

УДК 637.146 : 613.22

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.39175

НАУКОВІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ БІЛКОВОЇ ПАСТИ ДЛЯ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ З ПОДОВЖЕНИМ ТЕРМІНОМ ЗБЕРІГАННЯ

© Н. А. Ткаченко, Ю. С. Українцева

В роботі показано перспективи розробки технологій білкових паст для харчування дітей від 8-ми місяців; наведено основні принципи, покладені в основу технологій виробництва продуктів термостатним способом; обґрунтовано вибір фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів для адаптації складу продукту до молока жіночого і параметри технологічного процесу з використанням термокислотної коагуляції білків молока знежиреного

Ключові слова: дитяче харчування, білкова паста, адаптація, біфідобактерії, лактобактерії, пребіотик, ферментація, зберігання

The article shows the development prospects of technologies of protein food pastes for children from 8 months; the basic principles underlying production technology by thermostatic way are given; the choice of physiologically functional food ingredients is grounded for the adaptation of the product to the milk of women and parameters of the process using thermal acid coagulation of skim milk proteins

Keywords: baby food, protein paste, adaptation, bifidobacteria, lactobacilli, prebiotic, fermentation, storage

1. Вступ

Рациональне збалансоване харчування відіграє найважливішу роль в забезпеченні гармонійного росту і розвитку дитини, формуванні стійкості до дії інфекцій, екологічно несприятливих чинників тощо. За оцінками експертів, в Україні лише третина дітей знаходиться виключно на грудному вигодовуванні, 38 % українських матерів кормлять дітей груддю до шести місяців та тільки 12 % – до року, а показник грудного вигодовування в нашій країні – один з найнижчих в регіоні [1]. В таких умовах одним із першочергових завдань суспільства і переробної промисловості є розробка та широке впровадження у виробництво спеціальних високоякісних біологічно повноцінних молочних продуктів, адаптованих до жіночого молока [1, 2]. Тому Міністерство агрополітики 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 дитячих продуктів [3]. Очевидно, що стратегічний шлях розвитку молочної промисловості, пов'язаний з виробництвом продуктів дитячого харчування, сьогодні є актуальним і своєчасним.

2. Постановка проблеми

Ситуація на українському ринку дитячого харчування сьогодні не проста. В країні в 90-ті роки повністю зруйнували радянську систему забезпечення дітей харчуванням. Тривалий час втрачену систему нічим не заміняли. На ринку створився вакуум, на який спочатку відреагували західні компанії, а потім серйозно зацікавились і вітчизняні оператори. І виробництво, і імпорт продуктів для дитячого харчування помітно вирости. Але, в той же час, суттєво збільшилась кількість новонароджених українців після демографічної кризи 90-х років [1]. Тому ринок дитячого харчування в Україні хоч і виріс, все ж залишається далеким від насичення [1, 3]. Сьогодні цей сегмент

ринку знаходиться на стадії розвитку, причому з високим потенціалом росту. Однак, слід звернути увагу, що він доволі специфічний і вимагає детального аналізу [3].

За період з 1990 по 2005 рр. виробництво молочних продуктів для дитячого харчування в Україні скоротилось у 8 разів [1, 3]. З 2006 по 2010 рр. виробництво рідких та пастоподібних молочних продуктів для дитячого харчування в Україні збільшилось у 6 раз і склало в 2010 році майже 14 тис. тонн, в той же час виробництво сухих продуктів для дитячого харчування на молочної основі скоротилось майже на 40 %. Розвитку виробництва дитячих молочних продуктів сприяло прийняття у 2006 році «Закону про дитяче харчування» [4].

