

УДК 637.146:613.98

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.6.21>

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ПРОБІОТИЧНОЇ СКЛАДОВОЇ У ВИРОБНИЦТВІ ПРОДУКТІВ З ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

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

Слободяник І. С. – головний інженер ТОВ «Агрона Фрут Україна»
ORCID ID: 0009-0000-5913-313X

Коваль Є. – інженер ПП «Еко-молпродукт»
ORCID ID: 0009-0004-4007-9902

Згідно до сучасної концепції здорового харчування, що базується на теорії збалансованого харчування, потреби організму в енергії, поживних, біологічних та фізіологічно цінних речовинах, які людина повинна отримувати з їжею, змінюються в залежності від віку, статі, фізіологічного стану організму та фізичного навантаження. Все це призводить до зниження імунітету, порушення функцій травлення, збільшення числа людей, що страждають на алергію, цукровий діабет та інші захворювання, які пов'язані з порушенням обмінних процесів в організмі людини. Тому збалансоване і оздоровче харчування є важливою умовою для оптимального фізичного і розумового розвитку людини, підтримки його тривалої працездатності, підвищення здатності організму протистояти впливу несприятливих факторів зовнішнього середовища. Повноцінне та здорове харчування відносяться до найважливіших умов збереження життя і здоров'я людини. Розробка нових функціональних продуктів, які здатні покращити здоров'я людини, подовжити її працездатність і тривалість повноцінного життя, є одним з актуальних напрямків розвитку харчової науки в Україні і світі. Особлива увага приділяється питанню оздоровлення кишкової мікрофлори, яка відіграє важливу роль у відновленні порушених обмінних процесів в організмі і зміцненні здоров'я людини. Для нормального функціонування організму і забезпечення активної життєдіяльності, людину необхідно забезпечити повноцінними збалансованими продуктами харчування. Основні вимоги до таких продуктів харчування базуються на використанні натуральної сировини з високим вмістом біологічно активних і фізіологічно необхідних речовин, таких як вітаміни, мінеральні речовини, харчові волокна, фенольні сполуки, поліненасичені жирні кислоти.

Ключові слова: кисломолочні продукти, біфідобактерії, пробіотики, пребіотики, симбіотики, оздоровче харчування.

Solomon A. N., Slobodanyk I. S., Koval Ye. Promising directions of probiotic composition in the production of products with functional properties

According to the modern concept of healthy nutrition, based on the theory of balanced nutrition, the body's needs for energy, nutrients, biological and physiologically valuable substances that a person should receive from food vary depending on age, gender, the physiological state of the body and physical activity. All this leads to a decrease in immunity, impaired digestive functions, an increase in the number of people suffering from allergies, diabetes mellitus and other diseases that are associated with metabolic disorders in the human body. Therefore, a balanced and healthy diet is an important condition for the optimal physical and mental development of a person, maintaining his long-term performance, and increasing the body's ability to withstand the effects of adverse environmental factors. A nutritious and healthy diet is one of the most important conditions for preserving human life and health. The development of new functional products that can improve human health, prolong their working capacity and life expectancy

is one of the current directions in the development of food science in Ukraine and the world. Particular attention is paid to the issue of improving the intestinal microflora, which plays an important role in restoring impaired metabolic processes in the body and strengthening human health. For the normal functioning of the body and ensuring the active functioning of a person, it is necessary to provide complete, balanced food. The basic requirements of such food products are based on the use of natural raw materials with a high content of biologically active and physiologically necessary substances, such as vitamins, minerals, dietary fiber, phenolic compounds, and polyunsaturated fatty acids.

Key words: fermented milk products, bifidobacteria, probiotics, prebiotics, symbiotics, health food.

Постановка проблеми. Молоко і молочні продукти за своїм складом відносяться до найцінніших продуктів харчування. З продуктами переробки молока людина отримує не менше третини всіх харчових речовин, які необхідні для її повноцінного життя і повинні потрапляти в організм з продуктами харчування.

Світові тенденції в області харчування пов'язані з раціональним корегуванням хімічного складу молочних продуктів, калорійності, підвищенням біологічної цінності, розробкою продуктів збагачених функціональними інгредієнтами, які здатні зберігати і покращувати здоров'я споживачів.

Основні принципи концепції здорового харчування вимагають сучасного підходу до створення функціональних продуктів, які повинні задовольняти потреби організму людини в харчових, біологічно і фізіологічно цінних речовинах, сприяти профілактиці захворювань, збереженню здоров'я, подовженню працездатності та тривалості життя. Розширення асортименту кисломолочних ферментованих продуктів базується на розробці технологій з використанням нових видів натуральної біологічно цінної сировини, що дозволяє надати продуктам певних оздоровчих і лікувально-профілактичних властивостей, які користуються постійно зростаючим попитом у населення країни. Для кращого засвоєння та надання певних смакових і лікувально-профілактичних властивостей застосовують різноманітні фітодобавки, продукти переробки – пребіотики. Варто зазначити, що на тепер асортимент кисломолочних ферментованих продуктів представлений в основному напоями функціонального призначення, серед яких особливою популярністю користуються йогурти.

