

References

- [1.] Dudarenko M., Xazhanecz` O. (2023). Vy`kory`stannya metodologiyi NASR pry` vy`robny`chzty kavy` v zernax natural`noyi. Zbirny`k naukovy`x pracz` molody`x ucheny`x, aspirantiv ta studentiv / Odes. nacz. texnol. un-t; gol. red. L. V. Ivanchenkova. Odesa. 158-159.
- [2.] Zakon Ukrainy` «Pro osnovni pry`ncy`py` ta vy`mogy` do bezpechnosti ta yakosti xarchovy`x produktiv» [Elektronny`j resurs]. Rezhym` dostupy: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2809-15#Text>. Data zvernennya 30.09.2023 r.
- [3.] Pro vnesennya zmin do Zakonu Ukrainy` "Pro yakist` ta bezpeku xarchovy`x produktiv ta prodovol`choyi sy`rovy`ny`" [Elektronny`j resurs]. Rezhym` dostupy: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2809-15#Text> . Data zvernennya 30.09.2023 r.
- [4.] Food safety and quality. FAO's role. [Elektronny`j resurs]. Rezhym` dostupy: <https://www.fao.org/food-safety/en/> Data zvernennya 29.09.2023 r.
- [5.] Food safety and quality. Background. [Elektronny`j resurs]. Rezhym` dostupy: <https://www.fao.org/food-safety/background/en/> . Data zvernennya 25.09.2023 r.
- [6.] Food safety and quality. Food safety and quality [Elektronny`j resurs]. Rezhym` dostupy: <https://www.fao.org/food-safety/background/en/>. Data zvernennya 25.09.2023 r.
- [7.] Food safety and quality. Scientific advice [Elektronny`j resurs]. Rezhym` dostupy: <https://www.fao.org/food-safety/background/en/>. Data zvernennya 29.09.2023 r.
- [8.] Food safety and quality. Incidents, emergencies, crises [Elektronny`j resurs]. Rezhym` dostupy: <https://www.fao.org/food-safety/background/en/>. Data zvernennya 27.09.2023 r.
- [9.] Bezpechnist` xarchovy`x produktiv – ody`n z golovny`x priority`tetiv polity`ky` Yevropejs`kogo Soyuzu [Elektronny`j resurs]. Rezhym` dostupy: <https://dp.dpss.gov.ua/news/bezpechnist-harchovih-produktiv-odin-z-golovnih-prioritytetiv-politiki-yevropejskogo-soyuzu> Data zvernennya 25.09.2023 r.
- [10.] Bezpeka xarchovy`x produktiv – ce vazhly`vo. [Elektronny`j resurs]. Rezhym` dostupy: <https://www.phc.org.ua/news/bezpeka-kharchovikh-produktiv-ce-vazhlyvo> . Data zvernennya 30.09.2023 r.
- [11.] Shho take bezpechnist` ta yakist` produktiv, i xto za shho vidpovidaye? [Elektronny`j resurs]. Rezhym` dostupy: <https://hromadske.radio/publications/shcho-take-bezpechnist-ta-yakist-produktiv-i-hto-za-shcho-vidpovidaye>. Data zvernennya 29.09.2023 r.
- [12.] Bezpechnist` xarchovy`x produktiv – vazhly`va umova garantuvannya prodovol`choyi bezpeky` [Elektronny`j resurs]. Rezhym` dostupy: <https://blagodatnenska-gromada.gov.ua/news/1623307665/>. Data zvernennya 29.09.2023 r.

Отримано в редакцію 11.06.2023
Прийнято до друку 26.09.2023

Received 11.06.2023
Approved 26.09.2023

УДК 637.35:579.61:579.864.11
DOI:

ВИБІР ПРОБІОТИЧНИХ КУЛЬТУР *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОБІОТИЧНИХ СИРІВ

Клименко О.Г., аспірантка 2 курсу навчання, Ткаченко Н.А, д-р техн. наук, професор,
Одеський національний технологічний університет

Copyright © 2024 by author and the journal "Scientific Works".

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

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



Анотація. Стаття присвячена скринінгу пробіотичних культур *Lactobacillus acidophilus* для виробництва пробіотичних сирів, які користуються попитом на споживчому ринку України.

Визначено, що монокультури *L. acidophilus* La-5 та *L. acidophilus* LA 02 стійкі до кислого середовища, характерного для рН шлунку, розчину жовчі з масовою часткою 40 %, 0,3 %-вого розчину фенолу та хлористого натрію. Встановлено, що швидкість відмирання клітин *L. acidophilus* La-5 та *L. acidophilus* LA 02 при рН=3,0 од. склала 0,23 і 0,32 год⁻¹ відповідно протягом перших 3 год експозиції, а також 0,34 і 0,40 год⁻¹ відповідно – при експозиції від 3 до 5 годин. При підвищенні концентрації HCl до рН=2,0 од. популяції *L. acidophilus* La-5 та *L. acidophilus* LA 02 за 5 год експозиції зменшились на 25,0 та 23,9 %, відповідно.

Визначено, що протягом 24 годин експозиції монокультур *L. acidophilus* La-5 та *L. acidophilus* LA 02 у присутності молочної кислоти при рН=4,0 од. відбулося зменшення популяції на 0,3 і 0,12 год⁻¹

відповідно; при підвищенні концентрації молочної кислоти до $pH=3,0$ од. популяції *L. acidophilus* La-5 та *L. acidophilus* LA 02 за 24 години експозиції зменшилися на 4,54% та 4,49% відповідно, що свідчить про здатність обох культур виживати в умовах, характерних для сирів.

Показано високу антагоністичну активність монокультур *L. acidophilus* La-5 та *L. acidophilus* LA 02 по відношенню до патогенних (*St. aureus*), умовно-патогенних (*E. coli*) бактерій та до залишкової мікрофлори пастеризованого молока (*Bac. subtilis*), що свідчить про їх потенціал для використання у виробництві ферментованих молочних продуктів, зокрема пробіотичних сирів, з метою корегування дисфункцій травної системи споживача.

Визначено, що обидва досліджені штами *L. acidophilus* мають прийнятні технологічні властивості, що дозволяє рекомендувати їх для виробництва ферментованих пробіотичних молочних продуктів. З огляду на високу енергію кислотоутворення культури *L. acidophilus* LA 02 у технологіях цільових пробіотичних сирів рекомендовано застосовувати пробіотичну культуру *L. acidophilus* La-5 у складі бакконцентрату безпосереднього внесення FD DVS La-5.

Ключові слова: пробіотик; сир; монокультура *L. acidophilus*; інгібітор росту; хлороводнева кислота; молочна кислота; фенол; жовч; антагоністична активність; технологічний потенціал.

У всіх країнах світу сформульована державна політика у сфері харчування, сучасні уявлення про роль харчових продуктів стали складовою нової стратегії здоров'я – це особлива категорія продуктів. Продукти для здорового харчування – це продукти, які відрізняються від продуктів, просто збагачених вітамінами, мінеральними речовинами, іншими дієтичними добавками. Вирішення пріоритетного для України завдання – збереження та довготривале підтримання на належному рівні стану здоров'я населення, подовження активного творчого довголіття і тривалості життя – безпосередньо пов'язано із розробленням, виробництвом та використанням принципово нового покоління харчових продуктів – оздоровчих, профілактичних, спеціальних тощо, які адекватні потребам людини [1].

В останні десятиліття зусилля медиків та технологів спрямовані на обґрунтування, розроблення та виробництво нових харчових продуктів, які не тільки задовольняють потреби людини в енергії, пластичних матеріалах, поживних речовинах, але й надають пробіотичні, імуномодулюючі, біорегуляторні, реабілітаційні та інші позитивні фізіологічні впливи на всі органи, системи та функції організму. Такі продукти отримали назву функціональних харчових продуктів [2, 3]. Особливу категорію сьогодні представляють пробіотичні харчові продукти, спрямовані на нормалізацію та відновлення функцій кишечника людини [2–13]. Формування і розвиток ринку пробіотичних харчових продуктів в Україні має вагомое значення, оскільки на дисбактеріоз кишківника, за даними наукових досліджень [2–3], сьогодні хворіють 75–90 % населення.

