

**Анотація.** На основі аналізу ринку продуктів для дитячого харчування в Україні в роботі показано перспективи розробки технологій білкових паст для харчування дітей від 8-ми місяців; обґрунтовано параметри ферментації молочно-рослинних вершків, збагачених фруктозою, заквашувальними композиціями із бакконцентратів лакто- й біфідобактерій безпосереднього внесення з підвищеними пробіотичними й протеоолітичними властивостями: температура (37±1) °С, тривалість 10,0 – 12,0 год.

**Ключові слова:** дитяче харчування, білкова паста, адаптація, біфідобактерія, лактобактерія, біфідогенний фактор, пробіотичні й протеоолітичні властивості.

**Анотация.** На основании анализа рынка детских продуктов в Украине в работе показаны перспективные разработки технологий белковых паст для питания детей от 8-ми месяцев; обоснованы параметры ферментации молочно-растительных сливок, обогащенных фруктозой, заквашиваемыми композициями из бакконцентратов лакто- и бифидобактерий непосредственного внесения с повышенными пробиотическими и протеолитическими свойствами: температура (37±1) °С, длительность 10,0 – 12,0 час.

**Ключевые слова:** детское питание, белковая паста, адаптация, бифидобактерия, лактобактерия, бифидогенный фактор, пробиотические и протеолитические свойства.

УДК 637.146:613.22  
DOI 10.15673/2073-8684.29/2014.33591

### ОБґРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ФЕРМЕНТАЦІЇ МОЛОЧНО-РОСЛИННИХ ВЕРШКІВ У БІОТЕХНОЛОГІЇ БІЛКОВИХ ПАСТ ДЛЯ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ

**Н. А. Ткаченко**  
Доктор технічних наук, професор  
в.о. директора навчально-наукового технологічного інституту ім. М.В. Ломоносова, завідувач кафедри технології молока, жирів і парфумерно-косметичних засобів\*  
E-mail: nataliya.n-2013@yandex.ru

**Ю.С. Українцева**  
аспірант кафедри технології молока, жирів і парфумерно-косметичних засобів\*  
E-mail: yuliy@i.ua

**Є.І. Гресу**  
магістрант кафедри технології молока, жирів і парфумерно-косметичних засобів\*  
\*Одеська національна академія харчових технологій вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039

#### Вступ

Ринок продуктів для дитячого харчування – одна з найбільш наболілих тем українського виробника і споживача, і відноситься більше до соціальних питань нашого суспільства, ніж до комерційних. З огляду на високі вимоги до безпечності та якості продуктів для дитячого харчування, серед яких перше місце посідають кисломолочні, в т.ч. білкові продукти, вітчизняні молокопереробні підприємства мають потребу у впровадженні сучасних технологій, закупівлі нового обладнання, якісної сировини, інгредієнтів та матеріалів імпортного виробництва, які не виробляють в Україні. Все це потребує значних інвестицій. Одним із шляхів вирішення даної проблеми може бути розробка вітчизняних науково-технічних основ біотехнології кисломолочних продуктів для дитячого харчування, зокрема, білкових, які базувались би на використанні бакконцентратів біфідо- та лактобактерій безпосереднього внесення, були привабливими для вітчизняних молокопереробних підприємств і конкурентоздатними на споживчому ринку країни [1,2].

Тому Міністерство аграрної політики України ініціювало розробку державної цільової програми розвитку дитячого харчування в Україні на 2012 – 2016 рр., згідно якої передбачається збільшення

внутрішніх обсягів виробництва і розширення асортименту продуктів для дитячого харчування [1].

#### Постановка проблеми

Провідну роль у побудові імунітету дитини відіграють кисломолочні продукти. Завдяки вмісту в них лакто- та біфідобактерій вони підтримують баланс мікрофлори в кишечнику, захищаючи організм від інфекцій і вірусів. При зниженні кількості біфідо- та лактобактерій у кишечнику дітей порушуються процеси травлення, погіршуються всмоктування речовин, засвоєння заліза та кальцію, синтез вітамінів, втрачається здатність до активізації різних ферментів, знижується стійкість кишечника до надлишкового заселення його умовно-патогенними мікроорганізмами, які, в свою чергу, викликають порушення всмоктування амінокислот, азоту, жирних кислот, вуглеводів та вітамінів. Продукти метаболізму та токсини умовно-патогенних бактерій знижують дезінтоксикаційну здатність печінки, пригнічують регенерацію слизового шару кишечника, гальмують перистальтику та призводять до розвитку діареї [2,3]. Тому регулярне вживання якісних кисломолочних продуктів є обов'язковою умовою нормального розвитку дитини [2].

Сьогодні український ринок дитячих спеціалізованих кисломолочних продуктів промислового виробництва має істотний дефіцит. Обсяги виробленої продукції для дитячого харчування не покривають потреб малюків. На ринку України ця група продуктів представлена кефіром, йогуртом, сиром кисломолочним, сировими десертами для дитячого харчування. Основними виробниками рідких і пастоподібних кисломолочних продуктів в Україні сьогодні є: спеціалізований завод дитячого харчування «Агуша» («Вім-Біль-Данн Україна»), торгова марка «Агуша»), спеціалізований завод дитячого харчування «Яготинське для дітей» («Молочний Альєн»), торгова марка «Яготинське для дітей»), акціонерна компанія «Комбінат «Приндіпровський» (торгова марка «Злагода») і «Галактон» («Данон-Юніміл»), торгова марка «Тема») [4]. Протягом 2012 – 2013 рр. виробництво спеціалізованих рідких і пастоподібних кисломолочних продуктів для дитячого харчування в Україні значно збільшилось; їх кількість у 2013 році склала 20,4 тис. тонн [4,5]. Таке суттєве збільшення цієї категорії дитячих кисломолочних продуктів пов'язано, в основному, з прийняттям у 2006 році Законом України «Про дитяче харчування» [6] та із запуском у 2012 році двох спеціалізованих підприємств з виробництва молочних продуктів для дитячого харчування – заводу «Яготинське для дітей» компанії «Молочний Альєн» і заводу «Агуша» компанії «Вім-Біль-Данн Україна». Слід відзначити, що ринок пастоподібних кисломолочних продуктів для дитячого харчування обмежений сиром кисломолочним та сировими десертами, які виробляє лише одне підприємство – «Галактон» компанії «Данон-Юніміл») [4,5]. Інші білкові кисломолочні продукти для дитячого харчування, які були б адаптовані до молока жіночого, мали підвищені пробіотичні, антагоністичні й гіпоалергенні властивості, високі біологічну цінність та біологічну ефективність, а також подовжений термін зберігання, зокрема білкової паст, вітчизняні підприємства не виробляють. Це пояснюється відсутністю науково обґрунтованих та клінічно апробованих технологій таких продуктів. Тому наукове обґрунтування нових технологій білкових паст для дитячого харчування, які б відповідали всім перерахованим вимогам, з використанням бакконцентратів безпосереднього внесення із пробіотичних культур лакто- та біфідобактерій, а також комплексів фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів (ФФХІ), є актуальним завданням.

