



Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького

Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies

ISSN 2519–268X print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet9011
<http://nvlvet.com.ua/>

UDC 637.146:67:613.2

Bifidostimulating ingredients for dessert fermented products

A. Solomon

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsya, Ukraine

Article info

Received 12.09.2018
Received in revised form
11.10.2018
Accepted 12.10.2018

Vinnitsia National Agrarian
University, Sonachna Str., 3,
Vinnitsya, 21008, Ukraine.
Tel.: + 38-067-425-70-06
E-mail: Soloalla78@ukr.net

Solomon, A. (2018). Bifidostimulating ingredients for dessert fermented products. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. 20(90), 53–57. doi: 10.32718/nvlvet9011

Fermented sour-milk dessert products of a functional orientation are becoming increasingly popular in Ukraine. Dairy desserts have good taste properties, high nutritional and biological value and dense, non-flowing consistency. A wide range of additions, fillers, flavors, stabilizers are used in the production of desserts. Fermented dairy products are the main suppliers of probiotic microorganisms that promote the maintenance and restoration of human microbial ecology. Probiotic cultures that provide beneficial effects on the consumer's body and normalize the composition and function of the microflora of the gastrointestinal tract include the following types of lactobacterial bifidobacteria: *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium spp.* (*V. adolescentis*, *B. animalis spp. lactis*, *B. bifidum*, *B. longum*, *B. breve*). *Bifidobacteria* – is one of the most important groups of intestinal microorganisms, which dominate the anaerobic flora of the colon. The International Dairy Federation defines such mixtures as bioproducts, which contain at least 1×10^6 bifidobacteria in 1 cm^3 . It should be noted that for most part of microorganisms, which are representatives of normal microflora of the human gastro intestinal tract, milk is an unfavorable environment for their development. This is due to the fact that there are no low molecules compounds in milk required for the development of microorganisms, such as free amino acids, monocourses, etc., as well as the fact that most bacteria of the genus *Lactobacillus*, *Lactococcus* and *Bifidobacterium* are related to obligated anaerobes that are adversely affected dissolved in milk oxygen air. Therefore, bifidobacteria, which belong to anaerobes, develop in milk very slowly. Bifidobacteria are actively involved in the restoration of normal intestinal microflora in gastrointestinal diseases and after treatment with antibiotics. It is necessary to use milk-adapted strains of bifidobacteria in order to stimulate their development and to provide the necessary composition of the nutrient environment and growth stimulants for their development, and to cultivate them together with lactic acid bacteria that have high β -galactosidase activity, which increases their own β -galactosidase activity bifidobacteria.

Key words: prebiotics, probiotics, symbiotics, bifidobacteria, lactobacilli, plant fillers, biological value.

Біфідостимулюючі інгредієнти для десертних ферментованих продуктів

A.M. СОЛОМОН

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

В Україні все більшої популярності набувають ферментовані кисломолочні десертні продукти функціональної спрямованості. Молочні десерти мають добрі смакові властивості, високу харчову і біологічну цінність та густу не текучу консистенцію. У виробництві десертів використовують широкий спектр смакових добавок, наповнювачів, ароматизаторів, стабілізаторів. 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 найважливіших груп мікроорганізмів кишечника, які домінують у анаеробній флорі товстої кишки. Міжнародна молочна федерація називає біопродуктами такі суміші, в яких міститься не менше $1 \cdot 10^6$ біфідобактерій в 1 см^3 . Варто зазначити, 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. Біфідобактерії беруть 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.

Ключові слова: пребіотики, пробіотики, симбіотики, біфідобактерії, лактобактерії, рослинні наповнювачі, біологічна цінність.

Вступ

Біфідобактерії регулюють якісний і кількісний склад нормальної кишкової мікрофлори, стримують зростання і перешкоджають розмноженню патогенної, гнильної і газотвірної мікрофлори, відновлюють пошкоджену структуру слизової оболонки кишечнику. Разом з іншими представниками нормальної кишкової мікрофлори біфідобактерії беруть участь у травленні і всмоктуванні, синтезі вітамінів групи В, вітаміну Д, фолієвої і нікотинової кислот, сприяють синтезу незамінних амінокислот, кращому засвоєнню вітаміну D і солей кальцію, стимулюють активність лізоциму і синтез імуноглобулінів, підвищуючи імунозахисні функції організму (Diduh et al., 2005; Solomon, 2008). Ефективним шляхом нормалізації дисбалансу кишкової мікрофлори є створення симбіотиків (комплексу про- і пребіотиків) і виготовлення продуктів на їх основі, що дасть можливість стимулювати розвиток власної мікрофлори кишечнику і підвищити захисні функції організму.