Практично будь-який ферментований молочний продукт сучасного харчового раціону може бути модифікований у пробіотичний за умови виконання основних принципів збагачення, а саме: вміст пробіотичних бактерій у продукті, за рекомендаціями передових науковців України [2–3, 14–15], повинен на порядок-два перевищувати той, який рекомендований нормативними документами України сьогодні. Так, вміст життєздатних клітин пробіотичних бактерій за [16] у біопродуктах повинен складати не менше 1×10^7 КУО/г готового продукту на останній день зберігання. Слід зазначити, що згідно з Законом України про органічну продукцію [17], не можна додавати у назву продукту слово «біо» для продукції, яка не підпадає під дію зазначеного Закону. Оскільки не можна виробляти біопродукти, на споживчому з'явилось чимало біфідопродуктів. На термін «біфідопродукт» чіткого визначення у законодавстві України немає. Існує тільки чітке поняття «біфідойогурт»: згідно ДСТУ 4343:2004 [18] біфідойогурт це біфідопродукт на основі йогурту, який додатково містить *Bifidobacterium* у кількості не меншій, ніж 1×10^6 КУО/г в кінці терміну придатності до споживання. Однак, за дослідженнями провідних науковців України, пробіотичні бактерії у ферментованих молочних продуктах здійснюють позитивний вплив на організм людини за вмісту, не менше ніж 1×10^8 КУО/г на останній день зберігання (що обумовлює вміст пробіотиків у свіжовиготовленому продукті на рівні 5×10^8 – 1×10^9 КУО/г [2–3, 14–15]).

Однією з основних переваг ферментованих молочних продуктів, які містять метаболіти пробіотиків (*Lactobacillus acidophilus* та *Bifidobacterium*), є нормалізація мікробіоценозу кишечника та підвищення імунного статусу організму людини під їх впливом [2–15, 19–23].

Наукові підходи щодо оздоровлення організму людини, підвищення його активної життєдіяльності, які базуються на масовому використанні ферментованих молочних продуктів з пробіотичними властивостями, є новим перспективним напрямком у медицині та нутриціології, як її складовій частині. Основними категоріями продуктів для здорового харчування, які визначають характер і стратегію впливу на нормальну мікрофлору організму людини, є пробіотики, пребіотики та синбіотики [2–13].

Пробіотики – живі мікроорганізми, які при вживанні в певній кількості забезпечують корисну для здоров'я дію додатково до характерної для основного харчування. У випадку застосування пробіотиків як компонентів ферментованих продуктів оздоровчий ефект спрямований на нормалізацію кишкової мікрофлори [2–15, 19–23].

Мікроорганізми-пробіотики відбираються за чітко визначеними критеріями з урахуванням безпеки й з обов'язковими клінічними дослідженнями [2–3, 19]. Вони повинні відповідати таким основним вимогам:

- бути нормальними представниками ШКТ,

- бути непатогенними й нетоксигенними,
- бути метаболічно активними, мати здатність до адгезії,
- синтезувати бактерицидні речовини, запобігати розвитку патогенних мікроорганізмів,
- бути безпечними при використанні в продуктах і клініці, здійснювати чітко виражений і підтверджений клінічними дослідженнями позитивний вплив на здоров'я людини або тварин.

При використанні штамів-пробіотиків у виробництві ферментованих молочних продуктів виникають додаткові умови – тип метаболізму, стійкість у процесі технологічного оброблення, забезпечення прийнятних органолептичних характеристик, фагорезистентність, здатність до росту на певних субстратах (зокрема, у молоці), стабільність біологічних властивостей при зберіганні [2–13, 19–23].

До складу пробіотиків можуть входити один, два або три штами мікроорганізмів. За кордоном популярні препарати, що складаються з 6–8 пробіотиків, тому з'явилися терміни «симбіотики», «мультипробіотики» [4–15, 19–23]. Біфідобактерії та лактобацили повністю відповідають вимогам до пробіотиків, і сьогодні – це визнані класичні пробіотики, які широко застосовуються як фармацевтичні препарати й біологічно активні компоненти у продуктах оздоровчого харчування [2–15, 19–23].

Існує тісний взаємозв'язок між здоров'ям людини й станом його кишкової мікрофлори. Участь шлунково-кишкового тракту в загальному метаболізмі організму людини визначається присутністю мікробних асоціацій, від кількісного і якісного складу яких значною мірою залежить спектр синтезованих біологічно активних речовин. Останні надходять із кишечника в кров'яне русло та включаються в загальний обмін речовин організму [2–15, 19–23].

Частина мікроорганізмів за рахунок адгезивних властивостей тісно пов'язана з внутрішньою поверхнею кишечника, інші зосереджені в його просвіті. Кількість мікроорганізмів збільшується в дистальному напрямку, найбільш різноманітна в організмі людини мікрофлора товстої кишки (30 % фекалій становлять мікроорганізми); у цьому відділі травного тракту міститься $(1-5) \times 10^{11}$ клітин в 1 см³ фекалій [4–15]. Нормальна мікрофлора кишечника на 95 % складається з біфідо- і лактобактерій. Основні функції, які виконують ці бактерії, безцінні для здоров'я людини (табл. 1) [2–3]. Якщо формується дисбактеріоз і в кишечнику переважає аномальна мікрофлора, вона виконує функції, наведені у табл. 2 [2–3].

Таблиця 1 – Функції нормальної мікрофлори кишечника

Функції	Прояви функцій
Травні	Гідроліз складних білків, жирів, вуглеводів, нуклеїнових кислот; відділення від видалюваних блоків відмерлих клітин життєво необхідних речовин (маннози, фруктози та ін.); формування калових мас; регуляція моторики шлунково-кишкового тракту.
Імунологічні	Синтез речовин, необхідних для наступного формування імуноглобулінів та неспецифічних факторів захисту; гальмування розвитку сапрофітної та умовно-патогенної мікрофлори.
Метаболічні (синтез мікробними клітинами речовин для свого розвитку)	Синтез вітамінів групи В, зокрема, нікотинову, фолієву кислоти, тіамін, біотин та ін.; синтез водню, метану, вуглекислого газу, спирту, молочної кислоти; участь в рециркуляції жовчних кислот (декон'югація жовчних кислот), стероїдів (холестерину); синтез біологічно активних речовин (леткі жирні кислоти, гормони, антибіотики), синтез імуноглобулінів, що перешкоджає розвитку інфекції, виробляє канцеролітичні речовини.
Захисні	Утворення кислого середовища

Ферментовані молочні продукти є основними «постачальниками» пробіотичних мікроорганізмів в організм людини [2, 3, 14–15, 19–23]. Використання біфідобактерій та лактобацил разом з молочними продуктами покращує їх засвоюваність людьми, які не переносять лактозу або людьми із цукровим діабетом. Це пояснюється тим, що вони виділяють позаклітинну β -галактозидазу, яка компенсує недолік цього ферменту в організмі людини. Максимальний позитивний ефект досягається при попередній ферментації молочних продуктів з використанням біфідобактерій та лактобацил, оскільки лактоза розщеплюється вже в тонкому кишечнику, а не в товстому, де колонізуються ці мікроорганізми [2–15, 19–23].

