

УДК 637.142.2–027.33:664.856

**Ланженко Л.О.**

Одеська національна академія харчових технологій

**Дец Н.О.**

Одеська національна академія харчових технологій

**Котляр Є.О.**

Одеська національна академія харчових технологій

**Нетудихата К.О.**

Одеська національна академія харчових технологій

## ПЕРЕРОБКА СИРОВАТКИ В ДЕСЕРТНІ ЖЕЛЕЙНІ ПРОДУКТИ

*У роботі обґрунтовано використання екстракту аронії чорноплідної для досягнення профілактичної спрямованості десертного желе на основі молочної сироватки. Обґрунтовано параметри (температуру, тривалість і показник антиоксидантної активності) екстрагування біологічно активних речовин сироваткою із плодів аронії та підібрано раціональну концентрацію отриманого екстракту в продукті. Досліджено заміну частини желатину на яблучне пюре у виробництві желейного продукту оздоровчого призначення та визначені технологічні параметри процесу желеутворення. На основі експериментальних і теоретичних досліджень розроблено науково обґрунтовану технологію сироваткового желе з високою харчовою і біологічною цінністю й оздоровчими властивостями. Визначено граничний термін зберігання желе. У готовому продукті визначено органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники якості.*

**Ключові слова:** молочна сироватка, аронія чорноплідна, десертне желе, фенольні сполуки, антиоксидантна активність, желеутворення.

**Постановка проблеми.** Для збільшення обсягів виробництва молочної продукції, зокрема й з оздоровчими властивостями, сьогодні раціонально використовувати вторинну молочну сировину. Щорічно у виробництві твердих, кисло-молочних сирів і казеїну отримують майже 2,4 млн. т молочної сироватки (підсирної, сирної та казеїнової відповідно), з яких переробляється на харчові цілі лише 25% [1, с. 130; 2, с. 39].

Для створення продуктів оздоровчого спрямування до їхнього складу додають біологічно активні речовини (антиоксиданти, вітаміни, фенольні речовини, фітопрепарати та ін.), які використовуються для профілактики багатьох захворювань, зокрема серцево-судинних і онкологічних. Природні антиоксиданти (токоферолі, фенольні і поліфенольні сполуки, аскорбінова кислота), потрапляючи до організму людини із продуктами харчування, виконують захисну роль, запобігаючи окисненню найважливіших компонентів біологічних мембран клітин [3, с. 185; 4, с. 983].

Останнім часом зростає цікавість учених і промисловців до розроблення і виробництва нових видів харчових продуктів оздоровчого і профілактичного призначення. Модною тенденцією в здоровому харчуванні став пошук раціональних способів перероблення молочної сироватки в різні групи продуктів. Перспективним напрямом вважається перероблення вторинної сировини в десертні желейні продукти з використанням натуральних фітоматеріалів [5, с. 166].

Використання сироватки дозволяє отримати продукт із дієтичними, профілактичними, лікувальними властивостями і водночас забезпечити безвідходне виробництво в молочної промисловості [6, с. 60].

Біологічна цінність сироватки зумовлена білками, які не містять лімітованих амінокислот. Сироваткові білки – цінне джерело лейцину, триптофану, метіоніну, гістидину й аргініну. До сироватки переходять майже всі макро- й мікроелементи молока, більша частина лактози, а також

водорозчинні вітаміни. За набором і абсолютним вмістом вітамінів сироватка – біологічно повноцінний продукт [7, с. 50; 8, с. 53].

До продуктів оздоровчого призначення відносять продукти, які отримані з натуральних інгредієнтів, містять велику кількість біологічно активних речовин, біологічно значуще впливають на організм людини, допомагають адаптуватися до впливів зовнішнього середовища, попереджують виникнення захворювань і передчасне старіння. Для їхнього збагачення доцільно використовувати біологічно активні речовини (далі – БАР): фенольні сполуки, вітаміни і мінеральні елементи антиоксидантного ряду [9, с. 2].

Як джерело БАР для створення желейних продуктів на основі молочної сироватки запропоновано плоди аронії чорноплідної (*Aronia melanocarpa L.*). Плоди горобини містять каротиноїди, ретиноїди, фенолові сполуки (антоціанідини, флавоноїди, дубильні речовини), вітаміни, органічні і жирні кислоти, мікро- і макроелементи, фосфоліпіди тощо. За хімічним складом плоди *Aronia melanocarpa* містять: не менше 45,5 мг/100 г вітаміну С; не менше 6,3% фенольних сполук; не менше 1,75% флавоноїдів; не менше 5 976,3 мг% антоціанів; не менше 872 мг% катехінів [10, с. 161].

