

ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОСТРУКТУРИ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ

В.А. Гніцевич, Ю.М. Гончар, Р.П. Романенко

Подано результати порівняльних досліджень гранулометричного складу лактози та мікроструктури сироватки молочної підсирної з різним вмістом лактози, загущених у вакуумі та контактним способом, а також модельних систем на їх основі.

Ключові слова: згущена низьколактозна молочна сироватка, лактоза, кристалізація, мікроструктура.

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

В.А. Гницевич, Ю.Н. Гончар, Р.П. Романенко

Представлены результаты сравнительных исследований гранулометрического состава лактозы и микроструктуры сыворотки молочной подсырной с различным содержанием лактозы, загущенных в вакууме и контактными способами, а также модельных систем на их основе.

Ключевые слова: сгущенная низьколактозная молочная сыворотка, лактоза, кристаллизация, микроструктура.

RESEARCH OF MICROSTRUCTURE OF MILK WHEY PROCESSING PRODUCTS

V. Hnitsevech, Yu. Honchar, R. Romanenko

The article presents the results of comparative studies of particle size distribution of lactose and microstructure of whey milk with different lactose content, concentrated in a vacuum and contact method, as well as model systems based on them. The influence of technological processing parameters and basic characteristics of raw materials on the crystallization process and on the consistency in general is analyzed. Quantitative distribution of lactose crystals of each fraction in percent is investigated. It was found that during storage, the number of lactose crystals may increase and the qualitative composition of the crystals may change. The results of the studies are analyzed and summarized depending on the fractional distribution of lactose particles at 1, 10, 20 and 30 days of storage of the concentrated whey. The dependence of the viscous properties of model systems on the size of lactose crystallization centers was established. The microstructure of model systems with the addition of pumpkin pulp was investigated

to evaluate the effectiveness of structure formation. Formation of protein-pectin complexes has been established. The nature of these processes is analyzed. The obtained microphotographs were analyzed, the conclusion was made regarding the further use of condensed low-lactose whey in food technology.

Keywords: *condensed low-lactose whey, lactose, crystallization, microstructure.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Актуальним на сьогодні є питання розробки технологій харчових продуктів та напівфабрикатів для хворих на мальабсорбцію лактози. Установлено, що в разі довгострокового дотримання дієти, що не містить лактозовмісних молочних продуктів, можуть виникати супутні захворювання, пов'язані з дефіцитом Ca, Mg та вітаміну D [1] тощо. Для вирішення цієї проблеми дослідники визначають необхідність видалення повністю або частково лактози з молочної сировини для її подальшої переробки та використання [2].

Одним із способів забезпечення хворих на мальабсорбцію лактози молочними харчовими продуктами є використання вторинної молочної сировини, зокрема молочної сироватки. Одним із способів її переробки, що віднайшов практичне впровадження, є згущення. Згущеними є продукти, термізовані в процесі випарювання вологи та згущення у вакуум-випарних установках або одержані внаслідок ультрафільтрації [3; 4]. Згущення молочної сироватки може супроводжуватися кристалізацією лактози, яка спричиняє утворення борошністості її структури. Із метою запобігання кристалізації лактози здійснюється її ферментативний гідроліз перед згущенням.

Згущена молочна сироватка зі зниженим вмістом лактози може використовуватись у раціоні хворих на мальабсорбцію як основа для виробництва харчових продуктів або напівфабрикатів. Попередніми дослідженнями встановлена доцільність спільного використання згущеної низьколактозної молочної підсирної сироватки [5] та ферментованого пюре м'якоті гарбуза [6] у виробництві напівфабрикату для структурованої кулінарної продукції [7].

Відомо, що якість структурованої продукції визначають, у тому числі, такі чинники, як форма, розмір та однорідність розподілу частинок у дисперсній системі. Отже, важливим напрямком є дослідження мікроструктури харчових систем, що утворилися під час згущення сироватки молочної різними способами та з різним вмістом лактози, а також модельних систем харчової продукції на їх основі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дешевою та такою, що містить необхідну кількість повноцінних білків, мінеральних речовин та вітамінів, молочною сировиною є сироватка [8].

