

## **FORMATION OF THE MICROSTRUCTURE OF THE EMULSION-FOAM STRUCTURE OF CREAMS FROM WHIPPED CREAM WITH LOW FAT CONTENT WITH LACTULOSE**

**Yu. Kambulova, Yu. Zvyagintseva-Semenets, N. Reshitnik**

*National University of Food Technologies*

---

**Key words:**

*Creams from whipped  
cream,  
Emulsion-foam system,  
Sugar,  
Fructose,  
Glucose,  
Lactulose*

---

**Article history:**

Received 02.12.2019  
Received in revised form  
16.12.2019  
Accepted 13.01.2020

---

**Corresponding author:**

Yu. Zvyagintseva-  
Semenets  
**E-mail:**  
jliaua@bigmir.net

---

**ABSTRACT**

---

The paper presents the results of studies of physicochemical parameters and the microstructure of creams from whipped cream with low fat content with the addition of lactulose with various types of sugars.

Lactulose is one of the promising types of sugars that can be used in food technologies, but the majority of lactulose is used to create fermented milk products. The use of lactulose does not cause an increase of glucose in blood, which makes it possible to use it in the treatment of diabetes. It was established that lactulose, both separately and in combination with bifidobacteria, promotes the absorption of calcium and increase bone strength in osteoporosis, activates the immune system. It is generally accepted to consider lactulose as a prebiotic. Lactulose was widely used in Japan; it was included in the list of strategic products for maintaining the health of the Japanese nation.

At the National University of Food Technologies (NUFT) a range of whipped creams has been developed for decorating flour confectionery with various types of sugars — crystalline white sugar, glucose and fructose. In order to provide products with functional and health-improving properties, the introduction of lactulose has been proposed to replace part of the main sugar.

It has been found that the addition of lactulose negatively affects the whipping of creams and significantly changes the pattern of the dispersed phase of creams. So, the addition of lactulose worsens foaming, increases the density of creams due to an increase in the viscosity of the dispersion medium.

With the addition of lactulose, the air concentration in the system is significantly reduced and the diameter of the air bubbles decreases, moreover, the number of air bubbles decreases during storage. An increase in the concentration of lactulose deepens the negative effect, so the introduction of only 3 g per 100 g of product is optimal. But even a low amount of injected lactulose provides coverage of the daily need of lactulose by 30% of the daily intake. This proves the possibility of developing functional creams.

## ФОРМУВАННЯ МІКРОСТРУКТУРИ ЕМУЛЬСІЙНО-ПІННОЇ СТРУКТУРИ КРЕМІВ ІЗ ЗБИТИХ ВЕРШКІВ ПОНИЖЕНОЇ ЖИРНОСТІ З ЛАКТУЛОЗОЮ

Ю. В. Камбулова, Ю. П. Звягінцева-Семенець, Н. Я. Решітник

Національний університет харчових технологій

У статті наведено результати досліджень фізико-хімічних показників і мікроструктури кремів із збитих вершків пониженої жирності за додавання лактулози в суміші з різними видами цукрів.

Лактулоза є одним із перспективних видів цукрів, який може застосовуватись у технологіях харчової промисловості, проте переважна більшість лактулози використовується при створенні кисломолочних продуктів. Вживання лактулози не викликає підвищення рівня глюкози в крові, що надає можливість використання цукру при створенні продукції для харчування людей, хворих на цукровий діабет. Установлено, що лактулоза, як окремо, так і в комбінації з біфідобактеріями, сприяє засвоєнню кальцію та підвищенню міцності кісток при остеопорозі, активізує імунітет. Загальноприйнято вважати лактулозу пребіотиком. Найширшого використання лактулоза набула в Японії, вона увійшла до списку стратегічних продуктів для збереження здоров'я японської нації.

У Національному університеті харчових технологій (НУХТ) розроблений асортимент кремів із збитих вершків для оздоблення борошняних кондитерських виробів з різними видами цукрів — цукром білим кристалічним, глюкозою і фруктозою. З метою надання продукції функціонально-оздоровчих властивостей, запропоновано внесення лактулози на заміну частини основного цукру.

Встановлено, що додавання лактулози негативно впливає на піноутворення кремів із збитих вершків і суттєво змінює мікроструктуру дисперсної фази кремів: піна має менший діаметр пухирців повітря. Так, додавання лактулози погіршує піноутворення (збитість), підвищує показник густини кремів унаслідок підвищення в'язкості дисперсійного середовища.

При додаванні лактулози значно зменшується концентрація повітря в системі і діаметр пухирців повітря, до того ж кількість пухирців повітря зменшується з часом зберігання. Збільшення концентрації лактулози поглиблює негативний вплив, тому оптимальним є введення всього 3 г на 100 г продукту. Але навіть невисока кількість введеної лактулози забезпечує добову потребу на 30% від щоденної норми споживання. Це доводить можливість розроблення кремів функціонального спрямування.