Матеріал та методи досліджень

Для створення молочних десертних ферментованих продуктів функціонального призначення, які здатні підтримати і відновити мікробну екологію людини, забезпечити активацію життєво важливих функцій організму, підвищити опір агресивним умовам навколишнього середовища, необхідно дослідити фактори, визначити вплив стабілізуючої системи на реологічні властивості десертних ферментованих продуктів з синбіотичними властивостями на основі про- і пребіотиків, що дозволить надати десертним продуктам функціональної спрямованості.

Створення симбіотичних функціональних продуктів з використанням пребіотиків – інгредієнтів природного походження, які здатні стимулювати розвиток пробіотичних культур, відноситься до перспективних напрямків розширення асортименту функціональних продуктів харчування (Solomon, 2008; Semeničina et al., 2009; Pavlyuk et al., 2014; Guttyj et al., 2017; Hachak et al., 2018).

Наукове обґрунтування складу про- та пребіотиків, вплив біфідостимулюючої складової і стабілізуючої системи на показники якості ферментованих десертних продуктів, які підвищують харчову та біологічну цінність десертних продуктів, які формують їх органічними властивості (Diduh, 2006; Titov et al., 2008; Musiy et al., 2017).

Результати та їх обговорення

У ході роботи використовували комплекс загальноприйнятих традиційних і спеціальних хімічних,

фізичних, фізико-хімічних, біохімічних, мікробіологічних методів аналізу. На першому етапі роботи проведено дослідження впливу фруктози, лактулози та інуліну як біфідогенних факторів на розвиток біфідобактерій. Роботу з визначення стимулюючої дії біфідобактерій на процес збродження молока проводили, використовуючи стерилізоване знежирене молоко, в яке вносили закваску у кількості 5,0% у вигляді консорціуму біфідобактерій із концентрацією $1 \cdot 10^6$ КУО/см³ (Didukh et al., 2008). В якості контролю використали стерилізоване знежирене молоко без біфідостимуляторів, заквашене консорціумом біфідобактерій у тій же кількості.

У стерилізоване знежирене молоко додавали від 0,1 до 0,5% фруктози. Отриману суміш нагрівали до температури 40 °С, очищували, нагрівали до температури 65 °С, гомогенізували при тиску $P = (15 \pm 2)$ МПа і для виключення впливу сторонньої мікрофлори стерилізували при температурі (121 ± 2) °С з витримкою (15 ± 5) хв, охолоджували до температури заквашування – (37 ± 1) °С (Nasledova, 2009; TU 9229-004-53757476-09, 2009). В охолоджену суміш вносили стартову культуру і проводили ферментацію до рН 4,6...4,7, тобто до утворення згустку. Адаптацію вибраних культур біфідобактерій до молока здійснювали шляхом культивування чистих культур біфідобактерій на середовищі, у стерилізованій при температурі 119...121 °С протягом 19...21 хв молочній суміші, яка містила знежирене молоко, фруктозу та суху підсирану сироватку у кількості 97,5, 0,5 та 2,0%, відповідно, при температурі 37 °С протягом 11...13 год. до досягнення активної кислотності рН 4,6...4,7 з подальшим швидким охолодженням до температури 2...6 °С і зберіганням ферментованих згустків при цій температурі не більше 24 год. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій в отриманих згустках від масової частки фруктози як біфідостимулюючого фактора наведені на рис. 1.

Значне зростання кількості життєздатних клітин біфідобактерій, на думку фахівців, можна пояснити тим, що в процесі молочнокислого бродіння фруктоза є первинною ланкою у метаболізмі біфідобактерій. У вигляді фруктозо-6-фосфату фруктоза включається у процес бродіння, що сприяє швидшому накопиченню біомаси біфідобактерій.

