

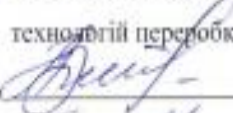
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Допускається до захисту

Зав. кафедри харчових технологій і

технологій переробки продукції тваринництва

 к.вет.н., доц. Загоруй Л.П.

« 5 » 11 2024 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

Аналіз і удосконалення технології
сиркового десерту

Виконав  КУНІЧЕНКО В.С.

Керівник, доцент  ГРЕБЕЛЬНИК О.П.

Рецензент  ГАРБУЗ В.М.

Я, Куніченко Віталій Станіславович, засвічую, що кваліфікаційну роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності.

Біла Церква – 2024

ЗМІСТ

Завдання.....	3
Анотація.....	4
Annotation.....	5
Відгук керівника	6
Рецензія.....	7
Вступ.....	8
1. Огляд літератури.....	9
1.1.Десерти сиркові, їх асортимент та характеристика.....	9
1.2.Шляхи удосконалення технології сиркових десертів	12
2.Методологія кваліфікаційної роботи.....	19
3.Розроблення технології.....	20
3.1. Вимоги до сировини та матеріалів.....	20
3.2.Продуктовий розрахунок.....	23
3.3.Апаратурно-технологічне забезпечення.....	31
3.4.Обґрунтування удосконаленої технології сиркового десерту.....	36
4. Контроль безпечності та якості продукту, екологізація виробництва..	41
5. Економічна частина.....	46
Висновки і пропозиції.....	49
Список використаної літератури.....	50

АНОТАЦІЯ

Куніченко В.С. Аналіз і удосконалення технології сиркового десерту

Сиркові десерти – вироби на основі сиру кисломолочного, що мають високу біологічну цінність та відмінні органолептичні властивості.

На основі аналітичного огляду обґрунтовано доцільність виробництва десерту сиркового, збагаченого внесенням шроту гарбузового. Запропоновано додаткову технологічну операцію – вологотермічне оброблення рослинної сировини у сироватці пастеризованій неосвітленій.

Проведено продуктивний розрахунок виробництва 2,5 т сиркового десерту, що містить 2,25 % шроту гарбузового.

Здійснено аналіз вимог до сировини даного продукту. Запропоновано технологічні рішення виробництва. Розроблено технологічно-апаратурну схему на основі лінії Я9-ОПТ.

Розроблено схему технохімічного контролю десерту; виявлено критичні контрольні точки процесу. Визначено основні екологічні критичні точки та запропоновано альтернативні шляхи їх вирішення.

Проведено аналіз економічних витрат, знайдено основні економічні показники.

Одержані результати можуть бути використані на підприємствах, що мають потужності для виробництва сиру кисломолочного.

Кваліфікаційна робота містить 54 сторінок, 13 таблиць, 4 рисунки, список використаних джерел із 43 найменувань.

Ключові слова: сиркові десерти, технологія, шрот гарбузовий, вологотермічне оброблення, технологічна лінія Я9-ОПТ, економічний ефект

ANNOTATION

Kunichenko V.S. Analysis and improvement of the technology of curd dessert

Curd desserts are products based on cottage cheese with high biological value and excellent organoleptic properties.

On the basis of an analytical review, the feasibility of producing a curd dessert enriched with pumpkin meal is substantiated. An additional technological operation is proposed - moisture-thermal treatment of plant raw materials in pasteurized unclarified whey.

The product calculation of the production of 2.5 tons of curd dessert containing 2.25 % pumpkin meal was carried out.

The requirements for raw materials for this product are analyzed. Technological solutions for production are proposed. A technological and hardware scheme based on the Y9-OPT line was developed.

A scheme of technological and chemical control of dessert was developed; critical control points of the process were identified. The main environmental critical points are identified and alternative ways to solve them are proposed.

The analysis of economic costs was carried out, the main economic indicators were found.

The results obtained can be used at enterprises that have the capacity to produce cottage cheese.

The qualification work consists of 54 pages, 13 tables, 4 figures, and a list of references of 43 items.

Keywords: curd desserts, technology, pumpkin meal, moisture-thermal treatment, technological line Y9-OPT, economic effect

ВСТУП

Сиркові десерти – вироби, що відповідають вимогам сучасних споживачів. Вони поєднують відмінні органолептичні властивості з високою біологічною цінністю.

Позитивний вплив на організм людини подібних продуктів пояснюється, перш за все, їх основою – сиром кисломолочним, що є джерелом збалансованих незамінних амінокислот.

Окрім цього всі складові сиру кисломолочного знаходяться у легкозасвоюваному стані; кількість лактози значно зменшена у порівнянні з молоком незбираним. Це додає цій молочній сировині лікувально-профілактичних властивостей. Вироби на її основі є дієтичними.

Водночас до небезпек технології сиру кисломолочного відносяться фактор мікробного забруднення, що пояснюється наявністю неавтоматизованих ланок у традиційній технології цього продукту. Тому за використання сиру кисломолочного як молочної сировини доцільним є застосування лише автоматизованих технологічних ліній.

Різноманітність сиркових десертів обумовлена широким спектром наповнювачів, що використовують у їх рецептурах.

До традиційних рецептурних компонентів відносять цукор, какао, цикорій, плодово-ягідні наповнювачі: варення, джеми, конфітюри, зацукровані плоди і ягоди, різноманітні настійки рослинної сировини

Розширення асортименту сиркових десертів доцільне за рахунок удосконалення їх складу збагаченням біологічно повноцінними нутрієнтами. Їх внесення можливе у результаті покращення самої молочної основи, повного використання її складових; нового застосування традиційних компонентів; введення нової нетрадиційної сировини, що одночасно буде виконувати декілька функцій у готовому продукті.

Саме цій актуальній темі – удосконаленню технології сиркового десерту – присвячена дана кваліфікаційна робота.

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Десерти сиркові, їх асортимент та характеристика

Десерти сиркові відносяться до сиркових продуктів – виробів на основі сиру кисломолочного та входять до широкої групи сиркових виробів [37]:



Рис.1. Класифікація продуктів сиркових

Спільною рисою усіх сиркових виробів є застосування у якості молочної основи сиру кисломолочного. Застосування цього молочного продукту зразу ж надає сирковим виробам високої біологічної цінності, оскільки має підвищений вміст білка з набором незамінних для людини амінокислот.

При цьому цей молочний продукт отримано у результаті біохімічних процесів, що забезпечує вищу доступність складових молока для організму людини. Це стосується усіх компонентів: білків, жирів, вуглеводів. Таким чином і лактоза (молочний цукор), що часто є причиною непереносимості молочних продуктів, є у незначній кількості. Це робить сир кисломолочний та вироби з нього привабливими як продукт для дієтичного харчування.

Водночас у цій сировині міститься підвищений вміст кальцію та фосфору (відповідно 120-166 мг і 189-224 мг на 100 г виробу) в оптимальному для засвоєння співвідношенню. Це є актуальним для сьогодення, оскільки знижений вміст кальцію у людському організмі є згубним для здоров'я, веде до зростання хвороб рухового апарату. А явище виведення цього елемента з кісток тканин обумовлене наслідками техногенної діяльності суспільства, що виражається у потрапляння у їжу важких металів, радіоактивних елементів. Ці негативні чинники провокують міграцію кальцію та його виведення з організму людини [31].

Окрім високої біологічної цінності сир кисломолочний володіє сенсорними властивостями, що є сумісними як з солодкими, так і з солоними смаковими компонентами.

Це створює передумови до використання цієї сировини для виробництва самої різної сиркової продукції.

Сиркові десерти за означенням нормативної документації мають наступну характеристику [11] – солодкий сировий виріб, який має густу, нетекучу консистенцію. Фізико-хімічні показники мають відповідати вимогам, що наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Нормативні вимоги фізико-хімічних показників сирових десертів [11]

Показник	Норма
Масова частка жиру, %, не більше ніж	8
Масова частка вологи, %, не більше ніж	75
Масова частка сахарози, %, не менше ніж	10
Масова частка кухонної солі, %, не більше ніж	—
Кислотність титрована, °Т, у межах	від 150 до 220
Фосфатаза	відсутня
Температура під час випуску з підприємства-виробника, °С, не більше ніж	6

Згідно цих вимог наповнювачами у сиркових десертах можуть бути цукор, підсолоджувачі, какао, цикорій, шоколад, мармелад, мед натуральний, сиропи, варення, підварки, конфітюри, варення, сухі плоди і овочі, плоди горіхоплідні, кориця, мак, арахіс тощо – весь спектр компонентів, що гармонує з солодким смаком.

Одночасно можливе застосування молочних компонентів: сухого знежиреного і незбираного молока, сироватки, вершків різної жирності, масла.

Сир кисломолочний теж може бути використаний різної жирності: від жирного до знежиреного. Необхідна умова вмісту жиру у кінцевому продукту забезпечиться стандартизацією загальних показників за рахунок внесення нежирних компонентів

За технологічними операціями та апаратурним забезпеченням відомі декілька способів виробництва сиру кисломолочного.

Перш за все, за способом проведення коагуляції виділяють кислотну, термокислотну та сичужно-кислотну коагуляцію [43].

За апаратурним виконанням можливо застосування таких варіантів:

- традиційний спосіб;
- застосування ванн-вставок та ванн-сіток;
- використання сировогоготовлювача;
- роздільний спосіб;
- лінія Я9-ОПТ [7].

В реаліях українських виробництв найчастіше застосовуваним способом є традиційний з використанням ванн кальє, де проходять основні технологічні процеси. Цей спосіб має добре відпрацьовану технологію, просте апаратурне рішення [15].

Відтак ванни, що застосовуються, є відкритими. І це є – потенційним джерелом ризику, загрозою мікробіологічного забруднення.

До того ж за цього способу передбачається застосування немеханізованих процеси. Це стосується процесів пресування сиру, коли

сквашений білковий згусток наливають у бязеві мішки та переміщають у охолоджувач Мітрофанова. Використання такої апаратурної комбінації зменшує поточність процесу. Присутність людського фактору збільшує мікробіологічні ризики.

Тому доцільнішим є застосування ліній виробництва сиру кисломолочного, що передбачають механізацію технологічних процесів.

До таких відноситься лінія Я9-ОПТ. Ступінь її механізації складає 99 %. Процеси сквашування у цій лінії відбуваються у закритих ємностях, процес відділення сироватки – механізований та безперервний [7].

Це забезпечує гарантовану якість готового продукту за фізико-хімічними та мікробіологічними показниками.

Тому перспективним є впровадження даного способу виробництва для виготовлення для основи, сиру кисломолочного, для сиркових десертів.

1.2. Шляхи удосконалення технології сиркових десертів

Загалом поняття «десерт» передбачає, що це – солодка страва, яку подають та споживають після основного споживання їжі.