**Ключові слова:** креми із збитих вершків, емульсійно-пінна система, сахароза, фруктоза, глюкоза, лактулоза.

**Постановка проблеми.** Харчування є найважливішою фізіологічною потребою організму і має надзвичайно важливий вплив на життя та здоров'я людини. Одним із проявів здорового харчування є корегування кількості та якості жирів, що надходять в організм людини. Всесвітньою організацією охорони здоров'я

надано рекомендації, що сумарне споживання жирів не повинно перевищувати 30% від усієї енергії, що надходить в організм людини. До того ж із раціону харчування слід намагатись виключити промислові трансжири [1].

У НУХТ, ученими кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів, розроблений асортимент кремів із збитих вершків для оздоблення борошняних кондитерських виробів з різними видами цукрів — цукром білим кристалічним, глюкозою і фруктозою [2]. Креми характеризуються невисокою енергетичною цінністю порівняно з традиційними аналогами завдяки використанню низькожирних вершків молочних. При цьому стабілізацію складної емульсійно-пінної структури запропоновано забезпечити введенням полісахаридів рослинного походження — альгінату натрію та  $\lambda$ -каррагінану. Вивчено раціональні співвідношення основних рецептурних компонентів, які забезпечують необхідні органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні показники якості кремів; обґрунтовано технологічні параметри виробництва.

Продовженням напрямку застосування різних цукрів у технологіях кондитерської продукції, в тому числі для виробництва оздоблювальних кремів, є застосування лактулози, — цукру, що синтезують з лактози підсирної сироватки. Лактулоза є потужним пребіотиком, який знайшов широке використання в технології молочної продукції завдяки симбіозу з молочнокислими бактеріями.

Усі застосовувані цукри характеризуються різними фізико-хімічними показниками: розчинністю, температурою плавлення, температурою склування, густиною і в'язкістю їхніх водних розчинів, які залежать від будови і молекулярної маси. Тому застосування лактулози в технологіях кремів потребуватиме проведення експериментального порівняльного аналізу впливу цукру на основні показники продукції.

Одним із перспективних видів цукрів, який застосовується в технологіях молочної продукції, є лактулоза. Лактулоза — синтетичний структурний ізомер лактози (4-О-бета-D-галактопіранозил-D-фруктоза), що складається з фрагментів молекул галактози і фруктози, з'єднаних глікозидним зв'язком [3]. Лактулозу в промислових кількостях синтезують з лактози, яку, у свою чергу, виробляють із підсирної сироватки, відходів виробництва молочних продуктів.

Ринок лактулози в Україні незначний. Переважна більшість лактулози застосовується у вигляді медичних препаратів — для лікування і запобігання захворюванням мікрофлори кишківника. Але з 2013 р. в молочній галузі відмічена позитивна тенденція випуску пребіотичних виробів і розпочато випуск низки молочних продуктів з лактулозою: йогурти й кефіри «Лактонія» (ДП «Лакталіс-Україна»), «Маселко» з лактулозою (Імперія жирів), «Симбілакт» (Альба ТИММ), «Агуша» — молоко з лактулозою. У кондитерській промисловості України лактулоза досі не знайшла застосування в промисловому виробництві. Проте вченими України запропоновані рецептури мафінів [4], жувальної карамелі [5], вершкового морозива [6]. Встановлено, що пребіотик лактулоза здатний суттєво впливати на структурно-механічні властивості тістових мас. Так, вченими доведено, що часткова заміна цукру білого кристалічного на лактулозу послаблює структуру тістової маси, тому науковцями рекомендовано для кращого збереження структури тіста під час формування виробів здійснювати збивання тістової маси зі швидкістю зсуву не більше  $50 \text{ с}^{-1}$ .

Статус «функціональний харчовий продукт» отримала жувальна карамель «Смаковита» на основі сахарози і пребіотика лактулози (в кількості 4,4 г, що забезпечує задоволення 40% добової потреби за умови споживання 100 г карамелі) [5]. Проведено дослідження впливу лактулози на структурно-механічні властивості жувальної карамельної маси і встановлено, що лактулоза зменшує міцність жувальної карамельної маси, виготовленої на сахарозі — на 2%, на глюкозі — на 3%. Причиною такого впливу автори називають кращу розчинність лактулози порівняно із сахарозою і глюкозою.

Знайшло застосування лактулози у вигляді сиропу «Лактусан», який містить 65—67% чистої лактулози [6] в рецептурі молочного і вершкового морозива. Сироп вносять у кількості 2% від об'єму суміші, що повністю задовольняє потребу людини в пребіотику.

**Метою статті** є вивчення можливості використання лактулози у кремах із збитих вершків жирністю 20% з полісахаридами і різними цукрами — сахарозою, глюкозою і фруктозою, та дослідження впливу лактулози на фізико-хімічні показники і мікроструктуру кремів із збитих вершків пониженої жирності.

**Матеріали і методи.** Об'єктом досліджень є визначення фізико-хімічних показників і мікроструктури кремів із збитих вершків з альгінатом натрію, *j*-каррагінаном з використанням різних видів цукрів і лактулози. У дослідженнях використано таку сировину: цукор білий кристалічний (ЦБК) згідно з ДСТУ 4623:2006; вершки «Ферма» жирністю 20% згідно з ТУ У 15,5-31984307-003:2006; натрію альгінат, *j*-каррагінан (компанія «GE Roeser GmbH», Німеччина); глюкозу (СР — 89,2%), фруктозу (СР — 97,4%), лактулозу (СР — 91%) — згідно з чинною НД.