Лактулоза є найбільш дослідженим пребіотиком у світі. Відмінність лактулози від інших цукрів полягає в тому, що вона не перетравлюється у верхньому відділі шлунково-кишкового тракту, а надходить в товсту кишку у незмінному вигляді, де слугує стимулятором росту і розвитку власної біфідобактеріальної флори "господаря". Водночас лактулоза не слугує субстратом для патогенної мікрофлори, в тому числі кишкової палички і сальмонели (Diduh and Diduh, 2008; Didukh, 2008).

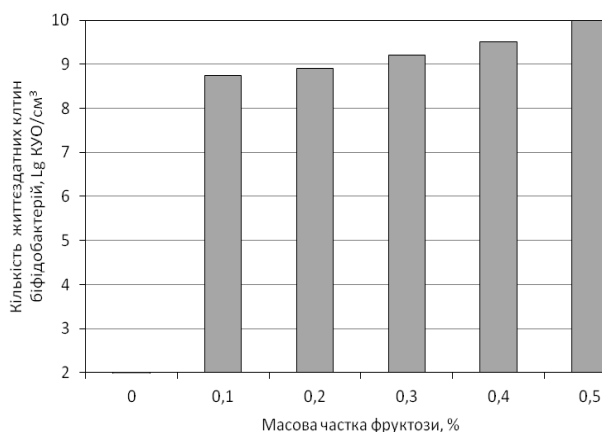


Рис. 1. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій у кисломолочних згустках залежно від масової частки фруктози: 1 – 0,1%; 2 – 0,2%; 3 – 0,3%; 4 – 0,4%; 5 – 0,5%

Клінічними дослідженнями доведено, що лактулоза може бути рекомендована як пребіотична добавка при виготовленні ферментованих кисломолочних продуктів функціональної спрямованості при захворюваннях шлунково-кишкового тракту.

Для визначення оптимальної кількості лактулози у десертних ферментованих кисломолочних продуктах, нами *in vitro* проведено дослідження, які пов'язані з визначенням пребіотичних властивостей лактулози при використанні консорціуму біфідобактерій (*B. bifidum* + *B. longum* + *B. adolescentis*).

Опираючись на відомості з використання лактулози при виробництві молочних продуктів, лактулозу вносили у стерилізоване знежирене молоко в кількості, яка відповідала збільшенню концентрації лактулози у молоці від 0,1 до 0,6% (Petrov and Zabodalova, 2008; Nasledova, 2009). В підготовлену суміш вносили 5,0% закваски у вигляді консорціуму біфідобактерій із концентрацією $1 \cdot 10^6$ КУО/см³. Контролем слугувало стерилізоване знежирене молоко, заквашене консорціумом біфідобактерій без додавання лактулози.

Технологічну підготовку отриманої суміші до заквашування і процес заквашування проводили так само, як і з використанням біфідостимулятора фруктози.

Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій від масової частки лактулози у знежиреному молоці наведено на рис. 2.

Наведені дані свідчать, що для досягнення пробіотичного ефекту достатньо внести 0,1% лактулози, і кількість життєздатних клітин біфідобактерій в процесі ферментації протягом 6 годин, порівняно з вихідною кількістю $1 \cdot 10^6$ КУО/см³, збільшується до $6 \cdot 10^9$ КУО/см³. Це свідчить, що кількість біфідобактерій, яка утворюється в присутності 0,1% лактулози, здатна забезпечити пробіотичний ефект впливу на організм людини.

Відомо, що поряд з пребіотичним ефектом, який забезпечує лікувально-профілактичний вплив на стан пробіотичної мікрофлори кишківника, лактулоза впливає також на функціонування печінки та нервової системи, тому вміст її у кисломолочних продуктах

повинен складати не менше ніж 0,6% (Titov et al., 2008; Diduh and Diduh, 2008).

