

УДК 637.144:67:613.98

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.4.23>

НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ ДО МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Соломон А. М. – кандидат технічних наук,
доцент кафедри харчових технологій та мікробіології
Вінницького національного аграрного університету
ORCID ID: 0000-0003-2982-302X

Ферментовані молочні продукти є основними постачальниками пробіотичних мікроорганізмів, які сприяють підтримці і відновленню мікробної екології людини. До пробіотичних культур, які забезпечують корисну дію на організм споживача і нормалізують склад та функції мікрофлори шлунково-кишкового тракту, відносяться такі види лакто- та біфідобактерій, як *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium* spp. (*B. adolescentis*, *B. animalis* ssp. *lactis*, *B. bifidum*, *B. longum*, *B. breve*).

Найживанішою категорією функціонального харчування є кисломолочні продукти, які нормалізують мікрофлору кишечника та підвищують імунного статусу організму людини. Кисломолочні продукти характеризуються високою біологічною та харчовою цінностями. Це, означає високий ступінь збалансованості амінокислотного складу молочних білків, у порівнянні з так званим ідеальним харчовим білком, амінокислотний склад якого відповідає потребам організму людини. До того ж білки кисломолочних продуктів добре перетравлюються протеолітичними ферментами шлунково-кишкового тракту.

Макроорганізм та кишкова мікрофлора є відносно стабільною та збалансованою екологічною системою, рівновага якої, з одного боку, визначається фізіологічними та імунологічними особливостями макроорганізму, з іншого боку – видовим та кількісним складом мікробних асоціацій та різноманітністю їхньої біологічної активності. У нормальному фізіологічному стані взаємовідносини між макроорганізмом та мікрофлорою носять симбіотичний характер, і остання істотно впливає на загальний імунітет та природну резистентність хазяїна до інфекцій, приймає активну участь у процесах травлення, синтезу різноманітних біологічно активних речовин. У свою чергу, макроорганізм регулює склад кишкової мікрофлори завдяки таким факторам як кислотність шлункового соку, вміст жовчаних солей.

Ключові слова: ферментовані продукти, кисломолочні продукти, біфідобактерії, харчові волокна, вітаміни, мінеральні речовини, пробіотики.

Solomon A. N. Scientific and practical approaches to dairy products for functional purpose

Fermented dairy products are the main suppliers of probiotic microorganisms that contribute to the maintenance and restoration of human microbial ecology. Probiotic cultures that provide beneficial effects on the consumer's body and normalize the composition and functions of the microflora of the gastrointestinal tract include such types of lacto- and bifidobacteria as *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium* spp. (*B. adolescentis*, *B. animalis* ssp. *lactis*, *B. bifidum*, *B. longum*, *B. breve*).

The most common category of functional nutrition is fermented milk products, which normalize the intestinal microflora and increase the immune status of the human body. Fermented milk products are characterized by high biological and nutritional values. This means a high degree of balance in the amino acid composition of milk proteins, compared to the so-called ideal food protein, the amino acid composition of which meets the needs of the human body. In addition, the proteins of fermented milk products are well digested by proteolytic enzymes of the gastrointestinal tract.

The macroorganism and intestinal microflora are a relatively stable and balanced ecological system, the balance of which, on the one hand, is determined by the physiological and immunological characteristics of the macroorganism, on the other, by the species and quantitative composition of microbial associations and the diversity of their biological activity. In a normal physiological state, the relationship between the macroorganism and the microflora is symbiotic in nature, and the latter has a significant impact on the general immunity and natural resistance of the host to infections, takes an active part in the processes of digestion and the synthesis

of various biologically active substances. In turn, the macroorganism regulates the composition of the intestinal microflora due to factors such as the acidity of gastric juice and the content of bile salts.

Key words: functional products, fermented milk products, bifidobacteria, dietary fiber, vitamins, minerals, probiotics.

Постановка проблеми. Головним аргументом на користь функціонального харчування є незадовільний стан здоров'я людей спровокований медико-соціальним становищем несприятливою екологією, стресами, значним погіршення якості складу споживаної їжі.

Біфідобактерії – одна з найбільш важливих груп мікроорганізмів кишківника, які домінують у анаеробній флорі товстої кишки.