Формування цілей статті. Метою даної роботи є наукове обґрунтування виробництва кисломолочних ферментованих продуктів функціонального призначення, збагачених біфідобактеріями.

Виклад основного матеріалу. Якісне харчування є одним з головних факторів забезпечення здоров'я людини. Споживачі починають все більше уваги приділяти функціональним продуктам харчування, тобто їх здатності зменшувати загрозу захворювання людини найбільш поширеними хворобами цивілізації – діабетом, серцево-судинними, алергією, шлунково-кишковими. 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*).

Біфідобактерії – одна з найбільш важливих груп мікроорганізмів кишкового тракту, які домінують у анаеробній флорі товстої кишки [1]. Міжнародна молочна федерація називає біопродуктами такі суміші, в яких міститься не менше $1 \cdot 10^6$ біфідобактерій в 1 см^3 [2]. Слід відзначити, що для більшості мікроорганізмів, які

є представниками нормальної мікрофлори кишкового тракту людини, молоко є несприятливим середовищем для їх розвитку. Це пов'язано з тим, що в молоці практично відсутні необхідні для розвитку мікроорганізмів низькомолекулярні сполуки, такі як вільні амінокислоти, моноцукри тощо, а також з тим, що більшість бактерій роду *Lactobacillus*, *Lactococcus* і *Bifidobacterium* відносяться до облигатних анаеробів, на які негативно діє розчинений в молоці кисень повітря. Тому біфідобактерії, які відносяться до анаеробів, в молоці розвиваються дуже повільно.

Фахівцями досліджено можливість сумісного використання біфідо- і лактобактерій. Визначено, що значна кількість видів молочнокислих стрептококів і паличок стимулюють ріст біфідофлори в молоці, сприяють збільшенню кількості активних клітин біфідобактерій та інтенсивному накопиченню продуктів їх метаболізму.

Біфідобактерії приймають активну участь у поновленні нормальної мікрофлори кишечника при кишково-шлункових захворюваннях та після лікування антибіотиками. Для стимулювання їх розвитку необхідно використовувати адаптовані до молока штами біфідобактерій, забезпечити необхідний склад поживного середовища і стимуляторів росту для їх розвитку, а також культивувати їх разом з молочнокислими бактеріями, які володіють високою β -галактозидазною активністю, за рахунок якої підвищується власна β -галактозидазна активність біфідобактерій [3].

Необхідно визначити склад високоефективних культур мікроорганізмів, які поряд з високою продуктивністю, володіють високою та різноманітною біохімічною активністю. Правильний вибір біологічно активних штамів біфідо- та лактокультур для виробництва ферментованих молочних продуктів дозволяють отримати якість, що відповідає вимогам нормативних документів за органолептичними і фізико-хімічними показниками.

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 [4].

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.

Для цього використали штам *Lactococcus lactis ssp. lactis*, який широко застосовується при виробництві кисломолочних продуктів.

Результати визначення оптимальних умов вирощування мікроорганізмів в залежності від рН наведено на рисунках 1.

Лактоза, що міститься у молоці, є основною поживною речовиною для мікроорганізмів закваски.

Відомо, що найбільший лактозозброджуючий потенціал мають термофільні молочнокислі стрептококи, серед яких найвищою β -галактозидазною активністю володіє використаний нами штам *Str. thermophilus* СТ-14 [6].

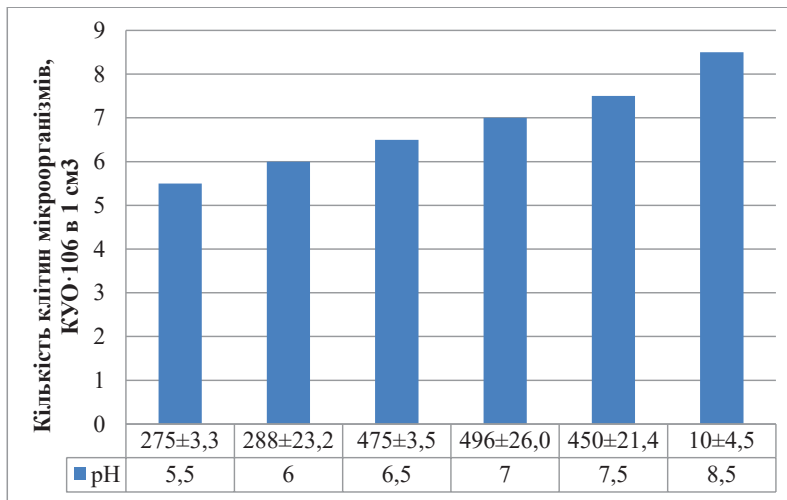


Рис. 1. Залежність росту *Lactococcus lactis ssp. lactis* від рН поживного середовища

Фермент β-галактозидаза термофільного стрептокока найбільш активно гідролізує лактозу молока при рН 6,7. Стимулюють активність β-галактозидази катіони молока. При дії ферменту β-галактозидази на молочний цукор утворюються біфідогенні продукти, які підвищують активність біфідобактерій і стимулюють їх розвиток [7].