Внутрішній обсяг виробництва продуктів для дитячого харчування у 2012 р. склав 24,2 тис. тонн, що на 22 % перевищило такий у 2011 р., в т. ч. кількість спеціалізованих молочних продуктів для дитячого харчування у 2012 р. збільшилась на 25 % у порівнянні з 2011 роком і склала 12 тис. тонн. У 2013 р. виробництво продуктів для дитячого харчування збільшилось майже на 46,0 %, причому такий суттєвий ріст, в основному, було забезпечено за рахунок збільшення випуску спеціалізованої молочної продукції для дітей: її виробництво зросло майже на 70,0 % у порівнянні з 2012 р. і склало 20,4 тис. тонн [3–4]. Ріст кількості продукції даного сегменту пов'язаний із запуском у 2012 р. двох спеціалізованих підприємств з виробництва молочних продуктів для дитячого харчування – заводу «Яготинське для дітей» компанії «Молочний альянс» і заводу «Агуша» компанії «Вімм-Білл-Данн Україна» [3].

3. Літературний огляд

Харчування дітей протягом першого року життя «програмує» метаболізм таким чином, що ті або інші його порушення можуть збільшити ризик виникнення та розвитку цілого ряду захворювань:

алергічних хвороб, дисбактеріозу, ожиріння, метаболічного синдрому, остеопорозу тощо [2, 5]. Тому продукти для дитячого харчування повинні володіти лікувальними і профілактичними властивостями. Провідну роль у побудові імунітету дитини відіграють кисломолочні продукти. Завдяки вмісту в них молочнокислих та біфідобактерій вони підтримують баланс мікрофлори в кишечнику, захищаючи організм від інфекцій і вірусів. Але дітям до 3-х років можна вживати тільки дитяче спеціалізоване молочне харчування, яке адаптоване до потреб їх організму. Ці продукти відрізняються від «дорослих» і «псевдодитячих» підвищеними вимогами до якості сировини, технології оброблення та надійності пакування [2].

Особливе місце серед продуктів для дитячого харчування посідають білкові кисломолочні продукти завдяки наявності у їх складі високого вмісту повноцінних білків та живих культур лактобактерій [2, 5, 6]. Серед дитячих білкових продуктів на ринку України сьогодні представлені сир кисломолочний та виробні сиркові, які виробляють спеціалізовані заводи – «Агуша» і «Яготинське для дітей». Сьогодні споживчий ринок білкових дитячих продуктів далекий від насичення. На ньому відсутні інші білкові кисломолочні продукти для дитячого харчування, які були б адаптовані до молока жіночого, мали підвищені пробіотичні, антагоністичні й гіпоалергенні властивості, високу біологічну цінність та подовжений термін зберігання [5]. Це пояснюється відсутністю науково обґрунтованих та клінічно апробованих технологій таких продуктів. Тому наукові розробки, спрямовані на обґрунтування інноваційних технологій білкових паст для дитячого харчування з використанням бакконцентратів безпосереднього внесення із пробіотичних культур лакто- та біфідобактерій, а також комплексів фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів (ФФХІ), є актуальними і своєчасними.

Метою роботи стала розробка наукових основ виробництва білкових паст для дитячого харчування (БПДХ) підвищеної харчової та біологічної цінності, з подовженим терміном зберігання, високими пробіотичними, антагоністичними й гіпоалергенними властивостями.

При розробці технологій БПДХ необхідно використання інноваційних технологічних рішень щодо [5]:

- способів виробництва продукту, які б забезпечили тривалий термін зберігання (не менше 15 діб);
- способів комплексного виділення білків із молока знежиреного;
- визначення доцільності використання ФФХІ, які сприяли б підвищенню біологічної ефективності БПДХ та адаптації їх складу до молока жіночого;
- розробки складу заквашувальних композицій із бакконцентратів лакто- і біфідобактерій безпосереднього внесення з підвищеними пробіотичними, протеолітичними й антагоністичними властивостями;
- наукового обґрунтування параметрів технологічних процесів виробництва білкових паст для дитячого харчування.

4. Наукові основи технологій білкових паст для дитячого харчування з подовженим терміном зберігання

Для забезпечення тривалого терміну зберігання БПДХ в основу їх технологій необхідно покласти термостатний спосіб виробництва і використання у складі заквашувальних композицій бакконцентратів лакто- й біфідобактерій безпосереднього внесення з високими пробіотичними й антагоністичними властивостями [5].