Споживання харчових продуктів, що містять у високих концентраціях лакто- і біфідобактерій, не тільки забезпечує енергетичні та структурні потреби, а й сприятливі діє на організм людини в цілому чи на певні його системи та органи. Для виробництва ферментованих функціональних молочних продуктів з імуномодельючими властивостями можуть бути використані синбіотичні комплекси, до яких належать молочні екстракти коренів *Echinaceae purpurea* та *Echinacea pallida*, бактеріальний концентрат *Liobas*, *Liobas LACID*. Отримані ферментовані молочно-рослинні згустки можуть бути основою для виробництва ферментованих напоїв, кисломолочного та домашнього сиру, сирних виробів. Запропоновано в якості збагачувача використовувати мальтодекстрин, який отримано шляхом ферментативної обробки крохмалю. Він є не тільки вуглеводною добавкою, яка переважає в напоях спортсменів, але і виступає в якості пребіотику в деяких біологічних препаратах. Мальтодекстрин суттєво впливає на вологоутримуючу здатність згустку, на стійкість його до порушення, а також здатність до відновлення. Встановлено, що добавка мальтодекстрину у кількості 5%, забезпечує високу вологоутримуючу здатність і покращує реологічні властивості кисломолочного напою. При використанні асептичного розливу і термізації тривалість зберігання таких йогуртів при 6°C зростає до 90 діб.

При використанні вівсяної муки продукти збагачуються речовинами протиатеросклеротичної дії, солями калію і магнію, що особливо корисно для людей похилого віку, а також для людей з захворюванням серцево-судинної системи, печінки, підшлункової залози.

Вівсяна мука містить велику кількість β -глюкану, який сприяє зниженню холестерину, уповільнює підвищення рівня цукру у крові після прийому їжі, забезпечує баланс цукру і інсуліну.

Рисова мука добре перетравлюється, багата крохмалем і ненасиченими жирними кислотами – олеїноюю і ліноленоюю, використовується для відновлення апетиту після важкої хвороби.

Формулювання цілей статті. Метою даної роботи є наукове обґрунтування та розроблення кисломолочного синбіотичного напою на основі молочної і рослинної сировини, який ферментовано пробіотичними бактеріями.

Виклад основного матеріалу. Нераціональне, розбалансоване харчування розглядають як одну з передумов розладу ліпідного обміну і підвищеного вмісту холестерину, що, в свою чергу призводить до виникнення розвитку серцево-судинних захворювань.

Досліджено вплив теплової обробки на кисломолочні напої з стабілізаторами. Ступінь залежності ефективної вологи від температури майже для всіх зразків кисломолочних напоїв з стабілізаторами була на 25% вища, ніж у контрольних

зразках. Ступінь втрати ефективної в'язкості в діапазоні температур 4...18°C може слугувати критерієм для оцінки стабілізуючого ефекту добавок, які характеризують стійкість структури до теплового навантаження. Пектини, які містяться в рослинній сировині і використовуються при виробництві широкого спектру продуктів в харчовій і фармацевтичній промисловості, відносяться до полісахаридів – гідроколоїдів. Пектини володіють функціональними властивостями стабілізатора з драглетуючими властивостями, що надає харчовим продуктам специфічної консистенції. Досліджено вплив пектину на коагуляцію білків молока та фізико-хімічні показники кисломолочних продуктів, отриманих при використанні кислотного та термокислотного методів коагуляції. Встановлено, що присутність пектину суттєво впливає на процес утворення гелю та осаду у разі коагуляції білків. Підвищення температури призводить до ущільнення та зневоднення білків молока, а присутність пектину дещо нейтралізує ці процеси. Значно поширився інтерес до використання біофлавоноїдів в якості харчової добавки в продуктах лікувально-профілактичного призначення. Це можна пояснити широким спектром їх біологічної активності, насамперед вітамінної, антимікробної та антиоксидантної дії.

Для уповільнення процесу окиснення вітаміну С в харчові продукти вводять антиоксиданти. Введення антиокислювача в молочні продукти також попереджає та гальмує процес окиснення жирів молока [5].

Молоко після теплової обробки заквашували симбіотичною сумішшю чистих культур термофільної молочнокислої болгарської палички (*Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*) і термофільного молочнокислого стрептококу (*Streptococcus thermophilus*) у співвідношенні 1:4. В якості антиокислювача використали дигідрокверцетин, який сертифіковано як харчова добавка. Досліджено кислотоутворюючу активність використаних молочнокислих культур в процесі зберігання, життєдіяльність молочнокислих мікроорганізмів і їх морфологію. Встановлено, що додання дигідрокверцетину і аскорбінової кислоти в кількості 0,02% до маси жиру, стимулює ріст і розвиток молочнокислих бактерій.

