

УДК 664.9.022: 637.344.6

DOI: 10.15587/1729-4061.2018.147854

Вплив продуктів переробки зернових на показники заморожених молочно-білкових сумішей

С. П. Циганков, В. О. Ушкаренко, О. В. Грек, А. В. Тимчук, І. В. Попова, Н. В. Чепель, О. О. Онопрійчук, О. А. Савченко

Представлено дослідження впливу крупи манної та екструдованої на якісні та кількісні показники молочно-білкових концентратів в циклі заморожування – розморожування. Незначні зміни якості білково-рослинних сумішей після розморожування підтверджують кріопротекторну дію вуглеводів рослинних складових.

Доведено можливість збереження за від'ємних температур альбумінної маси з подальшим використанням в якості молочно-білкової основи для напівфабрикатів.

Експериментально підтверджена доцільність використання колагенвмісного інгредієнту в кількості 0,4 % для інтенсифікації термокислотної коагуляції сироваткових білків. Процес проводився як в нативній молочній сироватці, так і в концентраті білковому з масовою часткою сухих речовин $(16 \pm 2)\%$, отриманого методом ультрафільтрації. Виявлено, що тривалість коагулювання – (55 ± 2) хв та (40 ± 2) хв відповідно за температури $(95 \pm 2)^\circ\text{C}$. Зменшення часу процесу корелюється із зниженням енерговитрат. Додавання в рецептури напівфабрикатів окрім сиру кисломолочного альбумінної маси дозволить збільшити ресурси молочного білку.

Представлено дослідження кріоскопічної температури сумішей на основі сиру кисломолочного з крупною манною і екструдованою, а також альбумінної маси отриманої з використанням «Колаген pro 4402». Розрахунковим методом на основі кріоскопічної температури, визначено кількість вимороженої вологи в молочно-білкових сумішах з продуктами переробки пшениці. Підтверджено, що модифікація вуглеводного комплексу зернових шляхом екструдування забезпечує підвищення зв'язування вільної вологи в білково-рослинних сумішах при розморожуванні.

Ключові слова: продукти переробки зернових, заморожування, розморожування, молочно-білкові суміші, кріоскопічна температура, колагенвмісний інгредієнт.

1. Вступ

Сучасна технологія виробництва молочних продуктів характеризується удосконаленням окремих технологічних етапів з акцентом на збереженні якості та кількості.

Останніми роками спостерігається збільшення цін на базову сировину та інгредієнти для виробництва напівфабрикатів на молочно-білковій основі. Проблемним є збереження при низьких температурах без втрат інгредієнтів тва-

ринного походження для напівфабрикатів, розморожування яких супроводжується зменшенням вагових показників. Так, промисловий спосіб заморожування у великих об'ємах вважається найбільш ефективним [1], оскільки забезпечує миттєву, шоківу заморозку, що сприяє збереженню корисних речовин молочно-білкових концентратів, разом з тим процес супроводжується втратою загальної маси [2].

Структура ринку заморожених продуктів в Україні має свої особливості. В європейських країнах переважають сегменти овочів і ягід [3, 4], а в Україні – продукти, характерні для національної кулінарної традиції. Крім сегмента вареників, на ринку заморожених напівфабрикатів представлені млинці, запіканки, готові страви (сирники, бендерики) та ін. [5]. Класичною сировиною, яка входить до рецептур напівфабрикатів на молочно-білковій основі, є сир кисломолочний, борошно пшеничне, крупа манна, цукор, меланж, наповнювачі та ін.

Однією з основних проблем виробників напівфабрикатів є не тільки забезпечення молочно-білковою сировиною відповідної якості, але й можливості її резервування. Враховуючи тенденцію до зниження виробництва сиру кисломолочного, підвищення вартості, актуальним є удосконалення способів тривалого зберігання сировини. Поширеним є заморожування молочно-білкової сировини для подальшого використання в технології плавлених сирів та напівфабрикатів – продуктів, що піддаються повторній термічній обробці [6].

Впровадження технологій різних напівфабрикатів та десертних продуктів на основі сиру кисломолочного свідчить про перспективність подальших досліджень у цій сфері. Відсутність технологічних рішень щодо вдосконалення процесу зберігання молочно-білкових концентратів шляхом заморожування та інтенсифікації процесу виробництва актуалізує пошуки у даному напрямі.

Крім класичної молочно-білкової основи – сиру кисломолочного, для напівфабрикатів можливе використання альбумінної маси. Ступінь вилучення сироваткових білків становить близько 40 % [7]. Неповне виділення білків обумовлено захисною дією присутніх у сироватці електролітів і переважанням заряду частинок білка, як фактора стійкості [8].

Вдосконалення способів вилучення білків з молочної сироватки і використання в різних технологіях продуктів в якості основи або збагачувача є актуальним. За класичною технологією альбумінну масу отримують термокислотою коагуляцією, яка передбачає обробку сироватки за температури вище $(95 \pm 1) ^\circ\text{C}$ і близько (90 ± 2) хв, що є енерговитратним.

На основі аналізу інформації про подовження у виробничих умовах термінів зберігання сировини та молочних продуктів доведено, що заморожування є найбільш ефективним [9–11]. Це стосується сировини для напівфабрикатів – сиру кисломолочного (СКМ) та альбумінної маси (АМ). Резервування шляхом заморожування є актуальним з точки зору невілювання сезонності забезпечення сировиною.

Традиційні способи розморожування не забезпечують збереження кількісних і якісних показників сиру кисломолочного [12]. За будь-яких умов заморожування молочно-білкових концентратів, відбувається комплекс незворотніх змін, пов'язаних з коагуляцією білків. Трьохмірна структура казеїну зазнає

руйнівного впливу. Це призводить до зменшення міцності згустку і здатності утримувати вільну вологу і як наслідок, втрати маси при розморожуванні [13, 14].

Додаткові дослідження та технологічні рішення в цьому напрямі є актуальними.

Особливості виробництва напівфабрикатів дозволяють складання білково-рослинних сумішей перед тривалим зберіганням при від'ємних температурах ще на стадії охолодження з традиційних інгредієнтів, що входять до складу рецептур – сиру кисломолочного та продуктів переробки пшениці.

Враховуючи вологозв'язуючі властивості крупи манної та екструдованої [15], включення до складу молочно-рослинних сумішей для заморожування та розроблення відповідної технології сприятимуть збереженню сировини для напівфабрикатів.

Заощадженню молочного білку сприятиме використання альбумінної маси отриманої з молочної сироватки, що визначається високою біологічною цінністю [16].

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Процес заморожування супроводжується утворенням кристалів і механічним пошкодженням структури молочно-білкових концентратів. Утворення зминають, проколюють і розривають складові системи. Це сприяє прискоренню гідролітичних реакцій і впливає на характер протікання ферментативних процесів у продукті. Чим менший розмір кристалів льоду, тим менша дія заморожування на якісні показники дефростованого білкового концентрату, тому важливим є спрямований вплив на процес кристалоутворення [17]. Загалом, проблема полягає у втраті маси молочно-білкових концентратів в циклі заморожування-розморожування, за рахунок витікання вільної вологи.

Процес зниження температури продукту значно нижче за криоскопічну називається заморожуванням. Під час заморожування майже вся вода, що міститься у молочно-білкових концентратах, в тому числі в сирі кисломолочному, кристалізується. Це досягається за температури в центрі продукту мінус 6 °C та нижчій [18]. У зоні заморожування відбувається цілий ряд змін. По-перше, це фазовий перехід води у лід. У харчовій системі ця зміна має складніший характер ніж при заморожуванні чистої води, включаючи багато інших змін, пов'язаних з цим фазовим переходом [19, 20].