Збільшення кількості поживних речовин у ній досягається концентруванням (сублімаційне сушіння, згущення тощо). Однією з найважливіших органолептичних характеристик згущених молокопродуктів є консистенція. Поява вад консистенції, зокрема борошністість, є наслідком кристалізації лактози. Процес кристалізації лактози характеризується хаотичним утворенням осередків росту кристалів у результаті термізації. У процесі охолодження кількість новоутворених осередків кристалізації зростає в геометричній прогресії. У результаті змінюється консистенція та функціонально-технологічні властивості сировини. Традиційним технологічним рішенням цієї проблеми є внесення дрібнокристалічної лактози як затравки. Цей метод відзначається помірною ефективністю у зв'язку з нерівномірністю розподілу затравки в товщі згущеного продукту високої в'язкості [9]. Питанням неконтрольованого процесу кристалізації лактози займалися як вітчизняні, так і зарубіжні вчені, зокрема Б.М. Синельников, А.Г. Храпцов, С.А. Рябцева, І.А. Євдокимов, А.С. Гінзбург, Е.Д. Козаков, М.М. Ліпатов, О.О. Остроумов, П.А. Ребіндер, І.А. Рогова, В.Ф. Семеніхіна, Ю.І. Філатов, А.Г. Храпцов, W. Scott, J. Scher, M. Linder, S. Desobry, M.P. Arellano, J.M. Aguilera, P. Bouchon та ін. [10–12].

Установлено, що на кристалізацію лактози впливає її концентрація в сироватці, рівень рН, наявність денатурованого білка, ступінь перенасичення в результаті згущення, вміст домішок, швидкість перемішування та швидкість охолодження [13–16].

Оскільки згущена молочна сироватка є полідисперсною системою, то визначення розмірів і форми дисперсних частинок має першорядне значення. Ці параметри визначають властивості дисперсних систем, що досліджувалися, а отже, і сферу їх застосування.

Мета статті – дослідження мікроструктури та гранулометричного складу лактози сироватки молочної підсирної залежно від вмісту лактози та способів згущення, а також модельних харчових систем на її основі.

Для досягнення цієї мети необхідно було вирішити низку завдань, а саме:

- визначити характеристики кристалізованої в процесі згущення сироватки лактози;
- дослідити зміни кристалізованої лактози в процесі зберігання сироватки;
- дослідити мікроструктуру модельних систем згущеної низьколактозної молочної сироватки з ферментованим пюре з м'якоті гарбуза.

Матеріали та методи. Предметом дослідження була сироватка молочна підсирна сепарована. Зразок №1 – згущена низьколактозна молочна сироватка у вакуумі (далі – ЗНМС) (СР 40%, W лактози 2%), зразок №2 – згущена молочна сироватка у вакуумі (далі – ЗМС) (СР 40%, W лактози 28%), зразок №3 – загущена низьколактозна молочна сироватка контактним способом (ЗНМСК) (СР 40%, W лактози 2%), зразок №4 – загущена молочна сироватка контактним способом (ЗМСК) (СР 40%, W лактози 28%). Антикристалізатори не застосовувалися.





Однорідність кристалізації оцінювали за значенням середнього діаметра кристалів. Розмір кристалів лактози визначали за допомогою мікроскопіювання з використанням мікроскопа Біолам 70-С11, оснащеного спрощеним освітлювачем ОІ-32. Роздільна здатність оптичного мікроскопа складає 0,1–0,2 мкм. Результати фіксували шляхом мікрофотографування. Консистенцію оцінювали методом оптичної мікроскопії із застосуванням світлого поля, за яким у прохідному світлі можна отримати рівномірне освітлене поле в площині зображення. Зображення об'єкта стає видимим унаслідок часткового поглинання і відхилення окремими його елементами падаючого на них світла. У процесі підготовки аналізу зразок не підігрівали і не розбавляли, для того щоб запобігти руйнуванню кристалів молочного цукру. Препарати готували шляхом нанесення тонкої краплі зразка на предметне скло, яке накривали покривним склом. Дослідження проводили у свіжовиготовленому продукті та під час його зберігання [9]. Концентрацію кристалізації розраховували за величиною середнього розміру кристалів на 1 мм^3 об'єму продукту [17].