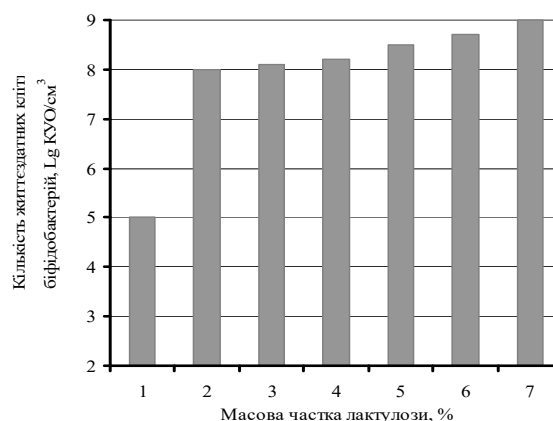


Рис. 2. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій у згустках від масової частки лактулози: 1 – контроль; 2 – 0,1%; 3 – 0,2%; 4 – 0,3%; 5 – 0,4%; 6 – 0,5%; 7 – 0,6%

У роботі як біфідостимулятор використано також інулін у вигляді сухого водорозчинного концентрату топінамбура, до вуглеводного складу якого входить не менше 70% інуліну. Наважки концентрату топінамбуру від 0,1 до 0,5% розчиняли у невеликій кількості стерилізованого знежиреного молока, нагрівали при постійному перемішуванні до температури (90 ± 2) °С, витримували протягом 5 хв, охолоджували до температури (55 ± 2) °С і додавали до стерилізованої молочної основи. Технологічну підготовку отриманої суміші до заквашування і процес заквашування проводили так само і у тій же кількості, як і з використанням біфідостимуляторів фруктози та лактулози.

Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій у отриманих згустках від масової частки інуліну як біфідостимулюючого фактора, наведені на рис. 3.

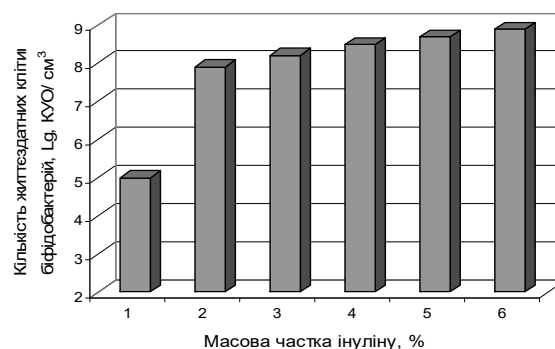


Рис. 3. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій у кисломолочних згустках залежно від масової частки інуліну: 1 – контроль; 2 – 0,1%; 3 – 0,2%; 4 – 0,3%; 5 – 0,4%; 6 – 0,5%.

При використанні як біфідостимулятора інуліну відбувається значне зростання кількості життєздатних клітин біфідобактерій, що можна пояснити хімічним складом концентрату топінамбура, вуглеводи якого представлені інуліном, фруктозою і її похідними.

Крім того, до складу концентрату топінамбура входять повноцінні білки, вітаміни, мінеральні речовини, пектини, які теж сприяють покращенню росту і розвитку біфідобактерій. Таким чином, наведені результати досліджень дії обраних нами біфідостимуляторів свідчать, що добавки фруктози, лактулози та інуліну навіть у кількості 0,1% здатні забезпечити пробіотичний ефект, стимулювати ріст і розвиток біфідобактерій у знежиреному стерилізованому молоці в кількості значно вищій, ніж $1 \cdot 10^6$ КУО/см³ (Vlasenko et al., 2009). За думкою фахівців, лактулоза і лактоза гідролізуються до моноцукрів, які виконують роль енергетичного матеріалу для розвитку біфідобактерій. Збродження моноцукрів відбувається фруктозо-глюкозним шляхом. Тому в першу чергу зброджується фруктоза, а глюкоза і галактоза ізомеризуються у фруктозу і також зброджуються до молочної і оцтової кислот (Tokaev and Maksimov, 2009; Vlasenko et al., 2010).

