

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра харчових технологій

Допущено до захисту
“_____” _____ 20__ р.
Зав. кафедри
_____ Андрій ЧЕРНЕГА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
(ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ)
БАКАЛАВРА

ПРОЕКТ БУДІВНИЦТВА ЗАВОДУ
ШВИДКОЗАМОРОЖЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ У
М. ПОДІЛЬСЬК ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Виконала: студентка II курсу, групи 21-к-т
освітньої програми «Харчові технології»
спеціальності 181 «Харчові технології»
Хлівна Ганна Юріївна

Науковий керівник – д.т.н., професор
Заморська Ірина Леонідівна

ЗМІСТ

Анотація	4
1. Обґрунтування виробництва замороженої продукції	6
1.1. Теоретичне обґрунтування виробництва розробленого асортименту замороженої продукції	6
1.2. Техніко-економічне обґрунтування	11
2. Технологічна частина	13
2.1. Характеристика сировини і допоміжних матеріалів	13
2.1.1. Сорти	13
2.2. Транспортування, приймання і зберігання	13
2.3. Технологія виробництва	15
2.3.1. Обґрунтування вибору технологічних схем	16
2.3.2. Технологічні схеми виробництва	18
2.3.3. Опис технологічних схем	21
2.3.4. Хіміко-технологічний та мікробіологічний контроль виробництва консервів	22
2.3.5. Вимоги до якості готової продукції, стандарти	22
2.3.6. Утилізація відходів	23
2.4. Продуктові розрахунки	23
2.4.1. Графік надходження сировини	23
2.4.2. Графік роботи ліній	24
2.4.3. Програма роботи підприємства	24
2.4.4. Розрахунок норм витрат, потреб і руху сировини та матеріалів для виробництва перцю солодкого цілого швидкозамороженого	24

2.4.5. Розрахунок норм витрат, потреб і руху сировини та матеріалів для виробництва груш заморожених цілими плодами.....	26
2.4.6. Розрахунок норм витрат, потреб і руху сировини та матеріалів для виробництва пюре кизилового з цукром швидкозамороженого.....	27
3. Підбір і розрахунки обладнання.....	30
3.1. Таблиця підбору обладнання.....	30
3.2. Розрахунки обладнання.....	33
3.3. Розрахунок витрат холоду на заморожування	35
3.4. Розрахунки площ.....	36
4. Охорона праці.....	39
5. Охорона навколишнього середовища.....	41
<i>Висновки.....</i>	<i>42</i>
<i>Список використаної літератури.....</i>	<i>43</i>
Додатки.....	49

АНОТАЦІЯ

Актуальність теми. Кращому збереженню корисних речовин в плодах і ягодах сприяє заморожування при низьких температурах. Це дозволяє не тільки максимально зберегти харчові переваги та вітамінний склад плодів і ягід а і забезпечити їх цілорічну реалізацію. Заморожені овочі, плоди і ягоди, а також продукти їх переробки відрізняються значним вмістом вуглеводів, фенольних сполук, білків [1].

Харчування – один з найважливіших чинників, що зумовлює стан здоров'я сучасної людини, що пов'язує його з навколишнім середовищем і впливає на здатність організму протистояти несприятливим діям. Тому виробництво продуктів, що характеризуються підвищеною харчовою та біологічною цінністю, високими споживчими властивостями, є актуальною проблемою для України, яка опинилась в умові екологічної й економічної кризи.

Процес заморожування сприяє збільшенню терміну придатності харчових продуктів за неістотних змін їхньої харчової та поживної цінності. Зміна раціону харчування населення, прискорення темпу життя і збільшення частки зайнятих жінок, поява інноваційних технологій переробляння сировини, розширення асортименту замороженої продукції сприяє збільшенню обсягів її споживання [2].

Ефективність заморожування підтверджено численними експертними дослідженнями, хіміко-технологічною оцінкою заморожених і дефростованих напівфабрикатів, їх належними споживчими характеристиками і постійно зростаючим попитом у споживачів [3].

Розвиненими країнами світу оцінено переваги технологій заморожування плодоовочевої сировини, що призвело до збільшення частки споживання заморожених продуктів у США до 70%, а в країнах близького зарубіжжя – 20%. Однак, в Україні аналогічні показники набагато нижчі, що

створює передумови для розширення асортименту плодоовочевої замороженої продукції українського виробництва [4].