Шляхами розвитку цих виробів є поліпшення їх органолептичних властивостей та збільшення біологічної цінності. Це здійснюється за рахунок моделювання нових композиційних рецептур та за рахунок вдосконалення апаратурного забезпечення.

Так, наприклад, відомим рішенням, що стосується удосконалення технологічних ліній є комбінація типових схем з сепаратором-білковідділювачем. Застосування цього обладнання забезпечує отримання ніжної консистенції у сиру кисломолочного і відповідно. покращених сенсорних показників у готових виробів.

Шляхи моделювання нових рецептур відбуваються такими шляхами:

- заміна молочних компонентів немолочними, створення комбінованих молочних продуктів;
- впровадження сучасних структуроутворювачів;

- введення нових інгредієнтів у склад виробів;
- повне використання всіх білкових компонентів молока [17].

Типовим прикладом першого рішення завдання є створення науковцями НУХТ сиркового десерту, у якому передбачено застосування рослинних вершків для нормалізації виробу. Їх створюють з рослинної олії (34,1-43,9 % до загальної маси виробу), яку емульгують (кількість емульгатора 0,9-1,1%). Процес здійснюють за температури 50-65 °С, для чого компоненти підігрівають та здійснюють експозицію термічного оброблення 3-5 хвилин.

Підготовлені рослинні вершки вносять у знежирений сир кисломолочний, та проводять спільне кутерування усіх рецептурних компонентів.

Дане рішення дає змогу збагатити виріб поліненасиченими жирними кислотами. Дані вироби мають ніжну консистенцію, смак і аромат, що відповідає внесеним смаковим наповнювачам [27].

У даному випадку було застосовано використання немолочних жирів. Можливим рішенням є використання замінників молочного білка. Зазвичай, це відбувається за рахунок внесення у рецептуру продуктів переробки сої: соєвого борошна, соєвого ізоляту тощо

Покращання сиркових десертів можливе і за рахунок використання харчових добавок – у даному випадку структуроутворювачів.

Зазвичай сиркові десерти є багатокомпонентною сумішшю, містять жири рослинного та тваринного походження. Тому для стабілізації системи та забезпечення збитості застосовують складні стабілізаційні системи.

Добре себе виявили для таких завдань модифіковані крохмалі. Відомим є різні види та різна спрямованість цих інгредієнтів. Існують розробки і у галузі сиркових виробів.

Наприклад, необхідна консистенціям сиркового продукту у розробці науковців ТІММ досягається за рахунок внесення модифікованого крохмалю.

Його додають у підготовлену сировину у суміші з цукром. І цей компонент сприяє створенню гомогенної ніжної однорідної консистенції.

У даному випадку пропонується одночасне застосування двох технологічних факторів – дії структуроутворювача та регулювання активної кислотності. Це сприяє підвищенню вологотримувальної здатності та запобігає синерезису сироватки з готового виробу [26].

У подальшому для покращення та зберігання структури сиркових продуктів стали використовувати інгредієнти, які б мали не лише технологічні властивості, але й виконували роль смакового компонента, підвищували функціональну здатність

Саме з такою метою – розширення асортименту та підвищення цінності виробів – було запропоновано введення до складу нетрадиційних наповнювачів.

Зазвичай такою була сировина рослинного походження: солодові екстракти, продукти переробки дикорослих і лікарських рослин, овочі тощо.

Таким способом пропонувалося удосконалювати не лише сиркові вироби, але й сам сир кисломолочний. Наприклад існує розробка щодо внесення у його склад ячмінно-солодового екстракту в кількості 10,0-30,0 %. Цю операцію здійснюють після отримання білкового згустку. Обов'язково дотримуються нормалізації з врахуванням кількості внесення рослинного компоненту.

У результаті цього дослідження отримано сир кисломолочний поліпшеного складу, який містить 0,5-6,0 % молочного жиру, світло-кремовий колір, легкий присмак наповнювача. А по своїм властивостям є рекомендованим як лікувально-профілактичний продукт [24].

Цей винахід став основою для отримання сиркового десерту підвищеної біологічної цінності. Його склад окрім солодового екстракту збагачено використанням сироватки, що є джерелом цінних сироваткових білків. Забезпечення стабільної консистенції виробів та зразкових сенсорних якостей досягається за рахунок використання традиційного стабілізатора –

желатину. Їого додають у кількості 0,4-1,0 %. Відтак особливістю внесення є відновлення його властивостей за рахунок набухання у пастеризованій сироватці (9,0-16,0% до маси готового продукту). Саме ця особливість надає десерту одночасно і ніжності і збалансованості за амінокислотним скором [25].

Більш поширеними способами за створення нових сиркових виробів і зокрема десертів є застосування нової рослинної сировини. Причому актуальним є комплексний підхід у застосуванні таких компонентів. Нині інгредієнти відбирають не лише за їх смаковими властивостями, а за їх здатність покращувати діяльність людського організму, тобто за їх функціональною активністю.

Алгоритм вибору інгредієнтів у такому випадку передбачає проходження таких етапів:

- вибір компоненту з достатньою функціональною активністю та сумісністю з молочною основою;
- вибір найбільш доцільної молочної основи;
- регламентація рослинного компоненту у продукті;
- аналіз технологічних властивостей сировини та вплив на технологічні властивості молочного виробу;
- визначення оптимальної дози внесення рецептурних компонентів та загальна біологічна цінність готових молочних продуктів [33].

При цьому велику увагу приділяють впливу рослинних компонентів на технологічні властивості, що зокрема виражається у розподілі вільної вологи у виробках та консистенції продукту у подальшому [5, 20].

Знайдено, що вологотермічне оброблення сприяє ефективнішому використанню рослинної сировини у рецептурі сиркових виробів.

Таке оброблення передбачає витримку сировини певної тривалості та температури у рідині. Оптимальним середовищем для проведення процесу є сироватка молочна. Завдяки її застосуванню значно розширилася сфера використання рослинних інгредієнтів.

Наприклад, існує дослідження щодо використання як збагачувача сиркового виробу пророщені злаки «Прозер». Їх внесення у виріб у кількості 3,0-5,0 % стає можливими за попереднього набухання їх у сироватці пастеризованій (за співвідношення масових часток розчинного середовища та фази – 3:1).

Харчова добавка «Прозер» отримується на основі подрібнення висушеного солоду. Таке походження сировини забезпечує високий вміст біологічно-активних речовин – білків, харчових волокон, мінеральних речовин. Також присутні поліфенольні речовини, крохмаль, розчинні цукри, амінокислоти, гормони, рослинні ферменти. Все це забезпечує отримання виробу сиркового поліфункціонального характеру [23]

Відтак успішне внесення добавки у виріб здійснюється саме за рахунок використання вологотермічного оброблення. Особливо ефективною є ця операція за використання екструдованої сировини (зазвичай зернової). Попереднє її набухання дає змогу створити каркас та просторову будову харчових продуктів [3].

І цей принцип нині широко популярний за створення виробів сиркових. Одночасно з забезпеченням використання рослинної сировини це дає можливість повноцінно використати всі складові молока – зокрема сироваткові білки, які видаляються з білкового згустку під час синерезису.

Саме на повноцінне використання усіх білкових речовин молочної сировини направлені сучасні розробки білкових виробів.

Запропоновано інноваційні методи вилучення білкових речовин. Відомо, що вони переходять у нерозчинний стан за рахунок накопичення молочної кислоти та створення ізoeлектричної точки. Цей процес відбувається за рахунок життєдіяльності мікробіоти закваски. Відтак нині пропонується забезпечення зміни активної кислотності за рахунок використання сировини рослинної з високою кислотністю. За застосування цього методу відбувається повноцінне осадження білкових речовин,

збільшення виходу білкових згустків та отримання виробів з нижчою титрованою кислотністю [41].

Велику увагу приділяють використанню сироваткових білків та виготовленню альбумінної продукції. Водночас враховуються суспільні тенденції до збільшення попиту на напівфабрикати. Відомі дослідження у напрямку створення заморожених сирних напівфабрикатів з удосконаленим амінокислотним складом за рахунок використання альбумінної складової [2, 4].

І в усіх виробках провідну роль відіграє використання молочної сироватки – чи як джерела білка, чи як середовища для удосконалення рецептурних компонентів. Варто відмітити, що вологотермічне оброблення застосовується не лише для компонентів, що засвоюються у людському організмі, але й для нерозчинних – для харчових волокон. І це застосовується набагато частіше. Оскільки відомою є велика користь цих компонентів для людського організму. І водночас – технологічні труднощі їх використання.

Відомі випадки застосування сироватки для застосування у рецептурі сиркових десертів пектину. Цей природний структуроутворювач має функціональну дію. Та має відомий виражений профілактичний характер [22, 30].

Відомі розробки щодо використання одночасно двох компонентів – суміші харчових волокон та висівок пшеничних у співвідношенні 1:(10-15) за набуханням у молочній сироватці для створення сиркових продуктів [29].

Проведено подібні дослідження і у напрямку створення сиркових десертів. Зазвичай пропонується застосування сировини, багатой на харчові волокна [28]. Особлива увага приділяється застосуванню шротів, зокрема гарбузового. Його склад забезпечує позитивний вплив на процеси травлення, виведення з організму людини шкідливих речовин, посилення імунітету та покращення ліпідного обміну. Це обумовлено сорбційною, гігроскопічною, іонообмінною, буферною властивостями шроту гарбузового як харчової сировини.

У запропонованих дослідженнях для його набухання пропонується застосування освітленої молочної сироватки у кількості 3,5 масових одиниць. Температурний режим – (42 ± 2) °C, тривалість 5-10 хвилин. Для покращення смаку пропонується застосувати родзинки, горіхи тощо [28].

Отриманий десерт має високі споживчі властивості. Може бути виготовлений з різних видів кисломолочного сиру.

Таким чином, створення сиркових десертів базується на впровадженні у їх складі рослинної сировини високої функціональної активності. Перевага надається сировині, що буде одночасно і збагачувати виріб, і слугувати структуроутворювачем

Обов'язковою умовою успішного застосування рослинної сировини у десертах сиркових є її вологотермічне оброблення у сироватці. Перспективним є застосування сироватки неосвітленої, що містить більший спектр білкових речовин.

Серед рослинної сировини перспективною є та, що багата на харчові волокна.

Тому пропонується виготовленням сиркового виробу, що передбачає використання шроту гарбузового [28]. Відтак доцільним буде удосконалення даного способу за рахунок використання сироватки неосвітленої на заміну освітлених зі стандартної рецептури.

Зі смакових компонентів пропонується застосувати традиційні родзинки, що одночасно збагачують виріб поліфенольними сполуками та створюють особливі сенсорні якості.

2. МЕТОДОЛОГІЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою даної роботи є удосконалення технології десерту сиркового за рахунок оптимізації його рецептурного складу

Задача даної роботи – організувати виробництво 2,5 т десерту сиркового підвищеної біологічної цінності, що досягається за рахунок введення у його рецептури шроту гарбузового та сироватки пастеризованої неосвітленої.

У роботі поставлено наступні завдання:

- здійснити літературний аналіз шляхів удосконаленні сиркових десертів; обґрунтувати їх застосування;
- провести технологічний розрахунок оптимізованого десерту сиркового;
- визначити потребу у апаратурно-технологічному забезпеченні та скласти відповідну схему;
- обґрунтувати технологічні рішення і режими виробництва;
- розробити схему технохімічного контролю та визначити критичні контрольні точки технологічного процесу;
- знайти екологічні ризики виробництва та запропонувати їх альтернативні рішення;
- розрахувати економічний ефект запропонованого виробництва.

Для виконання аналітичної частини завдань було задіяно бібліотечні фонди БНАУ та інтернет-ресурси; опрацьовано матеріали науково-технічної літератури, бази патентів України, наукових праць Google-Академії.

Виконання технологічних завдань виконували з врахуванням ДСТУ 3662:2018 «Вимоги до молока-сировини» [10], ДСТУ 4503:2005 «Вироби сиркові» [11], ДСТУ ISO 9001:2015 (iso 9001:2015, IDT) «Системи управління якістю. Вимоги» [14].

Технологічні розрахунки та розрахунки апаратурного забезпечення проводилися згідно нормі і стандартів, прийнятих у молочній промисловості [15, 35, 36] .

3. РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ

3.1. Вимоги до сировини та матеріалів

Згідно даного завдання та технології сировиною для виробництва є:

- молоко незбиране;
- заквашувальна композиція;
- хлористий кальцій;
- сироватка з-під сиру кисломолочного;
- цукор-пісок;
- родзинки;
- шрот гарбузовий;

Матеріали, що застосовуються у запропонованій технології:

- стаканчики поліетиленові
- мийно-дезінфікуючі засоби
- вода питна

Молоко незбиране має відповідати ДСТУ 3662: 2018 та мати відповідність за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками.

Загалом згідно даного стандарту молоко-сировина ділиться на три гатунки: екстра, вищий, перший.

Для виробництва запропонованого десерту сиркового можливими є застосування сировини, що відповідає вимогам усіх гатунку, хоча переважаючим є використання гатунку екстра та вищого. Це пояснюється більшими вимогами до фізичного складу сировини: по сухих речовинам та білку. Основою десерту сиркового є сир кисломолочний, що є білковим продуктом. Низький вміст сухих речовин у сировині приведе до надмірних затрат у виробництві. Технологічні розрахунки, що наведені нижче, орієнтовані на якість молока відповідно гатунків екстра і вищого.

За органолептичними показниками молоко-сировина має бути рідиною однорідної консистенції, без наявності сторонніх включень чи домішок. Колір – кремово-білий, що теж є однорідним, без наявності локальних кольорових плям.

Вимоги по фізико-хімічним та мікробіологічним показникам наведено у таблицях 1-2.

**Таблиця 1. Вимоги до фізико-хімічних показників
молока-сировини [10].**

Назва показника, Одиниця вимірювання	Норма для гатунків		
	екстра	вищий	перший
Густина (за температури 20 °С), кг/м ³ не менше ніж	1028,0	1027,0	
Масова частка сухих речовин, %	≥ 12,0	≥ 11,8	≥ 11,5
Кислотність ¹ , °Т рН	Від 16 до 18		Від 16 до 20
	Від 6,6 до 6,7		Від 6,55 до 6,8
Група чистоти, не нижче ніж	І		
Точка замерзання ¹ , °С, не вище ніж	Мінус 0,520		
Температура молока, °С, не вище ніж	8		

**Таблиця 2. Вимоги до фізико-хімічних показників
молока-сировини [10].**

Назва показника, одиниця вимірювання	Норма для гатунків		
	екстра	вищий	перший
Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів* (КМАФАМ за температури 30 °С), тис. КУО/см ³	≤ 100	≤ 300	≤ 500
Кількість соматичних клітин*, тис/см ³	≤ 400	≤ 400	≤ 500

Заквашувальні композиції передбачені для виробництва основи сиркового десерту – сиру кисломолочного. І вони містять у своєму складі

традиційно мезофільні молочнокислі стрептококи. Дозволяється застосування виробничих заквасок, сухих бакконцентратів та виробничих заквасок.

Найпоширенішими є останні. Вони мають мати відповідні супровідні документи, сертифікат якості. Зберігатися у герметичній непорушній упаковці.

За застосування мати вид сухого порошку або гранул з $d=2-5$ мм. Колір – обумовлений процесами сушінням – від білого до світло-коричневого.

Основна вимога до якості сухих бактеріальних заквасок – наявність в них не менше $1 \cdot 10^5$ КУО життєздатних клітин в 1 г продукту.

Пропонується застосування закваски DI-PROX М 231. До їх складу входять : *Lactococcus lactis subsp lactis*, *Lactococcus lactis subsp. Cremoris*, *Lactococcus lactis subsp lactis var diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris*.

Сироватка з-під сиру кисломолочного має бути отримана за дотримання параметрів технологічних процесів. Та характеризується наступними показниками: сухі речовини – 4,2-7,4%, лактоза – 3,2-5,1 %; білок – 0,5-1,4 %.

У сироватці-сировині нормованими є:

- вміст жиру – не більше 0,1%;
- вміст сухих речовин – не менше 5,0%;
- титрована кислотність – не більше 75 °;
- густина – не менше 1023 кг/м³ [6].

Цукор-пісок має відповідати вимогам ДСТУ 4623:2023 [12]. За сенсорними властивостями це має бути сипкий, однорідний продукт білого кольору, без сторонніх присмаків та запахів.

Розчин цукру має бути прозорим, з запахом та смаком, аналогічним сухому цукру.

Масова частка цукрози має становити не менше 99,75 %; редукуючих речовин – не більше 0,050%.

Мікробіологічні показники нормують по вмісту МАФАМ, плісняви, дріжджів. Не допускається наявність бактерій групи кишкова паличка, патогенних мікроорганізмів.

Шрот гарбузовий – біологічно-активна добавка. За зовнішнім видом – це однорідний порошок сіро-жовтого кольору, однорідного за усім об'ємом.

Смак і запах – нейтральні; притаманний легкий горіховий присмак.

У своєму складі містить, г/100 г продукту: білки – 16,0; жири – 18,0; вуглеводи – 10,0; клітковина – 11,0. Калорійність сировини складає 320 ккал на 100 г [39].

Родзинки відносяться до сушених фруктів, а саме – винограду сушеного. За зовнішнім видом це мають бути плоди, що відповідають вимогам відповідно до сорту плоду. Поверхня плодів має бути чистою, сухою, без механічних пошкоджень. Допускається наявність плодоніжок у плодів.

Відносна вологість подів – 75,0 % [1, 40].

Вода, що використовується для технологічних процесів повинна відповідати вимогам щодо води технологічного призначення відповідно ДСТУ 7525:2014 [13]. Для процесів, що задіяні у створенні енергоносіїв тощо допустимим є застосування води технічної.

Допоміжні матеріали, що застосовуються повинні мати гігієнічний висновок, відповідати вимогам безпеки та нешкідливості.

3.2. Продуктовий розрахунок

На основі проведеного огляду літератури запропоновано виробництво нежирного десерту сиркового підвищеної біологічної цінності за рахунок його збагачення харчовими волокнами.

Основною даного виробу сиркового є сир кисломолочний нежирний. Передбачено його виробництво на автоматизованій лінії Я9-ОПТ, яка забезпечує високий ступінь механізації виробничих процесів та, як наслідок, більш гарантовані показники безпеки.

Згідно запропонованих технологічних рішень переробка сировини буде організовано згідно схеми, що наведена на рисунку 2.

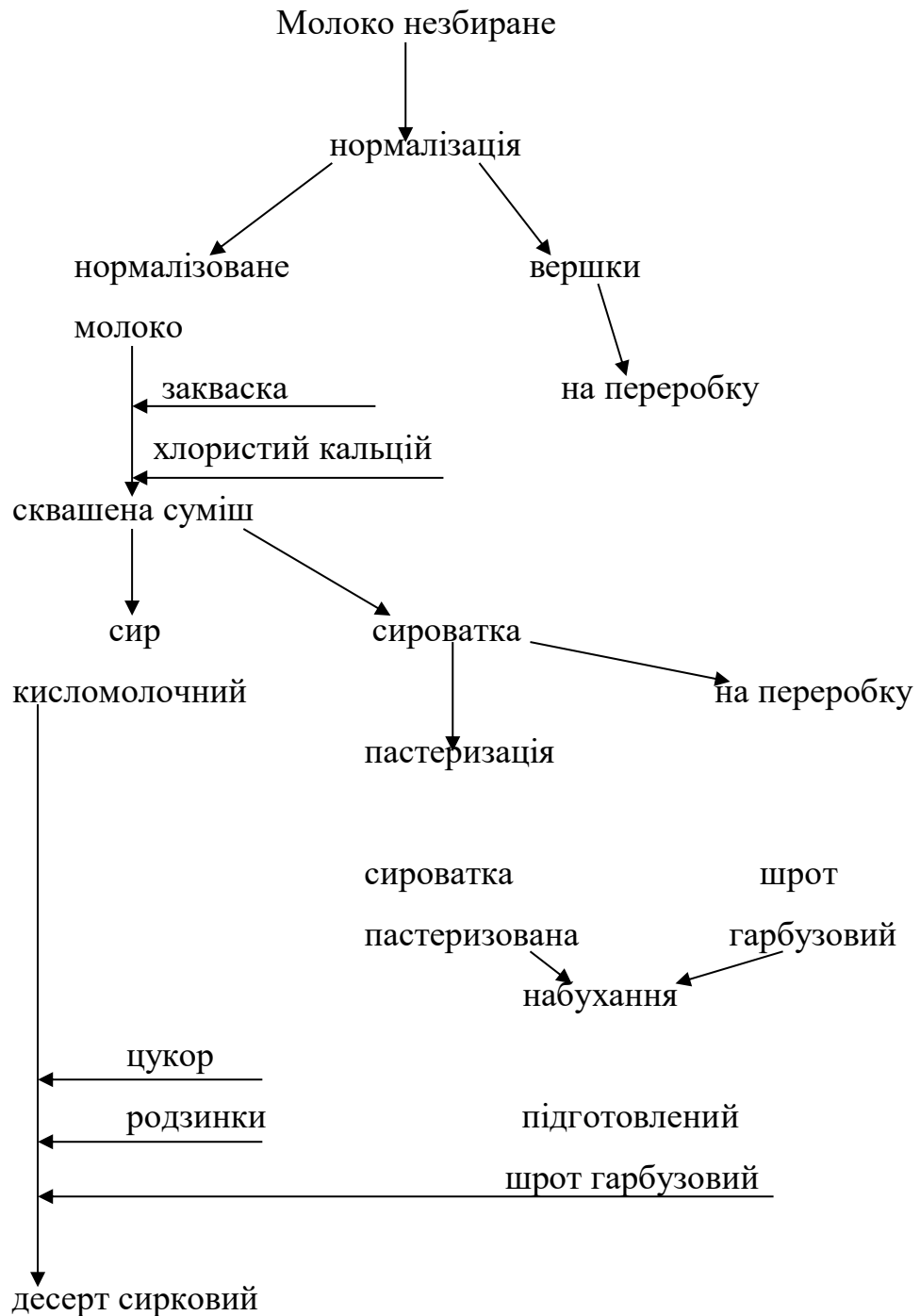


Рис.2. Схема напрямлень переробки сировини за впровадження удосконаленої технології сиркового десерту

Розрахунок даного виробу проводимо наступним чином

Вихідні дані до виробництва – необхідно виготовити 2500 кг десерту сиркового. Вихідна сировина – молоко незбиране з вмістом жиру 3,55 %.

