

УДК 637. 146

## TECHNOLOGY OF PROTEIN-BERRY CLOTS FROM DAIRY RAW MATERIALS

O. Grek, O. Onopriichyk, T. Pshenychna

National University of Food Technologies

---

**Key words:**

protein-berry clot,  
berry coagulant,  
thermo-acid coagulation,  
changes quality indicators  
of protein-berry clots  
during the storage.

**Article history:**

Received 17.02.2017  
Received in revised form  
19.04.2017  
Accepted 23.05.2017

**Corresponding author:**

tanya5031@ukr.net

---

**ABSTRACT**

The technology of obtaining protein-berry clots by thermo acid coagulation of milk proteins has been developed, a feature of which is the berry raw materials' uses as a coagulant. The criteria of choosing berry coagulant and the optimum berries amount for effective implementation thermo acid coagulation of milk proteins with the maximum clot yield was determined. The heat treatment temperature was installed at a level  $(75\pm 1)$  °C with duration of  $(2\pm 1)$  min. The influence of berry coagulant on the formation of protein-berry clots and the changes their physicochemical parameters during the storage were considered in work. The research results showed that berry coagulant introduction in an amount from 3 to 11% provide effective conducting of thermo-acid coagulation and obtaining clots with the corresponding quality indicators.

---

## ТЕХНОЛОГІЯ БІЛКОВО-ЯГІДНИХ ЗГУСТКІВ З МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ

О.В. Грек, канд. техн. наук

О.О. Онопрійчук, канд. техн. наук

Т.В. Пшенична

Національний університет харчових технологій

У статті розроблена технологія отримання білково-ягідних згустків термокислотним осадженням молочних білків, особливістю якої є застосування ягідної сировини як коагулянту. Визначена температура теплового оброблення на рівні  $(75\pm 1)$  °C з витримкою  $(2\pm 1)$  хв. Розглянуто вплив ягідного коагулянту на процес утворення білково-ягідних згустків і зміну їх фізико-хімічних показників протягом зберігання. Результати досліджень довели, що внесення ягідного коагулянту в кількості від 3 до 11% забезпечує ефективне проведення процесу термокислотної коагуляції й отримання згустків з відповідними показниками якості.

**Ключові слова:** білково-ягідний згусток, ягідний коагулянт, термокислотна коагуляція, зміна показників якості білково-ягідних згустків під час зберігання.

**Постановка проблеми.** Сучасні тенденції розширення асортименту сиркових виробів спрямовані на створення збалансованої за харчовою та біологічною цінністю продукції. Перспективним напрямком є розроблення інноваційних технологій, що передбачають комплексне використання білків молока, збільшення виходу молочно-білкових згустків і повне перероблення сироватки. Реалізація цих

заходів досягається удосконаленням і науковим обґрунтуванням основних технологічних процесів.

Молочно-білкові згустки можна отримати за допомогою кислотного, кислотно-сичужного, термокислотного та термокальцієвого способів осадження білків молока. Термокислотна коагуляція забезпечує утворення згустку, який відрізняється не тільки високим вмістом білка, але й підвищеною біологічною цінністю за рахунок спільного осадження казеїну та сироваткових білків. Даний спосіб заснований на властивості казеїну осідати в ізоелектричній точці за активної кислотності 4,6...4,7, яка досягається шляхом молочнокислового бродіння або штучного підкислення — додавання кислоти сироватки. Позитивний або негативний заряд казеїну залежить від рН середовища: при рН вище за ізоелектричну точку він має негативний заряд і є аніоном, при рН нижче за ізоелектричну точку — заряджений позитивно і є катіоном. При збалансуванні зарядів казеїна стає електронейтральним, що призводить до його осадження та утворення згустку. На відміну від казеїну, сироваткові білки не асоціюють один з одним і не коагулюють в ізоелектричній точці, але більш чутливі до нагрівання за температури (75...80) °С, що викликає їх денатурацію.