Встановлено, що БАР плодів *Aronia melanocarpa* мають противиражкову, репаративну, гепатопротекторну дію, що реалізуються, зокрема, завдяки протизапальному, мембраностабілізуючому, антиоксидантному ефектам [11, с. 37].

Для створення желейного десерту правильної структури і консистенції за гелеутворювач використовують желатин, який підвищує в'язкість водних розчинів і обумовлює механічну міцність, еластичність і пружність продукту. Разом з перевагами желатину має відчутний недолік – високу вартість. Заміна частини желатину на яблучним пюре (джерелом пектинових сполук), з одного боку, вирішує проблему ціноутворення – здешевлює продукт, з іншого боку, покращує смакові характеристики сироваткового желейного десерту для споживача [12, с. 42; 13, с. 57].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** До асортименту продуктів, які можна виробляти з молочної сироватки, входять: продукти з вершків, білкові продукти, напої, продукти біологічного оброблення, молочний цукор, згущені й сухі концентрати, морозиво, сири [7, с. 50].

Сьогодні в Україні асортимент продуктів на основі молочної сироватки досить обмежений. Тоді як у багатьох країнах світу популярні напої з

використанням молочної сироватки. У поєднанні зі фруктовими й овочевими соками, плодово-ягідними пюре молочну сироватку використовують для приготування різноманітних напоїв, які мають не лише приємний і освіжаючий ефект, але і оздоровчі властивості [1, с. 131; 2, с. 39; 6, с. 60].

Концепція здорового харчування набирає обертів, і розроблення нових десертів спрямоване на створення продукту лікувального і профілактичного призначення. У молочній промисловості України і світу желеподібні десерти частіше за все створюються на основі кисломолочного сиру з додаванням або без додавання сироватки, вершків, різних ароматичних і смакових наповнювачів. Ця група продуктів призначена для безпосереднього вживання в їжу [5, с. 166; 12, с. 40].

Для надання харчовим продуктам антиоксидантних властивостей до їхніх рецептур доцільно вводити екстракти рослин, які ретельно вивчають учені. Доведено, що різна рослинна сировина з високим вмістом фенольних і поліфенольних сполук, вітамінів, терпеноїдів фенольного ряду проявляє антиоксидантну активність [14, с. 9; 15, с. 409].

Тому авторами запропоновано створення десертного желейного продукту на основі сироватки й екстракту плодів аронії чорноплідної з антиоксидантними властивостями.

**Постановка завдання.** Мета роботи – розроблення науково обґрунтованої технології желе на основі молочної сирної сироватки з використанням рослинних компонентів оздоровчого призначення.

Для досягнення поставленої мети вирішували такі завдання:

– дослідити процес екстрагування біологічно активних речовин із плодів аронії чорноплідної і підібрати раціональну концентрацію отриманого екстракту для використання в технології десертного желе;

– обґрунтувати технологічний режим гелеутворення сироваткового желе оздоровчого призначення;

– розробити технологію виробництва десертного желейного продукту на основі молочної сирної сироватки;

– визначити показники якості цільового продукту і встановити граничний термін зберігання без втрати якості.

**Матеріали і методи досліджень.** Для проведення експериментальних досліджень за основу сировину використовували сирну сироватку, отриману під час виробництва сиру кисломо-

лочною на ТОВ «Гормолзавод № 1» (м. Одеса). Як додаткову сировину було використано сухі плоди *Aronia melanocarpa* (виробник – ЗАТ «Ліктрави», Україна), ягідний наповнювач «Яблучне пюре» (виробник – ТОВ «Агрона Фрут Україна»), цукор-пісок, згідно з вимогами ДСТУ 4623–2006, желатин, згідно з вимогами ТУ У 24.6–00418030–002:2007, ванілін згідно з вимогами ТУ У 24.6–00418030–002:2007.

Під час виконання досліджень масову частку антоціанів і лейкоантоціанів визначали спектрофотометричним методом [16, с. 126], масову частку сухих речовин – арбітражним методом за ДСТУ ISO 6731:2007, антиоксидантну актив-

ність екстрактів із плодів аронії чорноплідної – за зміною швидкості окиснення  $NAD \cdot H_2 / NAD$  з використанням електронно-транспортної системи «нікотинамідаденіндинуклеотид відновлений  $NAD \cdot H_2$  – фериціанід калію  $K_3[Fe(CN)_6]$ » [7, с. 52]; титровану кислотність зразків визначали титриметричним методом за ГОСТ 3624–92; активну кислотність – потенціометричним методом за ДСТУ 8550:2015; температуру – за ДСТУ 6066:2008; кількість бактерій групи кишкових паличок (далі – БГКП) – за ДСТУ IDF 73A:2003; кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (далі – КМАФАнМ) – за ДСТУ IDF 100B:2003.