Даний вид розрахунку – це кількісні розрахунки за масою готового продукту. Застосовуємо даний алгоритм роботи [35].

1. Знаходимо масу сиркового виробу до фасування за формулою:

$$M_c = \frac{M_{г.п} \cdot P}{1000}$$

де $M_{г.п.}$ – маса готового виробу. Згідно задачі – 2500 кг

P – норма витрат за фасування. Передбачено фасування десерту у полістиролові стаканчики по 250 гр. Для таких умов виробництва та потужності – $P = 1019,3$ кг

$$M_c = \frac{2500 \cdot 1019,3}{1000} = 2548,3 \text{ кг}$$

2. Наступним етапом є розрахунок компонентів за рецептурою.

Запропоновано удосконалення рецептури відносно вихідного варіанту: заміна сировини сироватки освітленої на сироватку пастеризовану, корекція вмісту шроту гарбузового

Корекція рецептури наведено у таблиці 3

Таблиця 3. Удосконалення рецептури десерту сиркового

№ п/п	Компонент	Масова кількість, кг	
		Типова рецептура [28]	удосконалена
1	Сир кисломолочний 5,0 % «Селянський»	760,0	748,7
2	Сироватка пастеризована освітлена	70,0	
	Сироватка пастеризована		78,8
3	Шрот гарбузовий	20,0	22,5
4	Цукор-пісок	100,0	100,0
5	Родзинки	50,0	50,0
	Всього суміші	1000,0	1000,0

Перерахунок компонентів здійснюємо згідно формули:

$$m_k = \frac{m_{k.p} \cdot M_c}{1000}$$

Де m_k т – шукана маса компоненту рецептури, кг

$m_{k.p}$ – маса компоненту у рецептурі

Наприклад, маса сироватки пастеризованої буде:

$$m_{c.п.} = \frac{78,8 \cdot 2548,3}{1000} = 200,9 \text{ кг}$$

Аналогічно розраховували шукану масу кожного компоненту. Результати занесли у таблицю 4.

Таблиця 4. Результати рецептурного розрахунку десерту сиркового

№ п/п	Компонент	Масова кількість, кг	
		Рецептура	Перерахунок
1	Сир кисломолочний 5,0 % «Селянський»	748,7	1907,9
2	Сироватка пастеризована	78,8	200,9
3	Шрот гарбузовий	22,5	57,3
4	Цукор-пісок	100,0	254,8
5	Родзинки	50,0	127,4
	Всього	1000,0	2548,3
	Вихід		2500

По закінченню рецептурного розрахунку обов'язковим етапом є перевірка відповідності сумарної маси компонентів розрахунку суміші:

$$1907,9 + 200,9 + 57,3 + 254,8 + 127,4 = 2548,3 \text{ кг}$$

Наступним етапом розрахунків за рецептурою є визначення всіх можливих молочних компонентів. Для даного випадку до них відноситься сир кисломолочний «Селянський» та сироватка пастеризована. Дана сировина отримується за виробництва сиру кисломолочного.

Особливість його розрахунку полягає у подвійній нормалізації – одночасно по вмісту білка і вмісту жиру. Саме цього стосуються наступні дії

3. Визначення масової частки білка вихідного молока:

$$B_M = 0,5 \cdot Ж_{н.м} + 1,3$$

тут B_M – масова частка білка в молоці, %

$Ж_{н.м}$ – масова частка жиру незбираного молока, %; за умовою 3,55

$$B_M = 0,5 \cdot 3,55 + 1,3 = 3,075 \%$$

4. Масова частка жиру нормалізованої суміші – знаходимо наступним чином:

$$Ж_{н.с} = K_H \cdot B_M$$

Тут $Ж_{н.с}$ – масова частка жиру нормалізованої суміші

K_H – коефіцієнт нормалізації; $K_H=0,20-0,28$; приймаємо – 0,22

$$Ж_{н.с} = 0,22 \cdot 3,075 = 0,68 \%$$

5. Знайти кількість нормалізованої суміші, яка необхідна для отримання розрахованої за рецептурою маси сиру кисломолочного «Селянського»

$$M_{н.с} = \frac{H_B \cdot M_c}{1000},$$

Тут H_B т – норма витрати нормалізованої суміші у технологічному процесі. Залежить дана величина від необхідної масової частки жиру нормалізованої суміші.

Знаходять згідно додатків норм витрат [36]. У разі відсутності точних значень відповідності проводимо інтерполяцію.

Інтерполяція для даного розрахунку:

Тому проводимо інтерполяцію:

Масова частка жиру, %	X	Маса суміші, кг	Y
0,65	x_1	8603	y_1
0,68	x	?	y
0,7	x_2	7989	y_2

Значення норми витрат для шуканої жирності знаходимо за формулою:

$$y = y_1 + (x - x_1) \cdot \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)}$$

$$y = 8603 + (0,68 - 0,65) \cdot \frac{(7989 - 8603)}{(0,7 - 0,65)} = 8234,6 \text{ кг}$$

Методом інтерполяції визначили норму витрат – $H_v=8234,6 \text{ кг/т}$

$$M_{н.с} = \frac{8234,6 \cdot 1907,9}{1000} = 15710,8 \text{ кг}$$

6. Маса закваски у розрахунках не враховується, оскільки пропонується застосування сухої ліофілізованої закваски

7. Маса сироватки, що утвориться за технологічного процесу визначається за формулою:

$$M_{сир} = M_{н.с} \cdot B,$$

тут $M_{сир}$ – маса сироватки, кг

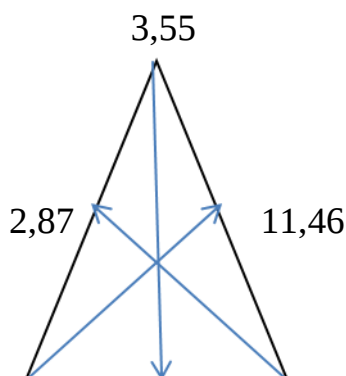
B – норма збору сироватки; 0,75–0,84; для сиру кисломолочного «Селянського» цей показник становить – 0,82

$$M_{сир} = 15710,8 \cdot 0,82 = 12882,9 \text{ кг}$$

8. Масу незбираномолочної сировини для отримання необхідної кількості суміші нормалізованої знаходимо графічним методом (по трикутнику), враховуючи існуючі норми витрат за нормалізації.

Оскільки вміст жиру вихідної сировини більший за вміст у суміші нормалізованій, то нормалізаційним компонентом є вершки. Приймаємо вміст жиру вершків, що утворяться 15,0 % - з перспективою виробництві на їх основі сметани.

Складаємо трикутник та пропорцію на його основі.



0,68 14,32 15,0

$$\frac{m_{\text{НС}}}{11,46} = \frac{m_{\text{НМ}}}{14,32} = \frac{m_{\text{В}}}{2,87}$$

$$\frac{15710,8}{11,46} = \frac{m_{\text{НМ}}}{14,32} = \frac{m_{\text{В}}}{2,87}$$

9. Маса незбираного молока звідси:

$$m_{\text{НМ}} = \frac{15710,8 \cdot 14,32}{11,46} = 18956,9 \text{ кг}$$

10. Маса незбираного молока з втратами:

$$m_{\text{НМ}}^{\text{В}} = m_{\text{НМ}} \cdot \frac{100}{100 - B_{\text{НМ}}}$$

Тут $B_{\text{НМ}}$ – коефіцієнт, що визначає втрати незбираного молока. $B_{\text{НМ}}=0,4 \%$

$$m_{\text{НМ}}^{\text{В}} = 18956,9 \cdot \frac{100}{100 - 0,4} = 19033,0 \text{ кг}$$

11. Маса вершків з пропорції буде:

$$m_{\text{В}} = \frac{15710,8 \cdot 2,87}{11,46} = 3934,6 \text{ кг}$$

12. Маса вершків з втратами:

$$m_{\text{В}}^{\text{В}} = m_{\text{В}} \cdot \frac{100 - B_{\text{В}}}{100}$$

$B_{\text{В}}$ – коефіцієнт втрат вершків; залежить від потужності виробництва

Для визначення коефіцієнта – знадять річну потужність виробництва

$$\text{РП} = \text{П} \cdot K_{\text{ЗМ}}$$

де РП – потужність виробництва – тобто річна переробка сировини.

П – змінна потужність переробки сировини підприємством, т/зм. У

даному випадку приймаємо – кількість розрахованого незбираного молока

$K_{\text{ЗМ}}$ – кількість змін; за роботи в 1 зміну це становить 300 змін

$$\text{РП} = 19,033 \cdot 300 = 5709,9 \text{ т/рік}$$

Згідно такої річної потужності дане виробництво відноситься до 1 категорії, і $B_{\text{В}}=0,17$

$$m_{\text{В}}^{\text{В}} = 3934,6 \cdot \frac{(100 - 0,17)}{100} = 3927,9 \text{ кг}$$

Загальні результати проведених розрахунків наведені у таблиці 5.

Таблиця 5. Зведена таблиця розрахунку

№ п/п	Назва молочної сировини	Маса , кг	М.ч.ж., %	Технологічний процес	Отримано
1	Молоко незбиране	19033,0	3,55	нормалізація	Нормалізоване молоко – м.ч.ж. 0,68% , 15710,8 кг Вершки з м.ч.ж. 15,0 %, 3927,9 кг
2	Нормалізоване молоко	15710,8	0,68	Сквашування, синерезис, отримання сиру кисломолочного	Сир кисломолочний з м.ч.ж. 5,0 %, 1907,9 кг Сироватка – 12882,9 кг
3	Сир кисломолочний Сироватка пастеризована	1907,9 200,9	5,0 -	Складання суміші, кутерування 19033	Десертна сиркова суміш, м.ч.ж. 3,5 % 2548,3 кг
3	Десертна сиркова суміш	2548,3	3,5	Фасування	Сирковий десерт – м.ч.ж. 3,5 %, 2500 кг

3.3. Апаратурно-технологічне забезпечення

Розрахунок обладнання провадився згідно проведеного розрахунку технологічної сировини та норм ефективного застосування устаткування [15].