Виклад основного матеріалу дослідження. Відомо, що консистенція згущеного молочного продукту залежить від кількості кристалів лактози та їх розміру. Оцінка процесу кристалізації здійснюється за середнім розміром кристалів лактози в дослідних зразках. Концентрацію кристалів розраховують на 1 мм^3 зразка (табл. 1). За розрахованими числовими значеннями можна об'єктивно оцінити структуру дослідних зразків.

У зразку №1 утворюються кристали розміром до 10 мкм, що надає продукту достатньо однорідної консистенції. Зразки №2 та №3 відзначалися наявністю борошністості, яка починає відчуватися за розмірів кристалів 11–30 мкм та негативно впливає на консистенцію. Відзначено подальше кристалоутворення під час охолодження продукту. Зразку №4, з розмірами кристалів понад 31 мкм, притаманна груба піщанистість, яка сильно відчувається.

Таблиця 1

**Оцінка кристалізованої лактози
(розміри поля фотографій 150 мкм x150 мкм)**

Найменування зразка	№1 ЗНМС	№2 ЗМС	№3 ЗНМСК	№4 ЗМСК
Зображення				
Збільшення	x10000	x9000	x10000	x9000
К-сть кристалів в 1 см ³ продукту, тис.	450	92	271	27
Середній діаметр кристалів, мкм	3,84	15,54	6,7	26,15
Консистенція сироватки	Однорідна	Борошніста	Борошніста	Груба, піщаниста

Дослідні зразки містять частинки, мінімальний і максимальний розмір яких відрізняється в декілька разів. Тому визначення середнього розміру частин вважається недостатнім, і для більш повного опису встановлений гранулометричний склад кристалів лактози в зразках згущеної сироватки (рис. 1).

Властивості дисперсної системи описують функцією розподілу числа кристалів від їх усередненого розміру, значення щільності розподілу кристалів ($\frac{\Delta Q_n}{\Delta d} \cdot \%$) відкладають по осі ординат, по осі абсцис відкладають середній діаметр кристалів (Δd , мкм).

Як видно з рис. 1, зі зменшенням ступеня дисперсності ширина диференціальних кривих розподілу стає вужчою, а їх максимум збільшується. Зразок №1 характеризується кристалами найменшого розміру та найменшим діапазоном розмірних значень, що характеризує цю дисперсну систему як систему з високою однорідністю. Зразок №2, попри порівняно малий діапазон, у якому знаходяться значення розмірів кристалів лактози, відзначається високою концентрацією частинок розміром 15–20 мкм. Отже, зразок №2 має ваду борошністості, яка визначається також органолептично.