Аналізуючи кислотоутворюючу здатність дослідних штамів молочно-кислих 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 [10]. Ацидофільні палички *Lactobacillus acidophilus* пригнічують шкідливу мікрофлору – сальмонели, стафілококи, тощо, внаслідок здатності продукувати антибіотики ацидофілін і лактоцидин, дія яких посилюється в присутності молочної кислоти [5].

Найбільший приріст вільних амінокислот спостерігається при ферментації молока лактобактеріями видів *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* і *L. acidophilus*. 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 [8].

Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій в отриманих згустках від масової частки лактулози наведено на рис. 2.

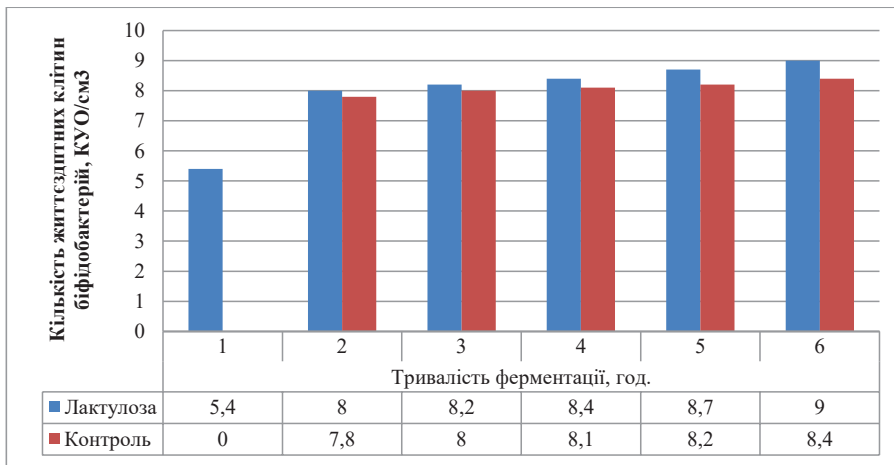


Рис. 2. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій у згустках від тривалості ферментації та дози біфідостимуляторів, %: 1 – контроль, 2 – лактулоза

Це свідчить, що кількість біфідобактерій, яка утворюється в присутності 0,1 % біфідостимуляторів, здатна забезпечити пробіотичний ефект впливу на організм людини.

Лактулоза вважається найбільш дослідженим пребіотиком у світі. Доведено, що лактулоза є високоактивним біфідогенним фактором, який значно покращує мікробіоценоз кишечника, збільшуючи чисельність біфідобактерій і зменшуючи чисельність умовно-патогенної мікрофлори [8]. Її здатність відновлювати і підтримувати ріст біфідобактерій доведена багаточисельними дослідженнями вітчизняних і закордонних вчених. Лактулоза не перетравлюється у верхньому відділку шлунково-кишкового тракту, а надходить в товсту кишку у незмінному вигляді, де слугує стимулятором росту і розвитку власної корисної мікрофлори кишечника.

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 [11].

Висновки. Продукти життєдіяльності лактобактерій здатні забезпечити необхідний склад поживного середовища для стимуляції росту та розвитку біфідобактерій у молоці, а також надавати продукту певних смакових і лікувально-профілактичних властивостей.

Встановлено, що при використанні композиції консорціумів лакто- і біфідобактерій, енергія кислотоутворення композиції, порівняно з консорціумом біфідобактерій, зростає, але зменшується порівняно з консорціумом лактобактерій, що сприяє росту і розвитку біфідобактерій.

Таким чином, комбінація компонентів тваринного і рослинного походження дозволяє створювати продукти харчування оздоровчої, дієтичної спрямованості з підвищеною харчовою цінністю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Соломон А.М., Полевода Ю.А. Кисломолочні десерти збагачені біфідобактеріями. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 2 (105). С. 66-74.2.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. Капрельянц Л.В., Іоргачова К.Г. Функціональні продукти. Одеса, 2003. 312 с.
6. Соломон А.М., Новгородська Н.В., Бондар М.М. Кисломолочні десерти з подовженим терміном зберігання: Монографія. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2019. 155 с.
7. Соломон А.М., Бондар М.М. Fermented desserts of functional purpose using vegetables. *Збірник наукових праць «Аграрна наука та харчові технології»*. 2018. № 3 (102). С. 168-179.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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. 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].
2. 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].
3. 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].
4. Bernyk I. M., Novgorodska N. V., Solomon A. M., Ovsienko S. M., Bondar M. M. (2022). Innovatsiyni tekhnolohiyi kharchovykh vyrobnytstv. [Innovative technologies of food production]. *Monohrafiya*. [Monograph]. Vinnytsia: Yu.V. Kushnir Publishing House. 300 p. [in Ukrainian].
5. Kapreliants L.V., Iorhachova K.H. (2003). Funktsionalni produkty. [Functional products]. 312 s. [in Ukrainian].
6. 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].

7. 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].

8. 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].

9. 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].

10. 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. [in Ukrainian].

11. Solomon A.M. (2022). Novi aspekty vyrobnytstva kyslomolochnykh produktiv z probiotychnymy 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's'kohospodars'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. [in Ukrainian].