Таблиця 2 – Функції аномальної мікрофлори кишечника

Функції	Прояв функції
Травні	Гідроліз складних білків, жирів, вуглеводів, нуклеїнових кислот; формування калових мас; регуляція моторики шлунково-кишкового тракту
Імунологічні	Розвиток сапрофітної та умовно-патогенної мікрофлори
Метаболічні (синтез мікробними клітинами речовин для свого розвитку)	Синтез аміаку, сірководню, меркаптанів, дисульфідів, індолу, скатолу; участь в регуляції жовчних кислот (декон'югація жовчних кислот), стероїдів (холестерину); синтез біологічно активних речовин (мікотоксинів, антибіотиків, токсичних речовин)
Захисні	Утворення лужного середовища

Біфідобактерії та лактобацили у ферментованих молочних продуктах перебувають в активному стані; продукти, які містять ці мікроорганізми, проявляють як профілактичні властивості, так і лікувальні, оскільки сприяють швидкому відновленню нормальної мікрофлори [2–5, 14–15, 19–23].

Сьогодні в Україні існують наукові розробки технологій твердих, м'яких біфідосирів, кисломолочного біфідо-сиру [3, 24–26], але відсутні розробки технологій сирів із застосуванням пробіотичних культур *Lactobacillus acidophilus*.

З іншого боку, протягом останніх років особливої популярності серед населення України набувають м'які розсільні сири групи *Pasta Filata*: «Моцарелла», «Сулугуні», «Чечил» та ін. [27]. Особливістю цих сирів є шарувата структура сирної маси та специфічний кислувато-солонуватий смак. Це досягається за рахунок проведення технологічної операції чеддеризації, яку здійснюють за температури 35–40 °С протягом 4–8 годин, при цьому створюються оптимальні умови для молочнокислого процесу, в результаті чого відбувається збільшення титрованої і зниження активної кислотності (рН) сирної маси. В результаті сир набуває волокнистої структури і здатності до плавлення [28].

Тому питання розроблення технологій пробіотичних сирів групи *Pasta Filata* з високим вмістом життєздатних клітин *Lactobacillus acidophilus* та їх метаболітів сьогодні є актуальним завданням. Введення пробіотичних культур *L. acidophilus* з клінічно доведеним пробіотичним впливом на організм людини до складу заквашувальних композицій для виробництва цільових продуктів сприятиме отриманню нової лінійки сирів даної категорії з оздоровчими властивостями.

L. acidophilus – це коротка (2–10 мкм) грампозитивна паличка, яка оптимально росте за температури від 37 до 42 °С і може розвиватися за температури до 45 °С [12]. Вона досягає найвищих значень питомої швидкості росту при рН від 5,5 до 6,0, а її ріст припиняється при рН 4,0. *L. acidophilus* є облигатним гомоферментативним мікроорганізмом, яка ферментує вуглеводи з утворенням молочної кислоти, і є однією з найменш толерантних лактобактерій до кисню [12]. За рахунок розвитку *L. acidophilus* відбувається швидке наростання кислотності сирної маси, що, за припущеннями авторів, може прискорити чеддеризацію та скоротити технологічний процес виробництва сирів групи *Pasta Filata* без порушення їх органолептичних показників.

Lactobacillus є обов'язковим компонентом пробіотичних продуктів та препаратів, оскільки вони відіграють особливу роль у мікроекології людського організму. Лактобактерії разом з іншими мікроорганізмами заселяють порожнини тіла, утворюючи біоплівку на поверхні слизових оболонок. Провідна роль лактобактерій у мікробіальних ценозах визначена адгезивністю – здатністю прикріплюватися до клітин слизової оболонки. Від адгезивної здатності мікроорганізмів залежить склад, стабільність та захисні властивості мікробіоти організму-хазяїна. В той же час, адгезивні властивості характерні не для усіх лактобактерій [19–23].

Імуностимулюючу дію лактобацил пов'язують з присутністю у їх клітинній стінці пептидогліканів та тейхоевих кислот, відомих поліклональних індукторів імуномодуляторів [2–3, 19–23]. Велика увага до лактобацил обумовлена тим, що представники даного роду не приймають участі у виникненні будь-яких патологічних процесів у організмі людини, а, навпаки, здійснюють позитивний вплив на здоров'я людини [19–23].

В наш час рід *Lactobacillus* об'єднує 105 видів. У здорових дорослих людей у шлунково-кишковому ракті (ШКТ) лактобактерії представлені видами *L. acidophilus*, *L. salivarius*, *L. casei*, *L. plantarum* та *L. brevis*, які утворюють різноманітні варіації [12]. *L. acidophilus* найбільш активна, здійснює регуляторні функції всередині популяції кишкових бактерій і є основним представником мікрофлори кишечника, стійка до дії антибіотиків (пеніциліну, біоміцину й ін.), які широко використовуються в сучасній медицині. Багато штамів ацидофільних бактерій мають виражену вірусцидну дію щодо вірусу імунодефіциту людини, завдяки продукуванню високоактивного пероксиду водню [3, 12, 19–23]. *L. acidophilus* проявляє антагоністичну дію по відношенню до патогенних і умовно-патогенних бактерій, що обумовлено бактериоцинами, які продукує даний мікроорганізм (ацидофіліном і лактоцидіном), дія яких підсилюється в присутності молочної кислоти [2–3, 12, 19–23]. Представники *L. acidophilus* використовуються також як антиоксиданти та засоби, які знижують ліпідну пероксидазу та стимулюють розвиток інших лактобацил та біфідобактерій. Ці мікроорганізми мають протипухлинну активність та стимулюють різноманітні ланки імунітету [2–3, 19–23].

L. acidophilus є сильним кислотоутворювачем, при ферментації молока розщеплює до 1,0 % лактози, утворюючи L(+) або DL-ізомери молочної кислоти. Зброджування лактози монокультурами *Lactobacillus acidophilus* здійснюється гліколітичним шляхом з утилізацією глюкози й галактози [2, 3]. Ацидофільні продукти, зазвичай, мають високий рівень кислотності (до 120 °Т), що обмежує спектр споживання даних продуктів. Введення до ацидофільних продуктів інших лактобактерій або біфідобактерій сприяє одержанню ферментованих молочних продуктів з нормованим рівнем кислотності, підвищеними пробіотичними, антибіотичними та дієтичними властивостями, тому що вони містять ряд біологічно активних сполук: вільних амінокислот, летких жирних кислот, ферментів, антибіотичних речовин, вітамінів, мікро- і макроелементів [2–3, 12, 19–23].

Пробіотичні бактерії, які використовуються у технологіях ферментованих молочних продуктів, володіють широким спектром біологічних та біотехнологічних властивостей, які здійснюють оздоровчий,

лікувальний або профілактичний вплив на організм споживача, і забезпечують певні органолептичні та технологічні параметри готових продуктів.

Правильний вибір культур для виробництва того чи іншого ферментованого молочного продукту, у т.ч. сиру, забезпечує отримання продукту певного типу з характерними нормованими показниками якості і прогнозованими оздоровчими властивостями.

Мета представленої роботи – оцінка біологічно активних штамів пробіотичних культур *Lactobacillus acidophilus* La-5 та *Lactobacillus acidophilus* LA 02 для виробництва пробіотичних сирів у складі бакконцентратів FD DVS La-5 та LYOBAC LACID, наданих для досліджень компаніями «Chr. Hansen», Данія, та «GRUPPO MOFIN ALCE», Італія, відповідно.

Критеріями відбору пробіотичних культур *Lactobacillus acidophilus* для виробництва ферментованих пробіотичних молочних продуктів, зокрема, пробіотичних сирів, стали їх біологічна й антагоністична активність, здатні забезпечити прогнозований оздоровчий вплив на організм людини, та прийнятні технологічні параметри, здатні забезпечити високі органолептичні показники цільових продуктів [2, 3, 19].