Новизна проекту. На проектованому підприємстві передбачено виробництво наступних видів швидкозамороженої продукції: перець солодкий цілий швидкозаморожений, груші заморожені цілими плодами, пюре кизилowe з цукром швидкозаморожене. запланований асортимент продукції вироблятиметься на сучасному обладнанні з високою енергоефективністю та можливостями подальшого розширення асортименту продукції за його використання. Для фасування продукції передбачено використовувати картонну тару, зокрема картонні стакани масою до 0,5 кг для виробництва пюре кизилового з цукром.

Практичне значення проекту полягає у забезпеченні робочими місцями 65 осіб з випуском продукції обсягом 4491 т на рік, прибутком у розмірі 17040,5 тис. грн. за 22,5 % рівня рентабельності.

РОЗДІЛ 1. ОБГРУНТУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА ЗАМОРОЖЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ

1.1. Теоретичне обгрунування виробництва розробленого асортименту замороженої продукції

За даними журналу «Садівництво та Овочівництво. Технології та Інновації» ситуація на ринку замороженої продукції у 2022 році практично не змінилася порівняно з попереднім роком, що зумовлено розташуванням основних компаній з переробки та заморожування плодів та овочів на заході та в центрі України, де ситуація не така складна, як у східних чи південних областях. Підприємствами вироблено значні обсяги замороженої продукції. Одак, європейські компанії придбали значні обсяги замороженої продукції заздалегідь, що призвело до зменшення об'ємів експорту з України в новому сезоні. Рівень споживання продуктів харчування через високі минулорічні ціни на сировину, а також здорожчання впав на 30–40 % [5].

У світі продукується і споживається велика кількість заморожених фруктів та овочів. З овочів у великій кількості виробляють картоплепродукти, зелений горошок, солодкий перець, цукрову кукурудзу, квасолю, томати та ін. З фруктів – полуницю, малину, чорну смородину, чорницю, черешню та ін. Світовим монополістом з експорту замороженої продукції є Польща, яка є основним постачальником цієї продукції до країн Європейського Союзу [6].

За рахунок розширення асортименту заморожених плодів та овочів населення України забезпечується високоякісними збалансованими за складом харчовими продуктами, лікувальним та функціональним харчуванням, зменшуються витрати на приготування різноманітного асортименту страв, швидко планується меню [4].

Орієнтація населення на збільшення частки свіжих овочів та фруктів у раціоні харчування, компенсуючи сезонність їх споживання та зростаючий

інтерес до споживання переробленої продукції з рослинної сировини, виготовленої з використанням економних методів консервування, які забезпечують збереження індивідуальних органолептичних характеристик різних видів фруктів і овочів, зростає з кожним роком [7].

Обсяги виробництва заморожених овочів у 2022 році однозначно зменшились, адже найбільший регіон з їх виробництва певний час був під окупацією. Це вплинуло як на ринок свіжих овочів, так і, відповідно, заморожених. Фрукти в Україні майже не заморожувалися, або ж в обмежених кількостях — персик, абрикос, слива. Тому особливих змін цього року в їхніх обсягах не відчувається [8].

Впродовж останніх років зростає тенденція до виробництва і споживання напівфабрикатів, перших і других страв, десертів, десертів, соків значно зросло як в Україні, так і в усьому світі. Кожна країна виробляє продукцію з урахуванням специфіки регіону, клімату, національних традицій, видів фруктів і овочів, пристосованих до вирощування в різних агрокліматичних умовах [9].

Низькотемпературне заморожування дозволяє максимально зберегти натуральні властивості сировини. В заморожених продуктах відсутній метаболізм, проте відбуваються певні зміни органолептичних властивостей і хімічного складу продукції, в міру вияву яких визначають придатність продукту до заморожування [7]. На думку науковців особливу увагу варто приділити інтенсифікації процесів холодильного оброблення сировини, нестійкої при зберіганні, з високою оводненістю тканин, можливістю розвитку збудників мікробіологічного псування, і, як наслідок, до зниження харчової і біологічної цінності сировини та отриманих з них продуктів [4].

Плоди перцю (*Capsicum annuum* L.) належать до родини пасльонових (*Solanaceae*), разом з томатами представляючи групу плодоовочевих продуктів, які є одними з найбільш споживаних у всьому світі і, мають велике економічне та харчове значення [10].