На підприємствах молокопереробної галузі як коагулянт переважно використовують кислу сироватку (вище 150° Т), іноді — харчові кислоти: лимонну, оцтову, молочну.

Актуальним є розроблення технологій сиркових виробів на основі термокислотної коагуляції молочних білків за наявності функціональних нутрієнтів (вітамінів і мінеральних елементів), джерелом яких може бути ягідна сировина. Продуктами осадження є білково-ягідні згустки та сироватка з відтінком внесеного ягідного коагулянту. Використання забарвлених продуктів розділення як основи для різних молочних виробів забезпечить виключення харчових барвників та ароматизаторів штучного походження.

Ягоди чорної смородини можна застосовувати в нативному стані, замороженому, у вигляді пюре, паст і підварок. У них міститься ряд важливих в біологічному відношенні речовин: цукрів (4,5...11,02%), дубильних (0,7...0,9%), пектинових речовин (7,4...11,1%), флавоноїдів (245...1047 мг%), органічних кислот (1,90...3,66%), вітаміну С (98,6...177,0 мг/100 г) та мінеральних речовин — К, Са, Mg, Na (464,15...478,48 мг/100 г) [1; 2].

Більш доцільним є використання паст спеціального оброблення — виготовлених у стерильних умовах зі сталими показниками, що виключають внесення сторонньої мікрофлори і, як наслідок, отримання продукту з передбаченими нормативними показниками.

Існують розробки щодо використання ягід чорної смородини в нативному вигляді як коагулянту [3]. Проте в разі використання ягід різного ступеня термічного та механічного оброблення даний процес потребує додаткових досліджень.

**Метою дослідження** є розроблення технології білково-ягідних згустків (БЯЗ) способом термокислотного осадження молочних білків ягідним коагулянтом (ЯК) у вигляді спеціально обробленої паст.

**Об'єкти і методи.** На першому етапі дослідження підбирали ягідний коагулянт за критеріями, які зазначені на рис. 1. Визначали оптимальну кількість внесення ягід для ефективного проведення процесу термокислотного осадження білків молока (за температурою й тривалістю) з максимальним кінцевим виходом згустку.

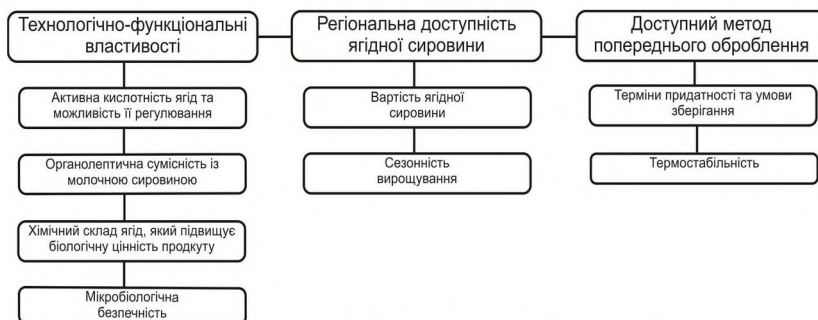


Рис. 1. Критерії вибору ягідного коагулянту

За вищезазначеними критеріями як коагулянт було обрано ягоди чорної смородини, у вигляді пасти — гомогенізованої стерилізованої або свіжовиготовленої із дефростованих подрібнених ягід, із вмістом органічних кислот в кількості 1,9 — 3,6%. Згідно з даними виробника LiQberry (ТУУ 15.3-24110704-003:2011) та інформацією інших джерел [4; 5] пасти з чорної смородини мають показники, наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Основні фізико-хімічні показники паст чорної смородини

Основні фізико-хімічні показники	Значення	
	для дефростованих, подрібнених ягід	для гомогенізованої чорносмородинової пасти
Розчинні сухі речовини, %	13,25	9,0
Активна кислотність, рН	2,6	2,8
Органічні кислоти, г/100 г	1,90...3,66	2,0...2,5
Вітамін С, мг/100 г	170...200	20...40
Пектини, г/100 г	0,41...1,99	0,9...1,1

Загалом, внесення паст чорної смородини різного способу оброблення в молоко завдяки низькій активній кислотності сприятиме отриманню міцного згустку, а за рахунок сухих речовин рослинних складових збільшенню виходу продукту.