Завдання дослідження:

- визначити стійкість монокультур *Lactobacillus acidophilus* до інгібіторів росту – кислого середовища, характерного для рН шлунку, 40 % жовчі, 0,3 % фенолу та хлористого натрію;
- встановити залежність кількості життєздатних клітин *L. acidophilus* від тривалості експозиції у присутності хлороводневої кислоти;
- визначити залежність кількості життєздатних клітин *L. acidophilus* від тривалості експозиції у присутності молочної кислоти;
- дослідити антагоністичну активність монокультур *L. acidophilus* La-5 та *L. acidophilus* LA 02 по відношенню до патогенних та умовно-патогенних бактерій;
- встановити антагоністичну активність монокультур *L. acidophilus* La-5 та *L. acidophilus* LA 02 по відношенню до залишкової мікрофлори пастеризованого молока;
- визначити технологічні властивості монокультур *L. acidophilus*;
- надати рекомендації щодо застосування монокультур *L. acidophilus* La-5 та *L. acidophilus* LA 02 у складі бакконцентратів безпосереднього внесення FD DVS La-5 та LYOBAC LACID відповідно, у технологіях ферментованих пробіотичних молочних продуктів, зокрема, у виробництві пробіотичних сирів.

Викладення основного матеріалу.

Скринінг пробіотичних культур *Lactobacillus acidophilus* за вимогами до пробіотиків.

Мікроорганізми, які використовуються у біотехнології ферментованих молочних продуктів, у т.ч. сирів, повинні бути життєздатними і активними у травному тракті споживача. Для цього вони повинні бути стійкими до умов та метаболітів ШКТ [2, 3, 19]:

- низької та лужної кислотності шлунку і тонкого кишечника, відповідно;
- жовчі;
- хлористого натрію;
- фенольних сполук.

Ці ознаки є одними з обов'язкових вимог, які ставляться до пробіотиків. Ефективність застосування пробіотиків обумовлюється їх життєздатністю в організмі споживача, специфічною взаємодією з індигенною мікрофлорою та біологічною активністю. Сукупність перерахованих ознак визначає ступінь оздоровчого впливу пробіотиків на макроорганізм в цілому [2–15, 19–23].

Оцінка функціональних властивостей пробіотичних мікроорганізмів *Lactobacillus acidophilus* здійснювалась за рядом критеріїв *in vitro*.

Першим фактором, що впливає на життєздатність пробіотичних бактерій, які поступають до організму споживача, є травна система. Тому перевагу слід віддавати тим штамам пробіотиків, які є резистентними до шлункового соку, жовчі, фенолу та хлориду натрію.

Скринінг бакконцентратів *Lactobacillus acidophilus*, вибраних для досліджень, щодо їх стійкості до інгібіторів росту (табл. 3) свідчить, що обидві монокультури *L. acidophilus* стійкі до кислого середовища, характерного для рН шлунку, 40 % жовчі, 0,3 % фенолу та хлористого натрію. Отже, обидві культури *L. acidophilus* були обрані як перспективні для проведення подальших досліджень з метою відбору найбільш прийнятних для виробництва пробіотичних сирів.

Таблиця 3 – Стійкість монокультур *Lactobacillus acidophilus* до інгібіторів росту

Бакконцентрат <i>L. acidophilus</i>	Ротація БК <i>L. acidophilus</i>	Виробник	Стійкість культур до інгібітора			
			pH=3,0 од	40 % жовчі	0,3 % фенолу	4,5 % NaCl
FD DVS La-5	La-5	«Chr. Hansen», Данія	+	+	+	+
LYOBAC LACID	LA 02	«GRUPPO MOFIN ALCE», Італія	+	+	+	+

Примітка. «+» – культура стійка до інгібітора; «–» – культура не стійка до інгібітора

Кислотостійкість промислових штамів-пробіотиків, які використовуються для виробництва ферментованих молочних продуктів, у т.ч. сирів, має вирішальне значення не тільки як критерій

життєздатності клітин під час транзиту через кисле середовище шлунку з високою концентрацією HCl для здійснення оздоровчого впливу на макроорганізм, але й для забезпечення гарантованої їх кількості у ферментованих продуктах в процесі зберігання [2, 3]. З огляду на вказаний факт, стійкість перспективних штамів-пробіотиків (монокультур *L. acidophilus* La-5 та *L. acidophilus* LA 02) до низьких значень pH оцінювали як у хлороводневій кислоті з pH 2,0 та 3,0 од (умови, наближені до шлунку), так і у молочній кислоті з pH 3,0 та 4,0 од (умови, наближені до ферментованих молочних продуктів); тривалість експозиції при використанні хлороводневої кислоти (HCl) склала 5,0 год (проби для експериментальних досліджень відбирали через 1, 3 та 5 год.), при використанні молочної кислоти (МК) – 24 год. (проби відбирали через 8, 16 та 24 год.).

Обидва досліджені штами *L. acidophilus* (La-5 та LA 02) виявили досить високу стійкість до HCl: швидкість відмирання клітин при pH=3,0 од. була невисокою – 0,23 і 0,32 год⁻¹, відповідно, протягом перших 3 год експозиції, 0,34 і 0,40 год⁻¹, відповідно, протягом наступних 2 годин (рис. 1). При підвищенні концентрації HCl до pH=2,0 од. популяції *L. acidophilus* La-5 та *L. acidophilus* LA 02 за 5 год експозиції зменшилися на 25,0 та 23,9 %, відповідно (рис. 1).

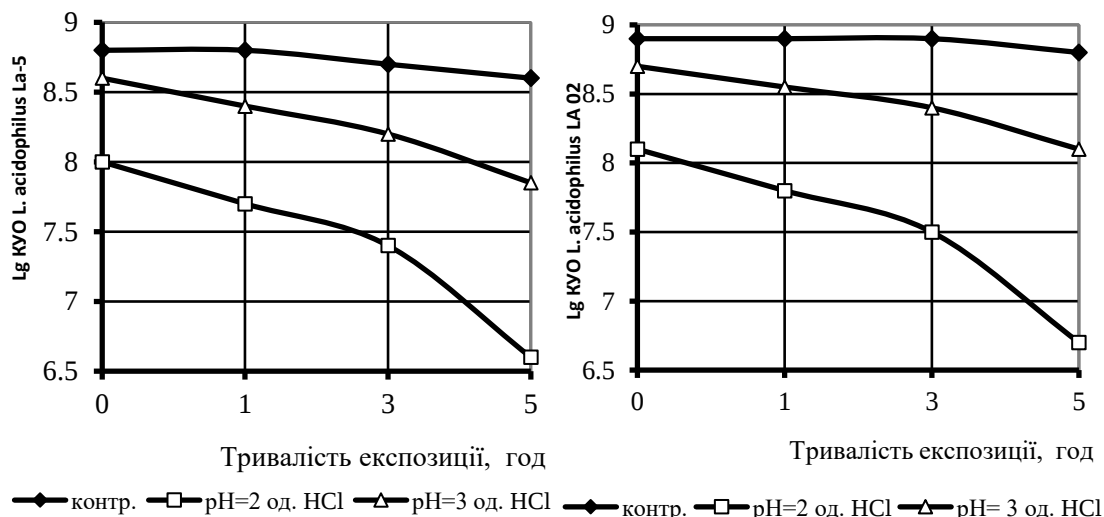


Рис. 1 – Залежність кількості життєздатних клітин *L. acidophilus* від тривалості експозиції у присутності хлороводневої кислоти (HCl)

У кислому середовищі з молочною кислотою монокультури *L. acidophilus* зберігали чисельність своїх популяцій протягом 24 год. експозиції, що свідчить про високий ступінь їх стійкості у ферментованих молочних продуктах. Отримані дані узгоджуються з літературними даними щодо високої стійкості лактобацил у ферментованих молочних продуктах при зберіганні [2, 3]. Загалом, досліджені культури *L. acidophilus* характеризуються високою стійкістю до соляної та молочної кислот протягом тривалого контакту з ними, що можна вважати гарантією збереження їх життєздатності при транзиті через кисле середовище шлунку та при зберіганні ферментованих молочних продуктів, у т.ч. сирів.