Для визначення раціональних технологічних параметрів процесу зброджування проведено дослідження процесу ферментації стерилізованого знежиреного молока консорціумом біфідобактерій в суміській присутності вибраних нами біфідостимуляторів – фруктози, лактулози та інуліну. У стерилізоване знежирене молоко вносили попередньо підготовлені біфідостимулятори при температурі (55 ± 2) °С. Подальші операції обробки отриманої суміші проводили у послідовності і технологічних режимах наведених раніше. В підготовлену суміш вносили 5,0% закваски у вигляді консорціуму біфідобактерій із концентрацією $1 \cdot 10^6$ КУО/см³. Контролем було знежирене стерилізоване молоко без стимуляторів росту, заквашене консорціумом біфідобактерій у тій же кількості. Процес ферментації проводили до утворення згустків (рН 4,6...4,7). В процесі заквашування визначали зміну активної кислотності, титрованої кислотності, а також в'язкість отриманих згустків.

За час ферментації стерилізованого знежиреного молока консорціумом біфідобактерій, який до утворення згустків триває 6 год, активна кислотність в присутності біфідостимулятора фруктози досягла рівня рН 4,64, лактулози – рН 4,6, інуліну – рН 4,5, без біфідостимуляторів – рН 4,7. Нижчу активну кислотність порівняно з контролем і значно вищу титровану кислотність зразків з біфідостимуляторами можна пояснити підвищеною активністю біфідобактерій в присутності біфідостимуляторів, під дією яких в процесі бродіння поряд з молочною кислотою утворюється оцтова кислота, яка є сильнішим електролітом порівняно з молочною кислотою.

В'язкість зразків, одержаних з використанням біфідостимуляторів, залишається майже незмінною протягом перших двох годин процесу заквашування і кислотність зразків майже не змінюється. Особливо швидко відбувається наростання в'язкості наприкінці процесу заквашування. Протягом шести годин процесу ферментації адаптованими культурами середнє значення в'язкості зразків з використанням фруктози досягло 48 с, лактулози – 46 с, інуліну – 52 с, в той час як в'язкість контрольного зразка становила тільки 41с. Визначення кількості життєздатних клітин біфідобактерій після шести годин зброджування в прису-

тності біфідостимуляторів показало, що всі отримані згустки мають високі пробіотичні властивості (Diduh and Chagarovs'kij, 2005).

Висновки

Отже, отримані нами результати свідчать, що при використанні біфідостимуляторів – фруктози, лактулози та інуліну не тільки збільшується кількість життєздатних клітин біфідобактерій, але й значно зростає в'язкість отриманих згустків, що сприятливо впливає на органолептичні властивості готового продукту.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження будуть спрямовані на дослідження окремих штамів бактерій різних виробників для технологічного процесу.

References

- Diduh, N.A. (2006). Kislomolochnyj napitok probioticheskogo naznachenija. Nauk.trudy ONAHT, 29, 103–109 (in Russian).
- Diduh, N.A. Chagarovs'kij, O.P., & Mudrjak, N.L. (2005). Rekomendacii odnositel'no ispol'zovanija fruktozy v proizvodstve molochnyh produktov probioticheskogo naznachenija. Vestnik DonDUET, 1(25), 16–21 (in Russian).
- Diduh, N.A., & Chagarovs'kij, O.P. (2005). Novyj bifidovmisnij kislomolochnyj napitok funkcional'nogo naznachenija. Molochnaja promst', 1(16), 36–39 (in Russian).
- Diduh, N.A., & Diduh, G.V. (2008). Simbioticheskie kompleksy dlja proizvodstva fermentirovannyh molochnyh ge-ronapitkov. Zb. nauk.pr. ONAHT. 33, 147–153 (in Russian).
- Didukh, N.A. (2008). Naukovi osnovy vykorystannia synbiotychnykh kompleksiv z chystymy kulturamy Bifidobacterium longum u vyrobnytstvi fermentovanykh funktsionalnykh molochnykh produktiv. Molochnoe Delo, 3, 21–23 (in Ukrainian).
- Didukh, N.A., Chaharovskiy, O.P., & Lysohor, T.A. (2008). Zakvashivalni kompozysii dlja vyrobnytstva molochnykh produktiv funktsionalnogo pryznachenni. ONAKhT. O.: "Polihraf" (in Ukrainian).
- Didukh, N.A., Mohylianska, N.O., & Vlasenko, O.V. (2009). Symbiotychnyi kompleks dlja vyrobnytstva atsydofilnykh kyslomolochnykh produktiv z pidvyshchenymy funktsionalnymy vlastyvostiamy. Zb. nauk. pr. ONAKhT, 36(2), 129–133. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Np_2009_36%282%29_36 (in Ukrainian).
- Gutyj, B., Hachak, Y., Vavrysevych, J., & Nagovska, V. (2017). The influence of cryopowder "Garbuz" on the technology of curds of different fat content. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2, 10 (86), 20–24. doi: 10.15587/1729-4061.2017.98194.
- Hachak, Y., Gutyj, B., Bilyk, O., Nagovska, V., & Mykhaylytska, O. (2018). Effect of the cryopowder "Amaranth" on the technology of meolten cheese. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1, 11(91), 10–15. doi: 10.15587/1729-4061.2018.120879.