Частка води у складі альбумінної маси складає 65...80 % [21]. Це суттєво впливає на стан білків і відповідно структуру АМ після розморожування. Співвідношення між вільною і зв'язаною вологою, а також ступінь її структурування є вирішальними чинниками у формуванні реологічних параметрів харчових систем. При цьому визначальний вплив на органолептичні та фізико-хімічні властивості молочно-білкових продуктів надає не стільки сумарна вологість, скільки структура вологи [22]. Негативним ефектом є втрата маси при розморожуванні вище зазначених продуктів.

Впровадження технологічних заходів для утримання вологи рослинними інгредієнтами з вологозв'язуючими властивостями, ще на стадії підготовки до

заморожування молочно-білкових концентратів (сиру кисломолочного та/або альбумінної маси) є доцільним.

Згідно літературних даних [23, 24], ефективність використання рослинних інгредієнтів, що пройшли вологотермічну обробку, мають підвищені структуроутворюючі властивості і вже використовувались в рецептурах харчових продуктів. Як вологозв'язуючий інгредієнт у виробництві сиркових виробів використовували продукти переробки зернових (ППЗ) – солода та екструдати [25, 26]. Метод екструзійної обробки має низку переваг: відсутність будь-яких хімічних препаратів, підвищення засвоюваності його білково-вуглеводного компонента, отримання продукту стабільної якості та низької собівартості. Внаслідок екструзії крупа манна втрачає вільну і частково зв'язану вологу, набуваючи підвищену здатність до поглинання води. Крім того, крупа манна екструдована є джерелом повноцінного білка, легкозасвоюваних вуглеводів, мікроелементів і вітамінів. Відомо, що кількість крохмалю, декстринів та амілози в КМ відповідно становить 55,3; 2,83; 0,23 % на суху речовину; для ЕКМ ці величини складають – 44,2; 20,02; 1,43 % [27, 28]. Відмінність можна пояснити тим, що при екструзії відбувається деструкція великих молекул полісахаридів, що суттєво змінює реологічні властивості продукту. Отримані результати вологоутримуючої здатності вище зазначеної сировини на рівні від 68 до 75 % [25]. Проблемною є відсутність достатньої інформації [15] про вплив вище вказаних інгредієнтів на стан води в молочно-білкових концентратах при заморожуванні.

При екструзійному обробленні крохмалевмісної сировини, а саме крупи манної, загальний вміст крохмалю зменшується через розщеплення молекул амілози і амілопектину, поряд з цим збільшується кількість олігосахаридів і декстринів. Це обумовлює підвищення розчинності і ступеня набухання екструдатів порівняно з сировиною, що не пройшла вологотермічного оброблення [29, 30].

Згідно літературних даних [31] крупа манна (КМ) та екструдована (ЕКМ), що передбачаються для внесення в суміші до заморожування, мають наступний хімічний склад, у %: масова частка води – 14; білки – 10,3; жири – 1,0; клітковина – 0,2. Вміст крохмалю та низькомолекулярних вуглеводів в КМ відповідно 54,3 % та 0,3 %. Відповідні значення для ЕКМ – 44,1 % та 1,1 %. Вміст золи для КМ складає 0,5 %, а для ЕКМ – 3,3 %.

На основі літературних даних [32, 33] сформульовані критерії вибору продуктів переробки зернових для використання в заморожених білково-молочних сумішах на основі сиру кисломолочного та/або альбумінної маси для подальшого використання в напівфабрикатах:

- відповідність інгредієнта за вмістом основних речовин, якісними показниками, розчинністю, толерантністю, термостабільністю, вартістю;
- відсутність побічних впливів на хімічний склад молочно-білкової основи, стійкість за повторного термічного оброблення;
- сумісність складу і властивостей харчових систем (принцип дії, взаємодія з іншими компонентами, позитивна роль інгредієнта в харчовій системі);

– можливість оцінювання ефективності внесення за існуючими показниками для молочно-білкових продуктів,

– можливість комбінування за класичними рецептурами із збереженням органолептичних показників готового продукту;

– конкурентна економічна оцінка технологічного рішення.

Відсоток внесення рослинного інгредієнту 6...7 % пов'язаний з мінімальною кількістю аналогічних рецептурних компонентів, а саме борошна пшеничного в традиційних напівфабрикатах на основі сиру кисломолочного [34, 35].

Можна спрогнозувати ефективність використання в якості сировини альбумінної маси в сумішах із сиром кисломолочним для заморожування з метою збільшення сировинних ресурсів. На якість білкових сумішей істотно впливають розмір, форма та розподіл кристалів льоду, що утворюються в замороженій АМ [19]. Останнє твердження потребує додаткових досліджень.

Альбумінну масу разом з сиром кисломолочним рекомендується використовувати як молочно-білкову основу для харчових продуктів, що піддаються повторній термічній обробці та тривалому зберіганню.

Відповідно до класичної технології на початку нагріву, в результаті збільшення швидкості частинок, відбувається дезагрегація асоціатів білку, а починаючи з 50...65 °С – агрегація глобул білка, обумовлена їх денатурацією. Такі білки, втративши стійкість при 75...80 °С – видима коагуляція, утворюють пластівці. Оптимальна температура впливу – 90...95 °С [8, 36–38]. Оптимальною реакцією середовища є рН 4,4...4,6, яка відповідає титрованій кислотності 30...35 °Т, а також ізоелектричній точці термолабільних білків молочної сироватки (лактоальбумінній фракції) [39, 40].

Неповне виділення білків обумовлено захисною дією присутніх у сироватці електролітів і переважанням заряду частинок білка, як фактора стійкості. Для посилення теплової коагуляції в підсирну сироватку вводять реагенти-коагулянти – сироватку з кислотністю (150±5) °Т. Процес є тривалим, супроводжується втратами сироваткових білків [41]. Вирішення таких проблем потребує додаткових досліджень.

Існує виробнича практика використання «Коллаген про 4402» в кількості 0,4 % для збільшення виходу сиру кисломолочного [42]. Позитивні результати такого технологічного рішення сприяють розширенню застосування колагенвмісного інгредієнта та проведенню додаткових досліджень коагулювання білків молочної сироватки для підвищення виходу альбумінної маси за класичних умов.

Вдосконалення способів вилучення білків з молочної сироватки нативної або концентрованої та їх використання в технологіях напівфабрикатів в якості основи або збагачувача є актуальним [41].

Недостатньо інформації, щодо впливу від'ємних температур на стан вологи в альбумінній масі під час тривалого зберігання та після розморожування.

Інтенсифікація процесу термокислотного осадження сироваткових білків та результати дослідження впливу технологічних інгредієнтів на показники заморожених молочно-білкових сумішей можуть бути використані для ефективного функціонування у виробничих системах.

Реальною проблемою є відсутність комплексного підходу до вирішення завдань визначених в рамках огляду. Тому є підстави вважати, що недостатня визначеність впливу продуктів переробки зернових на якісні та кількісні показники заморожених молочно-білкових сумішей (сиру киломолочного та альбумінної маси), обумовлюють необхідність проведення досліджень в цьому напрямку.

3. Мета та задачі дослідження

Метою роботи було дослідження впливу продуктів переробки зернових на стабільність якісних і кількісних показників молочно-білкових сумішей після розморожування.

Для досягнення цієї мети були поставлені наступні завдання:

–дослідити способи інтенсифікації осадження альбумінної маси при термокислотній коагуляції з концентрату сироваткового білкового рідкого, отриманого методом ультрафільтрації;

–визначити кріоскопічні температури альбумінної маси та сумішей на основі сиру кисломолочного з крупою манною і екструдованою для встановлення умов заморожування;

–визначити кількісні показники білково-рослинних сумішей та альбумінної маси з «Коллаген рго 4402» при розморожуванні.