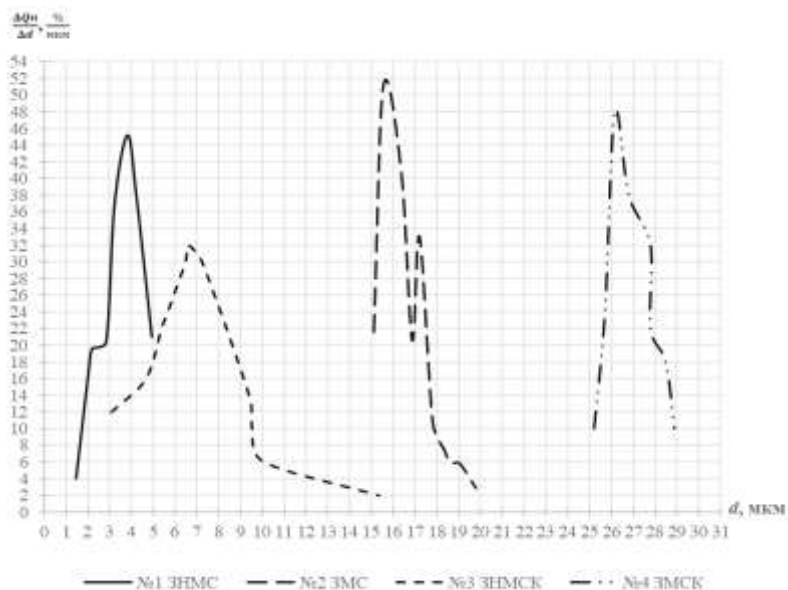


Рис. 1. Диференціальні криві розподілу кристалів лактози

Зразок №3 містить велику кількість кристалів діаметром 5–9 мкм, але водночас відзначається високою розрізненістю розмірів частинок від 3 мкм до 15 мкм, які надають системі неоднорідної структури і позначаються на її консистенції. Крім того, через таку розрізненість не можна спрогнозувати результат взаємодії дослідної системи з іншими, адже частинки лактози залежно від розміру мають різну реакційну здатність. Зразок №4 характеризується вмістом кристалів, усереднений розмір яких знаходиться в діапазоні 25–28 мкм. За цих розмірів кристалів лактози в зразку відзначається вада високої борошністості, що може суттєво вплинути на реологічні властивості модельних систем. Відповідно, єдиним зразком, який містить кристали лактози мінімального розміру та за різних умов виявлятиме порівняно однакові реологічні властивості, є зразок №1 – згущена у вакуумі низьколактозна молочна сироватка. Він може бути рекомендований до використання у складі багатокomпонентних харчових систем, як такий, що має хороші органолептичні показники та функціонально-технологічні властивості.

Відомо, що дисперсні системи залежно від гранулометричного складу можуть переструктуруватися за часом. Це означає, що під час зберігання за однакових умов, гранулометричний склад дослідних

систем може змінюватися, що виявлятиметься у вигляді грудкування, борошністості чи піщаності.

Досліджено гранулометричний склад кристалів лактози під час зберігання дослідних зразків згущеної сироватки протягом 30 діб (табл. 2).

Таблиця 2

Зміна якісного та кількісного складу кристалів лактози

Найменування зразка	Розмір кристалів, мкм	Розподіл кристалів в 1 мм ³ , %			
		1 доба	10 діб	20 діб	30 діб
№1 ЗНМС	≤5	79	43	37	28
	6–10	21	57	63	65
	11–15	–	–	–	6
	16–20	–	–	–	1
	≥25	–	–	–	–
№2 ЗМС	≤5	10	8	5	2
	6–10	78	64	51	42
	11–15	12	28	43	51
	16–20	–	–	1	4
	≥25	–	–	–	1
№3 ЗНМСК	≤5	23	20	17	8
	6–10	73	68	59	52
	11–15	5	12	20	30
	16–20	–	–	4	7
	≥25	–	–	–	3
№4 ЗМСК	≤5	2	1	1	–
	6–10	8	6	5	3
	11–15	18	18	16	13
	16–20	22	20	18	17
	≥25	50	55	60	67

За даними, поданими в табл. 2, кристали лактози в усіх зразках нарощують розмір, об'єднуючись у результаті консолідації у більші комплекси. Уже на 10-ту добу зберігання в усіх зразках спостерігається поява кристалів, більших за розмірами від початкових значень. На 30-ту добу зразок №1 характеризувався зменшенням однорідності системи, зразок №4 частково втратив текучість через суттєве збільшення осередків кристалізації. Зразки №2 та №3 відзначалися збільшенням осередків кристалізації, що сприяло посиленню вад борошністості.

На наступному етапі дослідження розглянуто структуру зразків при збільшенні в 300 разів для визначення характеру розподілу дисперсної фази, яка представлена білками, полісахаридами, жирами (рис. 2).

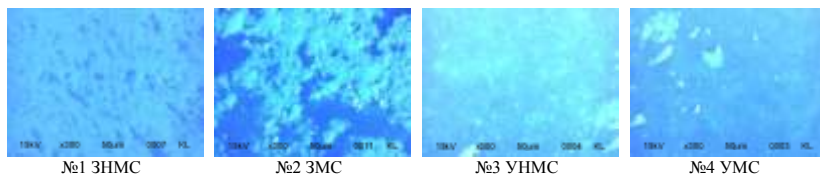


Рис. 2. Мікроструктура зразків (x300 разів)

На рис. 2 видно, що зразки №1 та №3 мають достатньо однорідну структуру, водночас зразки №2 та №4 відзначаються нерівномірним розподілом дисперсних частинок, їх групуванням у комплекси. На мікрорівні спостерігається чергування гладких та зернистих ділянок мікронного рівня (0,1–5,0 мкм), що, імовірно, свідчить про високі в'язко-еластичні властивості системи. Це, у свою чергу, дозволяє припустити, що отримані харчові системи характеризуються високою реакційною здатністю і можуть бути використані для виготовлення структурованих харчових продуктів.