Доведено залежність вмісту капсаїцину та цукрів від генотипу перцю, що можуть сягати значень, аналогічних до значень помідорів або моркви на стадії повної стиглості (30–50 г 100 г⁻¹ сирої речовини) [11].

Вміст сухих речовин у плодах перцю солодкого коливається від 6,0 до 14,4 %, з яких 28,0–52,7 % складають цукри, 1,8–9,4 – крохмаль, 9,7–24,0 – клітковина, 4,0–13,0 % – пектинові речовини. Аскорбінової кислоти у перцю міститься від 100 до 300 мг/100 г за максимуму в плодах біологічної стиглості [12].

Найбільше сухої речовини накопичували середньостиглі, середньопізні та пізні сорти з тривалим періодом вегетації (7,9–8,1 %), а вищою біологічною цінністю за вмістом аскорбінової кислоти вирізнялися ранні та ранньосередні сорти (151–166 мг/100 г) [13].

За даними В.А. Колтунова, К.В. Калайди [14], середній вміст сухої речовини 19 ранньостиглих сортів і гібридів плодів перцю становить 7,54% з коливанням від 4,9 до 9,6%. Плоди ранньостиглих сортів і гібридів мали від 15,90 до 25,69 ккал або 66,69–107,52 кДж накопиченої енергії в стадії біологічної стиглості, так як вони містили сухої речовини від 4,9 до 7,9%.

Найпоширенішими капсаїциноїдами в перці є капсаїцин і дигідрокапсаїцин [15]. Разом ці сполуки складають понад 90% від загального вмісту капсаїциноїдів у перці. В плодах перцю солодкого ідентифіковано дев'ять інших капсаїциноїдів, включаючи нордигідрокапсаїцин, гомодигідрокапсаїцин та гомокапсаїцин. Вміст капсаїциноїдів залежить від онтогенетичного розвитку перцю. Накопичення капсаїциноїдів починається на ранніх стадіях розвитку плодів, за яким слідує високий пік і швидке зниження [16].

Однією з найбільш важливих в промисловому садівництві зерняткових культур, що вирощується в нашій країні є груші. Її плоди високо цінуються за відмінні органолептичні та десертні властивості.

Однак хімічний склад плодів груші та продуктів їх переробки варіює в широких межах і залежить від ряду факторів, таких як сорт,

агроекологічні умови, вегетаційний період, стадія зрілості, спосіб збирання та умови зберігання.

Плоди груші є чудовим джерелом харчових волокон, амінокислот, мінеральних речовин, таких як натрій, калій, кальцій, магній та залізо, а також вітамінів, які є дуже важливими корисними для здоров'я біокомпонентами [17].

В плодах груші виявлено 39 фенольних сполук, головним чином як гідроксибензойні кислоти. (3 сполуки), гідроксикоричні кислоти (18 сполук), мономерні флаван-3-оли (2 сполуки), проціанідини (5 сполук), флавоноли (10 сполук), арбутин [18].

Фенольні сполуки можуть мати значний вплив на антиоксидантну здатність плодів груші. Фенольні кислоти та глікозильований гідрохінон (арбутин) є двома основними групами фенольних сполук у плодах груші [19].

Плоди зимових сортів груші накопичують у своєму складі 10,6-14,1% розчинних сухих речовин, 6,4-8,5 % - цукрів, 0,3-0,66% - титрованих кислот, 6,2-10,5 мг/100г - вітаміну С, 55,870,3 мг/100 г - вітаміну Р, 0,57-0,88 % - пектинових речовин [20].

За іншими даними хімічний склад груші представлений сухими речовинами (13,5-16,0 %), цукрами (8,1 %), аскорбіновою кислотою (6,2-6,9 мг/100 г), вітаміном Р (65,4-142,8 мг/100 г) [21].

Високі смакові і лікарські властивості кизилу зумовлені наявністю в плодах пектинових речовин, легкозасвоюваних глюкози і фруктози, вітамінів, мінеральних солей – заліза. калію, кальцію, фосфору, магнію, що сприятливо діють на хворих із захворюваннями серцево-судинної системи [22].

В свіжих плодах кизилу в період споживчої стиглості може накопичуватися від 5,0 до 8,9 % цукрів, кислотність коливається від 1,0 до 2,4 %, аскорбінової кислоти міститься 68,9-99,8 мг/100г [23].

Вміст цукрів в плодах дерену не дуже високий і становить 8,0-10,0 %. Більш цукристі плоди вирощуються на півдні. В умовах Києва цукрів в

плодах міститься від 5,0 до 9,0 %, з них глюкози і фруктози близько 85-95 %, від загальної суми цукрів [24].