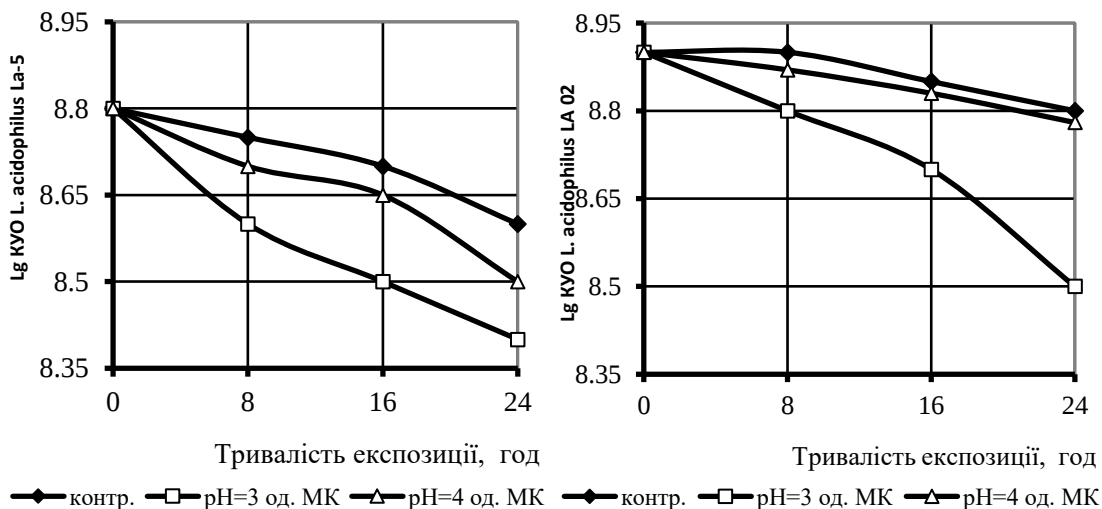


Рис. 2 – Залежність кількості життєздатних клітин *L. acidophilus* від тривалості експозиції у присутності молочної кислоти (МК)

Стійкість вибраних штамів-пробіотиків до жовчі, фенолу та хлориду натрію забезпечує їх транзит через верхні відділи кишечника. У табл. 3 показано, що відібрані культури *L. acidophilus* La-5 та *L. acidophilus* LA 02 стійкі до 40 % жовчі, 0,3 % фенолу та 4,5 % NaCl.

Обов'язковою умовою при відборі пробіотичних культур для виробництва ферментованих молочних продуктів, у т.ч. сирів, призначених для корегування дисфункцій травної системи споживача, є висока антагоністична активність штамів-пробіотиків. Аналіз антагоністичної активності монокультур *L. acidophilus* La-5 та *L. acidophilus* LA 02 здійснювали методом лунок; культивування здійснювали в частково анаеробних умовах; розмір зон пригнічення росту використаних тест-культур наведено в табл. 4.

Таблиця 4 – Антагоністична активність монокультур *L. acidophilus*

Вибраний штам-пробіотик	Розмір зони пригнічення росту, мм, для тест-культури		
	<i>E. coli</i>	<i>St. aureus</i>	<i>Bac. Subtilis</i>
<i>L. acidophilus</i> La-5	15,5	11,0	24,0
<i>L. acidophilus</i> LA 02	17,0	12,5	22,6

Штами *L. acidophilus* мають високі антагоністичні властивості по відношенню до патогенних та умовно-патогенних бактерій, а також до *Bac. subtilis*, які є залишковою мікрофлорою пастеризованого молока

Загалом, обидва досліджені штами *L. acidophilus* були активними по відношенню до *Bac. subtilis*, *E. coli* і *St. aureus*, що свідчить про притаманні їм антагоністичні властивості. Отже, обидва досліджені штами *L. acidophilus* можна оцінити як перспективні для практичного використання у складі заквашувальних композицій для пробіотичних молочних продуктів, у т.ч. для пробіотичних сирів.

Важливими характеристиками мікроорганізмів, які використовують у складі заквашувальних препаратів для ферментованих молочних продуктів, у т.ч. сирів, крім наявності в них пробіотичних властивостей та біологічної активності, є їх технологічні властивості, сукупність яких забезпечує отримання продуктів з заданими органолептичними, фізико-хімічними, реологічними, мікробіологічними та санітарно-гігієнічними показниками.

Основними технологічними критеріями відбору пробіотичних культур до складу заквашувальних композицій для сирів є такі: тривалість ферментації молока, достатня енергія кислотоутворення при культивуванні у молоці, добрий синерезис утвореного згустку, вологоутримуюча здатність (ВУЗ) згустку, солестійкість, антагонізм щодо сторонньої мікробіоти, а також кількість життєздатних клітин пробіотиків у 1 см³ ферментованого згустку [2, 3, 12, 28].

Солестійкість і антагонізм пробіотичних культур *L. acidophilus* щодо сторонньої мікробіоти були досліджені раніше, результати наведені в табл. 3 і табл. 4 відповідно.

Для встановлення усіх інших перерахованих технологічних властивостей вибраних для досліджень монокультур *L. acidophilus* здійснювали ферментацію стерилізованого при температурі (120±1) °C з витримкою (20±1) хв. молока з метою визначення характеристик отриманих ферментованих згустків. Біотехнологічну обробку стерилізованого молока здійснювали в температурному оптимумі, характерному для монокультур *L. acidophilus* – 37–38 °C [3, 12], до досягнення ізоелектричного стану білків молока – рН 4,6–4,7 од.

Обидві монокультури *L. acidophilus* забезпечують отримання ферментованих згустків з нормованими для ферментованих пробіотичних молочних продуктів показниками якості (табл. 5).

Таблиця 5 – Технологічні властивості монокультур *L. acidophilus*

Вибраний штам-пробіотик	Тривалість сквашування молока, год	Титрована кислотність згустку, °T	В'язкість, с	ВУЗ згустку, %	Кількість життєздатних клітин <i>L. acidophilus</i> КУО/см ³
<i>L. acidophilus</i> La-5	6,5±0,5	73,0±2,0	71,0±2,0	90,0±1,0	(8,0±0,2)× 10 ⁸
<i>L. acidophilus</i> LA 02	5,5±0,5	78,0±2,5	66,0±2,5	84,0±1,5	(9,0±0,3)× 10 ⁸

Штам *L. acidophilus* La-5 ферментує молоко за 6,0–7,0 годин, при цьому отримуємо згусток з нормованими для ферментованих напоїв та білкових продуктів значеннями в'язкості, титрованої кислотності, ВУЗ згустку, а також з високими пробіотичними властивостями – табл. 4. Тому пробіотичний штам *L. acidophilus* La-5 доцільно використовувати як для виробництва ферментованих пробіотичних білкових продуктів (у т.ч. сирів), так і для ферментованих ацидофільних напоїв.

Штам *L. acidophilus* LA 02 може бути використаний для виробництва ферментованих білкових продуктів (у т.ч. сирів), оскільки ферментований згусток має досить високу в'язкість і невисоку вологоутримуючу здатність згустку – табл. 4 (остання практично відповідає таким у згустках, ферментованих мезофільними молочнокислими лактококами); тривалість ферментації молока складає 5,0–6,0 год.

З огляду на той факт, що сири не повинні мати високий рівень кислотності, доцільно для виробництва пробіотичних сирів з високими органолептичними властивостями обрати пробіотичну культуру *L. acidophilus* La-5, оскільки титрована кислотність згустків, отриманих з її застосуванням, на 5,0–5,5 °T нижча від кислотності згустків, отриманих із застосуванням культури *L. acidophilus* LA 02 – табл. 4. Крім того, за даними виробника – компанії «Chr. Hansen» (Данія) – пробіотична культура *L. acidophilus* La-5 характеризується наявністю «стоп-ефекту», що попередить різке наростання кислотності у сирах у процесі зберігання і дасть можливість виробляти пробіотичні сири з тривалим терміном зберігання, які будуть конкурентоспроможними на споживчому ринку України.