Для подальших досліджень використано зразок №1, що характеризується високою однорідністю за розміром та розподілом частинок. Досліджено мікроструктуру модельних систем, для яких використовували ЗНМС та ферментоване пюре з м'якоти гарбуза (ФПМГ) у кількості 10–60% (рис. 3).

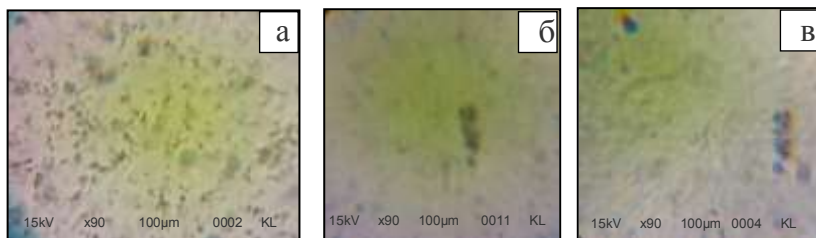


Рис. 3. Мікроструктура модельних систем низьколактозного молочно-рослинного напівфабрикату при 23,3 °С (збільшення в 90 разів): а – ЗНМС:ФПМГ = 90:10; б – ЗНМС:ФПМГ = 70:30; в – ЗНМС:ФПМГ = 40:60

Аналіз структури модельної системи з вмістом ФПМГ 10%, поданий на рис. 3а, показав, що вона характеризується однорідністю розподілу білкових глобул у білково-рослинній суміші та відсутністю білково-пектинових комплексів. Зокрема, мікроструктура зразка представлена переважно дрібними частинами клітковини шириною 3–4 мкм та незначною кількістю ізольованих частинок округлої форми розміром 1,0–1,5 мкм.

Структура модельної системи з вмістом ФПМГ 30% (рис. 3б) характеризується зменшенням можливості візуалізації дисперсних фаз, що пов'язано з формуванням більш однорідної тонкодисперсної структури та, імовірно, утворенням складних білково-пектинових комплексів. Натомість мікроструктура зразка з вмістом ФПМГ 60% (рис. 3в) представлена виключно ізольованими часточками округлої форми розміром 0,5–1,0 мкм погіршеної видимості без чітких контурів.

Висновки. Отримана в результаті аналізу мікрофотографій інформація дозволяє констатувати, що згущена у вакуумі низьколактозна молочна сироватка має достатньо рівномірну дрібнокристалічну структуру за різних термінів зберігання порівняно з іншими зразками. Доведено доцільність використання ЗНС у суміші з ФПМГ у співвідношенні 70:30, оскільки при цьому утворюється однорідна тонкодисперсна мікроструктура.

Список джерел інформації / References

1. Wilt, T.J., Shaukat, A., Shamliyan, T., Taylor, B.C., MacDonald, R., Tacklind, J., Rutks, I., Schwarzenberg, S.J., Kane, R.L., Levitt, M. (2010), "Lactose intolerance and health", *Evid. Rep. Technol. Assess*, No. 192, pp. 1-410.

2. Longstreth, G.F., Thompson, W.G., Chey, W.D., Houghton, L.A., Mearin, F., Spiller, R.C. (2006), "Functional bowel disorders", *Gastroenterology*, No. 130, pp. 1480-1491.

3. ДСТУ 7170:2010. Молочна промисловість. Продукти молочні та молоковісні. Номенклатура та вимоги до назв. –Київ : Держспоживстандарт України, 2011. – 9 с.

DSTU 7170:2010 (2011), Dairy industry. Dairy and dairy products. Nomenclature and title requirements [Molochna promyslovis. Produkty molochni ta molokovisni. Nomenklatura ta vymohy do nazv], Derzhspozhyvstandart Ukrainy, Kyiv, 9 p.

4. ДСТУ 4553:2006. Сироватка молочна згущена. Технічні умови. – Київ : Держспоживстандарт України, 2006. – 16 с.

DSTU 4553:2006 (2006), The whey is condensed milk. Specifications, [Syrovatka molochna z-hushchena. Tekhnichni umovy], Derzhspozhyvstandart Ukrainy, Kyiv, 16 p.

5. Гніцевич В. А. Дослідження кінетики ферментолізу лактози сироватки / В. А. Гніцевич, Н. Ю. Чикун, Ю. М. Гончар // Товари і ринки. – 2017. – № 2 (24). – С. 97–101.