Плоди кизилу здатні накопичувати значну кількість аскорбінової кислоти: від 56,9 до 159,7 мг/100 г, причому в суху жарку погоду накопичується менша кількість [23].

Плоди кизилу містять фенольні сполуки, такі як дубильні речовини, антоціани, флавоноїди, лігнани та ароматичні кислоти, а також терпеноїди, такі як іридоїди, як основні біоактивні сполуки [24].

Дванадцять органічних кислот, а саме яблучна, малеїнова, малінова, щавлева, бурштинова, лимонна, ізіолімонна, винна, фумарова, хінна, шикімова та урсолова кислоти, ідентифіковані в плодах кизилу [25].

Забезпечення населення впродовж року плодово-ягідною продукцією можливо за її заморожування, що згубно жіє на патогенну мікрофлору продукції, гальмує окиснювально-відновні процеси та сприяє максимальному збереженню натуральних властивостей сировини [26].

Швидке заморожування сприяє утворенню дрібних (в середньому 11x25x30 мкм), рівномірно розподілених у міжклітинному просторі кристалів льоду, причому зміни структури тканин зводяться до деякої деформації клітин без порушення їх загальної цілісності [27] .

Збільшення швидкості заморожування зменшує вплив кристалів льоду на заморожені продукти, а збільшення швидкості розморожування мінімізує вплив мікроорганізмів на заморожені продукти [28].

Інноваційним підходом до процесу заморожування плодовоовочевої продукції є шокове заморожування, з тривалістю процесу 15...20 хв. за температури -35...-40 °С, що забезпечує максимальний захист від мікробіологічних та токсикологічних небезпек.

Отже, застосування заморожування в технологіях переробки плодів перцю солодкого, груші та кизилу сприятиме збереженню їхніх натуральних властивостей, а також харчової та дієтичної цінності.

1.2. Техніко-економічне обґрунтування

Економічне стимулювання виробництва замороженої продукції можна здійснювати декількома шляхами. А саме: введенням диференціації цін в залежності від особливостей технології виготовлення та встановленням таких цін на заморожені плоди та ягоди з покращеними споживчими властивостями та підвищеною біологічною цінністю, які б дозволяли компенсувати додаткові витрати виробника та забезпечували б рентабельність виробництва [29].

Розрахунок витрат на будівництво підприємства з виробництва замороженої продукції представлено в таблиці 1.1 [30].

1. Витрати на будівництво заводу закладаються у розмірі 350 % від вартості обладнання передбачаючи проведення передінвестиційних досліджень (5 %), створення виробничої інфраструктури (15 %), застосування технології «ноу-хау» (1%), оцінку обладнання (додаток В), здійснення будівельних робіт (40 %) та пусконаладжувальних робіт (10 % вартості обладнання), кадровий склад (1 %), частку на накладні витрати (3 %) та наявність оборотних коштів з аналогічних підприємств (740,11 тис. грн.).

Таблиця 1.1.

Розрахунок інвестиційних витрат

Інвестиційні витрати	Сума, тис. грн.
1. Передінвестиційні дослідження. Підготовчі роботи	1316,09
2. Освоєння земельної ділянки	200
3. Виробнича і соціальна інфраструктура	3948,26
4. Технологія «ноу-хау»	263,22
5. Обладнання	7520,5
6. Будівельні роботи	10528,7
7. Пусконаладжувальні роботи	752,0
8. Підготовка кадрів	263,22
9. Накладні витрати	789,65
10. Оборотні кошти	740,11
Всього	26321,75

Розрахунки економічних показників проекту приведено в додатку Б.

Основні економічні показники діяльності проектного підприємства представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Основні техніко-економічні показники проекту
технічного розвитку підприємства

Назва показників	Проектований завод
1. Об'єм виробництва, т	4491,0
2. Товарна продукція в діючих цінах, тис. грн.	226685,9
3. Чисельність промислово-виробничого персоналу, чол.	65
4. Продуктивність праці на 1 працівника ПВП по товарній продукції, тис. грн.	3487,5
5. Собівартість товарної продукції, тис. грн.	75735,5
6. Чистий прибуток, тис. грн.	17040,5
7. Інвестиційні витрати, тис. грн.	26321,75
8. Строк окупності, років	2,0
9. Рівень рентабельності, %	22,5

Отже, будівництво заводу принесе щорічний прибуток в розмірі 17040,5 тис. грн. за 22,5 % рівня рентабельності.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Характеристика сировини і допоміжних матеріалів. Вимоги до сировини.