Запропоновано технологію отримання молочно-полісахаридних концентратів з певним складом і функціональними властивостями, в основі якої використовується процес фракціонування компонентів молочної сировини полісахаридами – пектином, похідними целюлози, альгінатами, мікробними полісахаридами, що дозволяє отримати казеїновий комплекс сконцентрований у п'ять – сім разів, який не змінює свого розчинного колоїднодисперсного стану. Це рідина подібна до вершків 15–30% жирності, яка повністю розчиняється у воді і молочній сировині. Теплова обробка до 100°C не змінює його розчинності [6].

Комбінація кисломолочного продукту з полісахаридами рослинного походження стимулює ріст і активує корисну мікрофлору організму людини, посилює всмоктування кальцію. При виробництві функціональних напоїв запропоновано використовувати сироватко-полісахаридну фракцію (СПФ), яку отримують при розподіленні молока пектином. Встановлено, що СПФ сприяє збільшенню вмісту фосфоліпідів і зниженню рівня тригліцеридів, внаслідок чого зростає антиоксидантна активність крові, зменшується джерело утворення гідроперекисів, знижується кількість перекисних продуктів крові, що сприяє стабілізації клітинних мембран і підвищує стійкість організму до дії несприятливих факторів.

Перспективною сировиною для продуктів функціонального призначення визнано зернові культури та продукти їх переробки. Зародки і висівки пшениці багаті на мінеральні речовини – кальцій, фосфор, магній, залізо; вітаміни – токоферолі, тіамін, рибофлавін, піридоксин, ніацин, поліненасичені жирні кислоти.

Вуглеводи представлені у вигляді крохмалю, клітковини, геміцелюлози, лігніну, гумі та розчинних вуглеводів, до складу яких відноситься сахароза і вільні редуруючі цукри. Висівки вміщують велику кількість харчових волокон. Сполучення зернових компонентів з молочною основою значно підвищує харчову і біологічну цінність готового продукту.

При розробці кисломолочних функціональних продуктів використовували добавки з топінамбуру у вигляді порошоків подрібнених коренів топінамбуру, інуліну, фруктозо-глюкозного сиропу. Визначена оптимальна кількість добавок для йогуртів, ацидофіліну, сирної маси. Розроблені продукти мають однорідну консистенцію, приємний фруктовий присмак, кремовий колір, рН 4,1...4.6.

Таким чином, до основних шляхів розвитку молочної промисловості в теперішній час слід віднести впровадження нових технологій кисломолочних продуктів, які дають змогу гарантувати безпечність і високу якість продукції, а також підбір відповідних мікроорганізмів і рослинних інгредієнтів, що дозволить значно розширити асортимент ферментованих молочних продуктів функціональної спрямованості і задовольнити вимоги споживачів.

Виробництво структурованих продуктів, в тому числі кисломолочних десертних виробів, є одним з секторів молочної промисловості, який швидко і динамічно розвивається. Визначення стабілізуючої системи для певних молочних десертних продуктів достатньо складно, тому що необхідно приховувати комплекс різних факторів, таких як фізико-хімічні властивості сировини і готової продукції, взаємодію складових компонентів, органолептичні показники, безпечність, вартість, і зручність при використанні. Зростання попиту на молочні десертні продукти стимулює розробку і опановування нових технологій на багатьох молочних підприємствах [7].

Вітчизняні виробники молочних продуктів почали опановувати випуск нових на нашому ринку десертних продуктів з використанням стабілізаторів, які завозяться із-за кордону. Але конкуренція поступово збільшується, що спонукає до відмови від використання імпортованих стабілізуючих систем і перехід на більш дешеві вітчизняні аналоги.

Населення України відчуває гостру потребу в продуктах, збагачених БАД, вітамінами, особливо антиоксидантного ряду, мінеральними речовинами, харчовими волокнами, комплексами фенольних сполук, різними наповнювачами, які мають оздоровчі та лікувально-профілактичні властивості. Створення і виробництво нових видів комбінованих кисломолочних продуктів дозволяє розширити асортимент, максимально використати всі компоненти молока, вторинну молочну сировину і різні збагачуючі компоненти рослинного походження, які сприяють підвищенню імунного статусу організму людини.

Одним з перспективних напрямків створення функціональних кисломолочних ферментованих продуктів є розробка комплексних заквасок на основі консорціумів пробіотичних бактерій різних таксономічних груп, які більш стійкі до несприятливих факторів середовища і володіють більш високою активністю порівняно з заквасками, які виготовлені з використанням чистих монокультур.

Критеріями відбору штамів лакто- і біфідобактерій для заквашувальних композицій є їх біологічна активність, тобто здатність забезпечити прогнозований функціональний вплив на організм людини, а також технологічні параметри, які дозволять отримати десертні кисломолочні продукти з певними фізико-хімічними і реологічними властивостями [8].