Першим етапом виробництва є зберігання прийнятого незбираного молока. Його кількість відповідно розрахунків попереднього розділу становить 19033 кг. Цю операцію здійснюють у резервуарах (горизонтальних чи вертикальних). Рекомендовану ємність такого резервуару знаходимо з формули:

$$V = \frac{m_{\text{вх.сир}}}{n \cdot K}$$

де V – ємність резервуару, л

$m_{\text{вх.сир}}$ – маса вхідної сировини (молока незбираного) для резервування;

n – кількість резервуарів; зазвичай для одного виду продукту використовують 1 резервуар

K – коефіцієнт використання обладнання; його значення варіює залежно від операції технології; за зберігання $K=1$

$$V = \frac{m_{\text{вх.сир}}}{n \cdot K} = \frac{19033,0}{1 \cdot 1} = 19033,0 \text{ л}$$

Доцільним є застосування горизонтального резервуару В2-ОМГ-25 ємністю 25000 л.

Наступним етапом виробництва є термомеханічне оброблення сировини. Воно здійснюється на технологічній ділянці, що містить наступне обладнання: пластинчаста пастеризаційно-охолоджувальна установка, сепаратор-нормалізатор, гомогенізатор. Тому продуктивність таких агрегатів визначається продуктивністю ведучого. У даному випадку таким є термічне устаткування – пластинчастий теплообмінник.

Його рекомендовану продуктивність визначаємо за формулою:

$$\Pi = \frac{m_{\text{вх.сир}}}{T_{\text{еф}}}$$

$T_{\text{эф}}$ – тривалість роботи устаткування, що є економічно вигідною. Для теплообмінників прийнятним є ефективний час роботи 5-6т годин.

$$\Pi = \frac{19033,0}{5} = 3806,6 \text{ л/год}$$

Відтак доцільним є впровадження апаратів і машин, що мають потужність більше рекомендованої, що є перспективою для розширення виробництва. Тому – приймаємо потужність 5000 л/год. Та теплообмінник пластинчастий – установку ОПЛ-5, що призначена для кисломолочних продуктів: напоїв та сиру кисломолочного.

Фактичний час роботи цього обладнання буде:

$$T_{\phi} = \frac{m_{\text{вх.сир}}}{\Pi}$$

$$T_{\phi} = \frac{19033,0}{5000} = 3,81 \text{ год обто } 3 \text{ год. } 48 \text{ хв}$$

Синхронно з цією установкою будуть функціонувати і інші апарати цього вузла: сепаратор-нормалізатор, 5000 л/ год ОСН-3; відцентровий насос, 36-1Ц-2-8-20; гомогенізатор А1-ОГМ, 5000 л/год.

Подальша переробка сировини – це власне виготовлення сиру кисломолочного. Для цього застосовується механізована лінія зі зневоднювачем. Її рекомендовану продуктивність визначаємо з формули:

$$\Pi = \frac{m_{\text{нормалізованої суміші}}}{T_{\text{эф}}}$$

Ефективний час роботи приймають 5-6 годин. Для того, щоб сквашена сировина з кожного резервуару лінії (а в неї входять 5 ємностей марки Я1-ОСВ) проходила термообробку за орієнтовно годину.

$$\Pi = \frac{15710,8}{5} = 3142,2 \text{ л/год}$$

Доцільним є впровадження установки Я9-ОПТ-5 продуктивністю 5000 нормалізованої суміші (сквашеної) на годину.

Дійсний час роботи установки буде:

$$T_{\phi} = \frac{m_{\text{нормалізованої суміші}}}{\Pi}$$

$$T_{\phi} = \frac{15710,8}{5000} = 3,14 \text{ год. тобто } 3 \text{ год. } 9 \text{ хв}$$

Синхронно в установці працюють апарат теплової обробки згустку, зневоднювач, циліндричний охолоджувач 209-ОТД. У лінію входять 2 візки по 200 кг з підвісними шляхам.

Власне виробництво сиркового десерту розпочинається з підготовки компонентів. Серед інгредієнтів рецептури апаратурного оснащення для підготовки потребує гарбузовий шрот: необхідним є його набухання в пастеризованій і охолодженій сироватці.

Для цього процесу доцільним буде застосування ємнісного пастеризатора, в якому можна буде здійснити обидві операції. Його ємність визначаємо, базуючись на вазі сироватково-шротової суміші:

$$m_{\text{сироватк-шрот}} = 200,9 + 57,3 = 258,2 \text{ кг}$$

Можливими є застосування ванни тривалої пастеризації ВДП-300.

Для змішування компонентів та отримання однорідної консистенції пропонується застосування кутера.

Наявність у лінії Я9-ОПТ декількох візків дозволяє проводити періодичне кутерування. Доцільним буде застосування кутера ZTM 300 Meissner

Паралельно з цим буде проходити фасування готових виробів. Їх фасування передбачено в полістиролові стаканчики по 250 г.

Тоді рекомендована потужність фасування буде:

$$\Pi = \frac{m_{\text{сирков.суміш}}}{T_{\text{еф}} \cdot V}$$

Ефективний час роботи – рівний часу отримання сиру кисломолочного з додаванням часу на підготовчі операції та кутерування. Приймаємо – 4 години

$$\Pi = \frac{2548,3}{4 \cdot 0,25} = 2548,3 \frac{\text{уп}}{\text{год}} = 42,5 \text{ уп/хв}$$

Фасувальний апарат з подібною потужністю – це CFM-3L потужністю до 75-90 стаканів в хвилину. Приймаємо 40 стаканів в хвилину та знаходимо фактичний час роботи:

$$T_{\text{фак}} = \frac{m_{\text{сирк.суміш}}}{\Pi \cdot V}$$

$$T_{\text{фак}} = \frac{2548,3}{40 \cdot 60 \cdot 0,25} = 4,25 \text{ год тобто 4 години 15 хвилин}$$

На основі проведеного розрахунку складено апаратурно-технологічну схему десерту сиркового, що наведено на рисунку 3. Умовні позначення обладнання та технологічних потоків наведені в таблицях 6-7.

Таблиця 6. Зведена перелік обладнання

№ п/п	Назва обладнання	Тип, марка	Продуктивність, л, л/год,	Кількість
1	Резервуар горизонтальний	B2-ОМГ-25	25000	1
2	Насос відцентровий	36-1Ц-2-8-20	5000	5
3	Напірний бачок		150	1
4	Пластинчаста охолоджувально-пастеризаційно установка	ОПЛ-5	5000	1
5	Сепаратор-нормалізатор	ОСН-3Н	5000	2
6	Гомогенізатор	A1-ОГМ	5000	1
	Лінія Я9-ОПТ-5			
7	Резервуар	Я1-ОСВ-5	6300	5
8	Роторний насос	НРМ-5	5000	2
9	Апарат теплової обробки згустку	Я9-ОПТ-5/2	5000	1
10	Зневоднювач	Я9-ОПТ-5	5000	1
11	Циліндричний охолоджувач	209-ОТД	350-420 кг/год	1
12	Візок (транспортні шляхи)	Я9-ОПТ-5		2

13	Кутер	ZTM 300 Meissner	320	1
14	Ванна тривалої пастеризації	ВДП-300	300	1
15	Фасувальний апарат	CFM-3L	75-90 уп./хв	1

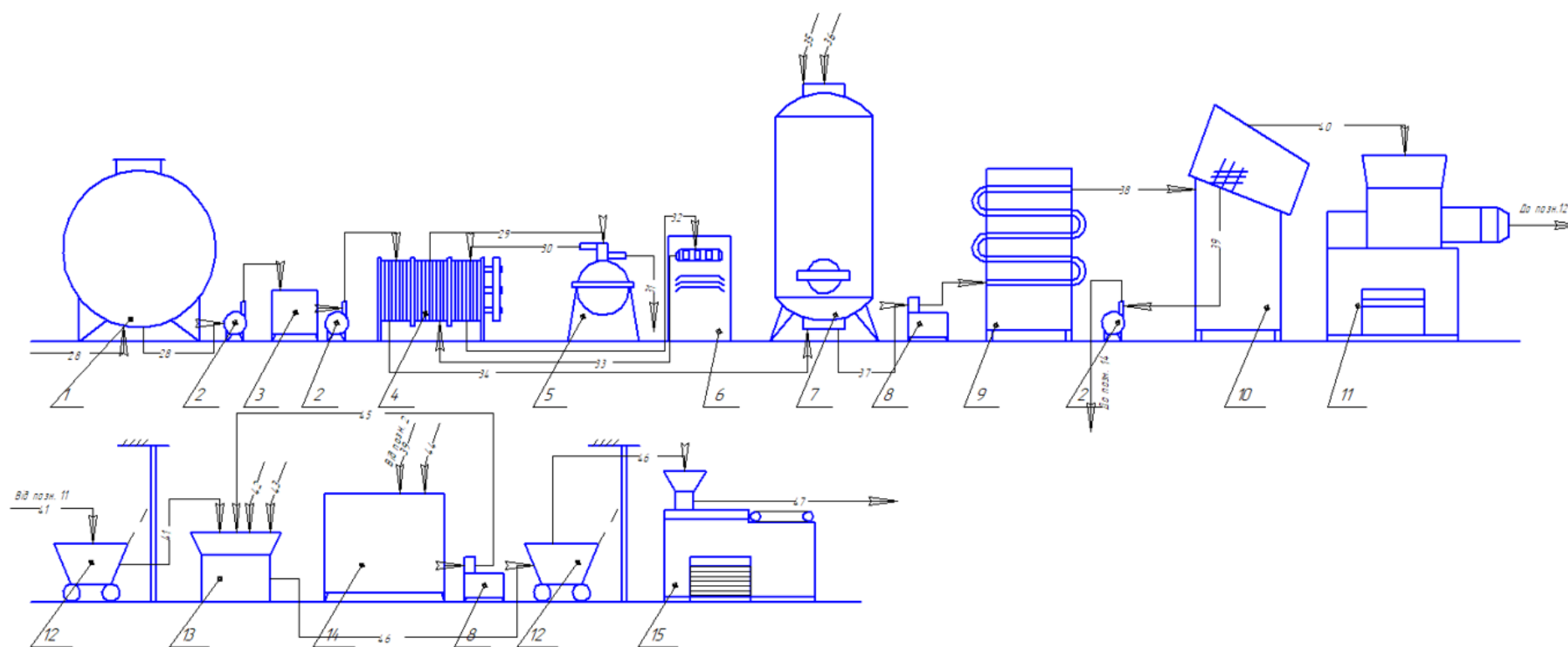


Рис.3. Апаратурно-технологічна схема сиркового десерту

Таблиця.7. Умовні позначення технологічних потоків

Умовне позначення	Вид робочого середовища трубопроводу
-28-	незбиране молоко
-29-	молоко, нагріте до 40-45 °С
-30-	нормалізована суміш
-31-	вершки
-32-	пастеризована нормалізована суміш
-33-	гомогенізована пастеризована нормалізована суміш
-34-	нормалізована суміш, охолоджена до заквашування
-35-	закваска
-36-	хлористий кальцій
-37-	сквашена суміш
-38-	суміш білкового згустку з сироваткою
-39-	сироватка
-40-	сир кисломолочний
-41-	охолоджений сир кисломолочний
-42-	цукор
-43-	родзинки
-44-	шрот гарбузовий
-45-	шрот гарбузовий, після вологотермічного оброблення в сироватці
-46-	сиркова суміш на сирковий десерт
-47-	фасований сирковий десерт

3.4. Обґрунтування удосконаленої технології сиркового десерту

Параметрична схема виробництва десерту сиркового наведена на рисунку 4.