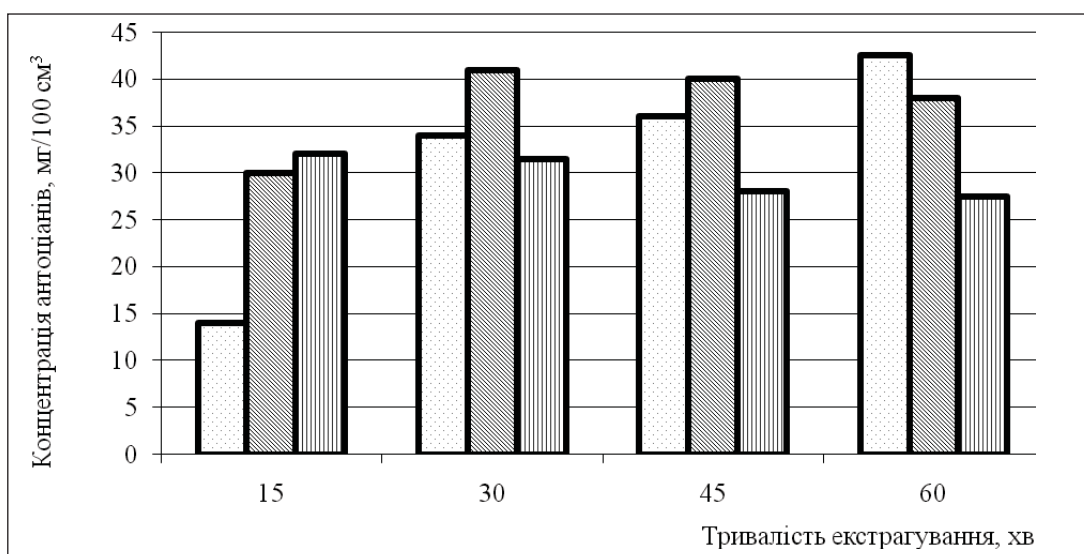


Рис. 1. Залежність екстрагування антоціанів із плодів *Aronia melanocarpa* від тривалості та температури: □ – 40°C, ▨ – 50°C, ▩ – 60°C

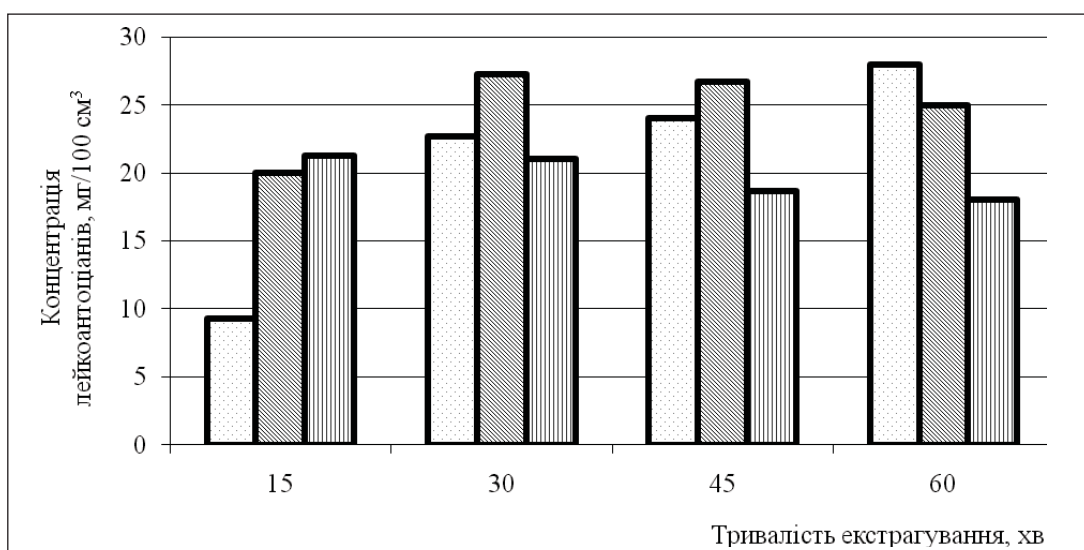


Рис. 2. Залежність екстрагування лейкоантоціанів з *Aronia melanocarpa* від тривалості та температури: □ – 40°C, ▨ – 50°C, ▩ – 60°C

Для обґрунтування процесу гелеутворення проводили панетраційні дослідження, результати яких є об'єктивними характеристиками, що відображають опір матеріалу зминанню і зсуву. Основою, величиною, отриманою під час панетрації, є гранична напруга зсуву  $\tau_0$  (Па), величина якої може бути визначена за формулою Ребіндера:

$$\tau_0 = \frac{K_\alpha * P}{h^2},$$

де  $h$  – глибина занурення, м;

$K_\alpha$  – константа конуса, яка залежить від кута  $\alpha$  при вершині;

$P$  – зусилля панетрації, Н.