Вибір біологічно активних штамів лакто- та біфідокультур для виробництва молочних ферментованих десертних продуктів здійснювали з числа штамів, які

знайшли широке використання при виробництві кисломолочних функціональних продуктів. Нами проведено дослідження лактобактерій, що культивуються на кафедрі харчових технологій та мікробіології Вінницького національного аграрного університету, для визначення штамів, які мають найбільшу здатність зброджувати лактозу, протеолітичну активність, стійкість до кухонної солі, фенолу та антибіотиків, а також дослідження, які пов'язані з визначенням оптимальних умов культивування молочнокислих бактерій при виробництві десертних ферментованих продуктів функціонального призначення [9].

Для цього використали штам *Lactococcus lactis ssp. lactis*, який широко застосовується при виробництві кисломолочних продуктів. Культивування молочнокислих бактерій проводили на стандартному рідкому середовищі. Облік результатів досліджень проводили шляхом вимірювання оптичної щільності рідких поживних середовищ в залежності від часу культивування на фотоелектроколориметрі КФК-3 за загально прийнятою схемою.

Результати визначення оптимальних умов вирощування мікроорганізмів в залежності від рН і температури наведено у табл. 1 та табл. 2.

Таблиця 1

Залежність росту *Lactococcus lactis ssp. lactis* від рН поживного середовища

рН	Кількість клітин мікроорганізмів, КУО10 ⁷ /1 см ³
5,5	275±3,3
6,0	288±23,2
6,5	475±3,5
7,0	496±26,0
7,5	450±21,4
8,5	10±4,5

Результати свідчать, що найбільший ріст молочнокислих бактерій *Lactococcus lactis ssp. lactis* – при рН 7,0 і температурі 37...40°C, мінімальний – при рН 8,5 і температурі 50°C. Лактоза, що міститься у молоці, є основною поживною речовиною для мікроорганізмів закваски. Нами проведено скринінг молочнокислих бактерій, які оцінювали за такими показниками як здатність зброджувати лактозу, рівень кислотоутворення та протеолітична активність.

Таблиця 2

Залежність росту *Lactococcus lactis ssp. lactis* від температури

Температура, °С	Кількість клітин мікроорганізмів, КУО 10 ⁷ в 1 см ³
32	203±35,5
37	495±7,1
40	461±18,4
45	161±18,4
50	19±1,2

В якості поживного середовища використовували знежирене молоко, стерилізоване при температурі (121±2)°С з витримкою (15±5) хв. Енергію кислотоутворення визначали за накопиченням молочної кислоти методом титрування розчином луку [10].

Результати проведених досліджень найбільш поширених штамів молочнокислих бактерій за кількістю зброженої за 24 год. лактози, рівнем кислотоутворення та кількістю життєздатних клітин мікроорганізмів наведено в табл. 3.

Серед досліджених нами штамів високий рівень споживання лактози спостерігається у *Lactobacillus acidophilus*, *L. delbrueckii ssp. bulgaricus*, *S. thermophilus*, що узгоджується з літературними даними. Відомо, що найбільший лактозозброжуючий потенціал мають термофільні молочнокислі стрептококи, серед яких найвищою β-галактозидазною активністю володіє використаний нами штам *Str. thermophiles*. Фермент β-галактозидаза термофільного стрептокока найбільш активно гідролізує лактозу молока при рН 6,7. Стимулюють активність β-галактозидази катіони молока [11].

Таблиця 3

Характеристика властивостей досліджених штамів лактобактерій

Вид лактобактерій	Кількість штамів	Кількість споживаної лактози, %	Рівень кислотоутворення, °Т	Кількість життєздатних клітин у згустку
<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i>	3	17,2±4,7	157,6±2,1	8,9±0,2
<i>Lactococcus lactis ssp. cremoris</i>	3	15,1±6,5	100,8±4,4	8,5±0,2
<i>Lactobacillus casei</i>	3	9,4±6,3	145,7±1,3	8,6±0,2
<i>Lactobacillus plantarum</i>	3	5,9±2,6	127,2±3,2	8,1±0,2
<i>S. thermophilus</i>	3	38,0±7,3	99,8±1,4	8,3±0,2
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	3	45,3±6,9	291,9±3,3	8,6±0,2
<i>L. delbrueckii ssp. bulgaricus</i>	3	40,5±7,1	305,0±5,1	8,4±0,2

При дії ферменту β-галактозидази на молочний цукор утворюються біфідогенні продукти, які підвищують активність біфідобактерій і стимулюють їх розвиток. Представлені данні свідчать, що всі досліджені штами придатні до розвитку у молоці.

