктів щільні; текстура однорідна, ніжна, желатиноподібна та помірно в'язка. Смак чистий, приємний, зі смаком та запахом фруктових наповнювачів.

Результати експериментальних досліджень стали основою для розроблення нових технологій кисломолочних десертів функціонального призначення.

Було проведено дослідження змін кількості життєздатних біфідобактерій під час зберігання готового продукту протягом 25 днів при температурі  $(4\pm 2)$  °С. Встановлено, що протягом перших 10 днів кількість життєздатних біфідобактерій практично не змінюється, протягом наступних 5 днів починається поступове відмирання клітин біфідобактерій, але їх вміст у продуктах залишається високим – від 10,2 до 10,3 Lg GFU/см<sup>3</sup>.

Дослідження змін реологічних властивостей молочних та молочно-зернових продуктів під час зберігання показало, що протягом перших п'яти днів зберігання отримані структури посилюються і в'язкість ферментованих десертних продуктів зростає в результаті процесу комплексного утворення гідроколоїдів, а також завдяки адсорбції поліфенольних речовин фруктовоягідної сировини на поверхні білків та полісахаридів з утворенням складних структур, що ущільнюють структуру.

Встановлено, що структура контрольних зразків десертів не змінюється протягом 15 днів, тестових зразків – протягом 20 днів, з подальшим поступовим руйнуванням структури, а в окремих зразках спостерігається незначне відділення вологи у вигляді окремих крапель. Через 25 днів синерезис солодких молочних продуктів становить 1,2 см<sup>3</sup>, продуктів на молочно-зерновій основі – 0,8 см<sup>3</sup>. Пробиотичні властивості як контрольних, так і тестових зразків підтверджуються тим, що протягом 20 днів зберігання кількість життєздатних біфідобактерій була не нижче ніж  $1\times 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>, але з огляду на те, що через 10 днів зберігання клітини біфідобактерій починають гинути, час зберігання ферментованих солодких продуктів обмежується 15 днями.

Проведені дослідження дозволили розробити рецептури та технології виробництва ферментованих десертів на молочній та молочно-зерновій основі, з використанням біфідобактерій та лактобацил, а також біфідостимуляторів, структуроутворювачів та фруктово-ягідних наповнювачів, які зберігають високу біологічну цінність, ніжну текстуру, смак та аромат протягом 15 днів.