Як індентор для визначення панетрації рекомендований конус з органічного скла з кутом при вершині  $30^\circ$  ( $K_\alpha = 0,959$ ). Зусилля панетрації дорівнює вазі конуса, втулки і системи занурення.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** На першому етапі роботи досліджували процес екстрагування БАР із плодів *Aronia melanocarpa*. Рослинний екстракт отримували в такий спосіб: сухі плоди сортували, подрібнювали, за екстрагент використовували сирну сироватку; здійснювали екстрагування за температури 40, 50 і 60°C протягом 60 хв. Проби для аналізу відбирали кожні 15 хв. Отриманий екстракт фільтрували. Критеріями оцінки ефективності екстрагування обрали масову частку антоціанів, лейкоантоціанів і показника антиоксидантної активності. Для дослідження використовували співвідношення плоди аронії : екстрагент 1 : 10. Вплив температури і тривалості процесу екстрагування на вміст антоціанів, лейкоантоціанів, сухих речовин і показник антиоксидантної активності екстракту представлені на рис. 1–4.

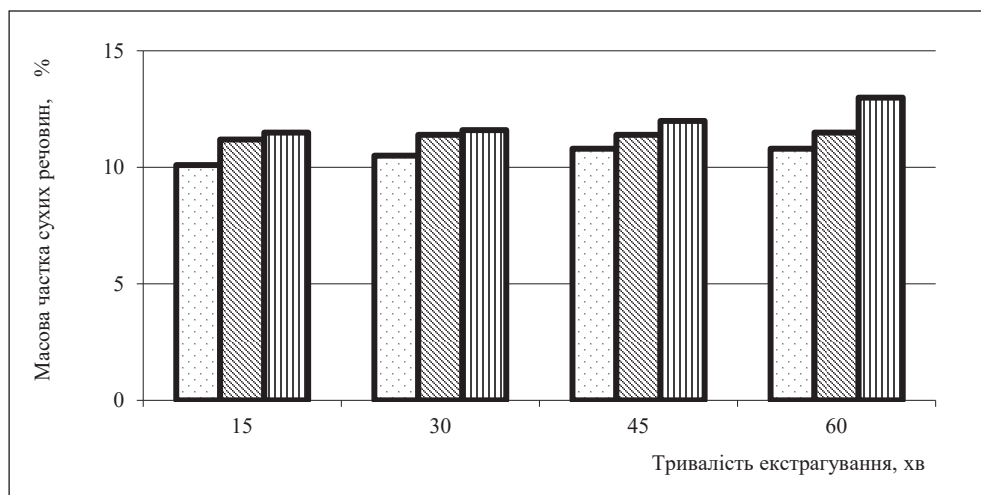


Рис. 3. Залежність екстрагування сухих речовин із плодів *Aronia melanocarpa* від тривалості та температури: □ – 40°C, ▨ – 50°C, ▩ – 60°C

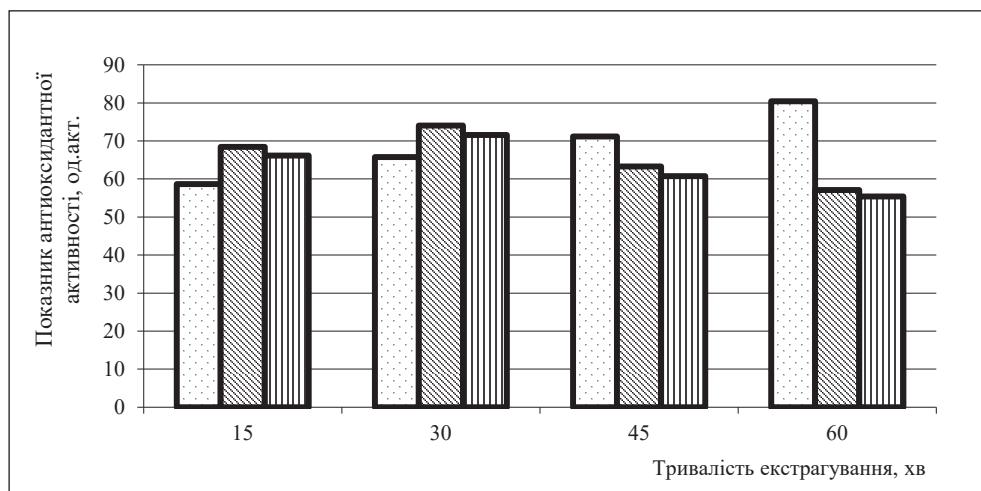


Рис. 4. Залежність антиоксидантної активності екстракту від тривалості та температури: □ – 40°C, ▨ – 50°C, ▩ – 60°C