Висновки

1. Визначено стійкість монокультур *Lactobacillus acidophilus* до інгібіторів росту; встановлено, що обидві монокультури *L. acidophilus* La-5 та *L. acidophilus* LA 02 стійкі до кислого середовища, характерного для рН шлунку, розчину жовчі з масовою часткою 40 %, 0,3 %-вого розчину фенолу та хлористого натрію.

2. Встановлено залежність відмирання життєздатних клітин *L. acidophilus* La-5 та *L. acidophilus* LA 02 від тривалості експозиції у присутності хлороводневої кислоти – швидкість відмирання клітин при рН=3,0 од. була невисокою – 0,23 і 0,32 год⁻¹ відповідно протягом перших 3 год експозиції, 0,34 і 0,40 год⁻¹ відповідно при експозиції від 3 до 5 годин. При підвищенні концентрації HCl до рН=2,0 од. популяції *L. acidophilus* La-5 та *L. acidophilus* LA 02 за 5 год експозиції зменшились на 25,0 та 23,9 %, відповідно

3. Визначено залежність кількості життєздатних клітин *L. acidophilus* від тривалості експозиції у присутності молочної кислоти – протягом 24 годин експозиції монокультур *L. acidophilus* La-5 та *L. acidophilus* LA 02 у присутності молочної кислоти при рН=4,0 од. відбулося зменшення популяції на 0,3 і 0,12 год⁻¹ відповідно; при підвищенні концентрації молочної кислоти до рН=3,0 од. популяції *L. acidophilus* La-5 та *L. acidophilus* LA 02 за 24 години експозиції зменшились на 4,54% та 4,49% відповідно, що свідчить про здатність обох культур виживати в умовах, характерних для ферментованих молочних продуктів, у т.ч. сирів.

4. Досліджено антагоністичну активність монокультур *L. acidophilus* La-5 та *L. acidophilus* LA 02 по відношенню до патогенних (*St. aureus*), умовно-патогенних (*E. coli*) бактерій та до залишкової мікрофлори пастеризованого молока (*Bac. Subtilis*): штами обраних культур *L. acidophilus* демонструють високі антагоністичні властивості по відношенню до досліджених культур, що свідчить про їх потенціал для використання у виробництві ферментованих молочних продуктів, зокрема пробіотичних сирів, з метою корегування дисфункцій травної системи споживача.

5. Визначено, що обидва досліджені штами *L. acidophilus* мають прийнятні технологічні властивості, що дозволяє рекомендувати їх для виробництва ферментованих пробіотичних молочних продуктів. Зокрема, штам *L. acidophilus* La-5 доцільно використовувати як для виробництва ферментованих пробіотичних білкових продуктів (у т.ч. сирів), так і для ферментованих ацидофільних напоїв; тоді як штам *L. acidophilus* LA 02 – для виробництва ферментованих білкових продуктів (у т.ч. сирів). З огляду на високу енергію кислотоутворення культури *L. acidophilus* LA 02 у технологіях цільових пробіотичних сирів рекомендовано застосовувати пробіотичну культуру *L. acidophilus* La-5 у складі бакконцентрату безпосереднього внесення FD DVS La-5.

Література

1. Сімахіна Г.О., Стеценко Н.О., Науменко Р.Ю. Наукове обґрунтування вибору нутрієнтів, адекватних потребам людини. Scientific look at the present: Proceedings of XXXVII International scientific conference. Morrisville: Lulu Press, 2018. С. 9-12
2. Дідух Н.А., Чагаровський О.П., Лисогор Т.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення. Одеса: Видавництво «Поліграф», 2008. 236 с. ISBN 978–966–8788–79–6.
3. Дідух Н.А. Наукові основи розробки технологій молочних продуктів функціонального призначення. Дис. докт. техн. наук. Одеса, 2008. 429 с.
4. Sanders M. E., & Merenstein D. J. Probiotics: Considerations for human health. // Nutritional Reviews. – 2019. – 76(1). – P. 60-82.
5. Quigley E. M. Prebiotics and probiotics in digestive health. // Clinical Gastroenterology and Hepatology. – 2017. – 15(8). – P. 1040-1046.
6. Gibson G. R., Hutkins R., Sanders M. E., Prescott S. L., Reimer R. A., Salminen S. J., & Reid, G. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. // Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology. – 2017. – 14(8). – P. 491-502.
7. Plaza-Díaz J., Ruiz-Ojeda F. J., Vilchez-Padial L. M., & Gil A. Evidence of the anti-inflammatory effects of probiotics and synbiotics in intestinal chronic diseases. // Nutrients. – 2017. – 9(6). – P. 555.
8. Rondanelli M., Faliva M. A., Perna S., & Giacosa A. Using probiotics in clinical practice: Where are we now? A review of existing meta-analyses. // Gut Microbes. – 2017. – 8(6). – P. 521-543.
9. Derwa Y., Gracie D. J., Hamlin P. J., & Ford A. C. Systematic review with meta-analysis: the efficacy of probiotics in inflammatory bowel disease. // Alimentary Pharmacology & Therapeutics. – 2017. – 46(4). – P. 389-400.
10. Plaza-Díaz J., Ruiz-Ojeda F. J., Vilchez-Padial L. M., & Gil A. The gut barrier, intestinal microbiota, and liver disease: molecular mechanisms and strategies to manage. // International Journal of Molecular Sciences. – 2019. – 20(20). P. 4504.
11. Pandey KR, Naik SR, Vakil BV. Probiotics, prebiotics and synbiotics- a review. // Food Sci Technol. 2015 Dec;52(12):7577-87. doi: 10.1007/s13197-015-1921-1. Epub 2015 Jul 22. PMID: 26604335; PMCID: PMC4648921.
12. Chralampopoulos D., Rastall R.A. Prebiotics and Probiotics Science and Technology.— UK.: Springer, 2009. — 1265 p ISBN : 978-0-387-79057-2