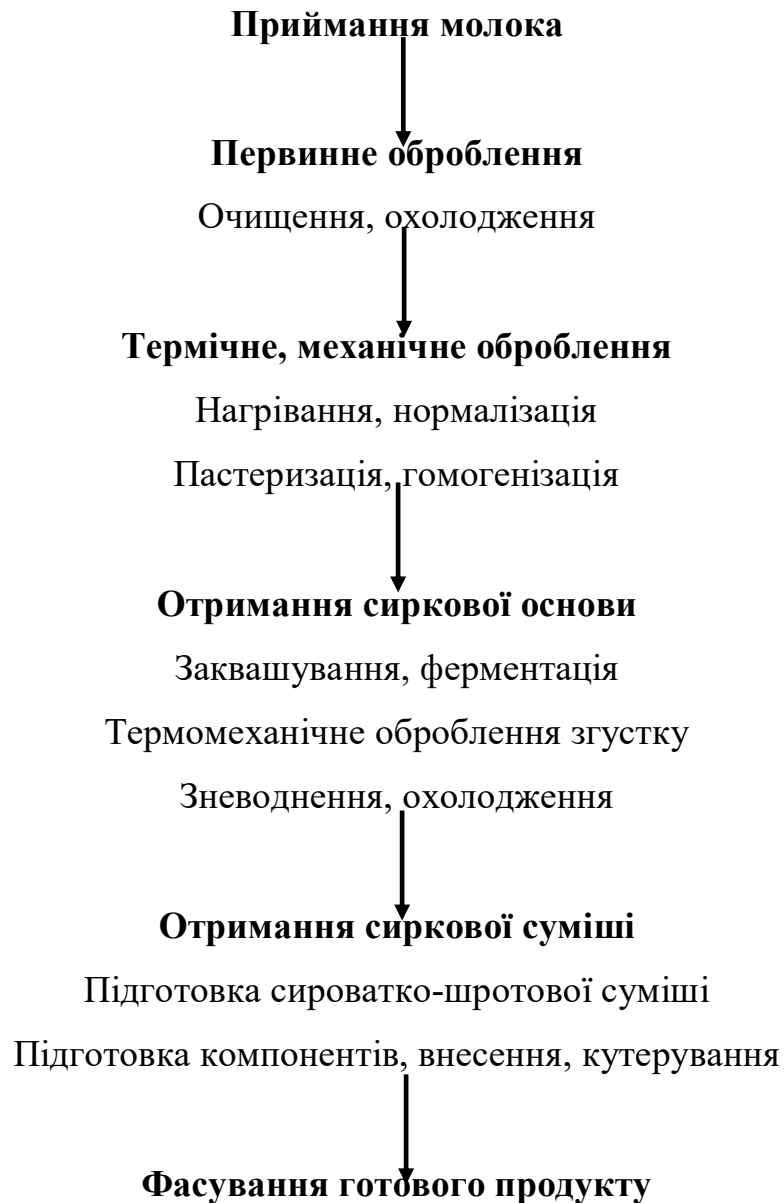


Рис. 4 Параметрична схема технології сиркового десерту

Молоко за приймання оцінюється згідно вимогам нормативно-технічної документації. Постійними показниками, що контролюються приймальною лабораторією є титрована кислотність і масова частка жиру. Перший показник відноситься до критичних, оскільки визначає можливість технологічного перероблення сировини.

За відповідності незбираного молока показникам якості, його очищають, охолоджують та подають у резервуар 1 для резервування.

За накопичення необхідної для переробки кількості сировини незбиране молоко 28 поступає на термомеханічне оброблення. Для цього спочатку поступає на пластинчасту охолоджувально-пастеризаційну

установку 4. Там в секції нагрівання сировина 28 підігрівається до 40-45 °С. Підігріта сировина 29 потрапляє у сепаратор-нормалізатор 5. Такі температурні режими сировини необхідні для забезпечення ефективності розділення на фракції: вершки 31, що направляються на подальшу переробку; та нормалізована суміш 30.

Вона повертається в ПОУ 4, в наступні секції нагрівання та пастеризації. За виробництва сиру кисломолочного застосовують невисокі термічні режими для того, щоб забезпечити краще відділення сироватки. У даному випадку температура пастеризації складає $(90\pm 2)^{\circ}\text{C}$ з витримкою 10 с. Такі режими забезпечать високий ефект пастеризації. Збільшення вологоутримуючого ефекту, до якого веде застосування підвищених термічних режимів, нівелюється застосуванням барабанного зневоднювача у технологічній лінії.

Саме по цій же причині у даній поточній лінії можливим є застосування гомогенізації. Зазвичай цей процес небажаний, бо погіршує якість згустку, уповільнює синерезис. Відтак наявність апарату для термомеханічного оброблення 9 та зневоднювач 10 забезпечують нормальний перебіг процесу відділення сироватки та формування білкового згустку. Гомогенізація ж необхідна для попередження відстоювання молочного жиру у вертикальних ємностях.

Пастеризоване молоко 32 подається у гомогенізатор 6, піддається обробці $p=(7,5\pm 2,5)$ МПа за $(60\pm 5)^{\circ}\text{C}$.

Гомогенізована пастеризована суміш 33 повертається в ПОУ 4, охолоджується до $(28-32)^{\circ}\text{C}$. Отримана охолоджена суміш 34 подається для ферментації у резервуари 7. Застосування горизонтальних ємностей – одна з причин необхідності гомогенізації. За відсутності цього процесу виникає небезпека розшарування негомогенізованої сировини за вмістом жиру.

У нормалізовану, термічно і механічно оброблену суміш 34 вносять суху закваску 35 DI-PROX M 231, хлористий кальцій 36, ретельно

перемішують та залишають суміш для ферментації Тривалість сквашування – до 10 годин, до наростання титрованої кислотності (70-90) °Т.

Сквашену суміш 37 обережно перемішують та гвинтовим насосом 8 перекачують на трубчастий пристрій 9 для термомеханічного оброблення. У ньому суміш 34 послідовно проходить наступні секції

- підігрівник – згусток підігрівають до (46-52) °С 2-2,5 хв;
- витримувач – підтримка заданої температури 1-1,5 хв;
- охолоджувач – згусток охолоджують до (30-40) °С.

Оброблений згусток 38 попадає на барабанний зневоднювач 10. Саме тут відбувається синерезис. Сироватка 39 відкачується насосом на подальшу переробку. Вологість у сирі кисломолочному 40 регулюють нахилом барабана зневоднювача 10.

Далі сир кисломолочний 40 потрапляє у циліндричний охолоджувач 11, де охолоджується до (8-12) °С.

Паралельно відбувається підготовка компонентів для виготовлення сиркового десерту. Цукор просіюють. Родзинки запарюють гарячою пастеризованою питною водою.

Сироватка 39 у необхідній кількості подається у ванну тривалої пастеризації 14. У ній її пастеризують за (72-78) °С та охолоджують до (42 ±2) °С. Вносять розраховану кількість шроту гарбузового. Залишають для набухання на 5-10 хвилин.

Підготовлені компоненти подають у кутер 13. Охолоджений сир кисломолочний 41 – за допомогою візка 12 з підвісними шляхами.

Тривалість кутерування – 20 хвилин. Тривалість необхідна для створення ніжної консистенції десерту. Адже відомо, що сир кисломолочний на лінії Я9-ОПТ має крупинчасту структуру. Тому необхідна подовжений процес кутерування.

Отримана гомогенна суміш 46 за допомогою візка 12 подається на фасувальний апарат, де відбувається фасування у полістирольні стаканчики.

Готовий сирковий десерт 47 подається у холодильну камеру, де здійснюється його доохолодження до (4 ± 2) °С.

Десерт має відповідати показникам, що приведені у таблицях 8-10.

Таблиця 8. Органолептичні показники десерту сиркового

Показник	Опис
Зовнішній вид, консистенція	Однорідна, в міру щільна, пластична, гомогенна консистенція з рівномірно розподіленими вкрапленнями шроту гарбузового та родзинками. При зберіганні не змінюється
Смак	Чистий, кисломолочний, в міру солодкий, зі смаком внесених наповнювачів
Аромат	Чистий, кисломолочний з ароматом внесених наповнювачів
Колір	Однорідний, білий з кремовим відтінком, обумовлений кольором внесених наповнювачів

Таблиця 9. Фізико-хімічні показники десерту сиркового

Показник	Значення
Масова частка жиру, %, не менше	3,5
Вміст сухих речовин, %	33,68
Масова частка цукрози, %, не менше	10,0
Титрована кислотність, °Т, у межах	150-220
Фосфатаза	Відсутня

Таблиця 10. Мікробіологічні показники десерту сиркового

Показник	Значення
Кількість молочнокислих бактерій в 1 г, не менша	10^6
Бактерії групи кишкової палички (коліформи) в 0,001 г продукту	Не дозволено
Кількість пліснявих грибів в 1 г продукту, КУО, не більше ніж	50

Кількість дріжджів в 1 г продукту, КУО, не більше	100
Патогенні мікроорганізми, у тому числі сальмонели в 25 г продукту	Не дозволено
Золотистий стафілокок в 0,01 г продукту	Не дозволено

Термін зберігання виробу – 5 діб [28].

4. Контроль безпечності та якості продукту, екологізація виробництва

Будь-який харчовий продукт, що випускається підприємством має відповідати вимогам якості та безпечності.

Щодо якості – то це поняття комплексне. Воно включає в себе притаманність продукту таких властивостей і характеристик, що відповідають вимогам споживача. Водночас – сюди відноситься і процес отримання виробу.