4. Матеріали та методи дослідження. Отримання альбумінної маси з колагенвмісним інгредієнтом та білково-рослинних сумішей

Для інтенсифікації процесу термокислотного осадження АМ було використано модифікацію сировини – шляхом концентрування молочної сироватки на мембранній установці та додавання колагенвмісного інгредієнту.

Отриманий КСБУФ [43] відповідав наступним вимогам: масова частка сухих речовин – (16 ± 2) %, масова частка загального білка – $(10,5 \pm 3,3)$ %, титрована кислотність – (125 ± 5) °Т. Дослідження тривалості процесу термокислотної коагуляції, як підсирної сироватки нативної, так і концентрованої, у вигляді вище зазначеного КСБУФ, здійснювалось наступним чином. З 4 дм³ молочної сироватки та КСБУФ після досягнення оптимального рН 4,4...4,6 і температури 90...95 °С. Кожні 5 хв вилучали альбумінну масу однаковою методом.

Особливістю було додаткове введення технологічного інгредієнту – «Коллаген рго 4402» в молочну сироватку на початковій стадії термічної обробки. Колагенвмісний інгредієнт вносили згідно рекомендацій виробника [42]. Для досліджень діапазон застосування «Коллаген рго 4402» було розширено з 0,3 % до 0,5 %.

Білковий концентрат та альбумінну масу в дослідженнях було використано в складі білково-рослинних сумішей (БРС) для заморожування і визначення кріоскопічної температури методом термічного аналізу [44]. Контроль – сир кисломолочний нежирний з наступними показниками: масова частка вологи – $(76,0 \pm 2)$ %, білка – $(18,0 \pm 1,1)$ %, лактози – $(1,8 \pm 0,8)$ %, титрована кислотність – $(204 \pm 2,2)$ °Т.

Для отримання БРС сир кисломолочний та/або альбумінну масу перемішували протягом 3–5 хв з продуктами переробки зернових (вологоутримуюча здатність у молочній сироватці – 78–84 %) у кількості 6–7 % [45]. Сформовані зразки заморожували за температури робочої камери мінус 24 ± 2 °С.

Втрати при розморожуванні та кількість вимороженої вологи МБК та БРС визначали ваговим методом за сталих умов (температура оточуючого середовища, кінцева температура розморожування, тривалість) за формулами [46].

Більш детально хід проведення експерименту, а також визначення криоскопічної температури та розрахунки, описано в роботі [47].

5. Результати дослідження впливу продуктів переробки зернових на показники заморожених молочно-білкових сумішей

5.1. Способи інтенсифікації осадження альбумінної маси

На першому етапі використовували метод ультрафільтрації молочної сироватки для отримання КСБУФ – сировини для АМ.

На рис. 1 представлена динаміка накопичення альбумінної маси від тривалості процесу термокислотної коагуляції та виду сировини – нативної молочної сироватки або КСБУФ з масовою часткою сухих речовин (16 ± 2) %.

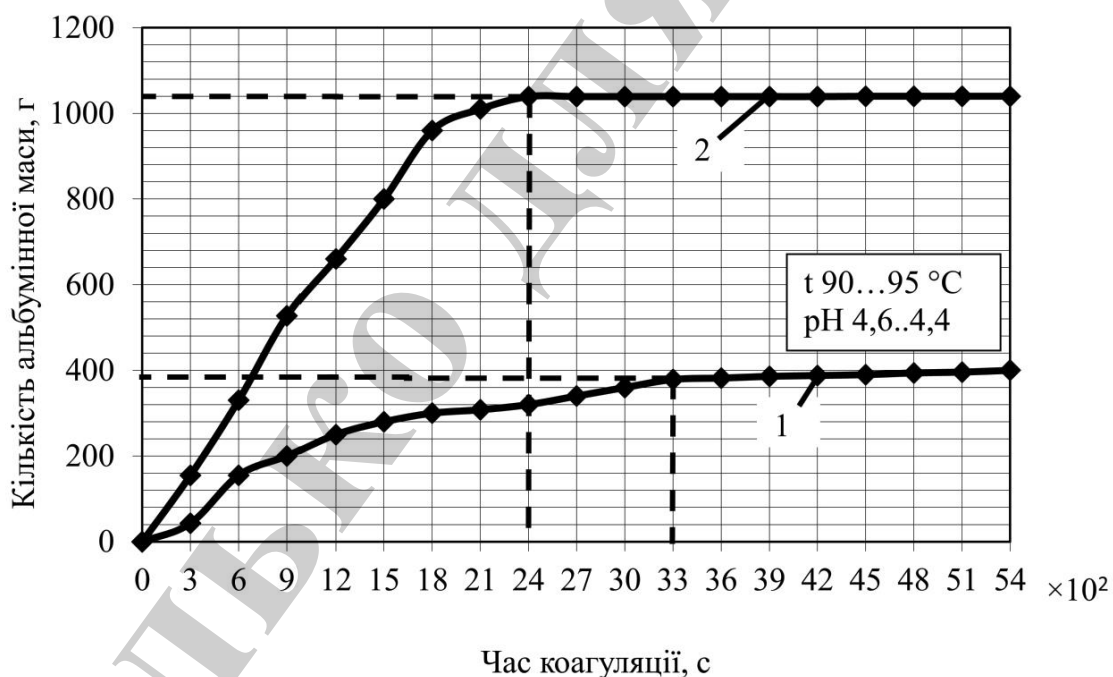


Рис. 1 Динаміка накопичення альбумінної маси від тривалості коагуляції білків в: 1 – молочній сироватці; 2 – білковому концентраті

Для максимального виділення альбумінної маси із нативної сироватки ефективний час коагуляції становить (55 ± 2) хв, а з КСБУФ – (40 ± 2) хв. відповідно. Доведено, що подальшу температурну обробку проводити не доцільно, оскільки вихід продукту не значний. Таким чином, тривалість ефективної теп-

лової обробки зразку 2 відносно зразку 1 зменшилася на $(15 \pm 2,3)$ хв. В абсолютних значеннях вихід альбумінної маси із КСБУФ за (40 ± 2) хв склав 1039,2 г, а для АМ отриманої із сироватки не концентрованої відповідно за той же час лише – 378,7 г.

Відмінністю від класичної технології отримання альбумінної маси було внесення в ємність для коагуляції «Коллаген про 4402» в підготовленому стані перед початком термічної обробки за вище зазначених режимів.

Зміна виходу альбуміну від кількості «Коллаген про 4402», %, за одних і тих самих умов проведення процесу представлена на рис. 2. Отриманні результати, щодо виходу АМ були скореговані від кількості сухих речовин внесеного колагенвмісного інгредієнта.