Термостатний спосіб молокопереробні підприємства застосовують при виробництві кисломолочних напоїв [2], у технології білкових продуктів він не використовується. Основними перевагами термостатного способу для виробництва білкових паст є [5]: можливість забезпечення тривалого терміну зберігання цільових продуктів за рахунок виключення вторинного забруднення; одержання паст високої якості з нормованими показниками безпечності; забезпечення високих органолептичних властивостей БПДХ, зокрема, смаку та аромату, за рахунок повного збереження в тарі накопичених у процесі бродіння смакових і ароматичних речовин. Недоліки термостатного способу: підвищення енерговитрат; збільшення виробничих площ, обумовлене необхідністю організації термостатної камери; подовження технологічного процесу. Однак, наведені переваги використання термостатного способу обумовлюють доцільність його застосування в інноваційних технологіях виробництва білкових паст для дитячого харчування.

Для реалізації термостатного способу виробництва білкових паст для харчування дітей від 8-ми місяців можливо використання трьох способів

комплексного виділення білків із молока: термокислотного, термокальцієвого або ультрафільтрації [5, 6].

При використанні термокислотного й термокальцієвого способів виділення білків за сировину необхідно використовувати молоко знежирене; отриману білкову масу відділяти від сироватки на сепараторі, з подальшим вальцюванням, протиранням і змішуванням зі сквашеними вершками, збагаченими ФФХІ. Отриману білкову масу після ретельного перемішування і фасування в герметичну тару (коробочки або стаканчики по 50–100 гр.) слід піддавати біотехнологічному обробленню (доквашуванню) в термостатній камері при температурі $(37\pm 1)^\circ\text{C}$ до досягнення рН 5,2 од., після чого охолодити готову білкову пасту до температури зберігання – $(4\pm 2)^\circ\text{C}$ у холодильній камері.

При використанні ультрафільтрації нормалізованого молока доцільно отримати концентрат із необхідним вмістом білків та молочного жиру, внести в нього передбачені рецептурою ФФХІ, здійснити механічне й теплове оброблення збагаченого концентрату, охолодити до температури сквашування – $(37\pm 1)^\circ\text{C}$, внести культури лакто- та біфідобактерій, розфасувати в герметичну тару (коробочки або стаканчики по 50...100 гр.) і здійснювати ферментацію концентрату в термостатній камері при температурі $(37\pm 1)^\circ\text{C}$ до досягнення рН 5,2 од., після чого також

охолодити білкову пасту до температури зберігання – (4 ± 2) °С у холодильній камері.

Збагачення білкових дитячих продуктів пробіотичними культурами біфідобактерій (ББ) та лактобацил (ЛБ) підвищуватиме їх пробіотичні й антагоністичні властивості, а також подовжуватиме термін зберігання [7-9], а використання у якості основи заквашувальної композиції бакконцентратів (БК) мезофільних молочнокислих лактококів (ММЛ) з підвищеними протеолітичними властивостями – знижуватиме алергенний вплив на організм малюків [5, 10]. Введення до складу білкових дитячих продуктів рослинних олій підвищуватиме їх біологічну ефективність і сприятиме наближенню жирнокислотного складу до такого у молоці жіночому, внесення комплексів вітамінів та мінеральних речовин – адаптації продуктів за вітамінним та мінеральним складом [2, 5], збагачення пребіотиками – адаптації за вуглеводним складом, збереженню життєздатності ББ у процесі зберігання та їх адгезії у кишечнику малюків [5, 11, 12].

З врахуванням вищезазначеного, авторами науково обґрунтовано склад заквашувальних композицій з підвищеними пробіотичними, антагоністичними й протеолітичними властивостями для виробництва БПДХ, які включають [10]:

– 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 ММЛ (*Lac. lactis ssp. lactis*, *Lac. lactis ssp. cremoris*, *Lac. lactis ssp. diacetilactis* і *Leu. mesenteroides*) у складі бакконцентратів безпосереднього внесення, отриманих ліофільним сушінням (*FD DVS CH N-19* або *FD DVS CH N-11*), або заморожуванням (*F DVS C-301* або *F DVS C-303*). Показано перспективність використання заморожених бакконцентратів ММЛ як таких, що мають у 2,5...5,0 раз вищі протеолітичні властивості, ніж бакконцентрати, отримані ліофільним сушінням.