Сорти. Для виробництва перцю солодкого цілого швидкозамороженого технологічною інструкцією [31] рекомендовані сорти сировини: Агаповський, Болгарський 79, Колобок, Консервний червоний, Кристал, Ластівка, Нічка, Ніжність, Піонер, Каліфорнійське чудо, Харківський [32]; груш заморожених цілими плодами [33]: Буковинка, Конференція, Бере Боск, Вільямс, Улюблена Клаппа, Бере Київська [34]; пюре кизилового з цукром швидкозамороженого [35]: Сіянець Євгенії, Володимирський, Елегантний, Первенець, Видубецький [36].

Хімічний склад та харчова цінність сировини. Основні показники біохімічного складу сировини наведені в таблиці 2.1 [32, 34, 36].

Стандарти на сировину і допоміжні матеріали. Сировина для виробництва перцю солодкого чищеного швидкозамороженого повинна відповідати вимогам ДСТУ 2659-94 «Перець солодкий свіжий. Технічні умови» [37], груш – ДСТУ 8326:2015 «Груші свіжі середніх і пізніх термінів досягання» [38], кизилу – ДСТУ 7024:2009 «Кизил свіжий. Технічні умови» [39], цукру білого – ДСТУ 4623:2006 «Цукор білий. Технічні умови» [40], води питної – ДСТУ 7525:2014 [41], тари – ДСТУ 7276:2012 «Пачки з картону, паперу та комбінованих матеріалів. Загальні технічні умови» [42], ГОСТ 9142–90 «Ящики з гофрованого картону. Технічні умови» [43].

2.2. Транспортування, приймання, зберігання

Свіжий перець пакують в ящики №3. Груші транспортуються в ящиках. Плоди кизилу пакують в решета чи корзини з кришками масою до 6 кг.

Таблиця 2.1.

Хімічний склад і харчова цінність сировини

Назва сировини	Вода	Білки	Жири	Вуглеводи			Клітковина	Органічні кислоти в перерахунку на яблучну	Зола	Мінеральні речовини						Вітаміни					Енергетична цінність
				загальні	моно- і дисукри	крохмаль				Na	K	Ca	Mg	P	Fe	В-каротин	B1	B2	PP	C	
грами									міліграми											ккал	
Перець солодкий	91,0	1,3	-	4,7	4,0	0,1	1,5	0,1	0,5	7	139	6	10	25	0,8	1,0	0,06	0,1	0,60	150	23
Груша	85,0	0,4	0,3	17,0	9,0	0,5	0,6	0,5	1,1	18	190	-	-	-	3,2	0,05	0,06	0,05	0,50	2	49
Кизил	85,0	1,0	-	12,0	9,0	-	1,5	2,0	0,5	22	238	32	15	24	1,5	-	-	-	-	23	39

Умови зберігання сировини для виробництва замороженої продукції наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Строки зберігання сировини

Вид сировини	Граничні терміни зберігання			
	на сировинному майданчику год.	в холодильних камерах		
		термін, діб	температура, °C	відносна вологість %
Перець солодкий	24	5	+7...+10	90...95
Груші	48	20	0...+3	90...95
Кизил	24	2	-0,5... +0,5	90...92
Перець солодкий	24	5	+7...+10	90...95

2.3. Технологія виробництва

2.2.1. Обґрунтування вибору технологічних схем

Обрана технологічна схема передбачає видалення вологи з поверхні перцю (механічне сушіння) та груш за допомогою сит (вібротранспортерів), а потім обдування їх потоком холодного повітря безпосередньо перед заморожуванням, що сприяє легкому сходженню продукту зі стрічки транспортера.

Заморожування перцю солодкого цілого та груш цілими плодами передбачається розсипом у швидкоморозильному апараті флюїдизаційного типу з фасуванням в ящики з гофрованого картону.

При виробництві кизилового пюре з цукром сировину бланшують парою, та протирають на здвоєній протиральній машині, що значно покращить якість пюре.

Пюре фасують перед заморожуванням за допомогою пристрою для фасування в'язких продуктів марки F-14 фірми Enflex (Іспанія) в картонні стакани, масою до 500 г і заморожують у швидкоморозильному апараті стрічково-спірального типу.