Аналізуючи кислотоутворюючу здатність дослідних штамів молочнокислих бактерій, слід відзначити, що лактококи і стрептококи характеризуються високим рівнем кислотоутворення, але лактобацили *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* і *Lactobacillus acidophilus* перевищують інші молочнокислі бактерії за рівнем кислотоутворення. За даними фахівців, штами молочнокислих стрептококів *Lactococcus lactis ssp. lactis*, *Lactococcus lactis ssp. cremoris*, *S. thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* продукують переважно L(+) –молочну кислоту, яка є більш фізіологічно сприятливою для організму людини. Ацидофільні палички *Lactobacillus acidophilus* пригнічують шкідливу мікрофлору – сальмонели, стафілококи, тощо, внаслідок здатності продукувати антибіотики ацидофілія і лактоцидин, дія яких посилюється в присутності молочної кислоти [12].

Оцінку протеолізу білків зазначеними молочнокислими бактеріями визначали за приростом кількості вільних амінокислот у плазмі, після осадження білків молока 5,0% розчином трихлороцтової кислоти, відносно контролю – вмісту вільних амінокислот у стерилізованому молоці до процесу ферментації (табл. 4).

Таблиця 4

Протеолітична активність лактобактерій

Вид лактобактерій	Кількість досліджених штамів	Приріст вільних амінокислот у плазмі молока, %	
		циклічні	ациклічні
<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i>	3	15–85	17–58
<i>Lactococcus lactis ssp. cremoris</i>	3	1–35	(-3)–27
<i>Lactobacillus casei</i>	3	(-4)–16	98–175
<i>Lactobacillus plantarum</i>	3	45–60	101–187
<i>S. thermophilus</i>	3	(-24)–78	(-30)–115
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	3	22–154	191–673
<i>L. delbrueckii ssp. bulgaricus</i>	3	98–147	180–710

Наведені в табл. 4. дані свідчать, що досліджені штами лактобактерій мають різну протеолітичну активність. За думкою фахівців, сумарна кількість вільних амінокислот, що міститься у продукті, залежить від процесів протеолітичного розщеплення білків молока, тобто вивільнення амінокислот і пептидів, та одночасного їх споживання в процесі розвитку молочнокислих культур. Найбільший приріст вільних амінокислот спостерігається при ферментації молока лактобактеріями видів *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* і *L. Acidophilus* [12].

Серед досліджених штамів лактобактерій присутні такі, що знижують кількість вільних амінокислот, порівняно з початковим рівнем. Такі штами мікроорганізмів для розвитку у молоці потребують додаткового внесення азотовмісних сполук або сумісного використання з іншими молочнокислими культурами, які володіють значною протеолітичною активністю, такими як *L. acidophilus* або *L. delbrueckii ssp. bulgaricus*. Результати проведених нами пошуків свідчать, що всі досліджені штами молочнокислих бактерій здатні розвиватися у молоці, мають високу активність до зброджування лактози та протеолізу білків молока. Значний вплив на життєздатність лакто- та біфідокультур, які надходять з молочними ферментованими продуктами до організму людини, має травна система. Тому, поряд з визначенням кількості зродженої лактози, здатністю до кислотоутворення і протеолітичною активністю молочнокислі бактерії оцінювались нами за стійкістю до умов інгібіторів їх росту – шлункового соку, жовчі, фенолу, хлориду натрію та антибіотиків [13]. Встановлено, що всі дослідні штами лактобактерій мають стійкість до інгібіторів їх розвитку: кислого середовища, характерного для рН шлунку (рН 2,0), 40% жовчі, 0,3% розчину фенолу, 4,0% кухонної солі, пеніциліну і стрептоміцину, фагочутливість їх знаходиться на рівні 1,33%. Враховуючи відомості щодо видового складу мікрофлори шлунково-кишкового тракту людини, а також досвід з використання чистих культур при виробництві продуктів спеціального призначення [14], нами для отримання симбіотичних систем і використання їх при створенні ферментованих десертних продуктів функціонального призначення були вибрані кілька штамів біфідобактерій – *Bifidobacterium bifidum* 791, *Bifidobacterium longum subsp. longum* B 379 M, *Bifidobacterium adolescentis* B-1. Проведено дослідження вказаних штамів біфідобактерій на стійкість до інгібіторів росту, а також їх технологічних властивостей за такими показниками, як активність ферментації молока, енергія кислотоутворення, активна кислотність після ферментації (рН), кількість життєздатних клітин у згустку. В роботі використали

стерилізоване знежирене молоко, яке нагрівали до температури 40°C, очищували, нагрівали до температури 65°C, гомогенізували при тиску P=15 МПа, стерилізували при температурі (121±2)°C з витримкою (15±5) хв., охолоджували до температури заквашування – (37±1)°C і вносили закваску з чистих культур біфідобактерій у кількості 5,0%, яка містить 1×10^7 КУО/см³, та проводили ферментацію при температурі (37±1)°C. Результати проведеної перевірки вибраних видів біфідобактерій на стійкість до інгібіторів росту наведені у табл. 5.