Найвища інтенсивність процесу екстрагування антоціанів і лейкоантоціанів із плодів *Aronia melanocarpa* (рис. 1, 2) відзначається через 60 хв. за температури 40°C – 42,5 і 28,0 мг/100 см<sup>3</sup> відповідно. Підвищені температури 50 і 60°C знижують вміст БАР у сироватковому екстракті. Вміст антоціанів за вказаних температур починає знижуватися вже через 30 хв. екстрагування; а вміст лейкоантоціанів зменшується через 15 хв. високо-температурного екстрагування.

Максимальна кількість сухих речовин досягається за температури 60°C через 60 хв. процесу екстрагування сирною сироваткою за співвідношення плодів аронії чорноплідної : екстрагенту 1 : 10 і становить 13,0% (рис. 3).

Максимальне значення антиоксидантної активності екстракту із плодів *Aronia melanocarpa* зазначається за температури 40°C на 60 хв. процесу екстрагування БАР антиоксидантного ряду і становить 80,5 од. акт. За підвищення температури екстрагування починає знижуватися після 30 хв. екстрагування і на 60 хв. становить 57,1 і 55,4 од. акт. за температури 50 і 60°C відповідно (рис. 4).

Зважаючи на отримані дані, процес екстрагування плодів *Aronia melanocarpa* молочної сирною сироваткою за співвідношення плоди аронії : екстрагенту 1 : 10 доцільно проводити за температури 40°C протягом 60 хв.

За органолептичними показниками отриманий екстракт – однорідна рідина насичено рожевого кольору з терпкуватим смаком і присмаком і ароматом аронії чорноплідної. За фізико-хімічними показниками сироватковий екстракт містить

42,5 мг/100 см<sup>3</sup> антоціанів; 28,0 мг/100 см<sup>3</sup> лейкоантоціанів; 10,8% сухих речовин; має титровану кислотність 90°Т; показник антиоксидантної активності 80,5 од. акт.

Для підбору кількості екстракту в десертному желе проводили 10, 20, 30, 40 і 50%-ву заміну сироватки на екстракт. За сенсорними дослідженнями встановлена 30%-ва заміна молочної сирної сироватки на екстракт із плодів *Aronia melanocarpa* в рецептурі желейного десерту, оскільки в разі підвищення концентрації до 40 і 50% з'являється терпкий, гіркуватий і надлишковий кислий присмак, обумовлений надмірним зростанням титрованої кислотності.

На другому етапі роботи обґрунтовували режим гелеутворення у виробництві желе на основі сироватки. Для встановлення режиму гелеутворення здійснювали часткову заміну желатину в рецептурі на яблучне пюре, яке містить 1,0% пектинових сполук, які є якісними структуроутворювачами.

За рецептурою, до суміші для виробництва желейного продукту вводять 3,0% желатину. Для зниження вартості цільового продукту і підвищення його антиоксидантної активності запропоновано замінити частину желатину на яблучне пюре. Запропоновано замінити одразу 1,5 г желатину на яблучне пюре. Результати гелеутворення підтверджуються дослідженнями готового желе на величину граничної напруги зсуву, які показані на рис. 5.

Дослідження процесу гелеутворення показали, що за вмісту желатину в готовій суміші менше 1,2% гелеподібна структура взагалі не утворюється. За

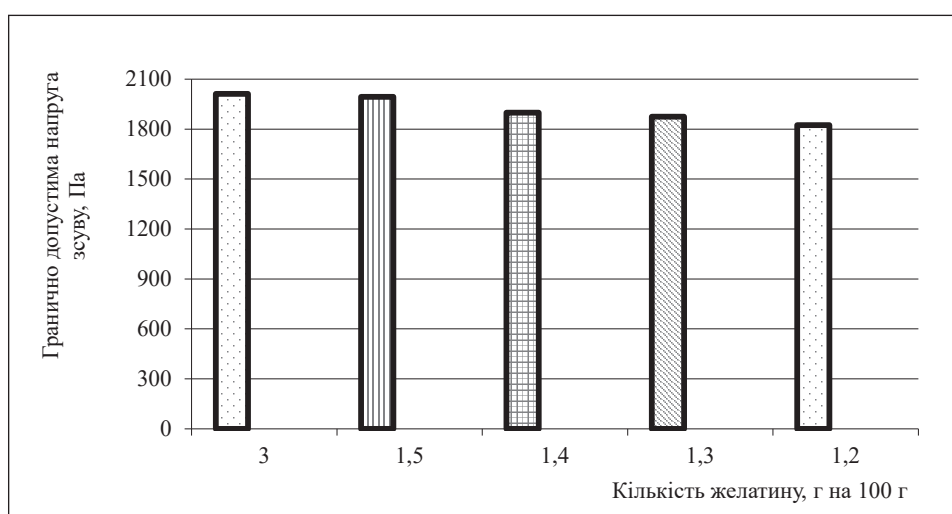


Рис. 5. Залежність кількості желатину в рецептурній суміші від гранично допустимої напруги зсуву