13. Marco, M.L.; Sanders, M.E.; Gänzle, M.; Arrieta, M.C.; Cotter, P.D.; De Vuyst, L.; Hill, C.; Holzapfel, W.; Lebeer, S.; Merenstein, D.; et al. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on fermented foods. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* 2021, 18, 196–208.
14. Ткаченко Н.А. Технологія білкових паст дитячого харчування: монографія / Н.А. Ткаченко, Ю.В. Назаренко, Ю.С. Українцев // Суми: видавничо-виробниче підприємство «Мрія-1», 2017. – 182 с.
15. Tkachenko N.A., Nekrasov P.O., Avershina A.S., Ukrainceva Ju.S. (2017). Substantiation of storage parameters of the sour-milk infant drink «Biolakt». // *Food Science and Technology*. № 3. P. 99–110. <https://doi.org/10.15673/fst.v11i1.303>
16. ДСТУ 2212:2003. Молочна промисловість. Виробництво молока та кисломолочних продуктів. Терміни та визначення понять. К: ДП «УкрНДНЦ». 2003. 22 с.
17. ДСТУ-Н GL 32:2015. Продукти харчові органічно вироблені. Настанови щодо виробництва, перероблення, маркування та продажу (GL 32-1999. Rev. I-2001, IDT). К: ДП «УкрНДНЦ». 2015. 12 с.
18. ДСТУ 4343:2004. Йогурти. Загальні технічні умови. К: ДП «УкрНДНЦ». 2004. 11 с.
19. Barzegar H, Alizadeh Behbahani B, Falah F. Safety, probiotic properties, antimicrobial activity, and technological performance of *Lactobacillus* strains isolated from Iranian raw milk cheeses. // *Food Sci Nutr.* 2021, Jun 14;9(8):4094–4107. doi: 10.1002/fsn3.2365. PMID: 34401061; PMCID: PMC8358388.
20. Olivo, Paula & Scapim, Monica & Maia, Luciana & Miazaki, Juliana & Rodrigues, Bruna & Madrona, Grasiela & Bankuti, Ferenc & Pozza, Magali. Probiotic Coating for Ripened Cheeses With *Lactobacillus Acidophilus* and *Lactobacillus Helveticus* Inclusion. // *Journal of Agricultural Studies*. 2020. № 8. P. 152. 10.5296/jas.v8i3.16052.
21. Mukhtar, H., Yaqub, S. & Haq, Iu. Production of probiotic Mozzarella cheese by incorporating locally isolated *Lactobacillus acidophilus*. // *Ann Microbiol.* 2020. № 70. P. 56. <https://doi.org/10.1186/s13213-020-01592-7>
22. Gao J, Li X, Zhang G, Sadiq FA, Simal-Gandara J, Xiao J, Sang Y. Probiotics in the dairy industry-Advances and opportunities. // *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2021. № 20(4). P. 3937–3982. doi: 10.1111/1541-4337.12755. Epub 2021 May 3. PMID: 33938124
23. Gocer EMC, Ergin F, Küçükçetin IO, Küçükçetin A. In vitro gastrointestinal resistance of *Lactobacillus acidophilus* in some dairy products. *Braz J Microbiol.* 2021. № 52(4). P. 2319–2334. doi: 10.1007/s42770-021-00590-4. Epub 2021 Sep 6. PMID: 34487329; PMCID: PMC8578363.
24. Ланженко Л.О. Розробка технології твердого сиру функціонального призначення: автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.04 «Технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів з гідробіотів» / Ланженко Любов Олександрівна; наук. кер. Н. А. Ткаченко ; Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса : ОНАХТ, 2016. 20 с.
25. Скрипніченко Д.М. Розробка технології м'якого сиру з пробіотичними властивостями: автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.04 «Технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів з гідробіотів» / Скрипніченко Дмитро Михайлович ; наук. кер. Н.А. Ткаченко ; Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса: ОНАХТ, 2016. 20 с.
26. Назаренко Ю.В., Ткаченко Н.А. Технологія сиру кисломолочного дитячого харчування: монографія // Суми: видавничо-виробниче підприємство «Мрія-1», 2016. 188 с
27. Семенда Д.К., Корман І.І., Семенда О.В. Оцінка кон'юнктури та споживчих переваг на ринку сиру України. // *Агросвіт*. 2022. № 3, С. 77–88
28. Сухенко Ю.Г., Поліщук Г.С., Раманаускас Р.Й., Шингарева Т.І. Технологія сиру. // Вид-во «Профкнига». – 2018. – 412 с. ISBN 978-617-598-122-1.

SELECTION OF PROBIOTIC CULTURES OF *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* FOR THE PRODUCTION OF PROBIOTIC CHEESES

Klymenko O.G., postgraduate, (ORCID iD: 0009-0000-2862-207X),
Tkachenko N.A., Doctor of Sciences (Dr. Hab.) in Engineering, Professor
(ORCID iD: 0000-0002-2557-3927)

Abstract. The article is devoted to the screening of *Lactobacillus acidophilus* probiotic cultures for the production of probiotic cheeses, which are in demand in the consumer market of Ukraine.

It was determined that monocultures of *L. acidophilus* La-5 and *L. acidophilus* LA 02 are resistant to acidic environments, characteristic of stomach pH, bile solution with a mass fraction of 40%, 0.3% solution of phenol and sodium chloride. It was established that the rate of cell death of *L. acidophilus* La-5 and *L. acidophilus* LA 02 at pH=3.0 was 0.23 and 0.32 h⁻¹, respectively, during the first 3 h of exposure, as well as 0.34 and 0.40 h⁻¹, respectively, during exposure from 3 to 5 hours. When the concentration of HCl is increased to pH=2.0 populations of *L. acidophilus* La-5 and *L. acidophilus* LA 02 decreased by 25.0 and 23.9%, respectively, in 5 h of exposure.

It was determined that during 24 hours of exposure of monocultures of *L. acidophilus* La-5 and *L. acidophilus* LA 02 in the presence of lactic acid at pH=4.0 the population decreased by 0.3 and 0.12 h⁻¹, respectively; with an increase in the concentration of lactic acid to pH=3.0 populations of *L. acidophilus* La-5 and *L. acidophilus* LA 02 decreased by 4.54% and 4.49%, respectively, during 24 hours of exposure, which indicates the ability of both cultures to survive in conditions typical of cheeses.

The high antagonistic activity of *L. acidophilus* La-5 and *L. acidophilus* LA 02 monocultures against pathogenic (*St. aureus*), opportunistic (*E. coli*) bacteria and residual micro-flora of pasteurized milk (*Bac. subtilis*) was shown, which indicates their potential for use in the production of fermented dairy products, in particular probiotic cheeses, with the aim of correcting dysfunctions of the consumer's digestive system.

It was determined that both studied strains of *L. acidophilus* have acceptable technological properties, which makes it possible to recommend them for the production of fermented probiotic dairy products. In view of the high energy of acid formation of the *L. acidophilus* LA 02 culture in the technologies of targeted probiotic cheeses, it is recommended to use the *L. acidophilus* La-5 probiotic culture as a part of the direct application of FD DVS La-5 bac concentrate.

Key words: probiotic; cheese; *L. acidophilus* monoculture; growth inhibitor; hydrochloric acid; lactic acid; phenol; bile; antagonistic activity; technological potential.

References

- [1.] Simaxina G.O., Stecenko N.O., Naumenko R.Yu. (2018). Naukove obg`runtuvannya vy`boru nutriyentiv, adekvat-ny`x potrebam lyudy`ny`. Scientific look at the present: Proceedings of XXXVII International scientific conference. Morrisville: Lulu Press. 9-12.
- [2.] Didux N.A., Chagarovs`ky`j O.P., Ly`sogor T.A. (2008). Zakvashuval`ni kompozy`ciyi dlya vy`robny`chtva molochny`x produktiv funktsional`nogo pry`znachennya. Odesa: Vy`davny`chtvo «Poligraf». 236. ISBN 978–966–8788–79–6.
- [3.] Didux N.A. (2008). Naukovi osnovy` rozrobky` tehnologij molochny`x produktiv funktsional`nogo pry`znachennya. Dy`s. dokt. texn. nauk. Odesa. 429.
- [4.] Sanders M. E., & Merenstein D. J. (2019). Probiotics: Considerations for human health. *Nutritional Reviews*. 76(1). 60-82.
- [5.] Quigley E. M. (2017). Prebiotics and probiotics in digestive health. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*. 15(8). 1040-1046.
- [6.] Gibson G. R., Hutkins R., Sanders M. E., Prescott S. L., Reimer R. A., Salminen S. J., & Reid G. (2017). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*. 14(8). 491-502.
- [7.] Plaza-Díaz J., Ruiz-Ojeda F. J., Vilchez-Padial L. M., & Gil A. (2017). Evidence of the anti-inflammatory effects of probiotics and synbiotics in intestinal chronic diseases. *Nutrients*. 9(6). 555.
- [8.] Rondanelli M., Faliva M. A., Perna S., & Giacosa A. (2017). Using probiotics in clinical practice: Where are we now? A review of existing meta-analyses. *Gut Microbes*. 8(6). 521-543.
- [9.] Derwa Y., Gracie D. J., Hamlin P. J., & Ford A. C. (2017). Systematic review with meta-analysis: the efficacy of probiotics in inflammatory bowel disease. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*. 46(4). 389-400.
- [10.] Plaza-Díaz J., Ruiz-Ojeda F. J., Vilchez-Padial L. M., & Gil A. (2019). The gut barrier, intestinal microbiota, and liver disease: molecular mechanisms and strategies to manage. *International Journal of Molecular Sciences*. 20(20). 4504.
- [11.] Pandey KR, Naik SR, Vakil BV. (2015). Probiotics, prebiotics and synbiotics – a review. *Food Sci Technol*. Dec;52(12):7577-87. doi: 10.1007/s13197-015-1921-1. Epub 2015 Jul 22. PMID: 26604335; PMCID: PMC4648921.
- [12.] Chralampopoulos D., Rastall R.A. (2009). Prebiotics and Probiotics Science and Technology. UK.: Springer. 1265. ISBN : 978-0-387-79057-2.
- [13.] Marco, M.L.; Sanders, M.E.; Gänzle, M.; Arrieta, M.C.; Cotter, P.D.; De Vuyst, L.; Hill, C.; Holzapfel, W.; Lebeer, S.; Merenstein, D.; et al. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on fermented foods. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol*. 2021, 18, 196–208.
- [14.] Tkachenko N.A. (2017) Tekhnologiya bilkovy`x past dy`tyachogo xarchuvannya: monografiya / N.A. Tkachenko, Yu.V. Nazarenko, Yu.S. Ukrayinceva. Sumy`: vy`davny`cho-vy`robny`che pidpry`yemstvo «Mriya-1», 182 s.
- [15.] Tkachenko N.A., Nekrasov P.O., Avershina A.S., Ukrainceva Ju.S. (2017). Substantiation of storage parameters of the sour-milk infant drink «Biolakt». *Food Science and Technology*. № 3. P. 99–110. <https://doi.org/10.15673/fst.v11i1.303>
- [16.] DSTU 2212:2003. Molochna promy`slovisht`. Vy`robny`chtvo moloka ta ky`slomolochny`x produktiv. Terminy` ta vy`znachennya ponyat`. K: DP «UkrNDNCz». 2003. 22 s.
- [17.] DSTU-N GL 32:2015. Produkty` xarchovi organichno vy`robleni. Nastanovy` shhodo vy`robny`chtva, pereroblennya, markuvannya ta prodazhu (GL 32-1999. Rev. I-2001, IDT). K: DP «UkrNDNCz». 2015. 12 s.
- [18.] DSTU 4343:2004. Jogurty`. Zagal`ni texnichni umovy`. K: DP «UkrNDNCz». 2004. 11 s.
- [19.] Barzegar H, Alizadeh Behbahani B, Falah F. (2021). Safety, probiotic properties, antimicrobial activity, and technological performance of Lactobacillus strains isolated from Iranian raw milk cheeses. *Food Sci Nutr*. 9(8). 4094-4107. doi:10.1002/fsn3.2365. PMID: 34401061; PMCID: PMC8358388.
- [20.] Olivo, Paula & Scapim, Monica & Maia, Luciana & Miazaki, Juliana & Rodrigues, Bruna & Madrona, Grasiela & Bankuti, Ferenc & Pozza, Magali. (2020). Probiotic Coating for Ripened Cheeses With Lactobacillus Acidophilus and Lactobacillus Helveticus Inclusion. *Journal of Agricultural Studies*. 8. 152. 10.5296/jas.v8i3.16052.