2.3.2. Технологічні схеми виробництва

Технологічні схеми виробництва: перцю солодкого цілого швидкозамороженого, груш заморожених цілими плодами, пюре кизилового з цукром швидкозамороженого представлено на рисунках 2.1 - 2.3.

Технологічна схема виробництва перцю солодкого цілого швидкозамороженого

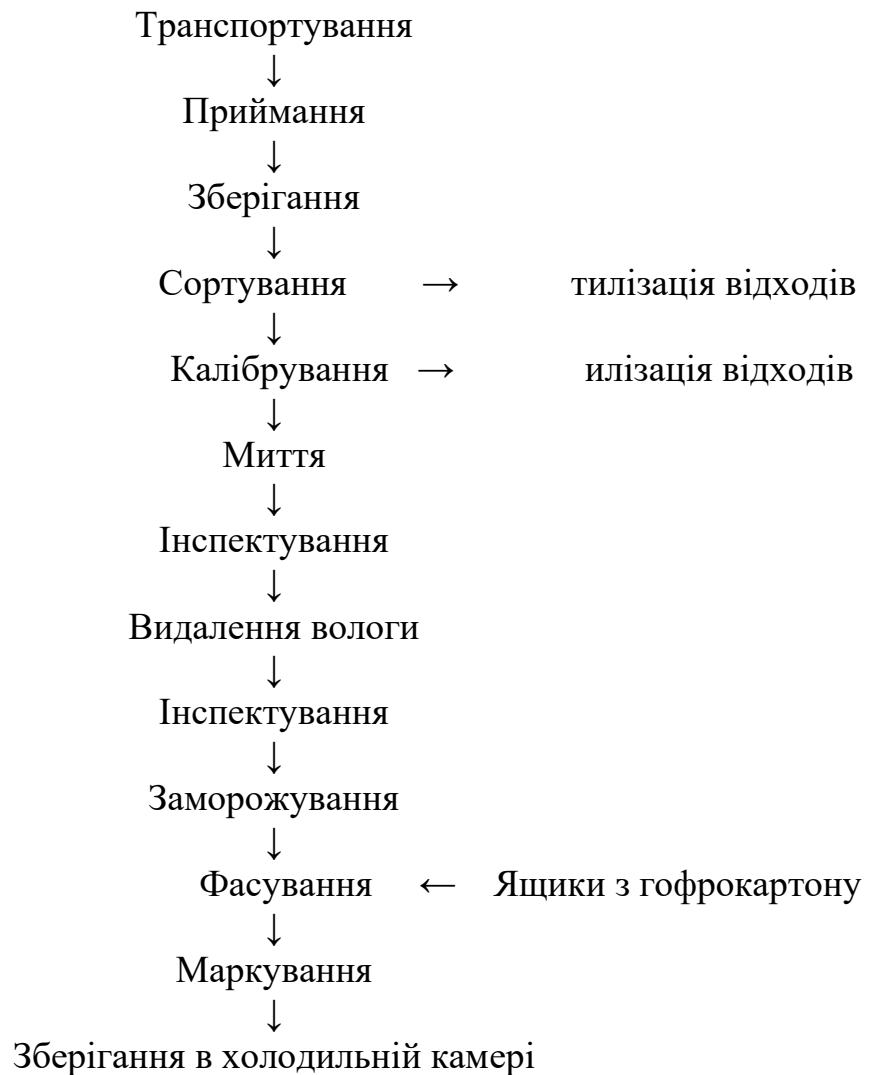


Рис. 2.1. Технологічна схема виробництва перцю солодкого цілого швидкозамороженого