Gnitsevich, V., Chikun, N., Honchar, Y. (2017), "Investigation of the kinetics of milk whey lactose fermentolysis" ["Doslidzhennya kinetiki fermentolizu laktozi sirovatki"], *Goods and Markets*, No. 2(24), pp. 97-101.

6. Гніцевич В. А. Дослідження процесу ферментолізу м'якоті гарбуза / В. А. Гніцевич, Ю. М. Гончар // Наукові праці НУХТ. – 2018. – № 2 (24). – С. 202–208.

Gnitsevich, V., Honchar, Y. (2018), "Investigation of the process of fermentation of pumpkin pulp" ["Doslidzhennya procesu fermentolizu m'yakoti garbuza"], *Scientific Works of NUCHT*, No. 2(24), pp. 202-208.

7. Гніцевич В. А. Технологія напівфабрикату на основі низьколактозної молочної сироватки та м'якоті гарбуза / В. А. Гніцевич, Т. І. Юдіна, Ю. М. Гончар // Товари і ринки. – 2018. – № 4. – С. 105–114.

Gnitsevich, V., Yudina, T., Honchar, Y. (2018), "Semi-finished product technology based on low-lactose whey and pumpkin pulp", ["Tehnologiya napivfabrikatu na osnovi nizkolaktoznoyi molochnoyi sirovatki ta m'yakoti garbuza"], *Goods and Markets*, No. 4, pp. 105-114.

8. Храмов А. Г. Производство молочных продуктов: Технология молочных продуктов мини-производств / А. Г. Храмов, В. А. Оноприйко. – Ростов-на-Дону : Март, 2004. – 411 с.

Khramtsov, A., Onopriyko, V. (2004), *Dairy products production: Mini-production dairy products technology* [Proizvodstvo molochnykh produktov: Tekhnologiya molochnykh produktov mini-proizvodstv], Mart, Rostov-on-Don, 411 p.

9. Гаврилова Н. Н. Микроскопические методы определения размеров частиц дисперсных материалов : учеб. пособие / Н. Н. Гаврилова, В. В. Назаров, О. В. Яровая. – М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2012. – 52 с.

Gavrilova, N., Nazarov, V., Yarovaya, O. (2012), *Microscopic methods for determining the particle size of dispersed materials: textbook* [Mikroskopicheskiye metody opredeleniya razmerov chastits dispersnykh materialov: ucheb. posobiye], RCTU them. D.I. Mendeleev, Moscow, 52 p.

10. Лактоза и ее производные / Синельников Б. М., Храмов А. Г., Евдокимов И. А., Рябцева С. А. и др. – СПб. : Профессия, 2007. – 768 с.

Sinelnikov, B., Khramtsov, A., Evdokimov, I., Ryabtseva, S., et al. (2007), *Lactose and its derivatives* [Laktoza i yeye proizvodnyye], Professiya, SPb., 768 p.

11. Nasirpour, A., Scher, J., Linder, M., Desobry, S. (2006), "Modeling of lactose crystallization and color changes in model infant foods", *Journal Dairy Science*, No. 89, pp. 2365-2373.

12. Arellano, M.P., Aguilera, J.M., Bouchon, P. (2004), "Development of a digital videomicroscopy technique to study lactose crystallisation kinetics in situ", *Journal Carbohydr Res*, No. 339, pp. 2721-2730.

13. Garnier, S., Petit, S., Coquerel, G. (2002), "Influence of supersaturation and structurally related additives on the crystal growth of α -lactose monohydrate", *Journal Cryst Growth*, No. 234, pp. 207-219.

14. Dhumal, R.S., Biradar, S.V., Paradkar, A.R., York, P. (2008), "Ultrasound assisted engineering of lactose crystals", *Journal Pharm Res*, No. 25, pp. 2835-2844.

15. McLeod, J., Paterson, A.H.J., Jones, J.R., Bronlund, J.E. (2011), "Primary nucleation of alphalactose monohydrate: The effect of supersaturation and temperature", *Int Dairy Journal*, No. 21, pp. 455- 461.

16. Wong, S.Y., Bund, R.K., Connelly, R.K., Hartel, R.W. (2012), "Designing a lactose crystallization process based on dynamic metastable limit", *Journal Food Eng*, No. 111, pp.642-654.