При використанні як коагулянта замороженої сировини проводили такі операції: спочатку ягоди піддавали дефростації при кімнатній температурі (18±2) °С до повного розморожування та подрібнювали до однорідного стану (пасти) з розміром часток 200...250 мкм.

Гомогенізовану чорносмородинову пасту, яку теж було використано як коагулянт, виготовляють за технологією, що включає гідродинамічне (кавітаційне) оброблення сировини на установці типу ТЕК-СМ, для забезпечення випуску промислово стерильних продуктів із заданим ступенем диспергування та підвищеною біологічною і поживною цінністю, а також максимально збереженими біологічно активними речовинами ягід в готовому продукті [6].

Отримували білково-ягідні згустки термокислотним осадженням молочних білків ягідним коагулянтом (рН 2,6±0,2) у кількості від 3% до 11% з кроком варіювання 2%. Саме ця кількість в різній мірі змінює активну кислотність у суміші для забезпечення врівноваженого ізоелектричного стану білків молока у всьому об'ємі і призводить до активного їх коагулювання.

Сировиною для отримання БЯЗ обрано знежирене молоко з масовою часткою сухих речовин — 11,2%, білка — 3,7%, активною кислотністю — 6,7. Теплове

оброблення молочної суміші і осадження білків здійснювали за класичною технологією з оптимізацією режимів термокислотної коагуляції на основі результатів попередньо проведених досліджень [7]. Було з'ясовано вплив кількості ягідного коагулянту, його активної кислотності й тривалості термокислотного оброблення на процес осадження білків молока. Встановлено, що збільшення кількості внесення ягідного коагулянту до 11% і зниження активної кислотності до 2,4 з тривалістю витримки до 3 хв характеризується найвищими процесами дестабілізації, а також має найбільший вплив на вихід білково-ягідного згустку, активну кислотність з урахуванням обмежень за органолептичними показниками [8].

Ягідний коагулянт вносили в підігріте до температури  $(75 \pm 1)^\circ\text{C}$  знежирене молоко, злегка перемішували та витримували  $(2 \pm 1)$  хв до утворення згустку. Комплексний вплив на білки молока високих температур і кислотних реагентів приводить до максимально повного їх осадження. Процес коагуляції встановлювали візуально за інтенсивним утворенням пластівців білка і виділенню сироватки. Масова частка сухих речовин останньої коливалась у межах від 6,8% до 7,2%, колір від світло-фіолетового до яскраво-фіолетового.

Контрольний зразок готували за класичною технологією, використовуючи як коагулянт кислу сироватку з титрованою кислотністю  $160^\circ\text{T}$ . Її вносили невеликими порціями, підтримуючи температуру коагуляції на рівні  $(90 \pm 1)^\circ\text{C}$ . Отримані молочно-білкові та білково-ягідні згустки формували і піддавали самопресуванню протягом 30 хв. На другому етапі визначали вплив внесеного ягідного коагулянту на фізико-хімічні показники білково-ягідних згустків і зміну їх під час зберігання. Масову частку вологи вимірювали шляхом висушування зразка до постійної маси; активну кислотність всіх зразків — на потенціометричному рН-метрі Sartorius PB-20; вологоутримуючу здатність БЯЗ — методом Грау-Хамма в модифікації А.А. Алексеева, заснованому на визначенні кількості (маси) води, що виділяється з продукту при легкому пресуванні його та поглинається фільтрувальним папером [9].