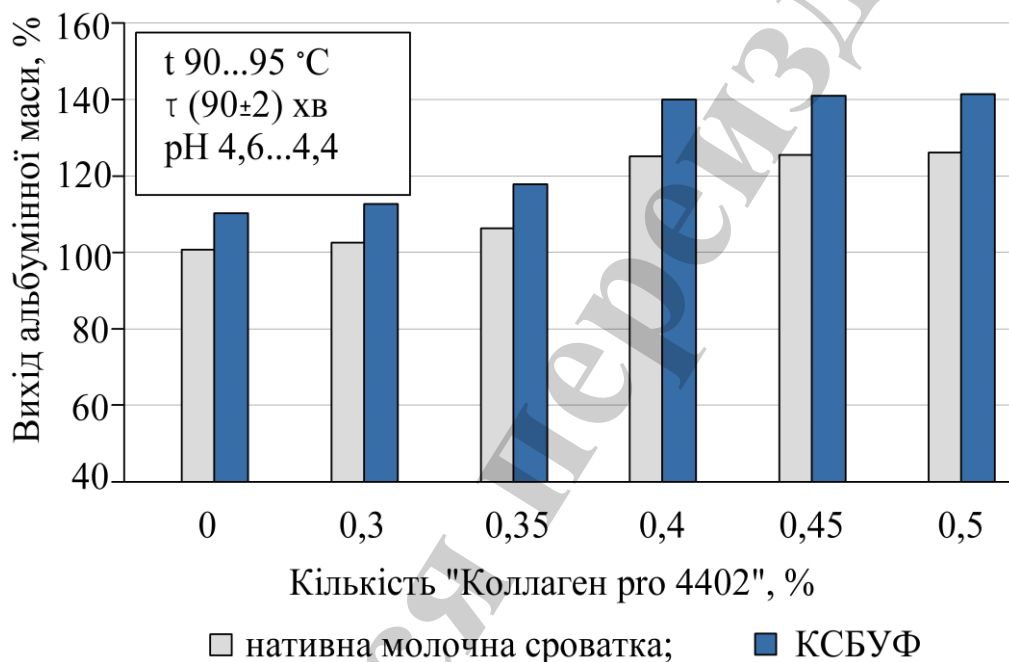


Рис. 2. Вихід альбумінної маси від кількості «Коллаген про 4402»

Згідно результатів (рис. 2) введення в молочну сироватку 0,4 % «Коллаген про 4402» збільшує вихід альбумінної маси з білкового концентрату і з сироватки в середньому на 25 % при одних і тих же умовах проведення термокислотної коагуляції.

На наступному етапі роботи було досліджено час коагуляції сироваткових білків з колагенвмісним інгредієнтом. На рис. 3 представлена динаміка накопичення альбумінної маси від тривалості термоосадження за сталих умов.

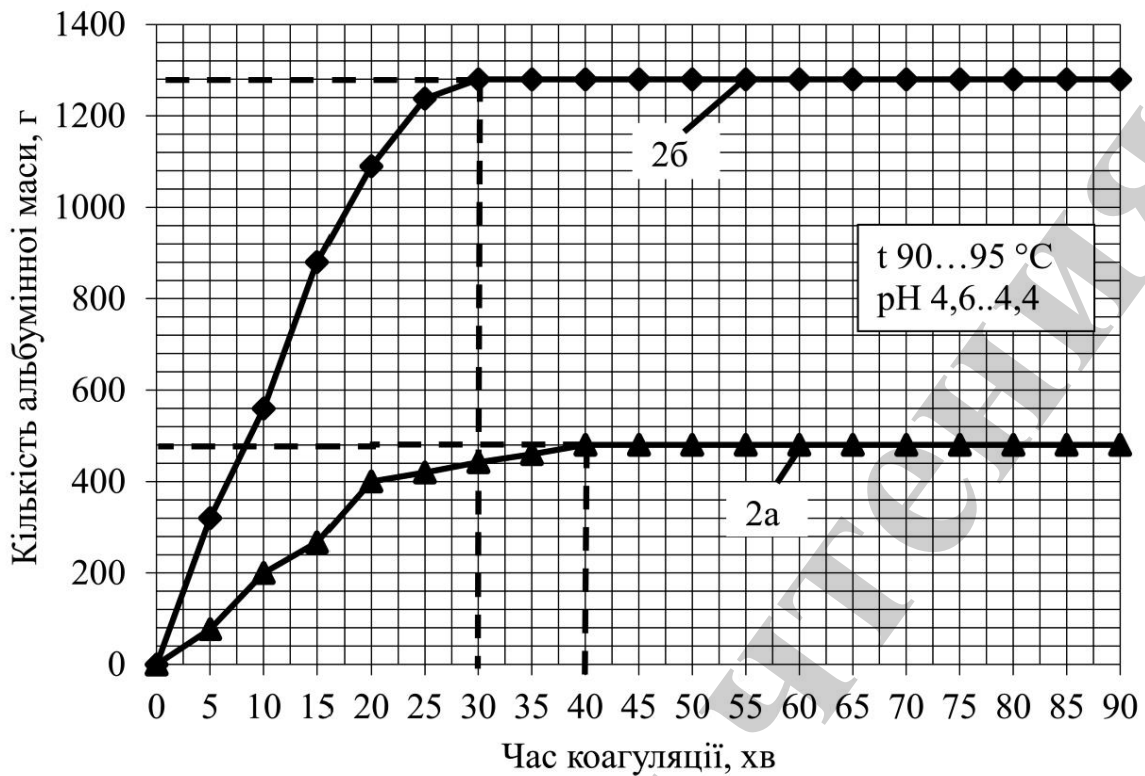


Рис. 3. Динаміка накопичення АМ отриманої з «Коллаген про 4402» від тривалості коагуляції білків: 2а – молочної сироватки; 2б – КСБУФ

В технології АМ, отриманої з «Коллаген про 4402», ефективний час коагуляції з сироватки становить (40 ± 2) хв, а з білкового концентрату – (30 ± 2) хв відповідно. Тривалість ефективної теплової обробки зразків 2а і 2б з колагенвмісним інгредієнтом зменшилася на (15 ± 1) хв відносно результатів представлених на рис. 2. В абсолютних значеннях вихід АМ з сироватки та вище вказаним колагенвмісним інгредієнтом склав 480,25 г, а для КСБУФ – 1277,1 г. Подальшу температурну обробку проводити не доцільно, оскільки зміна виходу продукту не значна.

5. 2. Дослідження кріоскопічної температури альбумінної маси та сумішей на основі сиру кисломолочного з крупою манною і екструдованою

З метою зменшення втрат запропоновано вносити в сир кисломолочний та альбумінну масу крупу манну та екструдовану, досліджуючи вплив кількості внесених добавок на кріоскопічну температуру сумішей.

На рис. 4 графічно представлено динаміку льодоутворення при заморожуванні АМ отриманої з «Коллаген про 4402».