17. Голубева Л. В. Справочник технолога молочного производства. Консервирование и сушка молока / Л. В. Голубева. – СПб. : ГИОРД, 2005. – Т. 9. – 272 с.

Golubeva, L. (2005), *Handbook of a dairy production technologist. reservation and drying of milk [Spravochnik tekhnologa molochnogo proizvodstva. Konservirovaniye i sushka moloka]*, GIORД, SPb, Vol. 9, 272 p.

Гніцевич Вікторія Альбертівна, д-р техн. наук, проф., кафедра технології та організації ресторанного господарства, Київський національний торговельно-економічний університет. Адреса: вул. Кіото, 19, м. Київ, Україна, 02156. Тел.: 0504713818; e-mail: flamber1965@gmail.com.

Гніцевич Вікторія Альбертовна, д-р техн. наук, проф., кафедра технології та організації ресторанного господарства, Київський національний торговельно-економічний університет. Адрес: ул. Киото, 19, г. Киев, Украина, 02156. Тел.: 0504713818; e-mail: flamber1965@gmail.com.

Hnitsevyeh Victoriia, Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Technology and Organization of Restaurant Business, Kyiv National University of Trade and Economics. Address: Kyoto st., 19, Kyiv, Ukraine, 02156. Tel.: 0504713818; e-mail: flamber1965@gmail.com.

Гончар Юлія Миколаївна, асп., кафедра технології та організації ресторанного господарства, Київський національний торговельно-економічний університет. Адреса: вул. Кіото, 19, м. Київ, Україна, 02156. Тел.: 0635262762; e-mail: honchar1992@ukr.net.

Гончар Юлія Николаевна, асп., кафедра технології та організації ресторанного господарства, Київський національний торговельно-економічний університет. Адрес: ул. Киото, 19, г. Киев, Украина, 02156. Тел.: 0635262762; e-mail: honchar1992@ukr.net.

Honchar Yulia, PhD-student of the Department of Technology and Organization of Restaurant Business, Kyiv National University of Trade and Economics. Address: Kyoto st., 19, Kyiv, Ukraine, 02156. Tel.: 0635262762; e-mail: honchar1992@ukr.net.

Романенко Роман Петрович, канд. техн. наук, доц., кафедра інженерно-технічних дисциплін, Київський національний торговельно-економічний університет. Адреса: вул. Кіото, 19, м. Київ, Україна, 02156. Тел.: 0504459524; e-mail: romanco@ukr.net.

Романенко Роман Петрович, канд. техн. наук, доц., кафедра інженерно-технічних дисциплін, Київський національний торговельно-економічний університет. Адрес: ул. Киото, 19, г. Киев, Украина, 02156. Тел.: 0504459524; e-mail: romanco@ukr.net.

Romanenko Roman, PhD in Technical Sciences, Associate Professor of Department of Engineering and Technical Disciplines, Kyiv National University of Trade and Economics. Address: Kyoto st., 19, Kyiv, Ukraine, 02156. Tel.: 0504459524; e-mail: romanco@ukr.net.

DOI: 10.5281/zenodo.3592831

УДК 664.2:664.68

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ НА ПІНОУТВОРЮВАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ ЖЕЛАТИНУ

**Л.А. Кондрашина, Д.О. Бідюк, П.В. Гурський,
Ф.В. Перцевой, С.П. Боковець**

Наведено результати досліджень із визначення закономірностей впливу технологічних параметрів – температури, тривалості збивання, концентрації – желатину ТМ «Gelita» з міцністю гелю 240 bloom на піноутворювальну здатність його розчинів та стійкість отриманої піни.

***Ключові слова:** піноутворювальна здатність, розчин желатину, збивання, піноподібні системи.*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПЕНООБРАЗУЮЩИЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ ЖЕЛАТИНА

**Л.А. Кондрашина, Д.О. Бидюк, П.В. Гурский,
Ф.В. Перцевой, С.П. Боковец**

Приведены результаты исследований по определению закономерностей влияния технологических параметров – температуры, продолжительности взбивания, концентрации – желатина ТМ «Gelita» с прочностью геля 240 bloom на пенообразующую способность его растворов и стойкость полученной пены.

***Ключевые слова:** пенообразующая способность, раствор желатина, взбивание, пенообразные системы.*