В якості ФФХІ у виробництві БПДХ рекомендовано використовувати:

1 – олію гарбузову для підвищення біологічної ефективності й адаптації жирнокислотного складу продуктів до молока жіночого; вміст олії гарбузової повинен складати 30 % від загального вмісту жиру в пастах. Оскільки масова частка жиру в БПДХ встановлена авторами на рівні сиру кисломолочного (15 %), то вміст рослинного жиру повинен бути 4,5 %; при цьому масова частка гарбузової олії в рецептурі продукту повинна складати 45,045 кг/1000 кг готового продукту [6];

2 – лактулозу як пребіотик у складі концентрату «Лактусан», дозволеного МОЗ України до використання у дитячих продуктах. Масова частка концентрату згідно [4] повинна забезпечувати вміст лактулози у готовому продукті на рівні 0,2...0,5 %;

3 – комплекс вітамінів FT 041081EU фірми «Fortitech» (Данія), дозволений МОЗ України до використання у дитячих продуктах, який містить 12 необхідних для дитячого організму вітамінів (А,

Д, Е, С, В_с, В₁, В₂, В₆, В₁₂, РР, В₅, біотин), для адаптації вітамінного складу БПДХ до молока жіночого і підвищення стійкості продукту до окиснення, яка може знижуватись за рахунок збагачення його поліненасиченими жирними кислотами, введеними з олією гарбузовою. Вміст комплексу вітамінів FT 041081EU у БПДХ повинен складати 4–6 мг/100 г продукту [6];

4 – комплекс мінеральних речовин FT 042836EU фірми «Fortitech» (Данія), дозволений МОЗ України до використання у дитячих продуктах, до складу якого входять залізо, цинк та йод, яких бракує у молоці коров'ячому. Вміст комплексу мінеральних речовин FT 042836EU у БПДХ повинен складати 4–6 мг/100 г продукту [6].

Крім того, рекомендовано збагачення молочної сировини фруктозою як біфідогенним фактором у кількості 0,1 % від маси сировини [5, 10] для стимулювання росту біфідофлори.

5. Апробація результатів досліджень щодо виробництва білкової пасти для дитячого харчування з використанням термокислотної коагуляції білків молока знежиреного

Для виробництва білкової основи термокислотним способом молоко знежирене, отримане із незбираного молока вищого гатунку за ДСТУ 3226-97 [2], нагрівали до температури 95–97 °С, змішували з кислотою сироваткою при постійному перемішуванні до отримання пластівців білків (6-10 хв.). Кислу сироватку отримували ферментацією молочної сироватки, пастеризованої при температурі (72 ± 2) °С протягом 20 сек. з подальшим охолодженням до температури сквашування – (37 ± 1) °С, монокультурами *Lbc. acidophilus La-5* у складі бакконцентрату *F DVS La-5* протягом 16–20 год. до досягнення кислотності 160–180 °Т. Після появи пластівців подачу сироватки припиняли, а вимішування продовжували ще 5–10 хв. для повної коагуляції білків (повноту кислотної коагуляції білків контролювали за прозорістю сироватки та її активною кислотністю, яка повинна була складати 4,5–4,6 од., що відповідає ізоелектричний точці більшості фракцій казеїнів та сироваткових білків), після чого білкову масу осаджували, а освітлену сироватку зливали. Отриману білкову основу в лабораторних умовах пресували до досягнення вмісту вологи 70–71 % (у виробничих умовах для цього доцільно застосовувати сепаратор для відділення сироватки), вальцювали і подрібнювали на колоїдному млині до одержання гомогенної консистенції. Мікробіологічні дослідження білкової основи свідчать, що вона містить $(4,0\text{--}5,5)\cdot 10^5$ КУО/г життєздатних клітин *Lbc. acidophilus La-5*, не містить БГКП у 0,1 г і не містить плісневих грибів та дріжджів. Готову білкову основу подавали на змішування зі сквашеними молочно-рослинними вершками, збагаченими ФФХІ.