#### Літературний огляд

Біотехнологічне оброблення молочної сировини бакконцентратами лакто- та/або біфідобактерій безпосереднього внесення забезпечує високу і стабільну якість кисломолочних продуктів, в т.ч. для дитячого харчування, збереження показників їх

якості протягом тривалого терміну зберігання за рахунок підвищених санітарно-гігієнічних характеристик продуктів та високої концентрації в них молочнокислих та біфідобактерій [2,7].

При біотехнологічному обробленні молочної сировини симбіотичними заквашувальними композиціями відбувається накопичення біомаси та продуктів метаболізму біфідо- й лактобактерій, що приводить до формування єдиної просторової сітки ферментованого продукту та підвищення її пробіотичних і антагоністичних властивостей. Пробиотичні властивості продуктів знаходяться у прямій залежності від біомаси пробіотичних культур [7-9]. Підвищення кількості життєздатних клітин пробіотичних штамів біфідобактерій у кисломолочних продуктах можливо трьома шляхами: перший – за рахунок адаптації пробіотичних культур біфідобактерій до молока; другий – за рахунок додавання біфідогенних факторів до молочної сировини; третій – за рахунок використання оптимальних співвідношень біфідо- та лактобактерій у заквашувальних композиціях [7,10-12]. Посадження вказаних трьох шляхів стимулювання росту біфідобактерій у молоці дає можливість на декілька порядків підвищити й антагоністичні властивості кисломолочних продуктів, а також подовжити термін їх зберігання [7,13].

Введення до складу заквашувальних композицій для виробництва білкових кисломолочних продуктів для дитячого харчування лактобактерій з підвищеними протеоолітичними властивостями дасть змогу досягти глибокого ступеню протеолізу казеїнової фракції білків у продукті, в т.ч. алергенної α<sub>2</sub> фракції казеїну, а також сироваткових білків, в т.ч. алергенного β-лактоглобуліну. Це дозволить суттєво знизити можливість виникнення у малюків алергичних реакцій при вживанні кисломолочних продуктів, вироблених з використанням таких заквашувальних композицій [4].

На сьогоднішній день розроблена технологія сирю кисломолочного для дитячого харчування з подовженим терміном зберігання та підвищеними пробіотичними й гіпоалергенними властивостями [14]. Однак, цей продукт не адаптований до молока жіночого, має невисоку біологічну ефективність, оскільки до його складу не передбачено введення рослинних жирів, і лімітований за вмістом сироваткових амінокислот (скор складає 93,9 – 95,9 %). При розробці технологій білкових паст для дитячого харчування необхідно використати інноваційних технологічних рішень щодо:

– способів виробництва продукту, які б забезпечили тривалий термін зберігання (не менше 15 діб);

– способів комплексного виділення білків із молока знежиреного;

– визначення доцільності використання фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів, які

сприяли б підвищенню біологічної ефективності продукту та адаптації його складу до молока жіночого;

– об'рунтування складу заквашувальних композицій із бакконцентратів лакто- і біфідобактерій безпосереднього внесення з підвищеними пробіотичними, протеолітичними й антагоністичними властивостями.

**Наукові основи біотехнології білкових паст для дитячого харчування з підвищеними пробіотичними, антагоністичними й гіпоалергенними властивостями, високими біологічною цінністю й біологічною ефективністю, подовженим терміном зберігання.**

Для забезпечення тривалого терміну зберігання білкових паст для дитячого харчування в основу їх біотехнології необхідно покласти використання бакконцентратів безпосереднього внесення.

Авторами об'рунтовано склад заквашувальних композицій з підвищеними пробіотичними, антагоністичними й протеолітичними властивостями для виробництва білкових паст для дитячого харчування, до складу яких введено [15-17]:

– адаптовані до молока пробіотичні монокультури (МК) *Bifidobacterium animalis Bb-12* у складі бакконцентратів *FD DVS Bb-12* або *F DVS Bb-12*;

– бакконцентрати *FD DVS La-5* або *F DVS La-5*, які включають пробіотичний штам *Lbc. acidophilus La-5*;

– змішані культури мезофілічних молочнокислих лактококів (*Lac. lactis ssp. lactis*, *Lac. lactis ssp. cremoris*, *Lac. lactis ssp. diacetylactis* і *Leu. mesenteroides*) у складі бакконцентратів безпосереднього внесення *FD DVS CH N-19* або *FD DVS CH N-11* або *FD DVS CH N-22* або *FD DVS Flora-danica* або *F DVS C-301* або *F DVS C-303*).