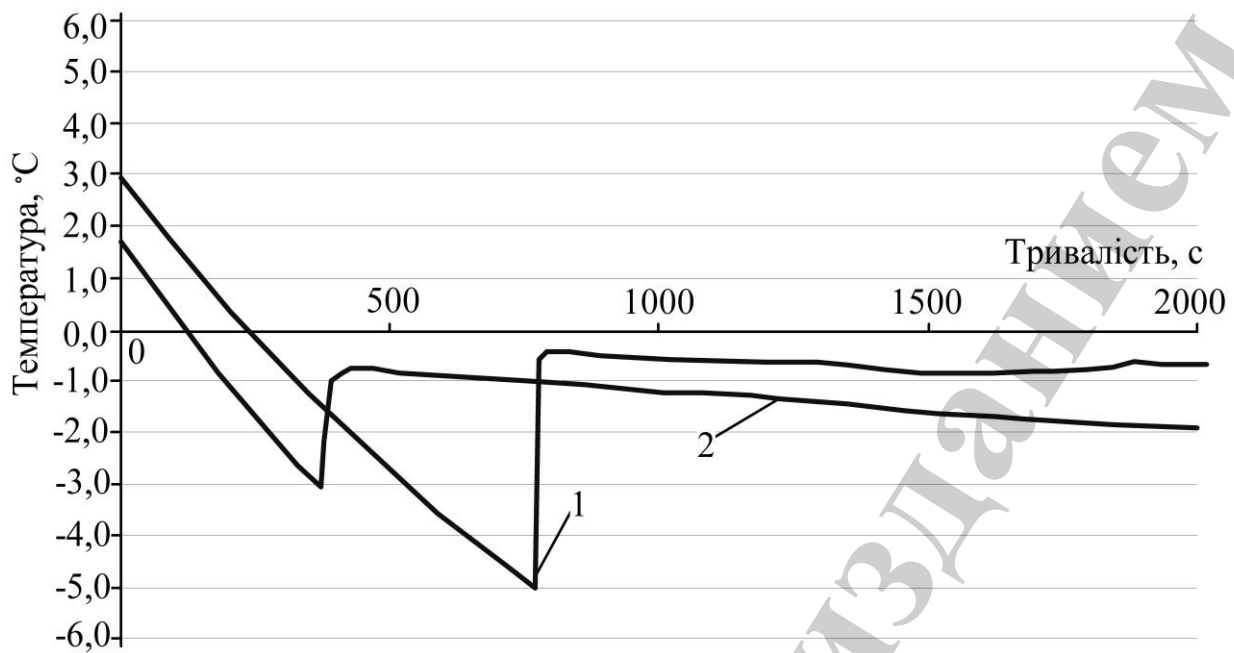
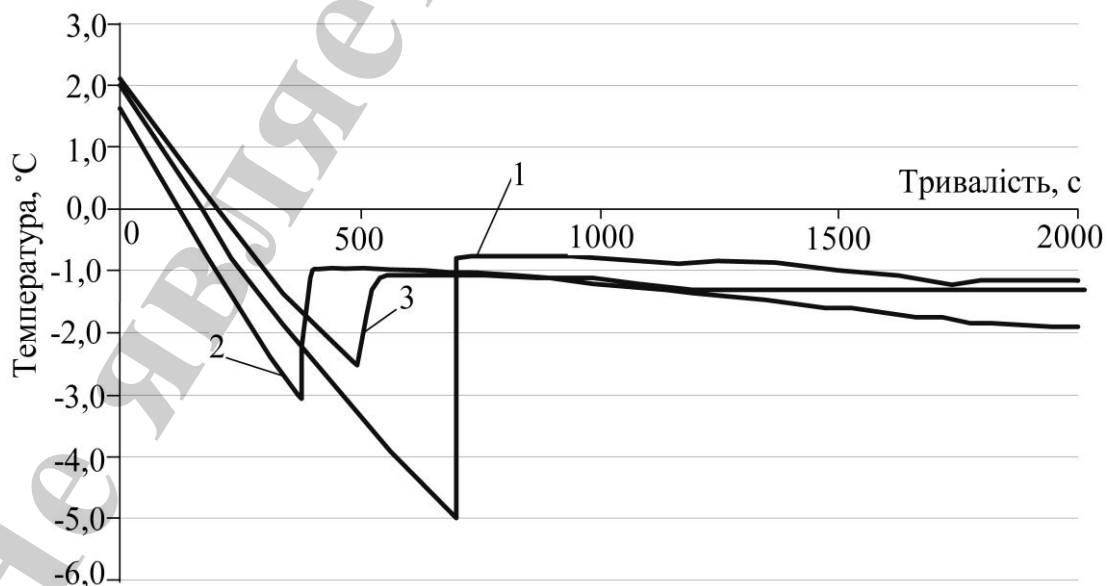


Рис. 4. Динаміка льодоутворення при заморожуванні АМ отриманої з «Коллаген про 4402»: 1 – АМ (контроль); 2 – АМ отримана з «Коллаген про 4402» (0,4 %)

З рис. 4 видно, що криоскопічна температура АМ отриманої з «Коллаген про 4402» становить мінус 0,6 °C, а для контролю (АМ) – мінус 0,3 °C. Аналіз отриманих результатів підтвержує, що введення колагенвмісного інгредієнта при коагуляції дещо збільшує кількість води, яка не переходить у лід при заморожуванні. Найменша кількість вимороженої вологи встановлена для зразка АМ отриманої з «Коллаген про 4402».

На рис. 5 графічно представлено динаміку льодоутворення при заморожуванні СКМ з КМ (а) та ЕКМ (б) і контрольного зразку (сиру кисломолочного нежирного).



а

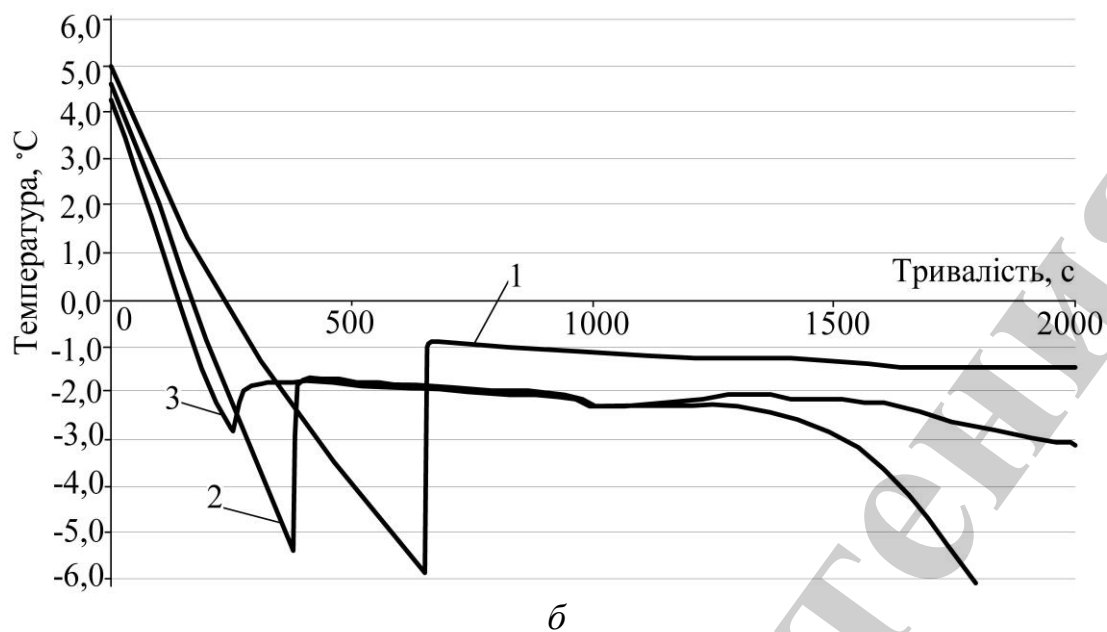


Рис. 5. Динаміка льодоутворення при заморожуванні сиру кисломолочного з крупою манною та екструдованою: а – СКМ (1), СКМ+6 % КМ(2), СКМ+7 % КМ (3); б – СКМ (1), СКМ+6 % ЕКМ (2), СКМ+7 % ЕКМ (3)

Згідно зображення (рис. 5. а, б) кріоскопічна температура для контролю (СКМ) становить мінус 0,74 °C; для зразків з використанням КМ у кількості 6 % і 7 % – мінус 1,01 °C та мінус 1,14 °C відповідно, а для зразків з ЕКМ в такій же кількості – мінус 1,76 °C і мінус 1,82 °C.

Найнижче значення має сир кисломолочний, а найвище – СКМ з ЕКМ в кількості 7 %, що підтверджує теорію впливу вуглеводів рослинних складових на стан вологи.

На основі значень кріоскопічної температури було розраховано кількість вимороженої вологи БРС, у %, (п. 4) яка становить для: контрольного зразка (СКМ) – 88,75, а для зразків з додаванням крупи манної у кількості 6 та 7 % відповідно 86,61 та 85,54, а для ЕКМ в таких же кількостях – 80,12 та 79,37.