вмісту желатину 1,2 і 1,3 г на 100 см<sup>3</sup> суміші тривалість гелеутворення із 3...4 год за класичною технологією зростає до 8 год., причому структура утворюється нещільна, вона більш м'яка і рихла. За вмісту желатину 1,4...1,5 г на 100 см<sup>3</sup> гелеутворення триває протягом 4 та 3 годин відповідно за температури 4 ± 2°С, водночас утворюється драглиста структура, яка відповідає нормативній документації.

Аналіз даних рис. 5 показує, що максимальне значення граничної напруги зсуву зазначається за кількості желатину 3,0 г на 100 г суміші і становить 2 012,1 Па, зі зменшенням кількості желатину 1,5...1,2 г відповідно зменшується і значення граничної напруги зсуву – 1 994,4...1 824,5 Па.

Згідно з даними, для виробництва сироваткового желе на основі молочної сирної сироватки

Таблиця 1

Показники якості готового сироваткового желе з *Aronia melanocarpa* оздоровчого призначення

Найменування показника	Характеристика
Смак і запах	Чисті, без сторонніх присмаків і запахів, із присмаком яблучного пюре й аронії чорноплідної
Консистенція і зовнішній вигляд	Однорідна, щільна, гелеподібна структура, без відокремлення сироватки, колір приємний, рожевий
Титрована кислотність, °Т	60,0 ± 1,0
Активна кислотність, од. рН	5,2 ± 0,1
Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО/см <sup>3</sup>	5,1•10 <sup>2</sup>
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 0,1 см <sup>3</sup> продукту	відсутні