Моделльні зразки кремів готували за такими технологічними схемами: для приготування крему на альгінаті натрію структуроутворювач і цукор розчиняли у вершках за співвідношення компонентів (АН:вершки:ЦБК) 1:40:1, для кремів з використанням фруктози і глюкози — 1:50:1 (АН:вершки:цукор). Отриманий розчин нагрівали до температури 85...90°C до повного розчинення структуроутворювача й охолоджували до температури 10...12°C. На наступному етапі збивали попередньо охолоджені до температури 2...4°C вершки протягом 1...2 хв, після чого, не припиняючи збивання, вводили отриману суміш з гідроколоїдом і решту цукру, зазначену в рецептурі. Загальний час збивання кремів склав 14...16 хв.

Для приготування кремів з *j*-каррагінаном структуроутворювач і цукор розчиняли у вершках за співвідношення компонентів 1:40:20 (*j*-каррагінан: вершки: ЦБК) і 1:50:10 (*j*-каррагінан:вершки:фруктоза або глюкоза), нагрівали до повного розчинення в інтервалі температур 90...95°C і охолоджували до 8±2°C. Для приготування крему решту вершків, зазначених за рецептурою і попередньо охолоджених до температури 2...4°C, збивали протягом 1...2 хв, після чого, не припиняючи збивання, поступово вводили отриману суміш з гідроколоїдом і залишкову частину фруктози або глюкози. Загальний час збивання кремів склав 14...16 хв.

Лактулозу вводили наприкінці збивання крему, за 2—3 хв до закінчення збивання з метою максимального збереження її кількості. При приготуванні

кремів рецептурну кількість сахарози замінювали фруктозою або глюкозою еквівалентно за вмістом сухих речовин.

Дослідження мікроструктури пінних систем здійснювали за допомогою оптичного тринокулярного мікроскопа [7]. Готували препарат «роздавлена крапля», для якого на предметне скло наносили краплю досліджуваної піни, накривали покривним склом. Зразок розміщували під мікроскоп і отримували фотокартку зразка зі збільшенням у 400 разів. За фотографіями розраховували площу кожного пухирця, а також площу дослідного зразка і концентрацію повітря в системі за формулами 1—3:

$$S_d = a \cdot b, \quad (1)$$

де  $S_d$  — площа дослідного зразка,  $\text{м}^2$ ;  $a$  — довжина фотокартки,  $\text{м}$ ;  $b$  — ширина фотокартки,  $\text{м}$ .

$$\sum S = S_1 + S_2 + \dots + S_n, \quad (2)$$

де  $\sum S$  — сума площ пухирців повітря,  $\text{м}^2$ ;  $S_1, S_2, \dots, S_n$  — площа кожного пухирця,  $\text{м}^2$ .

$$\varphi_{\text{пов}} = \sum S / S_d \cdot 100\%, \quad (3)$$

де  $\varphi_{\text{пов}}$  — концентрація повітря в системі, %;  $\sum S$  — сума площ пухирців повітря,  $\text{м}^2$ ;  $S_d$  — площа дослідного зразка,  $\text{м}^2$ .

За площею пухирці розділили на сім груп: 1)  $S$  —  $0 \dots 0,005 \text{ м}^2$ ; 2)  $S$  —  $0,006 \dots 0,01 \text{ м}^2$ ; 3)  $S$  —  $0,011 \dots 0,025 \text{ м}^2$ ; 4)  $S$  —  $0,026 \dots 0,05 \text{ м}^2$ ; 5)  $S$  —  $0,051 \dots 0,1 \text{ м}^2$ ; 6)  $S$  —  $0,11 \dots 0,15 \text{ м}^2$ ; 7)  $S$  —  $> 0,15 \text{ м}^2$ .

Збитість (піноутворення) і стійкість кремів із збитих вершків визначали за методом Лур'є [8; 9]. Розрахунок збитості проводили за формулою:

$$Зб. = \frac{V_n}{V_p} \cdot 100. \quad (4)$$

де  $V_n$  — об'єм піни,  $\text{м}^3$ ;  $V_p$  — об'єм розчину до збивання,  $\text{м}^3$ .

Одночасно проводили визначення стійкості кремів із збитих вершків за формулою (5). Вимірювання здійснювали протягом 5 діб зберігання при температурі  $279 \text{ К}$  ( $6 \pm 2^\circ \text{C}$ ).

$$Ст. = \frac{h_2}{h_1} \cdot 100. \quad (5)$$

де  $h_1$  — початкова висота піни,  $\text{м}^{-3}$ ;  $h_2$  — висота піни після вистоявання,  $\text{м}^{-3}$ .