Заморожені бакконцентрати мезофілічних молочнокислих лактококів (*F DVS C-301* і *F DVS C-303*) мають у 2,5 – 5,0 раз вищі протеолітичні властивості, ніж бакконцентрати *FD DVS CH N-19*, *FD DVS CH N-11*, *FD DVS CH N-22* та *FD DVS Flora-danica*, отримані ліофілієм сушінням [18]. Введення до складу заквашувальних композицій для виробництва білкових паст для дитячого харчування заморожених бакконцентратів мезофілічних молочнокислих лактококів (ММЛ) дозволяє отримати продукти з максимально вираженими гіпоалергенними властивостями [17]. Серед бакконцентратів ММЛ, отриманих ліофілієм сушінням, найвищі протеолітичні властивості мають *FD DVS CH N-11* та *FD DVS CH N-19* [18]. Використання цих бакконцентратів у складі заквашувальних композицій для виробництва дитячих білкових паст обумовлює зниження гіпоалергенних властивостей продуктів у 2,2...2,6 раз в порівнянні з використанням заморожених бакконцентратів, але вміст алергенних фракцій білків у згустках, отриманих ферментацією

молока розробленими композиціями з використанням бакконцентратів біфідобактерій, лактобацил і ММЛ, отриманих ліофілієм сушінням, на 15,3 – 23,7 % нижчий, ніж у згустках, отриманих ферментацією молока іншими бакконцентратами ММЛ *DVS*, отриманими ліофілієм сушінням. Тому всі розроблені заквашувальні композиції можуть бути рекомендовані для виробництва паст білкових для дитячого харчування.

Процес виробництва продукту доцільно здійснювати термостатним способом. Це класичний спосіб виробництва напоїв кисломолочних, у технології білкових продуктів він ніколи не використовувався. Основними перевагами використання термостатного способу для виробництва цільового продукту є: одержання продукту високої якості з нормованими показниками безпеки, що дуже важливо в технології продуктів, призначених для харчування малюків; можливість забезпечення тривалого терміну зберігання білкових паст за рахунок здійснення процесу ферментації продукту в тарі, що попереджує виникнення вторинного забруднення. До недоліків даного способу можна віднести наступні: підвищені енерговитрати; збільшення виробничих площ, обумовлене необхідністю організації термостатної камери; подовження технологічного процесу. Однак, наведені переваги використання термостатного способу виробництва білкових паст обумовлюють доцільність його застосування в інноваційних технологіях виробництва дитячих продуктів.

Для реалізації термостатного способу виробництва білкових паст для харчування дітей від 8-ми місяців можливо кілька варіантів:

**перший** – комплексне виділення казеїну та сироваткових білків зі знежиреного молока термостатним способом з використанням кислоти сироватки, приготуваної на монокультурах *Lbc. Acidophilus La-5* у складі бакконцентратів *FD DVS La-5* або *F DVS La-5*; виділення сироватки від згустку на сепараторі; вальцювання та протирання білкової основи; змішування підготовленої білкової основи зі сквашеним молочно-рослинним вершкми (сквашені молочно-рослинні вершки отримують таким чином: змішують вершки з масовою часткою жиру 33 % з олією гарбузовою, багатого на поліненасичені жирні кислоти, для адаптації жирнокислотного складу продукту до молока жіночого і підвищення його біологічної ефективності у кількості, яка забезпечує співвідношення молочної і рослинної жирів у вершках 7:3; збагачують молочно-рослинні вершки фруктозою як біфідогенним фактором у кількості 0,1 %, гомогенізують, пастеризують, охолоджують до температури заквашування – (37±1)°С; сквашують заквашувальною композицією із бакконцентрату МК *Bifidobacterium animalis Bb-12* і бакконцентрату змішаних культур ММЛ; сквашені вершки збагачують ФОХІ – лактулозою (масова частка лактулози 0,5 % по відно-

шенню до маси готового продукту) вітамінами та/або мінеральними речовинами; перемішують; перемішування 15 – 20 хв., фасування в герметичну тару (коробочки або стаканчики по 50 – 100 гр.); ферментація білкового продукту в термостатній камері при температурі (37±1)°С до досягнення pH 5,2 – 5,3 од.; охолодження до температури (4±2)°С. При такому способі виробництва біфідобактерій та ММЛ розвиваються у процесі сквашування молочно-рослинних вершків, після змішування ферментованих вершків з білковою основою, яка містить МК *Lbc. Acidophilus La-5*, у процесі ферментації білкового продукту розвиваються і МК *B. animalis Bb-12*, і МК *Lbc. Acidophilus La-5*; і змішані культури ММЛ;

**другий** – комплексне виділення казеїну та сироваткових білків зі знежиреного молока термокальцевим способом; виділення сироватки від згустку на сепараторі; вальцювання та протирання білкової основи; змішування підготовленої білкової основи зі сквашеним молочно-рослинним вершкми (сквашені молочно-рослинні вершки отримують аналогічно описаному в першому варіанті виробництва продукту способом, але для ферментації вершків використовують заквашувальні композиції, до складу яких, крім МК біфідобактерій та змішаних культур ММЛ, входять МК *Lbc. Acidophilus La-5*); перемішування 15 – 20 хв., фасування в герметичну тару (коробочки або стаканчики по 50 – 100 гр.); ферментація білкового продукту в термостатній камері при температурі (37±1)°С до досягнення pH 5,2 – 5,3 од.; охолодження до температури (4±2)°С. При такому способі виробництва всі заквашувальні культури біфідо- й лактобактерій розвиваються і в процесі сквашування молочно-рослинних вершків, і в процесі ферментації білкового продукту;

**третій** – комплексне виділення казеїну та сироваткових білків з нормалізованого молока способом ультрафільтрації; збагачення білкового концентрату олією гарбузовою, фруктозою, вітамінами та/або мінеральними речовинами і лактулозою; гомогенізація, пастеризація і охолодження підготовленої концентрату до температури сквашування – (37±1)°С; змішування концентрату із заквашувальними культурами (МК *B. Animalis Bb-12*, МК *Lbc. acidophilus La-5* і змішаними культурами ММЛ); фасування в герметичну тару (коробочки або стаканчики по 50-100 гр.); ферментація концентрату в термостатній камері при температурі (37±1)°С до досягнення pH 5,2 – 5,3 од.; охолодження до температури (4±2)°С. При такому способі виробництва всі заквашувальні культури біфідо- й лактобактерій, як і в другому варіанті, розвиваються і в процесі сквашування молочно-рослинних вершків, і в процесі ферментації білкового продукту.