- Musiy, L., Tsisaryk, O., Slyvka, I., Mykhaylytska, O., & Gutyj, B. (2017). Research into probiotic properties of cultured butter during storing. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3, 11(87), 31–36. doi: 10.15587/1729-4061.2017.103539.
- Nasledova, L.F. (2009). Eshhe raz o laktuloze. *Molochnaja promyshlennost*, 9, 68–69. <https://elibrary.ru/item.asp?id=13052776> (in Russian).
- Pavlyuk, R.Yu., Pogarskaya, V.V., Abramova, T.S., Berestovaya, A.A., & Loseva, S.M. (2014). Development of functional health nanodrinks based on milk whey. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (10 (72)), 59–64. doi: 10.15587/1729-4061.2014.31592.
- Petrov, D.A., & Zabodalova, L.A. (2008). Kislomolochnyj napitok s mal'todekstrinom. *Molochnaja promyshlennost*, 10, 80 (in Russian).
- Semenihina, V.F., Rozhkova, I.V., & Begunova, A.V. (2009). Tehnologicheskie aspekty ispol'zovaniya bifidobakterij dlja kislomolochnykh produktov. *Molochnaja promyshlennost*, 12, 9–11. <https://elibrary.ru/item.asp?id=13052596> (in Russian).
- Solomon, A.M. (2008). Novi pidkhody do udoskonalennia yakosti ta bezpeky moloka. Zb. naukovykh prats VDAU “Suchasni problemy pidvyshchennia yakosti, bezpeky vyrobnytstva ta pererobky produktii tvarynnytstva”, 34(1), 221–225 (in Ukrainian).
- Solomon, A.M., Vlasenko, V.V., & Diakonova, A.K. (2010). Kyslomolochnyi desertnyi produkt. Patent na korysnu model 54607. UA Ukraina, MPK A 23 S 9/00. № 201010363; Zaiavl. 25.08.2010; Opubl. 10.11.2010, Biul. № 21. <http://uapatents.com/3-54607-kislomolochnij-desertnij-produkt.html> (in Ukrainian).
- Titov, E.I., Ganina, V.I., Tereshina, E.N., & Mozgovaja, I.N. (2008). Kislomolochnyj sinbioticheskij napitok. *Molochnaja promyshlennost*, 7, 66–67 (in Russian).
- Tokaev, Je.S., & Maksimov, A.A. (2009). Razrabotka novogo sinbioticheskogo pishhevogo produkta s vysokim sodержaniem bifidobakterij. *Voprosy pitaniya*, 78(2), 39–41 (in Russian).
- TU 9229-004-53757476-09 (2009). Koncentrat laktulozy “Laktusan-2”. Sanitarno-jepidemiologicheskoe zakljuchenie: № 77.99.27.922.D.005487. 05.09 ot 20.05.2009 g. (in Russian).
- Vlasenko, V.V., Didukh, A.M., Solomon, H.V., & Diakonova, A.K. (2010). Vyznachennia probiotychnoi skladovoi dlja desertnykh kyslomolochnykh produktiv funktsionalnogo pryznachennia. *Kharchova nauka i tekhnolohiia*, 4, 32–36. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Khnt_2010_4_13 (in Ukrainian).
- Vlasenko, V.V., Solomon, A.M., & Paulyna, Ya.B. (2009). Suchasnyi stan ta perspektyvy vyrobnytstva kyslomolochnykh produktiv funktsionalnogo pryznachennia. *Kharchova nauka i tekhnol*, 4(9), 21–23 (in Ukrainian).