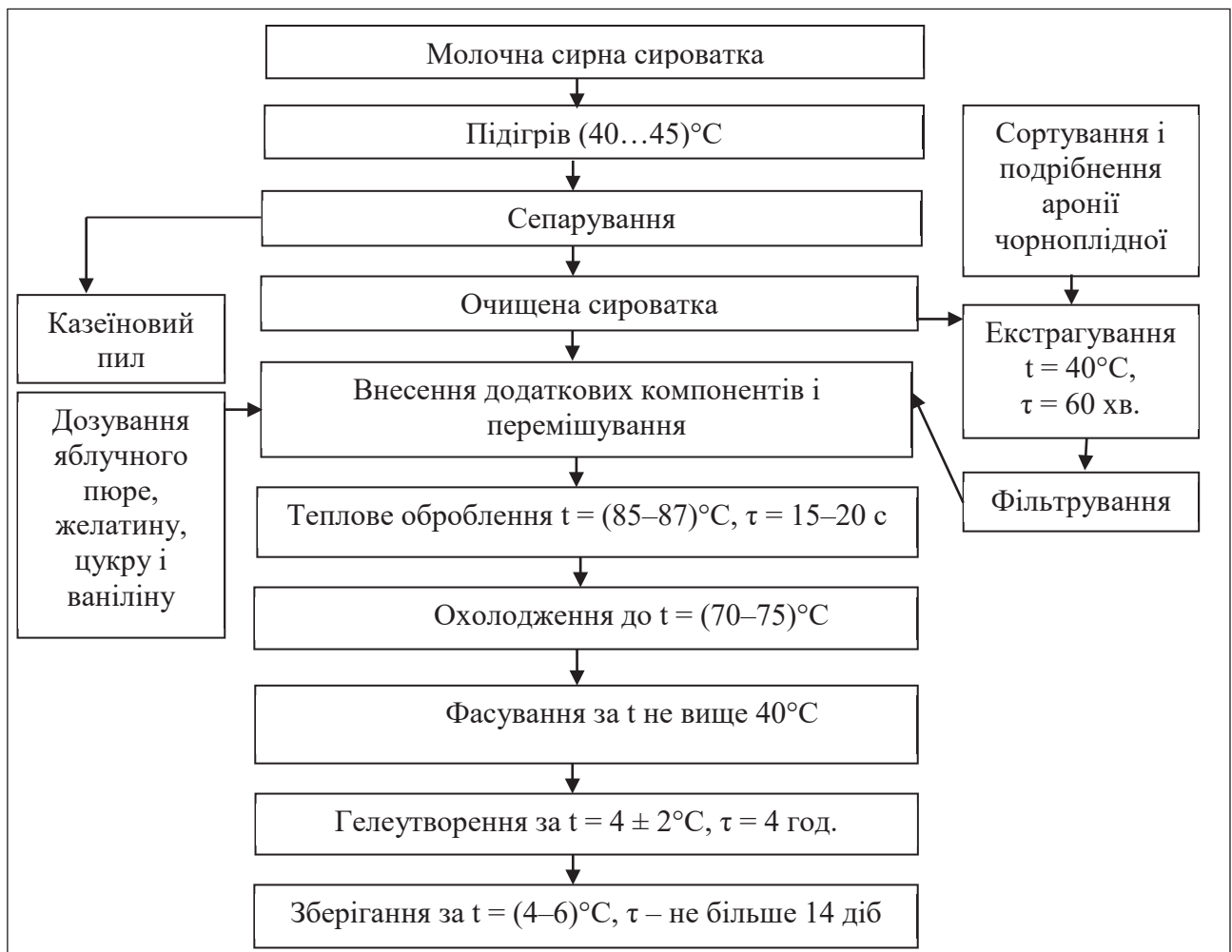


Рис. 6. Технологічна схема виробництва десертного желе оздоровчого призначення

пропонується кількість желатину в суміші 1,4 г на 100 см<sup>3</sup> суміші. За такої кількості тривалість процесу становить 4 години за температури  $4 \pm 2^\circ\text{C}$ .

На основі теоретичних і експериментальних досліджень була складена технологічна схема виробництва десертного желейного продукту на основі молочної сирної сироватки з додаванням екстракту плодів *Aronia melanocarpa*, яка представлена на рис. 6.

Для встановлення граничного терміну зберігання десертного желе продукт зберігали протягом 21 доби. Протягом зберігання визначали органолептичні, фізико-хімічні і мікробіологічні показники. Зберігати желе оздоровчого призначення доцільно за температури  $4 \pm 2^\circ\text{C}$  протягом 14 діб, оскільки в разі підвищення температури втрачається гелеподібна структура. Використання температури зберігання нижче  $0^\circ\text{C}$  у технологіях згаданих продуктів недопустимо, оскільки під час їх заморожування змінюється структура продукту і його складових компонентів (білків, структуроутворювачів і БАР). У разі зберігання цільового продукту понад 14 діб желе набувало кислуватого сироваткового присмаку, обумовленого надмірною титрованою ( $70^\circ\text{T}$ ) і активною (4,6 од. рН) кислотністю; втрачало щільну структуру з відокремленням сироватки.

У готовому продукті на кінець терміну зберігання визначено органолептичні, фізико-хімічні і мікробіологічні показники якості, які наведені в табл. 1.

Перспективами подальших досліджень є: розроблення нормативної документації на їх виробництво; проведення промислової апробації розробленої технології.

**Висновки.** У результаті узагальнення теоретичних і експериментальних досліджень розроблено науково обґрунтовану технологію виробництва желе на основі молочної сирної сироватки з *Aronia melanocarpa* оздоровчого призначення.

1. Отримані параметри процесу екстрагування біологічно активних речовин із плодів аронії чорноплідної –  $40^\circ\text{C}$  протягом 60 хв., оскільки за цих параметрів досягається максимальний показник антиоксидантної активності – 80,5 од. акт.; підібрано раціональну концентрацію сироваткового екстракту із плодів аронії чорноплідної. Кількість екстракту на 100 кг суміші становить 30 кг.

2. Проведена заміна 1,6 г желатину в рецептурі на яблучне пюре і встановлені технологічні параметри процесу гелеутворення: температура –  $4 \pm 2^\circ\text{C}$ , тривалість – 4 години.

3. Встановлений граничний термін зберігання цільового продукту: за температури  $4 \pm 2^\circ\text{C}$  протягом 14 діб, і визначені органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники якості.