Різниця між показниками якості (активна кислотність, масова частка вологи, вологоутримуюча здатність) отриманих БЯЗ з різними видами чорносмородинових паст становила від 0,1 до 0,5%, що лежить в межах похибки. Тому як ягідний коагулянт можна використовувати пасту, отриману будь-яким із запропонованих способів, обмеження можливі лише за мікробіологічною безпекою [10].

На третьому етапі були відпрацьовані технологічні режими отримання білково-ягідних згустків — температура й тривалість процесу коагуляції і регулювання виходу — за кількістю та активною кислотністю ягідного коагулянту.

Результати дослідження. Вибір оптимальної кількості ягідного коагулянту базувався на збереженні нормативних фізико-хімічних показників (масової частки вологи від 67,0 до 80,0%, активної кислотності від 5,15 до 5,25 та вологоутримуючої здатності від 69,36 до 79,5%), характерних для молочно-білкових згустків, які використовуються для виробництва різних видів сиркових виробів. Крім того, враховували інтенсивність осадження білків молока й тривалість високотемпературного оброблення, від якого залежить вихід БЯЗ. Дослідження показали, що внесення ягідного коагулянту в кількості більшій ніж 11%, викликає надто виражений, насичений смак і колір ягід у білково-ягідних згустках, а при внесенні кількості менше ніж 3% — ускладнюється процес синерезису та підвищуються втрати білків у сироватку. Результати проведених досліджень представлені на рис. 2 та 3 відповідно.

Проведені дослідження показали, що зі збільшенням кількості внесення ягідного коагулянту вихід БЯЗ підвищується від 153 г до 246 г (на 60%) (рис. 2), а масова частка води знижується від 73,36% до 67,53% (рис. 3), що в цілому характеризується підвищенням переходу білків молока в згусток як казеїнової фракції, так і сироваткової. При нагріванні знежиреного молока сироваткові білки денатурують за наявності кислоти, розгортаючи свої поліпептидні ланцюги. Отримані при денатурації комплекси сироваткових білків і казеїну захоплюють сухі речовини ягідного коагулянту (пектин, фенольні речовини, харчові волокна). Вони теж є компонентами, що обумовлюють структуру білково-ягідного згустку термокислотного способу осадження.

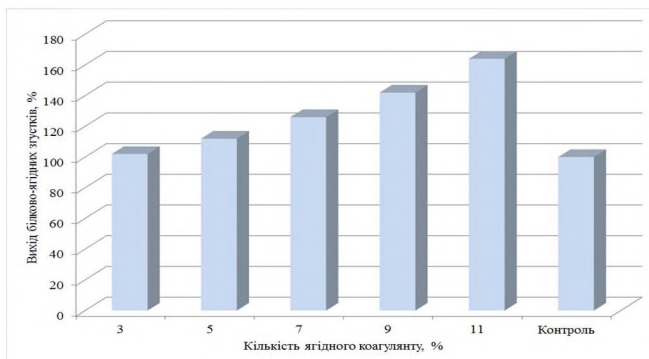


Рис. 2. Залежність виходу БЯЗ від кількості ягідного коагулянту

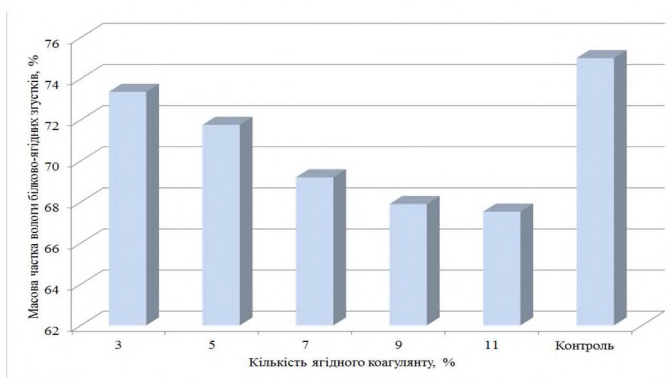


Рис. 3. Залежність масової частки води БЯЗ від кількості ягідного коагулянту

За розрахунками коефіцієнт переходу структуроутворюючих речовин з додаванням 11% ягідного коагулянту до знежиреного молока становив близько 25%, що на (8,2... 10,8) % вище, ніж при додаванні 3%. Під час зберігання масова частка води білково-ягідних згустків коливалась у межах від 67,5 до 77,0% що не перевищувало нормативний рівень даного показника 80,0% [11].