Таблиця 5

Стійкість досліджених штамів біфідобактерій до інгібіторів росту

Вид біфідобактерій	pH 2 од.	Ph 9 од.	40% жовчі	0,4% фенолу	4,5% NaCl
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	+	+	+	+	+
<i>Bifidobacterium longum subsp.</i>	+	+	+	+	+
<i>Bifidobacterium adolescentis</i>	+	+	+	+	+

Примітка: «+» – позитивний результат, «-» – негативний результат.

Нами встановлено, що дослідні штами біфідобактерій в процесі розвитку мають стійкість до високої концентрації жовчі, фенолу, низьких та високих показників рН, а також не утворюють каталазу і сірководень, не відновлюють нітрати і нітроти, не розріджують желатину. Враховуючи, що між штамми біфідобактерій можливий синергізм, внаслідок чого при їх сумісному використанні можуть покращитися їх технологічні властивості, нами проведені дослідження з визначення можливості використання досліджених штамів біфідобактерій у консорціумі співвідношення 1:1:1 із вмістом біфідобактерій кожного штаму 1×10^4 КУО/см³. Дослідження технологічних властивостей вибраних штамів біфідобактерій та їх консорціуму проводили за такими показниками, як активність ферментації молока, енергія кислотоутворення, активна кислотність після ферментації (рН), кількість життєздатних клітин у згустку (табл. 6).

Таблиця 6

Технологічні властивості дослідних штамів біфідобактерій

Вид біфідобактерій	Активність ферментації, год.	Активна кислотність, рН	Енергія кислотоутворення за час ферментації	Кількість життєздатних клітин у згустку, Lg КУО/см ³
<i>B. bifidum</i>	49±3	4,8±0,2	63±4	8,1±0,2
<i>B. longum</i>	48±5	4,8±0,2	61±2	7,9±0,2
<i>B. adolescentis</i>	49±4	4,7±0,2	64±3	7,8±0,2
Консорціум	32±2	4,7±0,1	66±3	8,9±0,1

Результати експериментів показали, що всі досліджені штами біфідобактерій, а також їх консорціум, дуже повільно ферментують молоко і утворюють нещільні згустки з відокремленням сироватки. Отримані згустки мають низькі показники титрованої кислотності і рН. Це можливо пояснити тим, що при ферментації лактози, як встановлено рядом дослідників [1], біфідобактерії разом з молочною кислотою накопичують також оцтову кислоту (до 30..40%), яка має значно вищий ступінь дисоціації, що призводить до зниження активної кислотності молока.

Іони водню, які утворюються внаслідок дисоціації молочної та оцтової кислот, приєднуються до вільних карбоксильних груп кислот і кислотних груп фосфорної кислоти казеїну, придушують їх дисоціацію і тим самим знижують від'ємний заряд міцел казеїну. Під дією молочної і оцтової кислот відбувається дестабілізація міцели казеїну внаслідок відщеплення від казеїнат кальцій фосфатного комплексу і переходу у плазму фосфату кальцію та органічного кальцію, які є його структурними елементами. Фосфат кальцію під дією молочної і оцтової кислот переходить із нерозчинного стану у розчинний лактат кальцію. Таким чином отримані нами дані свідчать, що біфідобактерії здатні розвиватися в присутності лактози, накопичувати біомасу і знижувати активну кислотність молока.

Для визначення стійкості отриманого нами консорціум біфідобактерій до несприятливих умов кислотності шлунку та в залежності від тривалості зберігання готової продукції, опираючись на результати дослідів фахівців з визначення стійкості окремих видів біфідобактерій в умовах наближених до шлунку (соляна кислота рН 2,0 і рН 3,0), а також в умовах зберігання готової продукції (молочна кислота рН 3,0 і рН 4), нами проведено дослідження з визначення життєздатності клітин отриманого консорціуму біфідобактерій до аналогічних несприятливих умов, використовуючи обрану фахівцями тривалість витримки: при використанні НС1 – 5,0 годин, при використанні молочної кислоти – 24 год. В якості контролю використали стерилізоване заквашене молоко [14].