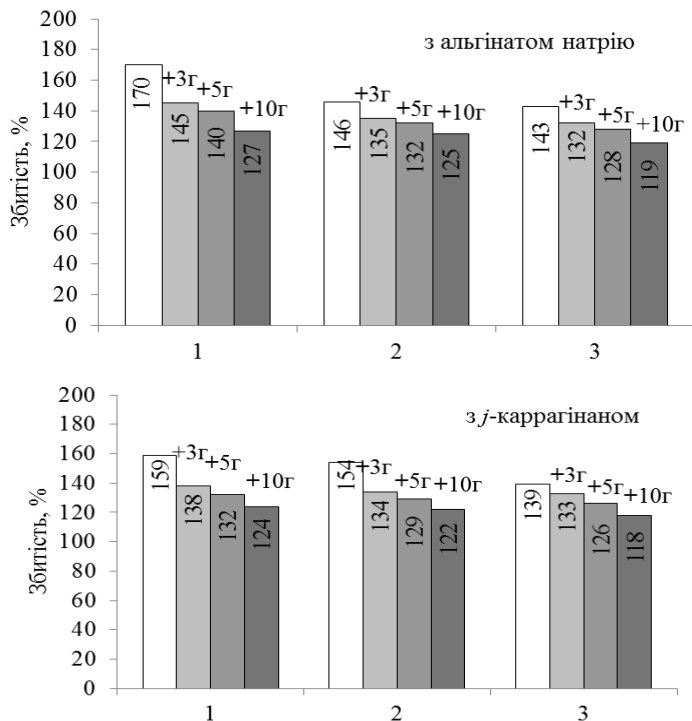
Густину [10] кремів із збитих вершків визначали волюметричним методом. Розрахунок густини проводили за формулою:

$$\rho = \frac{m}{V}. \quad (6)$$

Оцінку результатів експериментальних досліджень проводили з використанням методів розрахунку статистичної достовірності результатів вимірювання. Апроксимацію емпіричних даних проводили за допомогою електронних таблиць MSExcel.

**Викладення основних результатів дослідження.** Для вивчення впливу лактулози на якість кремів із збитих вершків з різними видами цукрів було введено її рекомендовану кількість (до  $10 \text{ г}$  на  $100 \text{ г}$  продукту) на заміну основного цукру. Заміну здійснювали за кількістю сухих речовин, якість кремів оцінювали за основними параметрами піноутворення: збитістю і стійкістю.

У ході досліджень встановлено, що показник стійкості піни всіх дослідних зразків склав 100%, а показник збитості зменшувався залежно від кількості лактулози, яку вносили до складу крему (рис. 1).



**Рис. 1. Вплив лактулози на збитість кремів із збитих вершків з альгінатом натрію і *j*-каррагінаном:**  
1 — сахарозою; 2 — глюкозою; 3 — фруктозою

За експериментальними даними зроблено декілька висновків. По-перше, додавання лактулози негативно впливає на піноутворення (збитість) унаслідок підвищення в'язкості дисперсійного середовища. З'ясовано, що додавання лактулози в кількості 3 г до крему з сахарозою знижує збитість кремів на 15—13% (для крему з альгінатом натрію і сахарозою збитість складає —  $170 \pm 2\%$ , а для кремів з *j*-каррагінаном і сахарозою —  $159 \pm 2\%$ ); при використанні лактулози в рецептурі кремів з фруктозою збитість знижується на 8—4% (для крему з альгінатом натрію і фруктозою збитість складає —  $143 \pm 2\%$ , а для кремів з *j*-каррагінаном і фруктозою —  $139 \pm 2\%$ ); для кремів з використанням глюкози і лактулози збитість знижується на 8—13% (для крему з альгінатом натрію і глюкозою збитість складає —  $146 \pm 2\%$ , а для кремів з *j*-каррагінаном і глюкозою —  $154 \pm 2\%$ ).

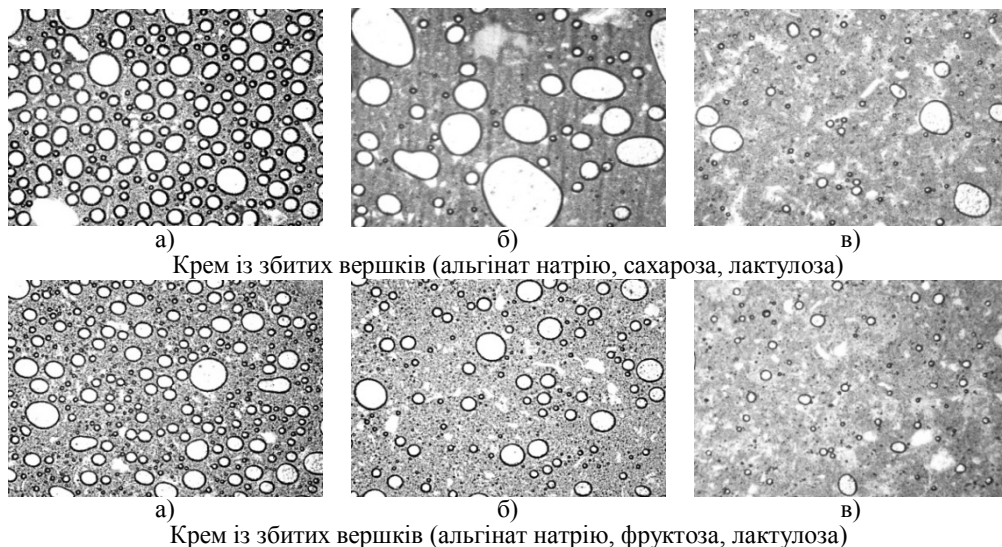
По-друге, збільшення концентрації лактулози в кремі посилює її негативний вплив на піноутворення. Наприклад, додавання 3 г лактулози до крему з альгінатом натрію і сахарозою зменшує збитість на 14,7% (з 170% до 145%); з альгінатом натрію і фруктозою на — 7,7% (з 143% до 132%); з альгінатом натрію і глюкозою на 7,5% (з 146% до 135%), аналогічні залежності відзначені і для