- [21.] Mukhtar, H., Yaqub, S. & Haq, Iu. (2020) Production of probiotic Mozzarella cheese by incorporating locally isolated *Lactobacillus acidophilus*. *Ann Microbiol.* 70. 56. <https://doi.org/10.1186/s13213-020-01592-7>
- [22.] Gao J, Li X, Zhang G, Sadiq FA, Simal-Gandara J, Xiao J, Sang Y. (2021). Probiotics in the dairy industry-Advances and opportunities. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 20(4). 3937-3982. doi:10.1111/1541-4337.12755. Epub 2021 May 3. PMID: 33938124
- [23.] Gocer EMC, Ergin F, Küçükçetin IO, Küçükçetin A. (2021). In vitro gastrointestinal resistance of *Lactobacillus acidophilus* in some dairy products. *Braz J Microbiol.* Dec;52(4):2319-2334. doi: 10.1007/s42770-021-00590-4. Epub 2021 Sep 6. PMID: 34487329; PMCID: PMC8578363.
- [24.] Lanzhenko L.O. Rozrobka tekhnologiyi tverdogo sy`ru funktsional`nogo pry`znachennya: avtoref. dy`s. kand. texn. nauk : specz. 05.18.04 «Tekhnologiya m'yasny`x, molochny`x produktiv i produktiv z gidrobiontiv» / Lanzhenko Lyubov Oleksandrivna; nauk. ker. N. A. Tkachenko ; Odes. nacz. akad xarch. tekhnologij. Odesa : ONAXT, 2016. 20 s..
- [25.] Skry`pnichenko D.M. Rozrobka tekhnologiyi m'yakogo sy`ru z probioty`chny`my` vlasty`vostyamy` : avtoref. dy`s. kand. texn. nauk : specz. 05.18.04 «Tekhnologiya m'yasny`x, molochny`x produktiv i produktiv z gidrobiontiv» / Skry`pnichenko Dmy`tro My`xajlovych ; nauk. ker. N.A. Tkachenko ; Odes. nacz. akad. xarch. tekhnologij. Odesa: ONAXT, 2016. 20 s.
- [26.] Nazarenko Yu.V., Tkachenko N.A. (2016). Tekhnologiya sy`ru ky`slomolochnogo dy`tyachogo xarchuvannya: monog-rafiya. Sumy` : vy`davny`cho-vy`robny`che pidpry`yemstvo «Mriya-1», 188 .
- [27.] Semenda DK, Korman II, Semenda OV. (2022) Ocinka kon'yunktury` ta spozhy`vchy`x perevag na ry`nku sy`ru Ukrainy`. *Agrosvit.*; 3:77–88.
- [28.] Suxenko Yu.G., Polishhuk G.Ye., Ramanauskas R.J., Shy`ngareva T.I. (2018) Tekhnologiya sy`ru. Vy`d-vo «Pprofkny`ga». 412 s. ISBN 978-617-598-122-1

Отримано в редакцію
Прийнято до друку

Received
Approved

УДК 637.5.03:633.1

DOI:

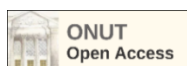
М'ЯСНИЙ ХЛІБ З РОСЛИННИМИ ІНГРЕДІЄНТАМИ

Агунова Л.В., канд. техн. наук, доцент,
Глушков О.А., канд. техн. наук, доцент, Кумпан А.В., магістр
Одеський національний технологічний університет

Copyright © 2024 by author and the journal "Scientific Works".

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

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



Анотація. Розглянута можливість використання борошна червоної сочевиці і меленого пажитнику при виробництві м'ясних хлібів. В серії досліджень органолептичних і функціонально-технологічних показників модельних фаршевих систем встановлено, що при внесенні запропонованих рослинних добавок зростає показник вологозв'язуючої здатності на 21 % при внесенні 5 % борошна червоної сочевиці і на 4 % при внесенні 1,0 % меленого пажитника. Натомість значення показників граничного напруження зсуву і активної кислотності падають. Граничне напруження зсуву у зразках із борошном червоної сочевиці зменшується максимально на 90 Па, а у зразках із пажитником на 34 Па, показник рН зменшується на 0,7 і 0,39, відповідно. Сенсорні характеристики модельних зразків характеризувались незначним падінням за рахунок зменшення соковитості і ущільнення структури. Смак і запах залишилися гармонійними, властивими даному виду продукції. Керуючись результатами органолептичної оцінки запропоновано вносити 5 % борошна червоної сочевиці (замінюючи 2 % крохмалю картопляного і 3 % яловичини I сорту) та 0,5 % меленого пажитника (замінюючи 0,5 % сала бокового). Доведена доцільність збільшення масової частки доданої води при кутеруванні на 6 % при внесенні даних добавок. Такий технологічний прийом сприяє збільшенню виходу готової продукції на 4 %. Досліджено показники якості експериментального зразка м'ясного хліба з борошном червоної сочевиці і меленим пажитником. Встановлено, що вони повністю відповідають вимогам нормативної документації, а отже використання рослинних інгредієнтів у технології м'ясних хлібів дозволить розширити асортимент і раціонально використовувати сировину тваринного походження.

Ключові слова: м'ясний хліб, червона сочевиця, пажитник, функціонально-технологічні показники, органолептична оцінка