**Мета представленої роботи** – об'рунтування параметрів ферментації молочно-рослинних верш-

ків, збагачених фруктозою як біфідогенним фактором, заквашувальною композицією із адаптованих до молока монокультур *Bifidobacterium animalis Bb-12* у складі бакконцентратів безпосереднього внесення (*FD DVS Bb-12* або *F DVS Bb-12*) та змішаних культур *Lac. lactis ssp. lactis*, *Lac. Lactis ssp. cremoris*, *Lac. lactis ssp. diacetylactis* і *Leu. mesenteroides* у складі заморожених бакконцентратів безпосереднього внесення (*F DVS C-301* або *F DVS C-303*) і бакконцентратів, отриманих ліофілієм сушінням (*FD DVS CH N-19* або *FD DVS CH N-11*), для першого варіанту виробництва продукту.

**Апробація результатів експериментальних досліджень щодо об'рунтування параметрів ферментації молочно-рослинних вершків.**

Для проведення експериментальних досліджень вершки з масовою часткою жиру 33 % змішували з олією гарбузовою у кількості, яка забезпечувала співвідношення молочної і рослинної жирів 7:3; вносили в них фруктозу (масова частка – 0,1 %); підігрівали до температури 70 – 75 °С; гомогенізували двоступеневим способом при заданій температурі та тиску 7 і 3 МПа на першому та другому ступенях відповідно; пастеризували при температурі 90 – 95 °С з витримкою 15 хв.; охолоджували до температури заквашування – (37±1)°С і заквашували однією з рекомендованих заквашувальних композицій:

– експериментальний зразок 1 – заквашувальною композицією із МК *B. animalis Bb-12* у складі бакконцентрату *F DVS Bb-12* і змішаних культур ММЛ у складі бакконцентрату *F DVS C-303* (вихідна концентрація культур біфідобактерій та ММЛ при інкуляції складала 1·10<sup>8</sup> КУО/см<sup>3</sup>);

– експериментальний зразок 2 – заквашувальною композицією із МК *B. Animalis Bb-12* у складі бакконцентрату *FD DVS Bb-12* і змішаних культур ММЛ у складі бакконцентрату *FD DVS CH N-11* (вихідна концентрація культур біфідобактерій та ММЛ при інкуляції складала 1·10<sup>8</sup> КУО/см<sup>3</sup>).

Ферментацію експериментальних зразків здійснювали при температурі (37±1)°С протягом 12 год.

За контрольні зразки 1 та 2 використовували молочні вершки з масовою часткою жиру 41,3 % (масова частка жиру в молочних вершках відповідно така як в молочно-рослинних вершках), оброблені за аналогічними режимами і сквашені тими ж заквашувальними композиціями, що й експериментальні зразки 1 та 2 відповідно.

У процесі ферментації всіх досліджуваних зразків у них визначали активність кислотоутворення за змінами титрованої та активної кислотності (рис. 1, а, б відповідно), зміну в'язкості (рис. 1, в), кількості життєздатних клітин МК *B. Animalis Bb-12* і змішаних культур (3К) *Lac. Lactis ssp.* у 1 см<sup>3</sup>

(рис. 2, а, б відповідно), а також розраховували питому швидкість росту клітин біфідо- та лактобактерій у молочно-рослинних (експериментальні зразки) і молочних (контрольні зразки) вершках (рис. 2, в, г відповідно).

При ферментації молочних і молочно-рослинних вершків заквашувальною композицією, складеною із заморожених бакконцентратів біфідо- й лактобактерій (контрольний зразок 1 і експериментальний зразок 1), гелеутворення триває 10,0–10,5 год, ферментація контрольного й експериментального зразків 2 заквашувальною композицією, складеною із бакконцентратів біфідо- й лактобактерій, отриманих ліофілічним сушінням, завершується через 11,5–12,0 год. (рис. 16). Протягом зазначеного часу в усіх досліджуваних зразках досягається ізоелектричний стан білків під впливом суміші молочної й оттової кислот, накопичених МК *B. Animalis Bb-12*, та молочної кислоти, накопиченої *ZK Lac. Lactis ssp.*, при зброджуванні фруктози і лактози; активна кислотність контрольних зразків складає 4,62–4,65 рН, експериментальних – 4,68–4,72 рН. Прискорення ферментації зразків замороженими бакконцентратами пояснюється тим, що клітини біфідо- й лактобактерій відразу після розморожування у молочних і молочно-рослинних вершках є активними, тоді як при сквашуванні зразків 2 ліофільно висушеними бакконцентратами необхідний певний час (40–80 хв.) для активізації культур лакто- й біфідобактерій.

Протягом перших 2 год. ферментації активна кислотність у контрольних зразках знижується лише на 0,05–0,06 од.рН, у експериментальних – на 0,02–0,04 од.рН (рис. 16). Після 2-гої години біотехнологічного оброблення молочних і молочно-рослинних вершків відзначається інтенсивний розвиток біфідо- й лактобактерій (рис. 2, а, б), що сприяє швидкому накопиченню суміші кислот і різкому зниженню активної кислотності: з 2-гої по 4-ту години сквашування у контрольному зразку 1 відзначається зменшення кислотності на 0,23 од.рН, в експериментальному зразку 1 – на 0,18 од.рН, у контрольному й експериментальному зразках 2 – на 0,13 і 0,12 од.рН відповідно, з 4-тої по 10-ту години сквашування у контрольному й експериментальному зразках 1 відзначається зниження кислотності на 1,90 і 1,85 од.рН відповідно, що призводить до гелеутворення на 10-тій годині ферментації; у контрольному й експериментальному зразках 2 протягом цього проміжку часу активна кислотність знижується на 1,85 і 1,76 од.рН відповідно, а утворення гелю відзначається на 12-тій годині сквашування.

Титрована кислотність експериментальних зразків складає 66,0–67,5 °Т, контрольних – 71,5–73,0 °Т (рис. 1, а). Нижчі значення титрованої кислотності в експериментальних зразках обумовлені інтенсивнішим розвитком біфідобактерій у них (рис. 2а) в порівнянні з контрольними зразками.