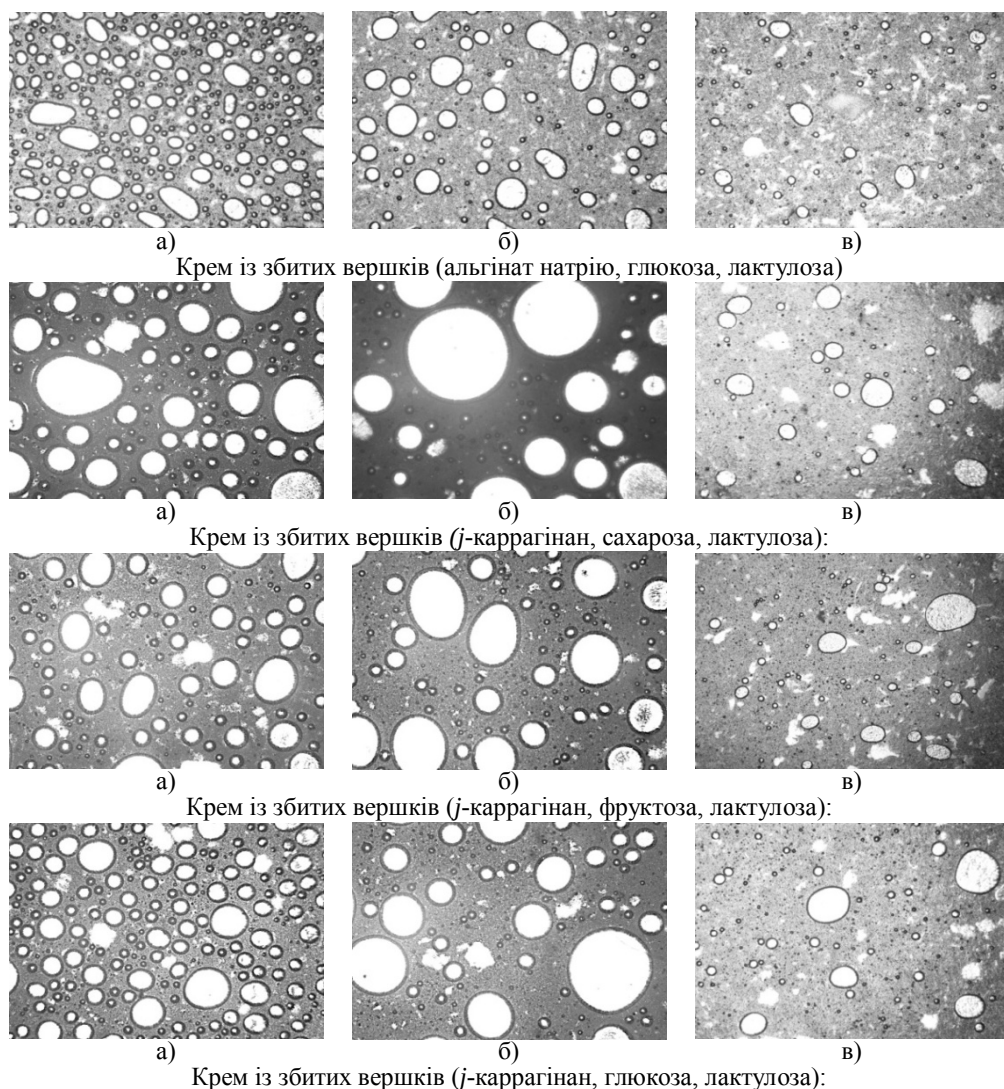
кремів із використання *j*-каррагінану. Так, додавання 3 г лактулози до крему з каррагінаном і сахарозою збитість зменшує на 13,2% (з 159% до 138%); для крему з каррагінаном і фруктозою на — 3,6% (з 138% до 133%); для крему з каррагінаном і глюкозою на — 13% (з 154% до 134%). Додавання 5 г лактулози до крему з альгінатом натрію і сахарозою зменшує збитість на 17,1% (з фруктозою — на 10,5%; з глюкозою — на 9%); до крему з *j*-каррагінаном і сахарозою зменшує збитість на 17% (з фруктозою на 9,4%; з глюкозою на 16,2%). Додавання 7 г лактулози до крему з альгінатом натрію і сахарозою зменшує збитість на 25% (з фруктозою на 16,8%; з глюкозою на 14,4%); до крему з *j*-каррагінаном і сахарозою зменшує збитість на 22% (з фруктозою на 15,2%; з глюкозою на 20,8%).