І загалом система управління якістю – стосується до всього процесу створення, виробництва, шляху до споживача та презентації йому [18].

Нині у виробництві для гарантування безпеки застосовується система НАССР – система аналізу ризиків у критичних контрольних точках (ККТ).

Її суть полягає у тому, що усе виробництво продукції: від отримання сировини і до кінцевого етапу: потрапляння виробу до споживача – розглядається як система ланцюга з багатьох блоків. І на кожному етапі виробництва його аналізують на наявність так званих критичних контрольних точок.

Ці точки – це реальні потенційні загрози порушення безпеки через перевищення меж факторів ризику – механічних, біологічних або хімічних.

Система НАССР впроваджується упродовж усього ланцюга просування виробу. Тому одним із її гасел є – «від вил до вилки» [8].

У межах харчового підприємства вона базується на схемах технохімічного та мікробіологічного контролю виробів, на основі яких і проводять аналіз потенційних ризиків та загроз виробництва.

Для гарантованої безпечності та якості розробленого сиркового десерту розроблено схему технохімічного контролю, приведену у таблиці 11.

Таблиця. 11. Схе́ма технохімічного контролю сиркового десерту

Об'єкт	Контрольний показник	Періодичність контролю	Відбір проб
1	2	3	4
Сир кисломолочний	Органолептичні показники	Через кожну годину	В кожній партії
	Температура, °C	те саме	те саме
	Кислотність, °T; pH	те саме	те саме
Продовження таблиці 11			
1	2	3	4
	Масова частка вологи	щоденно	те саме
	Маса	те саме	те саме
Пастеризація сироватки	Температура, °C	на початку процесу та через кожні 20 хвилин	в кожній партії
Приготування сироватко-шротової суміші	Температура, °C	щоденно	в кожній партії
	Тривалість, год	те саме	те саме
Просіювання цукру	Наявність механічних домішок	те саме	те саме
Дозування компонентів	Вага, г	те саме	те саме
Приготування замісу, кутерування	Температура, °C	щоденно	в кожній партії
	Тривалість кутерування, хв.	те саме	те саме
Сирковий десерт перед фасуванням	Органолептичні показники	щоденно	з кутера, з кожної партії
	Кислотність, °T; pH	те саме	те саме
	Масова частка жиру, %	те саме	те саме
	Масова частка цукру, %	1 раз в декаду	те саме
	Масова частка вологи, %	те саме	те саме
	Температура, °C	те саме	те саме
Фасування	Маса, г	те саме	на початку фасування та через кожну годину
Готовий продукт	Органолептичні показники	те саме	В кожній партії
	Температура, °C	те саме	те саме
	Кислотність, °T, pH	те саме	те саме
	Масова частка жиру,	те саме	те саме

	%		
	Масова частка вологи, %	те саме	те саме
	Ефективність пастеризації. %	те саме	те саме

Згідно аналізу даної технології та спираючись на літературний огляд попередньо проведених досліджень [9] визначено критичні контрольні точки процесу.

Зі стадії виробництва самого сиру кисломолочного сюди відносяться – пастеризація та сквашування нормалізованої суміші.

На етапі пастеризації виникає мікробіологічний ризик існування у сировині надмірної кількості залишкової мікрофлори, що не була знищена за термічного оброблення. За відсутності необхідної ефективності пастеризації це може спричинити загрозу життю і здоров'ю споживачів.

Друга ККТ процесу отримання основи для сиркових десертів – це ферментація нормалізованої суміші. За її перебігу загрозою є розвиток сторонньої мікрофлори, що теж може спровокувати загрозу безпечності, нешкідливості для споживачів.

Ці ККТ несуть мікробіологічні ризики. За виробництва власне десерту мають місце і механічні ризики.

Так на етапі приготування компонентів до ККТ відносять – просіювання цукру та підготовку родзинок. Це – механічний фактором ризику. Він передбачає можливість наявності сторонніх домішок у даних компонентах. Для запобігання їх перевіряють за допомогою феромагнітного оброблення

Мікробним ризиком етапу підготовки компонентів є приготування сироватко-шротової суміші. Тут ККТ виступає пастеризація сироватки, яка теж є можливим джерелом мікробного обсіменіння.

Врахування цих ККТ у загальну схему виробництва – запорука гарантованої якості та безпечності сиркового десерту.

Окрім нешкідливості виробництва для людини важливими етапом є і забезпечення нешкідливості для навколишнього середовища.

Дотримання екологічних правил виробництва – це основа стратегії сталого розвитку, що на сьогодні прийнята провідною у всьому світі.

Прийняття необхідності, перш за все, дотримання щадних технологій задля збереження навколишнього середовища – перша сходинка для добробуту людства в цілому.

У виробництві сиркових десертів основними критичними чинниками, що можуть призвести до негативних екологічних наслідків є:

- використання води;
- утворення гарячих енергоресурсів;
- використання енергоресурсів;
- утворення агресивних харчових середовищ [16].

Останній фактор є досить вагомим. Адже, за виробництва сиру кисломолочного приблизно 80 % сировини перетворюється у сироватку, яку після цього необхідно утилізувати.

Сироватка є досить агресивним харчовим середовищем . Її активна кислотність становить нижче 4,6-4,7. За умови виробництва казеїну ці показники можуть бути і значно менші.

Досвід використання сироватки минулого століття є досить критичним. Її вважали вторинною сировиною, позбавленої цінності. Та просто виливали у навколишнє середовище (зазвичай у водні об'єкти).

Наслідок такої діяльності виявився у забрудненні річок, збільшенні кількості у них водоростей, загибелі риби. Це пояснюється високими показниками ХСК сироватки – 70000-80000 мг O_2 /дм³ [16].

Нині найбільш раціональним шляхом поводженням з сироваткою є її повне перероблення на продукти. Відтак необхідним є створення умов для її використання. Оскільки відомим є факт, що за 12 годин її зберігання 25 % її енергетичної цінності зменшується. Мікрофлора у ній продовжує

розвиватися. Внаслідок цих неконтрольованих процесів отримується сировина, непридатна до використання [42].

Шляхами використання сироватки є:

- виготовлення сироваткових напоїв на основі сироватки неосвітленої;
- виробництво з сироватки лактози;
- виділення з сироватки сироваткових білків та використання їх у якості добавок;
- використання безбілкової сироватки як основу для квасів;
- виготовлення сухих сироваткових добавок;
- використання сироватки у суміжних харчових галузях, наприклад у виробництві хліба;
- використання у годівлі тварин;
- виробництво кормових добавок тощо.

Застосування таких шляхів розвитку збільшує прибутковість підприємства та знижує навантаження на довкілля.

За даного виробництва пропонується в майбутньому організувати переробку сироватки на виробництва сироваткових напоїв.

4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Розрахунок економічних витрат у харчовій промисловості базується на поділі основних затрат по статтям калькуляції.

В них виділяють – сировину і основні матеріали, транспортні витрати, допоміжні, енерговитрати, заробітна плата, відрахування на соціальні заходи, затрати на утримання та експлуатацію обладнання.

Загалом отримані дані згідно статей калькуляції складають виробничу собівартість, з якої знаходять повну собівартість.

За розрахунку запропонованої продукції спиралися на загальні принципи знаходження затрат, середні ціни на сировинні ресурси та вартість обладнання згідно даних у Інтернет-ресурсах [19, 21, 32, 34, 38, 39]. За вибору устаткування орієнтувалися на застосування, як нових машин і апаратів, так і бувших у вживанні, що є більш доступним в реаліях сьогодення.

Першочергово, було прораховано вартість устаткування для даного виробництва. Результати приведено у таблиці 12.

Таблиця 12. Вартість устаткування для даного виробництва

№п/п	Найменування обладнання	кількість	Ціна за одиницю, тис. грн	Вартість всього
1	Резервуар В2-ОМГ-25	1	110	110
2	Насос відцентровий 36-1Ц-2-8-20	5	18	90
3	Пластинчаста охолоджувально-пастеризаційно установка ОПл-5	1	350	350
4	Сепаратор ОСН-3Н	1	512,5	512,5
5	Гомогенізатор А1-ОГМ	1	470	470
6	Лінія Я9-ОПТ	1	4800	4800
7	Кутер ZTM 300 Meissner	1	88	88
8	Фасувальний автомат CFM-3L	1	492	492
9	Ванна тривалої пастеризації ВДП-300	1	38	38
Разом вартість обладнання				6950,5
Монтаж обладнання, 10 %				695,05

Додатково обладнання та матеріали, 20 %	1390,1
Загальні витрати на обладнання	9035,65

Згідно методик, прийнятих для розрахунку у харчовій промисловості, знайдено основні показники, наведені у таблиці 13.

Таблиця 13. Основні показники виробництва сиркового десерту

Показник	Значення, тис. грн./т
Повна собівартість	147,3
Рентабельність, %	8,3
Прибуток	12,23
Оптова ціна підприємства	159,53
Оптово-відпускна ціна	191,43
Роздрібна ціна	258,43

Згідно формул визначаємо економічну ефективність

$$E = P \cdot 0,7 - \varepsilon \cdot K_d$$

де E – економічний ефект, за рік

P – прибуток, тис. грн., за рік

ε – коефіцієнт, що враховує економічності капіталовкладень; 0,15

K_d – додаткові капіталовкладення; (обладнання, витрати на нього)

Прибуток за рік визначаємо на основі технологічного розрахунку.

Згідно нього за добу виготовляється 2,5 т виробу. Кількість робочих змін згідно норм проектування – 300.

Річний прибуток:

$$P = 2,5 \cdot 300 \cdot 12,23 = 9172,5 \text{ тис. грн.}$$

$$E = 9172,5 \cdot 0,7 - 0,15 \cdot 9035,65 = 5065,4 \text{ тис. грн}$$

Термін окупності рахують за формулою:

$$T = \frac{K_d}{\Pi \cdot 0,7}$$

$$T = \frac{5065,4}{9035,65 \cdot 0,7} = 0,8 \text{ року}$$

Отримані розраховані результати підтверджують економічну доцільність пропонованих рішень

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

1. Сиркові десерти – продукти підвищеної біологічної цінності. Удосконалення їх виробництва можливе за рахунок оптимізації технологічного оснащення та моделювання нових рецептур.
2. Запропоновано застосування у технології сиркових десертів як основи – лінію Я9-ОПТ з високим ступенем механізації, що забезпечить гарантовану якість та нешкідливість готових виробів.
3. Задля удосконалення рецептурного складу сиркових виробів перспективним є застосування рослинної сировини. Раціонально застосовувати її вологотермічне оброблення шляхом використання молочної сироватки
4. Запропоновано виробництво сиркового десерту, що містить шрот гарбузовий у кількості 2,25 % з його попереднім вологотермічним обробленням у сироватці молочної у співвідношенні 1:3,5.
5. Здійснено продуктовий розрахунок. Знайдено, що для виробництва 2,5 т сиркового десерту необхідно 19033,0 кг молока незбираного з масовою часткою жиру 3,55%
6. Проаналізовано вимоги до сировини для даного десерту.
7. Проведено розрахунок апаратурно-технологічного забезпечення, здійснено підбір обладнання та складено апаратурно-технологічну схему десерту.
8. Запропоновано технологічні рішення для здійснення запропонованої удосконаленої технології виробу.
9. Розроблено схему технохімічного контролю десерту; виявлено критичні контрольні точки процесу.
10. Визначено основні екологічні критичні точки та запропоновано альтернативні шляхи їх вирішення.