Біфідобактерії у процесі бродіння, крім молочної, накопичують оттову кислоту, яка є більш сильним електролітом в порівнянні з молочною [7-9]. Співвідношення молочної й оттової кислот залежить від субстрату, який зброджують біфідобактерії: при зброджуванні лактози співвідношення молочної й оттової кислот складає 3:1, при зброджуванні моноцукрів – 3:2 [7,8]. Оскільки молочні вершки не містять фруктози, а молочно-рослинні вершки містять лише 0,1 % фруктози, МК *B. Animalis Bb-12*, введени до складу заквашувальних композицій, після повної утилізації фруктози в експериментальних зразках можуть зброджувати як глюкозу, що утворюється в результаті розщеплення лактози *ZK Lac. Lactis ssp.* до моноцукрів, так і лактозу, що обумовлює кількість накопиченої оттової кислоти у ферментованих згустках і, відповідно, рівень титрованої кислотності й антагоністичні властивості продукту. Більш інтенсивний розвиток МК *B. Animalis Bb-12* в експериментальних зразках обумовлює майже на два порядки вищу концентрацію життєздатних клітин біфідобактерій в них у порівнянні з експериментальними зразками (рис. 2а), тому рівень титрованої кислотності в експериментальних зразках нижчий, а їх пробіотичні й антагоністичні властивості вищі, ніж у контрольних.

Нижчий рівень титрованої кислотності в експериментальних зразках у порівнянні з контрольними обумовлює їх високі органолептичні показники, зокрема смак та запах, що є дуже важливим фактором, оскільки ферментовані молочні продукти для дитячого харчування повинні мати невисоку кислотність [2]. Смак та запах ферментованих молочно-рослинних вершків чистий, кисло-молочний, без сторонніх присмаків та запахів із злегка відчутним присмаком внесеної гарбузової олії, тоді як у контрольному зразку відзначається більш виражений кисло-молочний смак та запах, обумовлений вищим рівнем титрованої кислотності (71,5–73,0 °Т – рис. 1а). Консистенція ферментованих молочних вершків однорідна, щільна, без відділення сироватки; сквашені молочно-рослинні вершки мають більш ніжну, м'яку, сметаноподібну консистенцію, що обумовлено більш інтенсивним розвитком у експериментальних зразках монокультур біфідобактерій, які при сквашуванні молочної сировини продукують незначну кількість екзогенних полісахаридів [7,8].

Умова в'язкість 100 см<sup>3</sup> ферментованих молочно-рослинних вершків складає 51,3–56,4 сек., що на 12,9–14,1 % вище, ніж в'язкість молочно-рослинних вершків у ізоелектричній точці – 43,1–49,1 сек. (рис. 1в). Це обумовлено вищою концентрацією життєздатних клітин біфідобактерій в останніх. Контрольний і експериментальні зразки 1 мають на 9,1–9,3 та 12,0–12,1 % нижчу умовну в'язкість, ніж контрольний та експериментальні зразки 2 відповідно (рис. 1в), що поясню-

ється вищими протеолітичними властивостями заквашувальної композиції, складеної із заморожених бакконцентратів, в порівнянні з композицією, складеною із бакконцентратів, отриманих ліофілічним сушінням.

Адаптовані до молока монокультури *B. Animalis Bb-12* у експериментальних зразках розвиваються набагато активніше, ніж у контрольних, що пояснюється наявністю у складі молочно-рослинних вершків біфідогенного фактора – фруктози [7,10-12]. Протягом перших двох годин ферментації питомою швидкістю росту клітин ББ у експериментальних зразках у 2,9-3,4 рази перевищує таку в контрольних (рис. 2а), що доводить вплив біфідогенного фактора на стимулювання росту біфідофлори. Протягом наступних двох годин ферментації питомою швидкістю росту МК *B. Animalis Bb-12* збільшується у 1,3-1,4 рази, що обумовлює концентрацію життєздатних клітин ББ в експериментальних зразках на четверту годи-

ну ферментації (3,1–5,0)·10<sup>7</sup> КУО/см<sup>3</sup> (рис. 2а). Протягом наступних 6–8 годин біотехнологічного оброблення продовжується ріст кількості життєздатних клітин *B. Animalis Bb-12*, що доводить їх здатність зброджувати лактозу. У ферментованих молочно-рослинних вершках кількість життєздатних клітин ББ складає (0,8–1,0)·10<sup>9</sup> КУО/см<sup>3</sup> (рис. 2а).

У експериментальному зразку 1 питомою швидкістю росту клітин ББ протягом перших чотирьох годин ферментації перевищує таку в експериментальному зразку 2 (рис. 2а), що обумовлено високою активністю заморожених клітин *B. Animalis Bb-12* у складі бакконцентрату *F.D.V.S Bb-12*, на шосту годину ферментації  $\mu$  заморожених і ліофільно висушених клітин біфідобактерій однакова, а на восьму годину сквашування відзначаємо вищу питому швидкість росту ліофільно висушених МК *B. Animalis Bb-12* в порівнянні з замороженими.

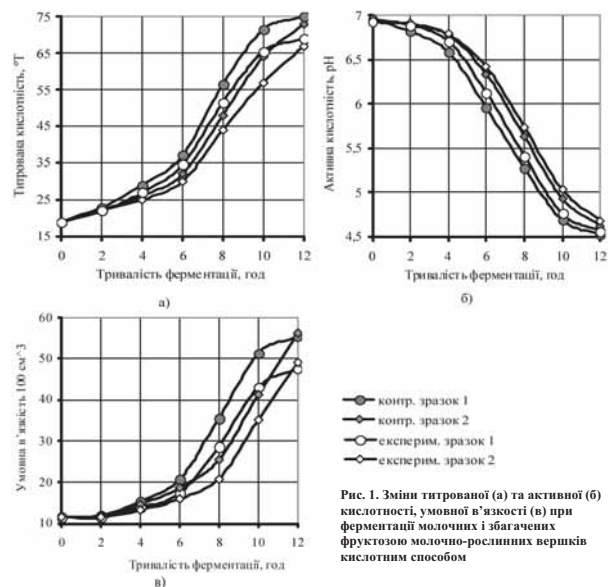


Рис. 1. Зміни титрованої (а) та активної (б) кислотності, умовної в'язкості (в) при ферментації молочних і збагачених фруктозою молочно-рослинних вершків кислотним способом