Дослідження процесу ферментації молочно-рослинних вершків, збагачених фруктозою, здійснювали за зміною показників титрованої й активної кислотності, умовної в'язкості, кількості житте-

здатних клітин ББ та ММЛ у 1 см^3 [5]. При температурі $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ тривалість ферментації молочно-рослинних вершків заквашувальною композицією, складеною із заморожених бакконцентратів (*F DVS Bb-12 + F DVS C 301* або *F DVS C 303*) складає 10,0–10,5 год., композицією, складеною із бакконцентратів, отриманих ліофільним сушінням (*FD DVS Bb-12 + FD DVS CH-N 11* або *FD DVS CH-N 19*) – 11,5–12,0 год. Ферментовані молочно-рослинні вершки мають високі пробіотичні й антагоністичні властивості, оскільки вміст життєздатних клітин *B. animalis Bb-12* в них складає $(0,8-1,0) \cdot 10^9 \text{ КУО/см}^3$, та виражений гіпоалергенний вплив, обумовлений високим вмістом життєздатних клітин *ЗК Lac. lactis ssp.* з підвищеними протеолітичними властивостями – $(1,1-1,3) \cdot 10^{10} \text{ КУО/см}^3$ [5].

Сквашені молочно-рослинні вершки збагачували ФФХІ – лактулозою, комплексами вітамінів та/або мінеральних речовин, і змішували з підготовленою білковою основою згідно рецептури. Процес біотехнологічного оброблення отриманої білкової маси здійснювали при температурі $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ протягом 6 год.; при цьому в зразках контролювали титровану й активну кислотність, зміну кількості життєздатних клітин МК *Lbc. acidophilus La-5*, внесених у білкову масу із білковою основою продукту, а також МК *B. animalis Bb-12* і *ЗК Lac. lactis ssp.*, внесених у білкову масу зі сквашеними молочно-рослинними вершками. Тривалість ферментації білкової маси, збагаченої лактулозою, комплексом вітамінів FT 041081EU та/або комплексом мінеральних речовин FT 042836EU, у технології БПДХ при зазначеній температурі складає 5,5 годин.

Процес зберігання експериментальних зразків БПДХ контролювали за зміною показників титрованої й активної кислотності, кількості життєздатних клітин ББ, лактобацил та ММЛ у 1 г, зміною граничної напруги зсуву, а також органолептичних показників. Параметри зберігання БПДХ в герметичній тарі: температура – $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$, тривалість – не більше 15 діб. При такому режимі зберігання продукт має високі органолептичні, пробіотичні й антагоністичні властивості, відповідає за фізико-хімічними, мікробіологічними показниками та показниками безпеки вимогам, які ставляться до ферментованих молочно-рослинних продуктів для дитячого харчування з тривалим терміном зберігання.

Отримані результати покладені в основу інноваційної технології білкових паст для дитячого харчування з подовженим терміном зберігання.

6. Висновки

Окреслені перспективи трьох варіантів реалізації термостатного способу виробництва білкових паст для дитячого харчування з тривалим терміном зберігання; обґрунтований вибір ФФХІ – лактулози, олії гарбузової, комплексів вітамінів FT 041081EU та мінеральних речовин FT 042836EU, для адаптації складу БПДХ до молока жіночого і надані рекомендації щодо їх застосування; розроблено склад заквашувальних композицій із бакконцентратів біфідо- й лактобактерій для виробництва

паст з підвищеними пробіотичними, антагоністичними і гіпоалергенними властивостями; обґрунтовані параметри технологічного процесу виробництва БПДХ із застосуванням термокислотного способу коагуляції білків молока.