11. Проведено аналіз економічних витрат та знайдено основні економічні показники. За використання вихідних даних термін окупності виробництва становить 0,8 року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Білоцерківська Н. В., Шутюк В.В. Дослідження впливу попередньої обробки на тривалість сушіння винограду *Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції – основні засади її конкурентоздатності*: Матеріали VI Міжнародної спеціалізованої науково- практичної конференції, 12 вересня 2017 р., м. Київ. – К. : НУХТ, 2017. - С. 132.
2. Визначення показників якості альбумінної пасти з клітковиною / Грек О.В., Онопрійчук О.О, Тимчук А.В., Овсієнко К.В. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2017. Т. 23. № 6. С. 149-157. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npnukht_2017_23_6_19
3. Грек О. В., Поліщук Г.Є., Ковбаса В.М. Екструдований рис в кисломолочних продуктах. *Таврійський науковий вісник*. 2000. Вип. 42. С.124-127.
4. Грек О., Онопрійчук О., Тимчук А. Математичне моделювання показників альбуміно-рослинних сумішей після розморожування *Продовольча індустрія АПК*. 2014. № 2. С. 15-17.
5. Грек О.В., Красуля О.О. Визначення форм зв'язаної вологи в сироваткових напоях з харчовими волокнами *Харчова промисловість*. 2013. № 14. С. 58-62. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Khp_2013_14_15
6. Грек О.В., Поліщук Г.Є., Онопрійчук О.О. Технологія продуктів зі знежиреного молока, молочної сироватки і маслчанки Київ: НУХТ, 2011 210 с.
7. Грек О.В., Скорченко Т.А. Технологія сиру кисломолочного та сиркових виробів. К.: НУХТ, 2009. 235 с.
8. Димань Т.М., Мазур Т.Г. Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів: підкрчник. К.: ВЦ «Академія». 2011. 520 с.
9. Довгоп'ятий В.А., Попова Н.В. Обґрунтування вибору критичних контрольних точок на підприємстві молочної пнромисовості. *Якість і*

- безпека харчових продуктів*: Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 20-21 листопада 2019 р. К.: НУХТ, 2019. С.73-74
10. ДСТУ 3662:2018 Молко-сировина коров'яче. Технічні умови. Київ: ДП «УкрНДНЦ». 2018. С.
 11. ДСТУ 4503:2005 Вироби сиркові. Загальні технічні умови. Київ: Держспоживстандарт України. 2006. С. 17
 12. ДСТУ 4623:2023 Цукор. Технічні умови ДП «УкрНДНЦ», 2023. С. 22
 13. ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості Діючий з 1.02.2015. ДП «УкрНДНЦ».
 14. ДСТУ ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015, IDT) Системи управління якістю. Вимоги. Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2016. С. 30
 15. Єресько Г.О., Шинкарик М.М., Ворощук В.Я. Технологічне обладнання молочних виробництв. К: фірма «ІНКОС», Центр навчальної літератури. 2007. 344 с.
 16. Запольський А.К., Українець А.І. Екологізація харчових виробництв. К.: Вища школа. 2005. 423 с.
 17. Куніченко В.С., Іораш С.М. Удосконалення технології сиркових виробів Наукові пошуки молоді у ХХІ столітті. *Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва, харчові технології*: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції магістрантів і молодих дослідників. 30 жовтня 2024 р. м. Білоцерківський НАУ. С.75-77.
 18. Лозова Т. М., Сирохман І.В. Управління якістю та безпечністю продукції харчової галузі: підручник. Львів: Видавництво «Растр-7», 2018. 400 с
 19. Марєви Т. Методи обліку витрат і калькулювання собівартості продукції *Бухгалтерський облік і аудит*. 2011. № 12. с. 19-25.
 20. Овсієнко К.В., Тимчук А.В., Грек О.В. Визначення форм зв'язку вологи в сироватко-вершковому сирі з харчовими волокнами. *Наукові праці*

- Національного університету харчових технологій*. 2021. Т. 27. № 6. С. 169-178. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npnukht_2021_27_6_19
21. Пакувальні технології "PackTech" веб-сайт URL: <https://pack-tech.com.ua/ua/p1425325569-oborudovanie-dlya-fasovki.html>
 22. Пат. 109601 Україна, МПК A23 C23/00, А 23С 19/09. Спосіб виробництва сиркового продукту / Іванов С.В., Грек О.В., Красуля О.О.; № а201406507; заявл. 11.06.2014; опубл. 10.09.2015, Бюл. №17
 23. Пат. 19136 Україна, МПК A23 C23/00. Спосіб виробництва сиркового продукту зі складовими рослинного походження / Українець А.І., Грек О.В., Потапенко С.І., Онопрійчук О.О. ; заявник та патентокористувач НУХТ. – № u200602564; заявл. 09.03.2006; опубл. 15.12.2006, Бюл. №12
 24. Пат. 34744 Україна, МПК A23 C19/076. Спосіб виробництва сиру кисломолочного з наповнювачем / Ромоданова В.О.,Гречко Н.Я., Мінорова А.В., Бабенко О.Б.; заявник та патентокористувач УДУХТ. – № 99073729; заявл. 1.07.1999; опубл. 15.03.2001, Бюл. № 2
 25. Пат. 38974 Україна, МПК A23 C19/076. Спосіб виробництва кисломолочного сиркового десерту / Ромоданова В.О., Мінорова А.В., Ющенко Н.М., Кочубей О.В.; заявник та патентокористувач УДУХТ. – № 2000127230; заявл. 15.12.2000; опубл. 15.05.2001, Бюл. № 4
 26. Пат. 43515 Україна, МПК A23 C23/00. Спосіб виробництва сиркової пасти / Млечко Л.А., Масіч Л.В., Пічкур Т.В., Костриця В.Г.; заявник та патентокористувач ТІММ. – № 2000127091; заявл. 11.12.2000; опубл. 17.12.2001, Бюл. № 11
 27. Пат. 58976 Україна, МПК A23 C9/00. Спосіб виробництва сиркового десерту / Українець А.І., Поліщук Г.Є., Грек О.В., Коровіна Н.В., Красінська О.В.; заявник та патентокористувач НУХТ. – № 2002129603; заявл. 2.12.02; опубл. 15.08.0, Бюл. № 8
 28. Пат. 8726 Україна, МПК A23C23/00. Спосіб виробництва сиркового десерту / Л.М. Хомічак, О.В. Грек; Г.Є. Поліщук; О.О. Онопрійчук;

- заявник та патентокористувач НУХТ. – № 200501396; заявл. 15.02.05; опубл. 15.08.05, Бюл. № 8
29. Пат. 95371 Україна, МПК А 23С 23/00. Спосіб виробництва сиркового продукту / Іванов С.В., Грек О.В., Красуля О.О.; № u201406513; заявл. 11.06.2014; опубл. 25.12.2014, Бюл. №24
30. Пат. 95372 Україна, МПК А23 С19/00, А 23С 23/00. Спосіб виробництва сиркового продукту / Іванов С.В., Грек О.В., Красуля О.О.; № u201406515; заявл. 11.06.2014; опубл. 25.12.2014, Бюл. №24
31. Пересічний М.І., Пересічна С.М. Науки про харчування: сучасні тенденції формування і розвитку *Науковий погляд у майбутнє*. 2017. №05-01. с.45-50.
32. Собівартість продукції *LIGA 360* веб-сайт URL: https://ips.ligazakon.net/document/bz013276?ed=2021_09_28
33. Сучасний підхід до розроблення технології сиркових виробів. / Тимчук А. та ін. *Продовольча індустрія АПК*. 2015. №1-2. С.25-29.
34. Технологічне обладнання. *Торговельне обладнання КОРАЛ* веб-сайт URL: <https://koral.biz.ua/kutter-ztm-125l-meissner-b-u?gclid=>
35. Технологічні розрахунки в молокопереробній галузі: Робочий зошит для виконання практичних та індивідуальних завдань з дисципліни «Технологічні розрахунки» здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 181 «Харчові технології» / Гребельник О.П. та ін. Біла Церква, 2023. – 46 с.
36. Технологічні розрахунки у молочній промисловості: навч.посіб. / Г.Є. Поліщук та ін. К.: НУХТ, 2013. 343 с.
37. Технологія незбираномолочних продуктів / Скорченко Т.А., Поліщук Г.Є., Грек О.В., Кочубей О.В. : навч. посіб.; за ред. Т.А. Скорченко. Вінниця: Нова Книга.2005. 264 с.
38. Товари і послуги *Agro-teh* веб-сайт URL: https://agro-teh.com.ua/ua/p843469741-mashina-dlya-fasovki.html?source=merchant_center&gad_source=1&gclid=CjwKCAjw362

4BhBAEiwAkxgTOi4BbRc3jE9Y Cp5oCQIYwdl1m8Rw0fM3XTMHpFqep
KUqEzdIgka3xhoCv_8QAvD_BwE

39. Шрот з насіння гарбуза. *Greenheal*: веб-сайт URL:
https://greenheal.com.ua/products/boroshno-z-makukhy-harbuzovoho-nasinnya?srsltid=AfmBOoo2JsBs4dNzKlQU2EfzP6RR76sEeEwIAiSTWe5QS951wn_pIR73
40. Ягелюк С.В.. Експертиза якості плодоовочевої продукції. *Сільськогосподарські машини*. 2022. №48. С. 118-124.
41. Якість полікомпонентних згустків, одержаних термокислотним осадженням білків молока / Пшенична Т. та ін. *Продовольча індустрія АПК*. 2018. № 1. С. 24-29. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Piapk_2018_1_7
42. Яцков ВМ., Корчик Н.М. Екологічні аспекти переробки молочної сироватки. *Актуальні питання хімії та інтегрованих технологій: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. присвяченої 100-річчю ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, Харків, 7 червня 2022 р. Харків: ХНУМГ. с. 48*
https://science.kname.edu.ua/images/dok/konferentsii/2022/Tezy_2022/Konferencia_07_06_22_himiiia.pdf
43. Esther J. P. de Kort Influence of calcium chelators on concentrated micellar casein solutions: from micellar structure to viscosity and heat stability PhD thesis, Wageningen University. Wageningen, NL, 2012. 153 p