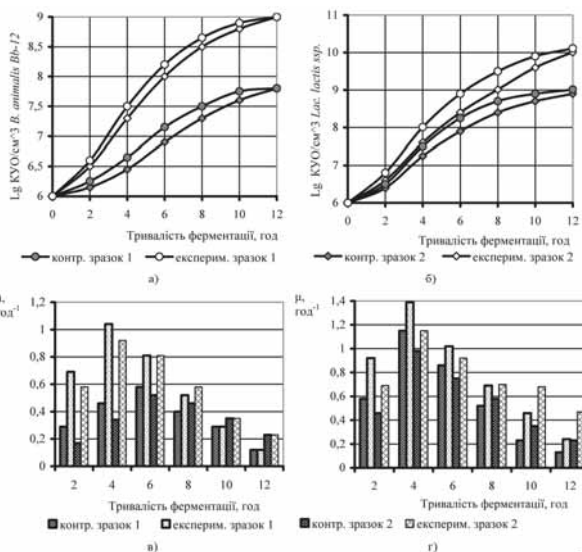


Рис. 2. Зміна кількості життєздатних клітин МК *B. animalis Bb-12* (а) і ЗК *Lac. lactis ssp.* (б) у  $1 \text{ cm}^3$  питома швидкість росту клітин МК *B. animalis Bb-12* (в) і ЗК *Lac. lactis ssp.* (г) при ферментації молочних і збагачених фруктозою молочно-рослинних вершків кислотним способом

ЗК *Lac. lactis ssp.* більш активно розвиваються у експериментальних зразках, що обумовлено синергізмом використаних у складі заквашувальних композицій культур бифідо- й лактобактерій [7]. Метаболіти, які виробляють у процесі життєдіяльності МК *B. animalis Bb-12*, є стимуляторами росту для клітин ЗК *Lac. lactis ssp.* [7-11], тому більш активний розвиток клітин бифідобактерій у експериментальних зразках призводить до активізації росту клітин ММЛ в цих зразках. Питома швидкість росту клітин *Lac. lactis ssp.* у контрольних зразках при ферментації на 15–20% нижча, ніж така в експериментальних зразках (рис. 2г), що обумовлює на порядок вищу концентрацію життєздатних клітин мезофільних молочнокислих лактококів у ферментованих молочно-рослинних вершках ( $(1,1 - 1,3) \cdot 10^8 \text{ КУО/см}^3$  – рис. 2в) в порівнянні з такою у ферментованих молочних вершках ( $(8,0 - 9,0) \cdot 10^8 \text{ КУО/см}^3$  – рис. 2б).

Висока концентрація життєздатних клітин ЗК *Lac. lactis ssp.* у сквашених молочно-рослинних вершках обумовлює їх гіпоалергенні властивості, що зменшуватиме алергенний вплив білкових паст на організм малюків в порівнянні з сиром кислотномолочним, який сьогодні виробляють молокопереробні підприємства. Висока концентрація життєздатних клітин МК *B. Animalis Bb-12* у сквашених молочно-рослинних вершках забезпечує в них підвищені пробіотичні й антагоністичні властивості, що сприятиме вираженому пробіотичному впливу на організм дитини білкової паст, виробленої з використанням ферментованих молочно-рослинних вершків, а також забезпечить подовження терміну зберігання продукту.

Визначення БГКП у  $0,3 \text{ cm}^3$  експериментальних та контрольних зразків свідчить про їх відсутність у дослідженому об'ємі, що доводить правни-

льність вибору режиму теплового оброблення си- ровини.

Отже, в першому із трьох запропонованих варіантів реалізації термостатного способу виробництва білкових паст для дитячого харчування параметри ферментації молочно-рослинних вершків, збагачених фруктозою, заквашувальними композиціями із монокультур *B. Animalis Bb-12* і змішаних культур *Lac. Lactis ssp.* у складі бакконцентратів безпосереднього внесення з підвищеними пробіотичними, антагоністичними й протеоолітичними властивостями, отриманих заморожуванням та ліофільним сушінням, наступні: температура  $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ , тривалість 10,0–10,5 та 11,5–12,0 год.

**Висновки**

– показано необхідність та доцільність розробки інноваційних технологій білкових паст для харчування дітей від 8-ми місяців з підвищеними пробіотичними, антагоністичними й гіпоалергенними властивостями, високою біологічною цінністю та

біологічною ефективністю, а також подовженням терміном зберігання;

– окреслено перспективи трьох варіантів реалізації термостатного способу виробництва білкових паст для дитячого харчування;

– обґрунтовано параметри ферментації молочно-рослинних вершків, збагачених фруктозою, заквашувальними композиціями із монокультур *B. Animalis Bb-12* і змішаних культур *Lac. Lactis ssp.* у складі бакконцентратів безпосереднього внесення з підвищеними пробіотичними, антагоністичними й протеоолітичними властивостями, отриманих заморожуванням та ліофільним сушінням; температура  $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ , тривалість 10,0–10,5 та 11,5–12,0 год. відповідно.

**Перспективи подальших досліджень:** обґрунтування технологічних параметрів виробництва білкових паст для дитячого харчування, розробка рецептур та технологій за трьома варіантами реалізації термостатного способу виробництва продуктів, промислова апробація інноваційних технологій білкових паст для харчування дітей, розробка пакету нормативних документів, проведення медико-біологічних та клінічних досліджень продуктів.