5. 3. Визначення кількісних показників білково-рослинних сумішей та альбумінної маси з «Коллаген pro 4402» при розморожуванні

Отримані результати досліджень втрат при розморожуванні маси БРС з різною кількістю КМ та ЕКМ (рис. 6).

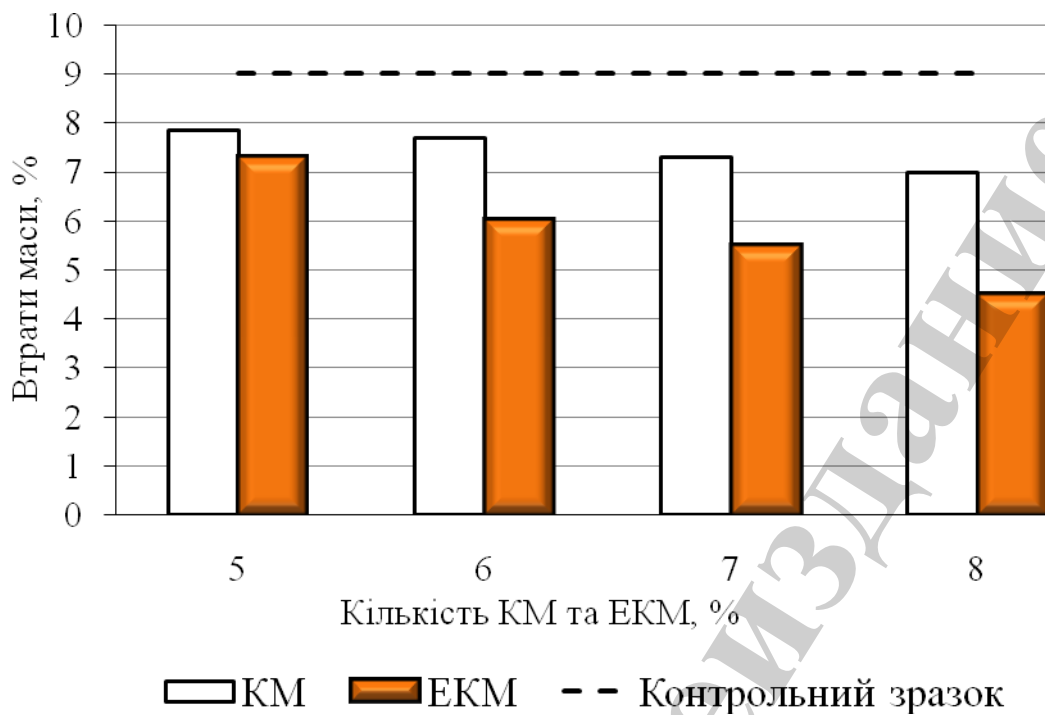


Рис. 6. Втрати при розморожуванні маси БРС з різною кількістю КМ та ЕКМ

Так, при додаванні КМ (в кількості від 5 % до 8 %) втрати маси варіюються в межах – 7,8...6,9 %, Найменший відсоток втрати спостерігається при введенні до білкової основи ЕКМ – 7,31...4,47 %. Контроль - знежирений кисломолочний сир (масова частка вологи – 76,0 %, титрована кислотність – 206 °Т). Втрати маси якого при розморожуванні становили $(9,0 \pm 0,4)$ %.

Втрати вологи при розморожуванні АМ, отриманої за класичною технологією, та АМ отриманої з «Коллаген про 4402», у %, представлено на рис. 7.

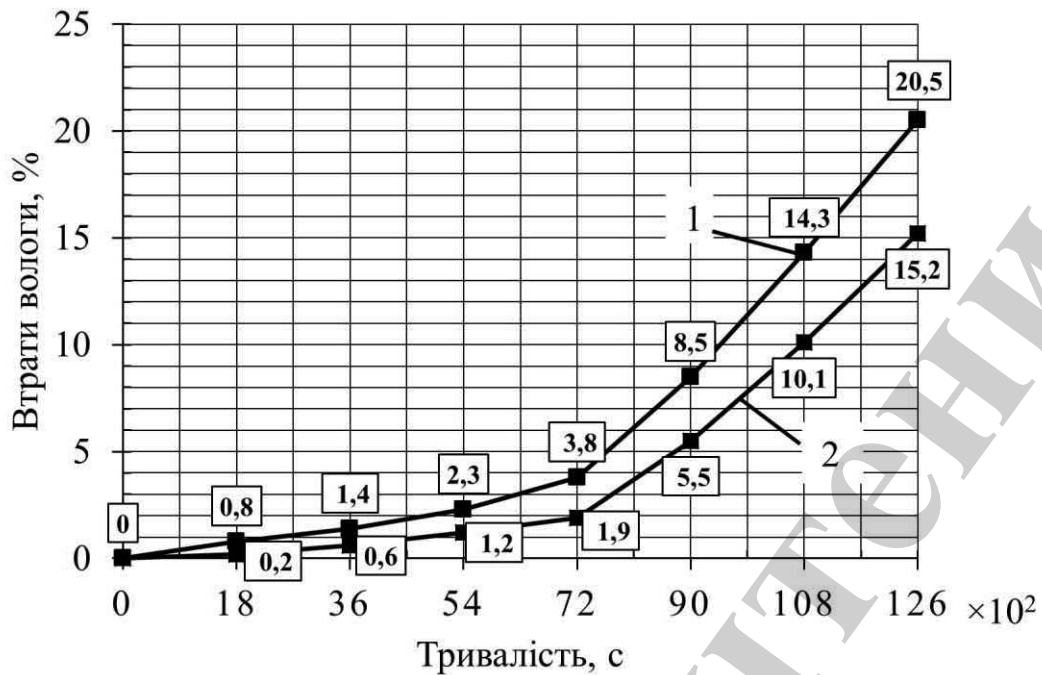


Рис. 7. Втрати вологи при розморожуванні: 1 – АМ (контроль), 2 – АМ отриманої з «Коллаген про 4402»

Очевидне виділення вологи почалось через 2 год розморожування, а через 3,5 год воно закінчилось, оскільки температура в середині зразка становила 0 °С. Із зразка АМ отриманого з колагенвмісним інгредієнтом виділилось вологи 15,2 %, а із зразка отриманого за класичною технологією – 20,5 %. Ймовірно, це пов'язане зі здатністю «Коллаген про 4402» частково зв'язувати вільну вологу в АМ, що сприяє збереженню кількісних показників та підвищенню термінів зберігання.

6. Обговорення результатів дослідження впливу продуктів переробки зернових на показники заморожених молочно-білкових сумішей

Представлений матеріал є продовженням досліджень направлених на зменшення впливу низьких температур на МБК (а саме сир кисломолочний та альбумінну масу) за рахунок зниження кількості вільної вологи, яка корелює зі значенням вимороженої.

Інтенсифіковано процес отримання АМ з КБСУФ та з використанням колагенвмісного інгредієнта. Час термокислотної коагуляції зменшився на (15 ± 1) хв у порівнянні з використанням в якості сировини нативної сироватки за однакових умов процесу. Підвищення кількості колагеновмісного інгредієнту до рівня 0,45...0,5 % – нераціонально, оскільки спостерігається збільшення виходу маси тільки на 0,8...1,1 % за один і той же час коагуляції. Таке явище пояснюється тим, що при кип'ятінні, потрійний завиток структури колагену руйнується і субодиниці частково гідролізуються перетворюючись в желатин. Розгорнуті ланцюги пептидів желатини приєднують певну кількість води, в тому числі і з водної оболонки сироваткових білків, з утворенням гідратованих молекул. Це викликає зневоднення білкових молекул, зниження заряду і випа-

діння в осад. Колаген попереджає диспергування коагульованого альбуміну та обволікування часток і сприяє осадженню пластівців. Отриману АМ рекомендується використовувати, як молочно-білкову складову напівфабрикатів.