Білково-ягідні згустки, отримані за розробленою технологією, характеризувались органолептичними показниками, зазначеними у табл. 2.

Досліджували зміну якісних показників отриманих модельних зразків білково-ягідних згустків протягом 72 год зберігання за температури  $4 \pm 2^\circ \text{C}$ . Зміна активної кислотності та вологоутримуючої здатності БЯЗ представлені на рис. 4 та 5 відповідно.

Таблиця 2. Органолептичні показники білково-ягідних згустків

Технологічні параметри виробництва білково-ягідних згустків			Органолептичні показники продукту			Застосування
Кількість внесення як з рН 2,6±0,2, %	Активна кислотність суміші, рН	Температура коагуляції, °С, і тривалість, хв	Консистенція та зовнішній вигляд	Смак і аромат	Колір	
3	6,4	75±1; 2±1	Однорідна, мастка, не сформована, з незначними включеннями ягідного коагулянту	Чистий, молочний, із легким ароматом ягідного коагулянту	Ледь помітний блідо-фіолетовий, рівномірний за всією масою	Для виробництва сиркових виробів
5	6,25					
7	6,0					
9	5,85					
11	5,6					
		Однорідна, ніжна, розсипчаста із включеннями ягідного коагулянту	Виражений смак та аромат ягідного коагулянту	Від світло-фіолетового до яскраво-фіолетового, рівномірний за всією масою		

Активна кислотність білково-ягідних згустків прямо пропорційно залежить від величини рН ягідного коагулянту та кількості його внесення. Так, зразок, який містить 11% ягідного коагулянту має найнижчий показник активної кислотності 5,25 на початку та 5,07 в кінці терміну зберігання. Для контролю та всіх зразків БЯЗ зниження активної кислотності відбувалось на 0,15...0,23. Це дає можливість стверджувати, що використання різної кількості ягідного коагулянту майже не впливає на даний показник в процесі зберігання.