**Список літератури:**

1. Рынoк дeтcких мoлoчнoх прoдyктoв в Укрaинe [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Союзинформ. – 2010. – Режим доступа: [http://www.souzinform.com.ua/index.php?language=rus&menu=articl/detskoe\\_pytanye](http://www.souzinform.com.ua/index.php?language=rus&menu=articl/detskoe_pytanye)
2. Кузнецов, В.В. Справочник технолога молочного производства, Технология детских молочных продуктов / В.В. Кузнецов, И.Н. Липатова. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2005 г. – 525 с. – ISBN 5-901065-96-4
3. Ribeiro, A. C. Specialty products made from goat milk / A.C. Ribeiro, S.D.A. Ribeiro // Small Ruminant Res. – 2010. – Vol.9. – P. 225-233.
4. Украинский рынок молочных продуктов детского питания [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Инфагро. – 2011. – Режим доступа: <http://www.infagro.com.ua/ru/Product/Yes/37/>
5. Обзор рынка детского питания в Украине [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – BABY EXPO. – 2014. – Режим доступа: [http://babyexpo.ua/baby\\_expo/news\\_baby\\_expo/detail.php?ELEMENT\\_ID=5788](http://babyexpo.ua/baby_expo/news_baby_expo/detail.php?ELEMENT_ID=5788)
6. Закон України «Про дитяче харчування» № 142-V від 14.09.2006 р. // Відомості Верховної Ради України. – 2006. – № 44. – С. 433
7. Дідух, Н.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення / Н.А. Дідух, О.П. Чагаровський, Т.А. Лисогор. – Одеса: Видавництво «Поліграф», 2008. – 236 с. – ISBN 978-966-8788-79-6
8. Biavati B. Probiotics and Bifidobacteria / B. Biavati, V. Bottazzi, L. Morelli. – Novara (Italy): MOFIN ALCE, 2001. – 79 p.
9. Shah N.P. Bifidobacteria: Characteristics and potential for application in fermented milk products // Milchwissenschaft. – 1997. – V. 52 (1). – P. 16-20.
10. Bifidobacteria and bifidogenic factors / Molder H. W., Makellar R. C., Yaguchi M. // Can. Inst. Food Sci. Technol. J. – 1999. – V. 23 (1). – P. 29-41.
11. Roberfroid M.B. Prebiotics and synbiotics: concepts and nutritional properties // Br. J. Nutr. – 1998. – № 4. – P. 197–202.
12. Schrezenmeir J. Probiotics, prebiotics and synbiotics – approaching a definition / J. Schrezenmeir, M. de Vrese // Am. J. Clin. Nutr. – 2001. – № 2. – P. 361–364.
13. Дідух, Н.А. Наукові основи виробництва шашо кислотномолочного для дитячого харчування «Блокат» з подовженням терміном зберігання / Н.А. Дідух, А.С. Авершина // Збірник праць Першої міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції «Дитяче харчування: перспективи розвитку та інноваційні технології» в рамках XVII Міжнародного Форуму товарів та послуг для дітей BABY EXPO, 19 березня 2013р. – Київ, 2013. – С. 121-126.

14. Назаренко, Ю.В. Біотехнологія кисломолочного сиру дитячого харчування з подовженням терміном зберігання [Текст] // Харчова наука і технологія. – Одеса. – ОНАХТ. – № 2. – 2011. – С. 41–45.
15. Авершина, А.С. Обґрунтування вибору монокультур *Lbc. acidophilus* для удосконалення технології напоя кисломолочного для дитячого харчування «Біолакт» / А.С. Авершина, Н.А. Ткаченко // Програма і матеріали 80 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішення проблем харчування людства у XXI столітті», 10–11 квітня 2014 р. – Київ: НУХТ, 2014 р. – Ч.1. – С. 505–507.
16. Ткаченко, Н.А. Визначення антиопістичної й протеолітичної активності бакконцентратів монокультур *Lbc. acidophilus* белосредельного висесення / Н.А. Ткаченко, А.С. Авершина, Ю.С. Українець // Програма і матеріали 80 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішення проблем харчування людства у XXI столітті», 10–11 квітня 2014 р. – Київ: НУХТ, 2014 р. – Ч.1. – С. 512–513.
17. Заквашувальні композиції для дитячих кисломолочних продуктів з підвищеними протеолітичними властивостями / Ткаченко Н.А., Назаренко Ю.В., Авершина А.С., Українець Ю.С. // Восточно-Европейський журнал передових технологій. – № 2/12 (68). – 2014. – С. 66–71.
18. Дідух, Н.А. Визначення протеолітичної активності заквашувальних композицій для виробництва білкових молочних продуктів функціонального та спеціального призначення / Н.А. Дідух, Л.О. Молокоч, Ю.В. Назаренко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: 36. наук. праць ХДУХТ. – Харків. – 2010. – Вип. 1 (11). – С. 329–335.

**Анотація.** Проведено оцінку біологічної цінності альбумінового сиру урда, виготовленого з суміші сироваток з овечого і коров'ячого молока. Проаналізовано амінокислотний склад і амінокислотний скор сиру урда, а також ступінь перетравлювання білків. Встановлено, що лімітуючими амінокислотами є метіонін+цистин і фенілаланін+тирозин. Досліджено, що найвищий ступінь перетравлювання спостерігається у альбуміновому сиру, виготовленого з суміші сироваток з овечого і коров'ячого молока у співвідношенні 1:1 на 6-ї годині інкубації, де відповідно він становив 48,36 мг тирозину/г білка.

**Ключові слова:** сир урда, біологічна цінність, незамінні амінокислоти, амінокислотний скор, перетравлюваність, фермент.

**Анотация.** Проведена оцінка біологічної цінності альбумінового сиру урда, виготовленого з суміші сироваток з овечого і коров'ячого молока. Проаналізовані амінокислотний склад і амінокислотний скор сиру урда, а також ступінь перетравлювання білків. Встановлено, що лімітуючими амінокислотами є метіонін+цистин і фенілаланін+тирозин. Доведено, що найвищий ступінь перетравлювання спостерігається у альбуміновому сиру, виготовленого з суміші сироваток з овечого і коров'ячого молока у співвідношенні 1:1 на 6 годин інкубації, де відповідно він становив 48,36 мг тирозина/г білка.

**Ключевые слова:** сыр урда, биологическая ценность, незаменимые аминокислоты, аминокислотный скор, перевариваемость, фермент.