Література

1. Украинский рынок молочных продуктов детского питания [Электронный ресурс] / Инфагро, 2011. – Режим доступа: <http://infagro.com.ua/ru/Product/Yes/37/> – 10.12.2011. – Загл. с экрана.
2. Кузнецов, В. В. Справочник технолога молочного производства. Технология детских молочных продуктов [Текст] / В. В. Кузнецов, Н. Н. Липатова. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2005. – 525 с.
3. Обзор рынка детского питания в Украине [Электронный ресурс] / BABY EXPO, 2014. – Режим доступа: http://babyexpo.ua/baby_expo/news_baby_expo/detail.php?ELEMENT_ID=5788 – 03.04.2014. – Загл. с экрана.
4. Закон України «Про дитяче харчування» № 142-В від 14.09.2006 р. [Текст] / Відомості Верховної Ради України. – 2006. – № 44. – С. 433
5. Ткаченко, Н. А. Обґрунтування параметрів ферментації молочно-рослинних вершків у біотехнології білкових паст для дитячого харчування [Текст] / Н. А. Ткаченко, Ю. С. Українцева, Є. І. Гросу // Харчова наука і технологія. – 2014. – № 4 (29). – С. 28–36.
6. Українцева, Ю. С. Білкова паста для дитячого харчування з подовженим терміном зберігання [Текст] / Ю. С. Українцева, Є. І. Гросу // Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів. – Одеса: ОНАХТ, 2014. – С. 194–196.
7. Biavati, V. Probiotics and Bifidobacteria [Text] / V. Biavati, V. Bottazzi, L. Morelli. – Novara (Italy): MOFIN ALCE, 2001. – 79 p.
8. Shah, N. P. Bifidobacteria: Characteristics and potential for application in fermented milk products [Text] / N. P. Shah // Milchwissenschaft. – 1997. – Vol. 52, Issue 1. – P. 16–20.
9. Molder, H. W. Bifidobacteria and bifidogenic factors [Text] / H. W. Molder, R. C. Makellar, M. Yaguchi // Canadian Institute of Food Science and Technology Journal. – 1999. – Vol. 23, Issue 1. – P. 29–41. doi: 10.1016/s0315-5463(90)70197-6
10. Ткаченко, Н. А. Заквашувальні композиції для дитячих кисло-молочних продуктів з підвищеними протеолітичними властивостями [Текст] / Н. А. Ткаченко, Ю. В. Назаренко, А. С. Авершина, Ю. С. Українцева // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2014. – Т. 2, № 12 (68). – С. 66–71. doi: 10.15587/1729-4061.2014.23388
11. Roberfroid, M. B. Prebiotics and synbiotics: concepts and nutritional properties [Text] / M. B. Roberfroid // Br. J. Nutr. – 1998. – Vol. 4. – P. 197–202.
12. Schrezenmeir, J. Probiotics, prebiotics and synbiotics – approaching a definition [Text] / J. Schrezenmeir, M. de Vrese // Am. J. Clin. Nutr. – 2001. – Vol. 2. – P. 361–364.

References

1. Ukrainskii rynek molochnykh produktov detskogo pitaniya (2011). Elektronnyy resurs. Elektron. dan. Infagro. Available at: [www/ URL: http://www.infagro.com.ua/ru/Product/Yes/37/](http://www.infagro.com.ua/ru/Product/Yes/37/)
2. Kuznetsov, V. V., Lipatova, N. N. (2005). Spravochnik tekhnologa molochnogo proizvodstva, Tekhnologiya detskikh molochnykh produktov. Sankt-Peterburg: GIOR, 525.
3. Obzor rynku detskogo pitaniya v Ukraine (2014). Elektronnyy resurs. Elektron. dan. Bebi-expo. Available at:

http://babyexpo.ua/baby_expo/news_baby_expo/detail.php?ELEMENT_ID=5788

4. Zakon Ukrainy «Pro dytyache kharchuvannya» № 142-V vid 14.09.2006 (2006). Vidomosti Verkhovnoyi Rady Ukrainy, № 44, 433.

5. Tkachenko, N. A., Ukrainseva, Yu. S., Grosu, E. I. (2014). Obgruntuvannya parametriv fermentaciyi molochno-roslinnikh verchkiv u biotekhnologiyi bilkovikh past dlya dytyachoho kharchuvannya. *Kharchova nauka i tekhnologiya*, 4 (29), 28–36.