Технологічна схема виробництва груш заморожених цілими плодами

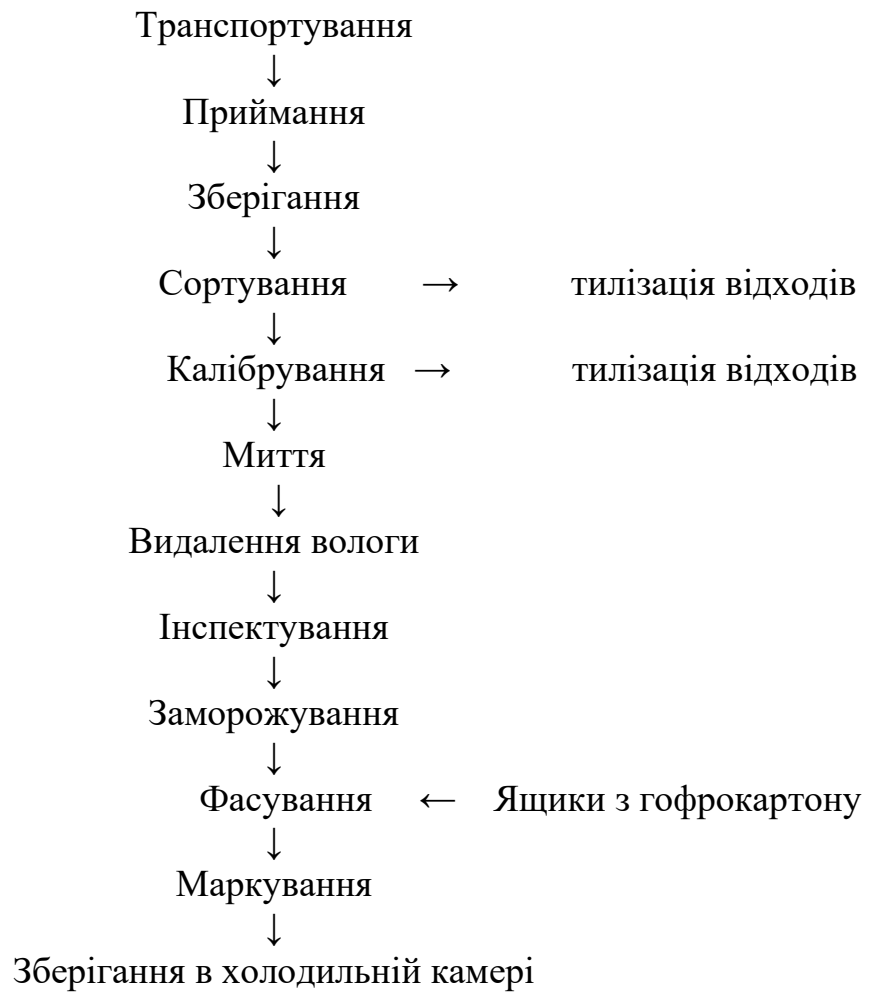


Рис. 2.2. Технологічна схема виробництва груш заморожених цілими плодами

*Технологічна схема виробництва пюре кизилового з цукром
швидкозамороженого*

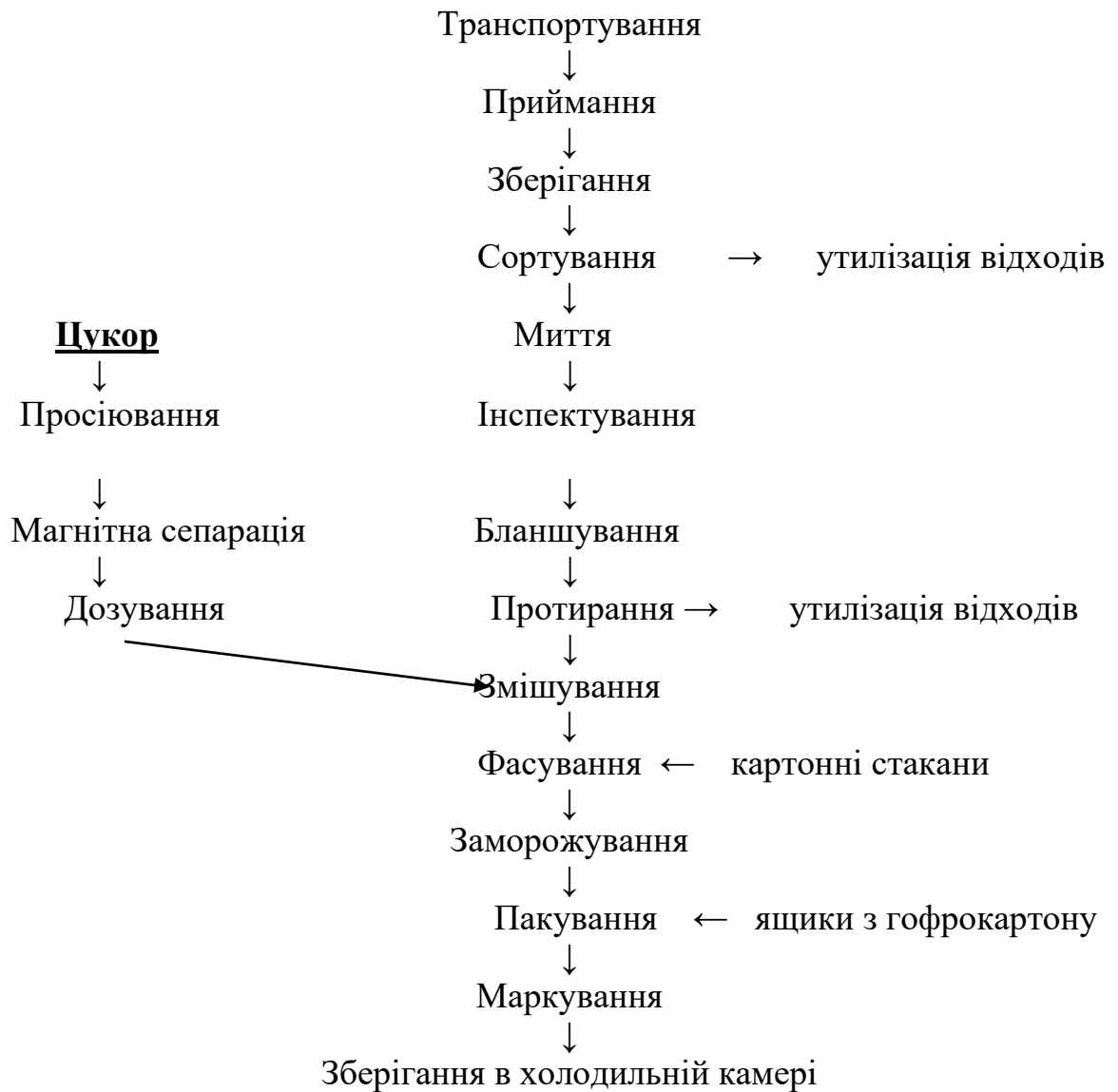


Рис. 2.3. Технологічна схема виробництва пюре кизилового з цукром
швидкозамороженого

2.3.3. Опис технологічних схем

2.3.3.1. Опис технологічної схеми виробництва перцю солодкого цілого швидкозамороженого

Свіжий перець солодкий ящикоперекидачем (лист 2, поз. 1) вивантажують в приймальний бункер з водою (лист 2, поз. 2), а далі подають на сортувальний стрічковий транспортер (лист 2, поз. 3), з видаленням дефектних, зіпсованих, м'ятих, зів'ялих, пошкоджених сільськогосподарськими шкідниками та уражених хворобами плодів. Потім плоди калібрують (лист 2, поз. 4), миють в двох встановлених послідовно вентиляторних мийних машинах (лист 2, поз. 5).

Після миття перець інспектують (лист 2, поз. 3) та за допомогою селектора-водовідділювача (лист 2, поз. 6) і агрегату для видалення вологи (лист 2, поз. 7) видаляють зайву вологу.

Інспектування просушеного перцю здійснюють на сітчастому транспортері, що обладнаний магнітним пристроєм (лист 2, поз. 8).