#### Список літератури:

1. Назаренко Ю., Ященко С. Особливості використання молочної сироватки та ретентату, отримання високоякісних напоїв оздоровчого харчування. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2016. Вип. 1. С. 127–142.
2. Павлюк Р., Погарська В., Абрамова Т. та ін. Технологія тонізуючих нанонапоїв на основі молочної сироватки, збагачених кріопастами з овочів і фітоекстрактами. Прогресивні техніка та технології харчових виробництвресторанного господарства і торгівлі. 2015. Вип. 1. С. 37–49.
3. Пахомов І. Антиоксиданти рослинного походження для жировмісних кондитерських виробів. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2016. Т. 22. № 1. С. 185–191.
4. Deepak M., Surendra S., Mahabaleshwar V. et al. Significance of Antioxidant Potential of Plants and its Relevance to Therapeutic Applications. International Journal of Biological Sciences. 2015. № 11(8). P. 982–991.
5. Турчин І., Гамкало Х., Войчишин А. Використання молочної сироватки при виробництві десертів. Науковий вісник ЛНУВМ та БТ ім. С.З. Гжицького. Серія «Харчові технології». 2017. Т. 19. № 80. С. 165–168.
6. Павлюк Р., Погарская В., Абрамова Т. и др. Разработка функциональных оздоровительных нанонапитков на основе молочной сыворотки. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2014. № 6 (10). С. 59–64.
7. Ткаченко Н., Некрасов П., Вікуль С. Оптимізація рецептурного складу напою оздоровчого призначення на основі сироватки. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2016. № 1(10). С. 49–57.
8. Дідух Г. Отримання мікропартикуляту з концентрату білків молочної сироватки. Харчова наука і технологія. 2015. № 2. С. 52–56.
9. Воронова Н., Овчаров Д. Разработка технологии функционального напитка на основе молочной сыворотки с овощными наполнителями. Научный журнал КубГАУ. 2014. № 104 (10). С. 1–17.
10. Семенів Д. Дослідження властивостей субстанцій аронії чорноплідної. Проблеми екологічної та медичної генетики і клінічної імунології. 2014. Вип. 1. С. 160–165.

11. Семенів Д., Белік Г., Куценко Т. та ін. Вивчення впливу субстанцій аронії чорноплідної на білковий обмін. Український біофармацевтичний журнал. 2015. № 5. С. 37–41.
12. Кравчук Т. Вітамінізовані желейні десерти з використанням антоціанових добавок для закладів ресторанного господарства. Харчова наука і технологія. 2013. № 1. С. 40–43.
13. Сторожук В., Сапожнікова Н. Закономірності термічної деструкції пектинових речовин яблук. Харчова наука і технологія. 2012. № 4. С. 57–60.
14. Головка М., Пенкіна Н., Колесник В. Антиоксидантні властивості деяких видів рослинної сировини. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2011. № 4 (6). С. 9–11.
15. Монастирська С., Волошанська С., Стецик Р. Антиоксидантна дія екстрактів окремих лікарських рослин. Вісник Львівського університету. Серія «Біологічна». 2016. Вип. 73. С. 409–412.
16. Онищенко У. Кількісне визначення антоціанів в квітках рослин Мальвові. Український медичний альманах. 2012. Т. 15. № 15. С. 126–127.

### ПЕРЕРАБОТКА СЫВОРОТКИ В ДЕСЕРТНЫЕ ЖЕЛИРОВАННЫЕ ПРОДУКТЫ

*В работе обосновано использование экстракта аронии черноплодной для достижения профилактической направленности десертного желе на основе молочной сыворотки. Обоснованы параметры (температура, длительность и показатель антиоксидантной активности) экстрагирования биологически активных веществ сывороткой из плодов рябины и подобрана рациональная концентрация полученного экстракта в продукте. Исследована замена части желатина на яблочное пюре при производстве желеированного продукта оздоровительного назначения и определены технологические параметры процесса гелеобразования. На основе экспериментальных и теоретических исследований разработана научно обоснованная технология сывороточного желе с высокой пищевой и биологической ценностью и оздоровительными свойствами. Определен граничный срок хранения желе. В готовом продукте определены органолептические, физико-химические и микробиологические показатели качества.*

**Ключевые слова:** молочная сыворотка, арония черноплодная, десертное желе, фенольные вещества, антиоксидантная активность, гелеобразование.

### PROCESSING OF WHEY IN DESSERT JELLY PRODUCTS

*This paper substantiates the use of the extract of Aronia melanocarpa to achieve the prophylactic orientation of dessert jelly based on whey. The parameters (temperature, duration and index of antioxidant activity) of extraction of biologically active substances with whey from rowan berries were substantiated and a rational concentration of the extract obtained in the product was selected. The replacement of the gelatin part with apple puree for the production of a gelled product for health purposes was investigated and technological parameters of the gelling process were determined. On the basis of experimental and theoretical research, a scientifically based technology of whey jelly with high nutritional and biological value and health properties was developed. The final storage period of the jelly has been determined. Organoleptic, physico-chemical and microbiological quality indicators are determined in the finished product.*

**Key words:** milk whey, Aronia melanocarpa, dessert jelly, phenolic compounds, index of antioxidant activity, gelling process.