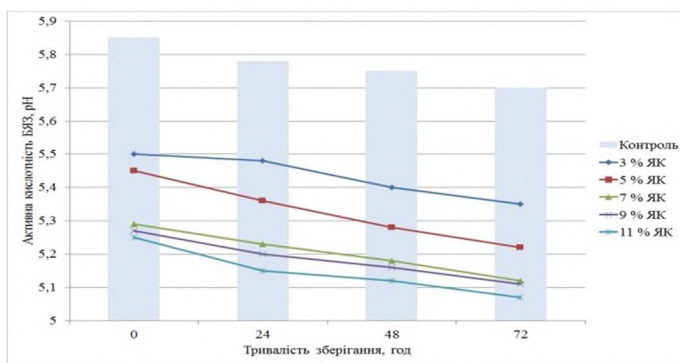


Рис. 4. Зміна активної кислотності БЯЗ при зберіганні

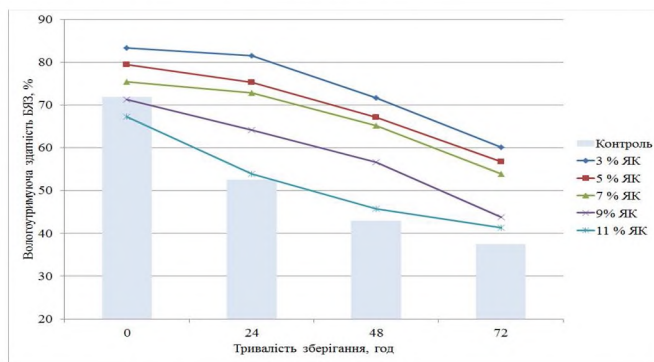


Рис. 5. Зміна вологостримуючої здатності БЯЗ при зберіганні

Середнє значення ВУЗ отриманих БЯЗ —  $(75,62 \pm 0,1)$  %. Ягідний коагулянт знижує вологостримуючу здатність модельних зразків на 4% відповідно до кількості внесення, але під час зберігання спостерігається його стрімке зниження. Для модельних зразків БЯЗ в кінці зберігання показник вологостримуючої здатності коливався на рівні від 41,35 до 60,15%, що в середньому на 23,69% вищий ніж у контролі.

Отже, використання ягідної сировини як коагулянту не погіршує якісні показники БЯЗ. Білково-ягідні згустки мають знижений вміст води та підвищену вологостримуючу здатність порівняно з контролем за рахунок вмісту в них пектинових речовин і харчових волокон, що зв'язують воду. Режими термокислотного осадження сприяють активній технологічній дії ягідного компоненту.

За результатами досліджень була розроблена технологія білково-ягідних згустків з підвищеною біологічною цінністю, яка передбачає послідовне здійснення операцій, зазначених на рис. 6.

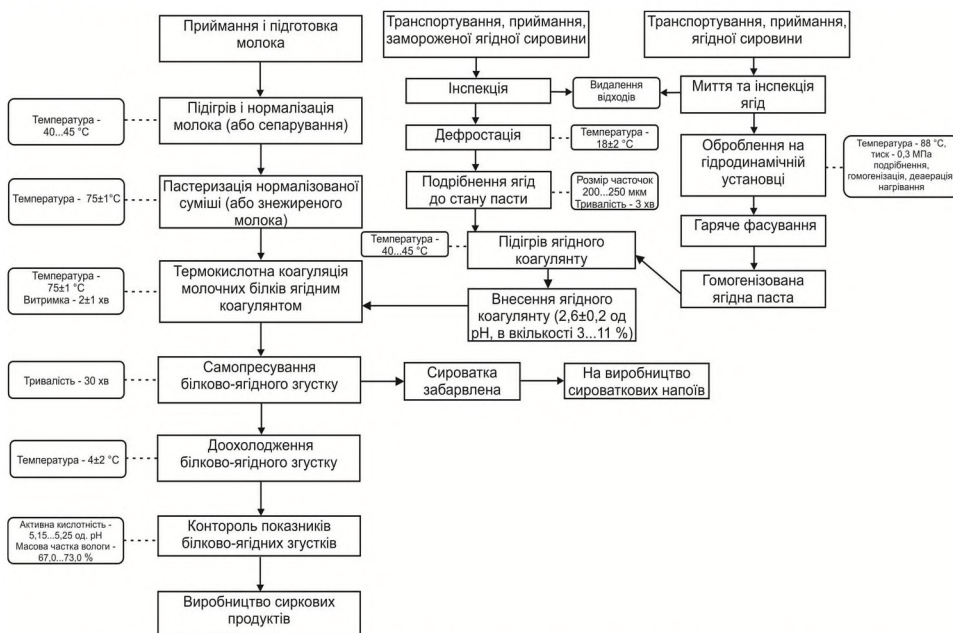


Рис. 6. Технологічна схема отримання білково-ягідних згустків

**Висновки.** Обґрунтовано можливість використання паст (гомогенізованої стерилізованої або свіжовиготовленої із дефростованих подрібнених ягід) як ягідного коагулянту для отримання згустків способом термокислотної коагуляції молочних білків.

Встановлено технологічні параметри процесу термокислотної коагуляції — температура осадження білків молока ( $75 \pm 1$ ) °С, витримка ( $2 \pm 1$ ) хв, кількість ягідного коагулянту від 3 до 11% (залежно від подальшого використання згустку) з активною кислотністю ( $2,6 \pm 0,2$ ).