UDC 637.356.04:637.055  
DOI 10.15673/2073-8684.29/2014.33593

## ДОСЛІДЖЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ АЛЬБУМІНОВОГО СИРУ УРДА

О.Я. Білик  
асистент\*

E-mail: bilukokana@mail.ru

Г.В. Дрюк  
академік НААНУ,

доктор біологічних наук, професор\*

\*Кафедра технології молока і молочних продуктів

Львівський національний університет

ветеринарної медицини та біотехнологій

імені С.З. Гжицького

вул. Пекарська, 50, м. Львів,

Україна, 79010

### Вступ

Перспективним напрямком розвитку молочної промисловості є виробництво молочних продуктів, які одержують з молочної сироватки. Рациональне використання білкових компонентів молочної сироватки дозволяє вирішити економічні, екологічні та технологічні завдання. Так, при утилізації освітленої сироватки не забруднюється навоклі-

не середовище білком, мінімізуються його втрати та з'являється можливість розробки нових видів продуктів. Висока біологічна цінність сироваткових білків, обумовлена вмістом незамінних амінокислот, таких як лізин, триптофан, метіонін та амінокислот з розгалуженим ланцюгом – валін, лейцин і ізолейцин, дозволяє не тільки збагачувати ними, але й використовувати сироватку як сировину при виробництві альбумінових продуктів [1].

Одним з таких продуктів є альбуміновий сир урда, який виготовляють з овечої сироватки. Овеча сироватка містить в більшій кількості сироваткових білків ніж коров'яча сироватка. Проте кількість овечої сироватки є обмежена і вартість її висока. Такий сир, виготовлений виключно з овечої сироватки, є дорогим. Тому ми пропонуємо використати суміш овечої і коров'ячої сироватки, щоб здешипити продукт і рационально використати вторинну сировину.

### Огляд літератури

Поняття про біологічну цінність продуктів харчування базується на закономірностях білкового обміну в організмі людини та збалансованості амінокислотної формули як умови повної асиміляції білкових речовин [2]. За сучасною теорією харчування не всі джерела і форми білкових продуктів рівноцінні щодо виконання своїх функцій у забезпеченні потреб організму в білках [3]. У шлунково-кишковому тракті білки гідролізуються протеазами до амінокислот, які засвоюються слизовою оболонкою тонкого кишечника, поповнюючи амінокислотний фонд, що використовується організмом для побудови власних білкових молекул. Важливе не тільки надходження з їжею достатніх кількостей кожної з амінокислот, а й певне їх співвідношення, що наближається до співвідношення амінокислот у білках тіла людини. Збалансованість амінокислотного складу білків продукту має велике значення для їх нормального засвоєння та забезпечення необхідного рівня процесів синтезу [4]. Тому, досліджуючи біологічну цінність продуктів харчування, визначають відповідність амінокислотного складу білків так званій формулі амінокислотної потреби людини. Особливого значення надають вмісту та співвідношенню незамінних амінокислот [2,5,6].

Перетравлювання білків в шлунково-кишковому тракті лімітує засвоєння амінокислот організмом. Частково гідролізовані білки, що надходять із шлунку у тонкий кишечник, перебуваючи там обмежений час, повинні швидко гідролізуватися до амінокислот та засвоїтися; потрапляння амінокислот у товстий кишечник ризикує їх втраті для організму. Тому біологічна цінність білків продукту визначається також ступенем та швидкістю перетравлювання протеазами шлунково-кишкового тракту [7,8].

Метою роботи було визначення та порівняння біологічної цінності сиру урда, виготовленого з сироватки з овечого і коров'ячого молока та їх сумішей.

### Дослідження біологічної цінності альбумінового сиру урда

Дослідження проводилися у фермерських господарствах СВС «Сервіс» с.Костичани, с.Малинка Новоселицького району Чернівецької

області та лабораторії кафедри технології молока і молочних продуктів Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології імені С.З. Гжицького. Для виготовлення альбумінового сиру урда суміші складали у трьох співвідношеннях овеча сироватка : коров'яча сироватка: 1,3; 1,1; 3,1. Із сумішей сироваток у вказаних співвідношеннях виготовляли сир та порівнювали отримані зразки з сиром, виготовленим виключно з овечої сироватки, вибраним нами за контроль.

Біологічну цінність альбумінового сиру урда досліджували за амінокислотним складом та перетравлюваністю білків в умовах *in vitro*.

Амінокислотний склад білків визначали на автоматичному аналізаторі LC-6001 BIOTRONIK після подрібнення сиру маси, виділення жиру та осадження білкових сполук 10 % трихлороцтовою кислотою. Дослідження амінокислотного складу білків сиру здійснювали після їхнього гідролізу сумішшю 6 N соляної та 4 % нітросолевої кислот за температури 105–110 °C протягом 48 годин у середовищі CO<sub>2</sub> та наступного випарювання під вакуумом за температури 45 °C. Для оцінки збалансованості білків сиру урда за вмістом незамінних амінокислот використовували метод амінокислотного скору [2], за яким порівнювали амінокислотний склад альбумінового сиру зі шкалою амінокислотного ідеального білка, рекомендованою FAO/ВОЗ.

Перетравлюваність білків визначали за методом А.А. Покровського, І.Д. Єржанова [5]. В умовах *in vitro* проводили послідовний ферментативний гідроліз зразків сиру урда комплексом протеїназ пепсин-хімотрипсин. Про ефективність перетравлювання робили висновок за накопиченням продуктів гідролізу в діалізаті, які визначали за методом Лоурі [9], виражали в міліграмах тирозину та перераховували на 1 г сухої речовини альбумінового сиру урда.

### Апробація результатів досліджень

Аналіз амінокислотного складу дослідних альбумінових сиру (табл. 1) показує, що загальна кількість незамінних амінокислот у всіх дослідних зразках сиру, виготовлених із овечої і коров'ячої сироватки у різних співвідношеннях порівняно із сиром, що виготовлений лише із овечої сироватки була меншою на 3 % у другому і близько 7,3 % у першому і третьому варіантах [10].

Цю різницю можна пояснити відмінностями амінокислотного складу овечої і коров'ячої сироватки. При детальному аналізі результатів дослідження спостерігається зниження кількості окремих незамінних амінокислот у всіх дослідних зразках виготовлених сиру. Наприклад, кількість треоніну у другому варіанті, де кількість овечої і коров'ячої сироватки була однаковою, знизилась на 4,6 %, а у першому дослідному варіанті, де овеча сироватка складала 25 %, знизилась на 10,6 % порів-