Визначено кріоскопічні температури сумішей на основі сиру кисломолочного з КМ та ЕКМ. Зміна цих показників порівняно із сиром кисломолочним дозволяє об'єктивно оцінити переваги своєрідних кріопротекторів. Екструдати забезпечують зменшення втрат при розморожуванні за рахунок зниження кількості вимороженої вологи. Висомолекулярні вуглеводи в процесі заморожування підлягають агрегуванню, відбувається процес ретроградації частини крохмалю, що призводить до зниження здатності зв'язувати воду. Таким явищем можна пояснити втрати рідини при розморожуванні БРС. ЕКМ зберігає свої властивості в циклі заморожування – розморожування, що пояснюється зміною крохмальної складової під час вологотермічного оброблення за температури вище температури клейстеризації. Кріозахисну дію вуглеводів пов'язують з тим, що гідроксильні групи вуглеводів не можуть ефективно вбудувати Н-зв'язок в кристалічну ґратку льоду і перешкоджають нарощуванню великих кристалів. У нерозчинних полісахаридах, які входять до складу КМ та ЕКМ, гальмування рухливості води може бути обумовлене довгодіючими силами адсорбційного зв'язування води поверхнями харчових волокон (клітковини – 0,2 %), що входять до складу вище зазначених інгредієнтів [48].

Обмеженнями даного дослідження є необхідність мати комплекс спеціального обладнання з пристроєм для контролю температури, блоків вимірювання та перетворення сигналу.

Перспективи подальшого дослідження пов'язані з підбором інших рослинних складових з аналогічними властивостями для вирішення технологічних задач.

Практичним виходом наукових досліджень є прискорення процесу термокислотної коагуляції білків із КСБУФ та з додаванням «Коллаген про 4402». Такий технологічний підхід сприяє енергозаощадженню та вирішенню проблем пов'язаних з необхідністю повного вилучення сироваткових білків.

Дослідженнями кріоскопічної температури БРС підтверджено кріопротекторну дію вуглеводів екструдату крупи манної, що важливо для збереження нативних властивостей МБК при зберіганні за від'ємних температур. Кількість внесення ППЗ визначається з урахуванням асортиментного ряду напівфабрикатів.

Результати досліджень спрямовані на отримання молочно-білкових концентратів та збереження кількісних показників в циклі заморожування – розморожування. Впровадження технологічних рішень можливо на існуючому обладнанні і є актуальним для виробництва молочно-білкових продуктів.

7. Висновки

1. Встановлено зменшення на (15 ± 1) хв часу термокислотної коагуляції за температури $92 \dots 95$ °С сироваткових білків з КСБУФ та з «Коллаген про 4402» в оптимальній кількості – 0,4 %.

2. Визначено кріоскопічну температуру, яка складає мінус 1,01 °С і мінус 1,14 °С для БРС з КМ (6 % та 7 %), а для БРС з ЕКМ у вище зазначених кількостях – мінус 1,76 °С і мінус 1,82 °С відповідно. Найвищу кріоскопічну температуру зафіксовано для сиру кисломолочного (контроль), а найнижчу для БРС з ЕКМ в кількості 7 %, що підтверджує кріопротекторну дію вуглеводів екструдату крупи манної. Збільшення кількості ЕКМ від 6 до 7 % зменшує кількість вимороженої води на 0,75 % за температури мінус 25 °С.

3. Ваговим методом встановлено, що зі збільшенням кількості як КМ, так і ЕКМ від 6 до 8 % зменшуються втрати маси БРС після розморожування. При додаванні КМ в вище зазначених кількостях втрата маси коливається в межах від $7,8 \pm 0,2$ до $6,9 \pm 0,1$ %. Найменші втрати маси на рівні $4,47 \pm 0,1$ % зафіксовані при додаванні до молочно-білкових концентратів 8 % ЕКМ на стадії складання сумішей до заморожування.

Література

1. Фриденберг Г. В., Лукашова Т. А. Совершенствование технологии холодильного резервирования творога // Молочная промышленность. 2014. № 6. С. 59–62.
2. Фридерберг Г. В., Пальмин Ю. П. Холодильная технология сохранить качество творога // Переработка молока. 2008. № 2. С. 14–16.
3. Михайльчук С. А. Обзор рынка замороженных полуфабрикатов Украины // Мир продуктов. 2014. № 1. С. 22–28.
4. Frozen Food Market in Europe 2018 Industry – Key Players, Size, Trends, Opportunities, Growth- Analysis to 2022 // Digital Journal. URL: <http://www.digitaljournal.com/pr/3805157>
5. Стиман С. А. Инновационная упаковка для быстрозамороженных готовых блюд // Мир мороженого и быстрозамороженных продуктов. 2014. № 4. С. 44–46.
6. Керсанюк Ю. В. Кон'юнктура змін на ринку молока: прогноз // Аграрний біз нес сьогодні. 2013. № 1. С. 18–21.
7. Волкова Т. Кравченко З. Альбуминная масса из подсырной сыворотки // Сыроделие и маслоделие. 2007. № 6. С. 42–43.
8. Effect of denatured whey protein concentrate and its fractions on cheese composition and rheological properties / Perreault V., Rémillard N., Chabot D., Morin P., Pouliot Y., Britten M. // Journal of Dairy Science. 2017. Vol. 100, Issue 7. P. 5139–5152. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12473>
9. Рекомендации международного института холода по производству и хранению замороженных пищевых продуктов / Белозеров Г. А., Большаков О. В., Дибирасулаев М. А., Стефановский В. М. // Холодильная техника. 2015. № 2. С. 36–39.
10. Влияние условий замораживания на продолжительность процесса холодильной обработки творожных полуфабрикатов, обогащенных растительными корректорами / Голубева Л. В., Пожидаева Е. А., Болотова Н. В., Илюшина А. В. // Научные труды КубГТУ. 2016. № 14. С. 914–918.