Використання ягідного коагулянту, який містить забарвлені речовини, надає білковим згусткам і сироватці фіолетового кольору різних відтінків, залежно від кількості внесення виключає використання харчових барвників. Розроблена технологія отримання БЯЗ дає змогу шляхом комбінування молочної і ягідної сировини збільшити вихід готового продукту, розширити асортимент сиркових продуктів і сироваткових напоїв.

### ЛІТЕРАТУРА

1. *Макаркина М.А.* Характеристика сортов смородины чёрной по содержанию сахаров и органических кислот / М.А. Макаркина, Т.В. Янчук // Современное садоводство. — 2010. — № 2. — С. 9—12.
2. *Шевчук Л.М.* Якість ягід чорної смородини в Прикарпатті / Л.М. Шевчук // Українська академія аграрних наук. — 2008. — № 10. — С. 24—26.
3. *Щетинин М.П.* Творожный продукт с ягодными компонентами / М.П. Щетинин, О.В. Кольтюгина, А.А. Косынкина // Молочная промышленность. — 2011. — № 10. — С. 58.
4. *Авдеева Ю.В.* Сырье для производства замороженных десертов из черной смородины / Ю.В. Авдеева // Достижения науки и техники АПК. — 2011. — № 7. — С. 79—80.
5. *Петрова С.Н.* Состав плодов и листьев смородины черной / С.Н. Петрова, А.А. Кузнецова // Химия растительного сырья. — 2014. — № 4. — С. 43—50.
6. *Іващенко К.Ю.* Удосконалення технології гомогенізованих фруктових продуктів з використанням гідродинамічного оброблення: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.13. «Технологія консервованих і охолоджених харчових продуктів» / Іващенко Катерина Юріївна; НУХТ. — К., 2015. — 20 с.
7. *Грек О.* Optimization of the composition of the mixture by simplex method / О. Грек, О. Онопричук, А. Тумчук // Ukraine Food Journal. — 2015. — Volume 4(1). — P. 50—59.
8. *Грек О.* The rationalization of the parameters of milk proteins' thermo acid coagulation by berry coagulants / О. Грек, О. Онопричук, Т. Пшенічна // Food and Environment Safety, Volume XVI, Issue 1 — 2017. — P. 47—53.
9. Практикум з технології молока та молочних продуктів: Навч. посіб. / О.В. Грек, Н.М. Ющенко, Т.Г. Осьмак та ін. — К. : НУХТ, 2015. — 431 с.
10. The influence of berry puree on microbiological indicators of cheese product during the storage / О. Грек, Т. Пшенічна, О. Красуля et all // Food and Environment Safety, Volume XV, Issue 4 — 2016, P. 334—340.
11. ДСТУ 4554:2006. Сир кисломолочний. Технічні умови. Видання офіційне [Текст]. — Київ : Держспоживстандарт України, 2007. — 10 с.

## ТЕХНОЛОГИЯ БЕЛКОВО-ЯГОДНЫХ СГУСТКОВ ИЗ МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ

**Е.В. Грек, Е.О. Онопричук, Т.В. Пшеничная**  
*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье разработана технология получения белково-ягодных сгустков термокислотным осаждением молочных белков, особенностью которой является*

*применение ягодного сырья в качестве коагулянта. Определена температура тепловой обработки на уровне  $(75\pm 1)$  °С с выдержкой  $(2\pm 1)$  мин. Рассмотрено влияние ягодного коагулянта на процесс образования белково-ягодных сгустков и изменение их физико-химических показателей при хранении. Результаты исследований показали, что внесение ягодного коагулянта в количестве от 3 до 11% обеспечивает эффективное проведение процесса термокислотной коагуляции и получения сгустков соответствующего качества.*

**Ключевые слова:** *белково-ягодный сгусток, ягодный коагулянт, термокислотная коагуляция, изменение показателей качества белково-ягодных сгустков при хранении.*