Водночас, додавання лактулози на заміну основного цукру підвищує показник густини кремів. Максимально можливою кількістю введення лактулози до складу кремів із збитих вершків є 3 г на 100 г крему, густина при цьому підвищується найменше, для крему з альгінатом натрію, сахарозою і лактулозою — на 5,4% (з 610 до 643 кг/м<sup>2</sup>); для крему з альгінатом натрію, фруктозою і лактулозою — на 8,7% (з 668 до 732 кг/м<sup>2</sup>); для крему з альгінатом натрію, глюкозою і лактулозою — на 11% (з 653 до 732 кг/м<sup>2</sup>); для крему з *j*-каррагінаном, сахарозою і лактулозою — на 5% (з 622 до 655 кг/м<sup>2</sup>); для крему з *j*-каррагінаном, фруктозою і лактулозою — на 0,7% (з 722 до 727 кг/м<sup>2</sup>); для крему з *j*-каррагінаном, глюкозою і лактулозою — на 6,2% (з 686 до 731 кг/м<sup>2</sup>).

Суттєвий вплив лактулози на якість піноутворення вершків спричинить зміни мікроструктури крему.

Мікроструктура досліджених зразків кремів з введенням лактулози в кількості 3г представлена на рис. 2.





**Рис. 2. Мікроструктура кремів із збитих вершків з лактулозою** а) зразки одразу після збивання; б) зразки через 2 год зберігання; в) зразки через 5 дів зберігання.

Аналіз мікрофотографій показав, що при додаванні лактулози до складу кремів із збитих вершків діаметр пухирців повітря зменшується (рис. 3).

Результати даних показали, що при додаванні лактулози до складу кремів із збитих вершків значно зменшується концентрація повітря в систем. Наприклад, у зразках кремів з альгінатом натрію, сахарозою і лактулозою кількість повітря в системі залежно від тривалості зберігання варіює в межах від 23% до 4% (з альгінатом натрію і лише сахарозою — від 51% до 16%); в кремах з альгінатом натрію, глюкозою і лактулозою — від 18% до 3% (з альгінатом натрію і лише глюкозою — від 44% до 13%); в кремах з альгінатом натрію, фруктозою і лактулозою — від 17% до 2% (з альгінатом натрію і лише фруктозою — від 40% до 12%).

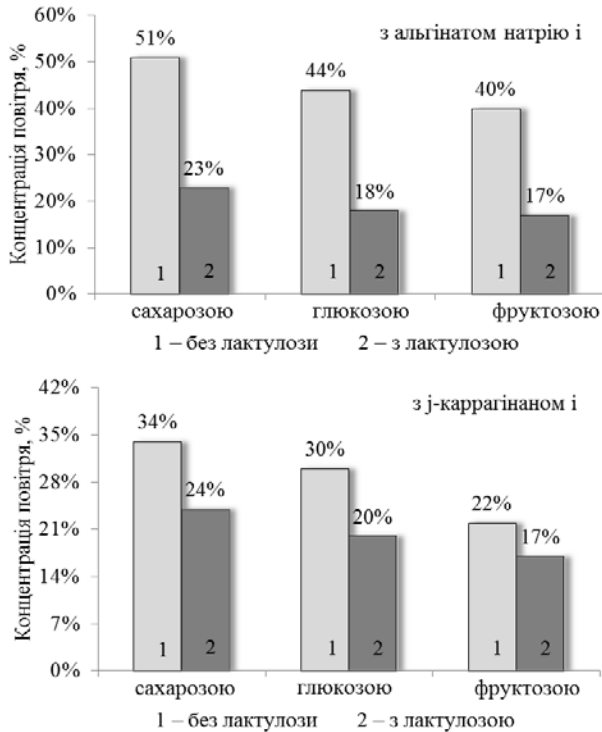
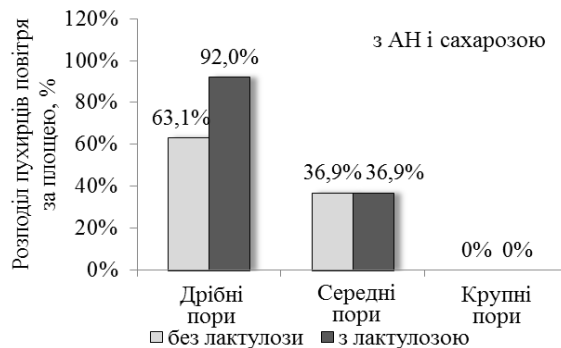