6. Ukrainseva, Yu. S., Grosu, E. I. (2014). Bilkova pasta dlya dytyachoho kharchuvannya z podovgenim terminom zberigannya. *Zbirnik naukovikh prats molodikh uhenikh, aspirantiv ta studentiv*, 194–196.

7. Biavati, B., Bottazzi, V., Morelli, L. (2001). Probiotics and Bifidobacteria. *Novara (Italy): MOFIN ALCE*, 79.

8. Shah, N. P. (1997). Bifidobacteria: Characteristics and potential for application in fermented milk products. *Milchwissenschaft*, 52 (1), 16–20.

9. Molder, H. W., Makellar, R. C., Yaguchi, M. (1999). Bifidobacteria and bifidogenic factors. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 23 (1), 29–41. doi: 10.1016/s0315-5463(90)70197-6

10. Tkachenko N. A., Nazarenko, Y. V., Avershina A. S., Ukrainseva Yu.S. (2014). Starter compositions for baby cultured milk products with high level of proteolytic properties. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2/12 (68), 66–71. doi: 10.15587/1729-4061.2014.23388

11. Roberfroid, M. B. (1998). Prebiotics and synbiotics: concepts and nutritional properties. *Br. J. Nutr.*, 4, 197–202.

12. Schrezenmeir, J., de Vrese, M. (2001). Probiotics, prebiotics and synbiotics – approaching a definition. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2, 361–364.

Дата надходження рукопису 22.02.2015

Ткаченко Наталія Андріївна, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології молока, жирів і парфумерно-косметичних засобів, Одеська національна академія харчових технологій, вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039

E-mail: nataliya.n-2013@yandex.ua

Українцева Юлія Сергіївна, аспірант, кафедра технології молока, жирів і парфумерно-косметичних засобів, Одеська національна академія харчових технологій, вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039

E-mail: yuliy@i.ua

УДК 066.015.23

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.39195

CALCULATION OF THE LOWER OPERATING LIMIT OF DUAL-FLOW PLATES WITH DIFFERENT GEOMETRICAL CHARACTERISTICS

© G. V. Taranenko

We consider the calculation of lower limit of the effective work of dual-flow plates with different geometrical characteristics. In the equations is proposed to use the parameter T , that allows improve the accuracy of equations. The equations can be used to improve the methods of calculating the dual-flow plates

Keywords: dual-flow plates, column, hole diameter, calculation, equations

Розглядається розрахунок нижньої межі ефективної роботи тарілок провального типу з різними геометричними характеристиками. У рівняннях запропоновано використовувати параметр T , що дозволяє підвищити точність рівнянь. Рівняння можуть бути використані для вдосконалення методики розрахунку тарілок провального типу

Ключові слова: тарілки провального типу, колона, діаметр отвору, розрахунок, рівняння

1. Introduction

The dual-flow plate (counterflow plates type) is used in chemical industries. They are simple in making and reliable in exploitation. In the conditions of encrustation of trays by crystalline or polymeric products the application of only dual-flow plates with the big hole diameter ($d_0 \approx 0,1$ m) is effective. Such trays were used in production of soda [1], for cleaning coke gas [2], in the processes of cleaning from a dust and cooling of industrial gases [3]. In [4] also recommended to apply holes of large diameter in the trays operating in fouling and corrosive environments.

The disadvantage of dual-flow plates is a narrow range of effective work [5]. The cross-flow plates are more generally used than the counterflow plates

because of transfer-efficiency advantages and greater operating range [6].

Therefore, application of dual-flow plate requires exact their hydraulic calculation.

The hydraulic parameters of dual-flow plate substantially depend on geometrical descriptions of tray, such as a fractional open area, diameter of tray, of hole diameter of plate.

Existent normative documents determining construction and sizes of TurboGrid tray foresee the slots of one size regardless of diameter of column (width of slot 6 mm and its length 60 mm). The diameters of trays are in limits from 0,4 to 3,0 m.

The hydrodynamic calculation of dual-flow plates and TurboGrid trays is regulated by normative documents