Дослідження показали, що кількість життєздатних клітин біфідобактерій консорціуму протягом 5 годин зберігання в присутності соляної кислоти поступово зменшується. Але слід відзначити, що порівняно з контролем кількість життєздатних клітин біфідобактерій консорціуму втрачається на рівні (%): протягом першої години зберігання при рН 3,0 – 0, другої – 0,6, третьої – 1,7, четвертої – 2,5, п'ятої – 5,2; при рН 2,0, відповідно [20]. Втрати життєздатних клітин біфідобактерій у консорціумі після п'яти годин зберігання при рН 2,0 майже в 2 рази більше, ніж при рН 3,0.

Висновки. Отримані результати свідчать, що створення консорціумів з окремих штамів біфідобактерій дозволяє значно покращити технологічні властивості біфідобактерій, якщо при використанні окремих культур згустки утворювались через 48...49 годин, то при використанні консорціуму біфідобактерій термін утворення згустків скоротився до 28...32 годин, а кількість життєздатних клітин підвищується у середньому в 3...4 рази, що вказує на відсутність взаємного пригнічення використаних штамів біфідобактерій консорціуму, а також на те, що використані штами біфідобактерій у консорціумі стимулюють розвиток одне одного. При цьому органолептичні показники отриманих кисломолочних згустків не змінюються.

Отже можна зробити висновок, що для розвитку чистих культур біфідобактерій необхідні біфідостимулюючі фактори, а також мікроорганізми, які здатні в процесі життєдіяльності збагатити поживне середовище доступними для них азотистими та іншими поживними речовинами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Берник І. М., Новгородська Н. В., Соломон А. М., Овсієнко С. М., Бондар М. М. Інноваційні технології харчових виробництв: монографія. Вінниця : Видавець ФОП Кушнір Ю. В., 2022. 300 с.
2. Соломон А.М., Новгородська Н.В., Бондар М.М. Кисломолочні десерти з подовженим терміном зберігання : монографія. Вінниця : РВВ ВНАУ, 2019. 155 с.

3. Капрельянц Л.В. Функциональные продукты питания: современное состояние и перспективы развития. *Продукты и ингредиенты*. 2004. № 1. С. 22–24.
4. Капрельянц Л.В., Иоргачова К.Г. Функціональні продукти. Одеса, 2003. 312 с.
5. Капрельянц Л.В., Шерстобитов В.В., Рекичанская Л.В. Углеводные пребиотические вещества из сои. *Зерновые продукты и комбикорма*. 2005. № 2. С. 18–20.
6. Соломон А.М., Полевода Ю.А. Кисломолочні десерти збагачені біфідобактеріями. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 2 (105). С. 66–74.
7. Власенко В.В., Соломон А.М., Паулина Я.Б. Сучасний стан та перспективи виробництва кисломолочних продуктів функціонального призначення. *Харчова наука і технологія. Харчова наука і технол.* № 4 (9). 2009. С. 21–23.
8. Solomon A., Bondar M., Dyakonova A. Substantiation of the technology for fermented sour-milk desserts with bifidogenic properties. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1/11 (97). P. 6–16.
9. Соломон А.М., Бондар М.М. Fermented desserts of functional purpose using vegetables. *Аграрна наука та харчові технології : збірник наукових праць*. 2018. № 3 (102). С. 168–179.
10. Соломон А.М., Полевода Ю.А. Пробиотики і їх роль у виробництві кисломолочних продуктів спеціального призначення. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 3 (106). С. 56–65.
11. Соломон А.М., Новгородська Н.В., Бондар М.М. Молочні десертні продукти. Вінниця, 2019. 155 с.
12. Соломон А.М. Роль біфідобактерій при виробництві функціональних продуктів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2023. Т. 25. № 99. С. 21–27.
13. Semko T., Palamarchuk V., Ivanishcheva O., Vasylyshyna O., Andrusenko N., Kryzhak L., Pahomska O., Solomon A. The production of the innovative craft cheese “Anchan”. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2022. Vol. 16. P. 705–720.
14. Соломон А.М. Нові аспекти виробництва кисломолочних продуктів з пробіотичними властивостями. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2022. Т. 24. № 98. С. 50–56.