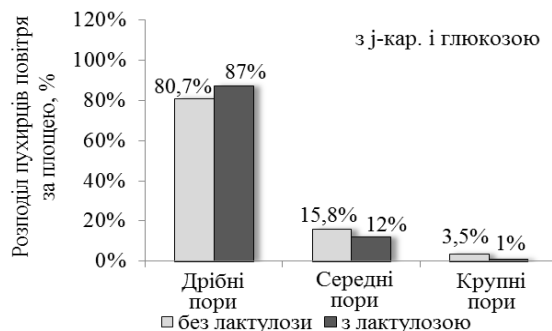
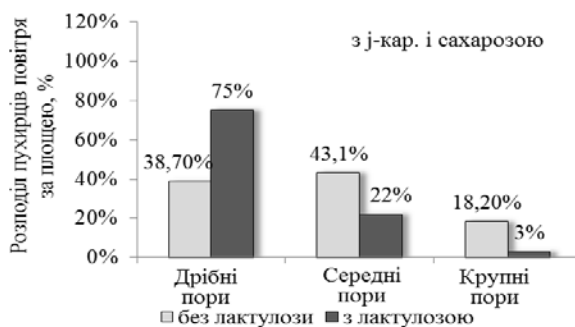
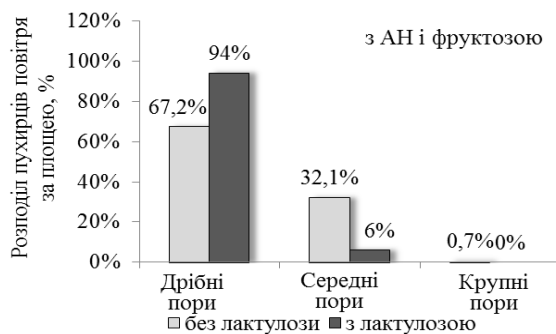
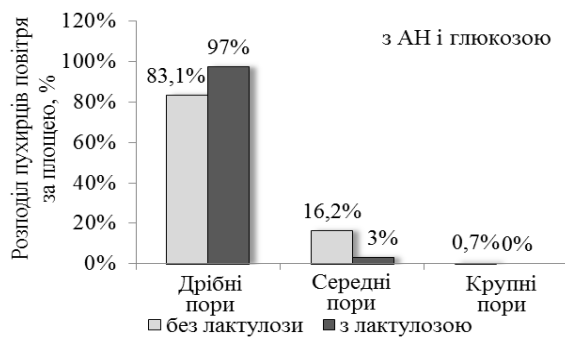
Рис. 3. Вміст повітря в зразках кремів із збитих вершків з різними цукрами

Аналогічні залежності були встановлені і з використанням j-каррагінану: в кремах з j-каррагінаном, сахарозою і лактулозою концентрація повітря в системі — від 24% до 7% (з j-каррагінаном і лише з сахарозою — від 34% до 13%); в зразках з j-каррагінаном, глюкозою і лактулозою — від 24% до 7% (з j-каррагінаном і лише з глюкозою — від 30% до 11%); з j-каррагінаном, фруктозою і лактулозою — від 17% до 5% (з j-каррагінаном і фруктозою — від 22% до 6%).

Слід відмітити, що надмірно низька концентрація повітря в зразках кремів з лактулозою після 5 діб зберігання підвищує суттєво густину, креми втрачають пишність, вимоги до консистенції не відповідають ДСТУ, що не дозволяє їх рекомендувати до споживання після такого терміну.

Також змінюється розподіл пухирців повітря за площею (рис. 4).





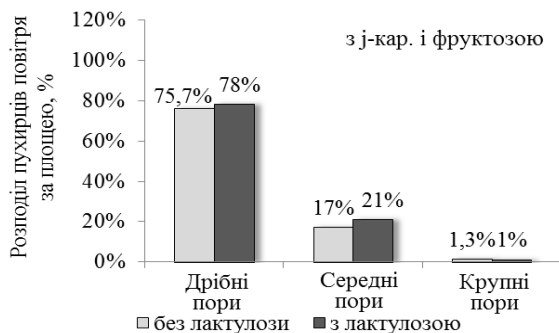


Рис. 4. Характеристика мікроструктури кремів із збитих вершків з різними цукрами

Як і в контрольних зразках, кількість пухирців повітря зменшується з часом зберігання. Так, одразу після збивання крем з альгінатом натрію, сахарозою і лактулозою представлений на 92% порами площею до  $0,01 \text{ м}^2$  і на 8% порами з площею від  $0,001 \text{ м}^2$  до  $0,05 \text{ м}^2$  (через дві години зберігання той самий зразок крему складається на 69% пор з площею до  $0,005 \text{ м}^2$  і на 31% порами з площею від  $0,005 \text{ м}^2$  до  $0,15 \text{ м}^2$ ; через п'ять діб зберігання — на 88,7% пор з площею до  $0,01 \text{ м}^2$  і на 11,3% порами з площею від  $0,01 \text{ м}^2$  до  $0,05 \text{ м}^2$ ); крем з альгінатом натрію, глюкозою і лактулозою одразу після збивання складається на 88% пор площею до  $0,005 \text{ м}^2$  і на 12% порами з площею від  $0,005 \text{ м}^2$  до  $0,05 \text{ м}^2$  (через дві години зберігання кількість повітря зменшується і зразок містить 83% пори з площею до  $0,01 \text{ м}^2$  і 17% пор з площею від  $0,01 \text{ м}^2$  до  $0,05 \text{ м}^2$ ; через п'ять діб зберігання — 72% пор з площею до  $0,01 \text{ м}^2$  і 11,3% пор з площею від  $0,01 \text{ м}^2$  до  $0,05 \text{ м}^2$ ); крем з альгінатом натрію, фруктозою і лактулозою одразу після збивання складається на 87% пор площею до  $0,005 \text{ м}^2$  і на 13% порами з площею від  $0,005 \text{ м}^2$  до  $0,05 \text{ м}^2$  (через дві години зберігання зразок містить 83% пор з площею до  $0,01 \text{ м}^2$  і 17% пор з площею від  $0,01 \text{ м}^2$  до  $0,05 \text{ м}^2$ ; через п'ять діб зберігання — 98% пор з площею до  $0,005 \text{ м}^2$  і 2% пор з площею від  $0,005 \text{ м}^2$  до  $0,01 \text{ м}^2$ ).