11. Garden-Robinson J. Food Freezing Guide. North Dakota, 2013. 40 p.
12. Effects of different freezing methods on some properties of a pasta filata cheese / Nagy D., Krassóy M., Zeke I., Pásztor-Huszár K., Balla C. // *Acta Alimentaria*. 2013. Vol. 42. P. 45–52. doi: <https://doi.org/10.1556/aalim.42.2013.suppl.6>
13. Handbook of frozen food processing and packaging / D. W. Sun (Ed.). Boca Raton: Taylor & Francis, 2012. 892 p.
14. Effect of curd freezing and packaging methods on the organic acid contents of goat cheeses during storage / Seçkin A., Esmer Ö., Balkir P., Ergönül P. // *Mljekarstvo*. 2011. Vol. 61, Issue 3. P. 234–243.
15. Онопрійчук О. О., Петрина А. Б., Грек О. В. Дослідження форм зв'язків крохмальмісткої сировини з вологою молочної основи // *Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини ім. С. З. Гжицького*. 2007. № 2 (33). С. 172–175.
16. Technological tools to include whey proteins in cheese: Current status and perspectives / Masotti F., Cattaneo S., Stuknyte M., De Noni I. // *Trends in Food Science & Technology*. 2017. Vol. 64. P. 102–114. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.04.007>
17. Лукашова Т. А., Парфенова Е. Ю., Фриденберг Г. В. Усовершенствованная технология низкотемпературного резервирования творога // *Пищевая индустрия*. 2011. № 2. С. 58–59.
18. Масліков М. М. Холодильна технологія харчових продуктів: навч. пос. Київ: НУХТ, 2007. 335 с.
19. Kljajevic N. V. Textural and physico-chemical characteristics of white brined goat cheeses made from frozen milk and curd. The use of square I – distance statistics // *Mljekarstvo*. 2017. P. 130–137. doi: <https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2017.0205>
20. Park Y. W. Effect of 5 years long-term frozen storage on sensory quality of Monterey Jack caprine milk cheese // *Small Ruminant Research*. 2013. Vol. 109, Issue 2-3. P. 136–140. doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.08.002>
21. Гетманец Н. В. Переработка молочной сыворотки в альбумин молочный // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2013. № 4. С. 78–79.
22. Савченко О. А., Грек О. В., Красуля О. О. Актуальні питання технологій молочно-білкових концентратів: теорія і практика: монографія. Київ: ЦП «Компринт», 2015. 298 с.
23. Effect of formulation and processing parameters on acrylamide formation: A case study on extrusion of blends of potato flour and semolina / Mulla M. Z., Bharadwaj V. R., Annapure U. S., Singhal R. S. // *LWT – Food Science and Technology*. 2011. Vol. 44, Issue 7. P. 1643–1648. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.11.019>
24. Гідротермічна обробка круп із використанням принципів сушіння змішаним теплопідводом: монографія / Погожих М. І., Пак А. О., Пак А. В. та ін. Харків: ХДУХТ, 2014. 170 с.

25. Forecasting the qualitative indices of albumin-vegetable mixtures during storage / Ivanov S., Grek O., Onopriichuk O., Krasulya O. // *Maisto chemija ir technologija*. 2014. Vol. 48, Issue 2. P. 19–24.
26. Онопрійчук, О. О., Грек О. В. Сиркові пасти із зерновими інгредієнтами // *Продовольча індустрія АПК*. 2012. № 4. С. 35–38.
27. Influence of semolina moisture content on extrudate properties / Aćkar Đ., Jozinović A., Šubarić D et. al. // *Glasnik zaštite bilja*. 2014. Vol. 4. P. 66–69.
28. Определение структурно-механических свойств экструдатов / Черных В. Я., Мартиросян В. В., Малкина В. Д. // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2012. № 12. С. 22–24.
29. Ibrahim A. A., Abd-Ellati A. R. M., Ragab G. H. Production of some Snack Foods by Extrusion Processing of some Cereals and their By-products // *American Journal of Food Technology*. 2016. Vol. 12, Issue 1. P. 66–71. doi: <https://doi.org/10.3923/ajft.2017.66.71>
30. Форостяна Н., Баглюк С., Лазаренко М. Ультразвукові дослідження набухання крохмалів у воді // *Товари і ринки*. 2012. № 2. С. 62–69.
31. Спосіб кулінарної оцінки екструдату із зерна тритикале та пшениці або круп'яних продуктів: Пат. № 112841 UA / Новиков В. В., Возіян В. В., Любич В. В., Воробйова Н. В., Полянецька І. О., Господаренко Г. М. № 201608014; заявл. 19.07.2016; опубл. 26.12.2016, Бюл. № 24.
32. Future Protein Supply and Demand: Strategies and Factors Influencing a Sustainable Equilibrium / Henchion M., Hayes M., Mullen A., Fenelon M., Tiwari B. // *Foods*. 2017. Vol. 6, Issue 7. P. 53. doi: <https://doi.org/10.3390/foods6070053>
33. Development of cereal and legume based food products for the elderly / Satusap P., Chavasit V., Kriengsinyos W., Judprasong K. // *SpringerPlus*. 2017. Vol. 3, Issue 1. P. 451. doi: <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-451>
34. Разработка рецептуры теста для сырников на основе новых источников белка / Родионова Н. С., Алексеева Т. В., Корыстин М. И. и др. // *Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания*. 2011. № 1. С. 181–183.
35. Грек О. В., Скорченко Т. А. Технологія сиру кисломолочного та сиркових виробів: навч. посіб. Київ: НУХТ, 2009. 235 с.
36. Effect of pH on heat stability of yak milk protein / Li Q., Ma Y., He S., Elfalleh W., Xu W., Wang J., Qiu L. // *International Dairy Journal*. 2014. Vol. 35, Issue 1. P. 102–105. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2013.10.015>
37. Спосіб виробництва альбумінної маси із підсирної сироватки: Пат. № 83993 UA / Грек О. В., Тимчук А. В., Кушнір Т. В., Хижняк Н. О. № u201303617; заявл. 22.03.2013; опубл. 10.10.2013, Бюл. № 19.
38. Effect of heating strategies on whey protein denaturation – Revisited by liquid chromatography quadrupole time-of-flight mass spectrometry / Akkerman M., Rauh V. M., Christensen M., Johansen L. B., Hammershøj M., Larsen L. B. // *Journal of Dairy Science*. 2016. Vol. 99, Issue 1. P. 152–168. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9924>
39. Experimental and Modelling Study of the Denaturation of Milk Protein by Heat Treatment / Qian F., Sun J., Cao D., Tuo Y., Jiang S., Mu G. // *Korean Jour-*

nal for Food Science of Animal Resources. 2017. Vol. 37, Issue 1. P. 44–51. doi: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.1.44>

40. Grek O., Onopriichuk O., Pshenychna T. The rationalization of the parameters of milk proteins' thermo acid coagidation by berry coagulants // Food and Environment Safety. 2017. Vol. XIV, Issue 1. P. 47–53.

41. Грек Е. В., Тимчук А. В. Интенсификация процесса денатурации белков молочной сыворотки // Maisto chemija ir technologija. 2013. Vol. 47, Issue 2. P. 23–31.

42. Пищевые добавки для молочных продуктов: обзор и особенности. URL: <https://kherson-news.net/blogi/biznes-i-rabota/item/5850-pishchevye-dobavki-dlya-molochnykh-produktov-obzor-i-osobennosti.html>

43. Experimental study of the effect of high pressure on the efficiency of whey nanofiltration process using an OPMN-P membrane / Myronchuk V. G., Grushevskaya I. O., Kucheruk D. D., Zmievskii Y. G. // Petroleum Chemistry. 2013. Vol. 53, Issue 7. P. 439–443. doi: <https://doi.org/10.1134/s0965544113070116>

44. Кріоскопічна температура вершкових кремів пониженої жирності / Звягінцева-Семенець Ю. П., Колодзинський Р. І., Масліков М. М. та ін. // Інтернаука. 2017. № 18.

45. Влияние биологически активных экструзионных ингредиентов на хлебопекарные и реологические свойства пшеничной муки / Балуян Х. А., Малкина В. Д., Жиркова Е. В., Горшкова Л. И. и др. // Хлебопродукты. 2016. № 7. С. 48–51.

46. Короткий И., Короткая Е. Определение температуры замерзания плодов облепихи // Хранение и переработка сельхозсырья. 2008. № 1. С. 24–25.

47. Development of methods of determination of parameters of protein-vegetable mixtures after defrost / Tsygankov S., Ushkarenko V., Grek O., Tymchuk A., Popova I., Chepel N., Onopriichuk O., Savchenko O. // EUREKA: Life Sciences. 2018. Issue 6. P. 46–53. doi: <http://dx.doi.org/10.21303/2504-5695.2018.00791>

48. Vinnikova L., Zasyupkin D. The influence of polysaccharides on water condition in meat // Nahruag. 1992. Issue 8. P. 71–79.