REFERENCES:

1. Bernyk I. M., Novgorodska N. V., Solomon A. M., Ovsienko S. M., Bondar M. M. (2022). Innovatsiyni tekhnolohiyi kharchovykh vyrobnystv. [Innovative technologies of food production]. Monohrafiya. [Monograph]. Vinnytsia: Yu. V. Kushnir Publishing House. 300 p. [in Ukrainian].
2. Solomon A.M., Novgorodska N.V., Bondar M.M. (2019). Kyslomolochni deserty z podovzhenym terminom zberihannya. [Sour milk desserts with extended shelf life] [Monograph]. Vinnytsia: RVV VNAU, 155 p. [in Ukrainian].
3. Kapreliants L.V. (2004). Funktsyonalnye produktu pytanyia: sovremennoe sostoianye y perspektyvu razvytyia. [Functional food: current status and development prospects.]. Produktu & inhredyentu. [Products & Ingredients]. № 1. P. 22–24. [in Russian].
4. Kapreliants L.V., Iorhachova K.H. (2003). Funktsionalni produkty. [Functional products]. 312 s. [in Ukrainian].
5. Kaprelyants L.V., Sherstobitov V.V., Rekichanskaya L.V. (2005.) Uglevodnyye prebioticheskiye veshchestva iz soi. [Carbohydrate prebiotic substances from soy]. Zernovyye produkty i kombikorma. [Grain products and mixed feed]. No. 2. P. 18–20. [in Russian].
6. Solomon A.M, Polevoda Yu. A. (2019). Kyslomolochni deserty zbahacheni bifidobakteriyamy. [Sour-milk desserts enriched with bifidobacteria]. Tekhnika, enerhetyka, transport APK. [Technics, energy, transport of the agro-industrial complex]. No. 2 (105). P. 66–74. [in Ukrainian].

7. Vlasenko V.V., Solomon A.M, Paulina Ya.B. (2009). Suchasnyy stan ta perspektyvy vyrobnytstva kyslomolochnykh produktiv funktsional'noho pryznachennya [Current state and prospects of production of functional dairy products.]. *Kharchova nauka i tekhnol. [Food science and technology].* № 4 (9). P. 21–23. [in Ukrainian].

8. Solomon A., Bondar M., Dyakonova A. (2019). Obgruntuvannya tekhnolohiyi pryhotuvannya kyslomolochnykh desertiv iz bifidohennymy vlastyvostyamy. [Substantiation of the technology for fermented sourmilk desserts with bifidogenic properties]. [in Ukrainian].

9. Solomon A. M., Bondar N. N. (2018). Fermented desserts of functional purpose using vegetables. [Fermented desserts of functional purpose using vegetables]. *Zbirnyk naukovykh prats' "Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohiyi"* [Collection of scientific papers "Agricultural science and food technologies"]. No. 3 (102). P. 168–179. [in Ukrainian].

10. Solomon AM, Polevoda Yu. A. (2019). Probiotyky i yikh rol' u vyrobnytstvi kyslomolochnykh produktiv spetsial'noho pryznachennya. [Probiotics and their role in the production of fermented milk products for special purposes]. *Tekhnika, enerhetyka, transport APK. [Technics, energy, transport of the agro-industrial complex].* No. 3 (106). P. 56–65. [in Ukrainian].

11. Solomon A.M., Novhorodska N.V. Bondar M.M. (2019). Molochni desertni produkty. [Dairy dessert products.]. *Monohrafiya. [Monographs].* Vinnytsya. P. 155. [in Ukrainian].

12. Solomon A.M. (2023). Rolbifidobakteriy pry vyrobnytstvi funktsional'nykh produktiv. [The role of bifidobacteria in the production of functional products]. *Naukovyy visnyk L'vivs'koho natsional'noho universytetu veterynarnoyi medytsyny ta biotekhnolohiy imeni S.Z. Gzhyts'koho. Seriya: Kharchovi tekhnolohiyi.* [Scientific Bulletin of S.Z. Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology. Gzhitskyi. Series: Food technologies]. Vol. 25. No. 99. P. 21–27. [in Ukrainian].

13. Semko T., Palamarchuk V., Ivanishcheva O., Vasylyshyna O., Andrusenko N., Kryzhak L., Pahomska O., Solomon A. (2022). The production of the innovative craft cheese "Anchan". [The production of the innovative craft cheese "Anchan"]. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences.* [Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences]. Vol. 16. P. 705–720.

14. Solomon A.M. (2022). Novi aspekty vyrobnytstva kyslomolochnykh produktiv z probiotechymy vlastyvostyamy. [New aspects of the production of fermented milk products with probiotic properties]. *Naukovyy visnyk L'vivs'koho natsional'noho universytetu veterynarnoyi medytsyny ta biotekhnolohiy imeni S.Z. Gzhyts'koho. Seriya: Sil'skohospodars'ki nauky.* [Scientific Bulletin of S.Z. Gzhitsky Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology. Series: Agricultural sciences]. Vol. 24. No. 98. P. 50–56.