Аналогічні зміни відбуваються і для кремів з використанням *j*-каррагінану. Наприклад, одразу після збивання крем з *j*-каррагінаном, сахарозою і лактулозою складається на 75% пор площею до  $0,01 \text{ м}^2$  і на 25% порами з площею від  $0,01 \text{ м}^2$  до  $0,1 \text{ м}^2$  (через дві години зберігання в зразку крему міститься на 58,8% пор з площею до  $0,005 \text{ м}^2$  і на 41,2% пор з площею від  $0,005 \text{ м}^2$  до  $0,15 \text{ м}^2$ ; через п'ять діб зберігання — на 84,4% пор з площею до  $0,01 \text{ м}^2$  і на 15,6% порами з площею від  $0,01 \text{ м}^2$  до  $0,05 \text{ м}^2$ ); крем з *j*-каррагінаном, глюкозою і лактулозою складається на 87% пор площею до  $0,01 \text{ м}^2$  і на 13% порами з площею від  $0,01 \text{ м}^2$  до  $0,05 \text{ м}^2$  (через дві години зберігання в зразку крему міститься на 69% пор з площею до  $0,005 \text{ м}^2$  і на 31% пор з площею від  $0,005 \text{ м}^2$  до  $0,1 \text{ м}^2$ ; через п'ять діб зберігання — на 86,3% пор з площею до  $0,005 \text{ м}^2$  і на 13,7% порами з площею від  $0,005 \text{ м}^2$  до  $0,1 \text{ м}^2$ ); крем з *j*-каррагінаном, фруктозою і лактулозою представлений на 93,1% порами з площею до  $0,025 \text{ м}^2$  і на 7,4% порами з площею від  $0,25 \text{ м}^2$  до  $0,01 \text{ м}^2$  (через дві години зберігання в зразку крему складається на 79,2% пор з площею до  $0,01 \text{ м}^2$  і на 20,8% пор з площею від  $0,01 \text{ м}^2$  до  $0,1 \text{ м}^2$ ; через п'ять діб

зберігання — на 81,6% пор з площею до 0,005 м<sup>2</sup> і на 18,4% пор з площею від 0,005 м<sup>2</sup> до 0,1 м<sup>2</sup>).

### **Висновки**

Отже, визначено, що збільшення концентрації лактулози від 3 до 10 г на 100 г продукту негативно впливає на збитість кремів із збитих вершків і суттєво змінює рисунок дисперсної фази кремів, тому оптимальним є введення 3 г на 100 г продукту. Проте навіть невисока кількість введеної лактулози забезпечує покриття добової потреби лактулози на 30% від щоденної норми споживання. Це доводить можливість розроблення кремів функціонального спрямування.

### **Література**

1. Food, nutrition, physical activity, and the prevention of cancer: A global perspective. Washington: WCRF/AICR (World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research), 2007. 579 p.
2. Камбулова Ю. В., Звягінцева-Семенець Ю. П., Пасічний В. М., Кобилінська О. В., Яценко В. М. Реологічні властивості вершкових кремів зниженої жирності з полісахаридами і різновидами цукрів. *Продовольча індустрія АПК*. 2016. № 6. С. 24—28.
3. Schumann C. Medical, nutritional and technological properties of lactulose. *An update. Eur J Nutr*. 2002. № 41. P. 117—125.
4. Дорохович А. М., Ковалевська, Є. І., Лазоренко Н. П. Визначення структурно-механічних властивостей тіста для мафінів. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2012. № 40. С. 156—160.
5. Божок О. С. Удосконалення технології жувальної карамелі спеціального призначення: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 «Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів». Нац. ун-т харч. технолог. Київ, 2017. 24 с.
6. Крепенко А. Т. Разработка технологии разработки технологии мороженого с лактулозой. *Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института*. 2016. № 9. С. 92—94.
7. Bannikova A., Almrhag O., George P., Katopo L., Chaudhary D., Kasapis S. Analysis on the effectiveness of co-solute on the network integrity of high methoxy pectin. *Food Chemistry*. 2012. № 135(3). P. 1455—1462.
8. Пивоваров П. П., Горальчук А. Б., Пивоваров Є. П., Троший Т. В., Рябець О. Ю., Гринченко Н. Г. Теоретичні основи харчових технологій: навч. посіб. Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. Харків, 2010. 362 с.
9. Кравченко М. Ф., Антоненко А. В. Теоретичні основи харчових технологій: навч. посіб. Київ. нац. торг.-екон. ун-т. Київ, 2011. 516 с.
10. Неміріч А. В., Петруша О. О., Науменко К. А., Вашека О. М. Методи контролю якості продукції у галузі. Лабораторний практикум [Електронний ресурс]: для студ. напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» професійного спрямування «Технології харчування» денної та заочної форм навчання. Нац. унів. харч. техн. Київ, 2014.