Підготовлений перець солодкий надходить на заморожування розсипом в флюїдизаційному швидкоморозильному апараті безперервної дії (лист 2, поз. 10) до досягнення температури всередині продукту – $18^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, за висоти шару відповідної до діаметру плоду та тривалості процесу не менше 25 хв.

Заморожений перець солодкий надходить на віброплощину (лист 2, поз. 12), а далі для інспектування на інспекційний транспортер (лист 2, поз. 11).

Перець солодкий пакують в гофроящики з картону №5 за ДСТУ 9142:2019 з нанесенням транспортного маркування, масою до 15 кг (лист 2, поз. 15-18).

2.2.3.2. Опис технологічної схеми виробництва груш заморожених цілими плодами

Груші контейнероперекидачем (лист 2, поз. 19) вивантажують в приймальний бункер з водою (л.1, поз. 2), а потім на інспекційний транспортер (лист 2, поз. 3), для сортування відбираючи некондиційні плоди

(пошкоджені сільськогосподарськими шкідниками та хворобами, з механічними пошкодженнями); недозрілі плоди.

Потім груші подаються в калібрувач (л.1, поз. 4), де їх калібрують за розмірами. Відкалібровані плоди надходять на миття в дві послідовно встановлені лопатеву та вентиляторну мийні машини (л.1, поз. 21, 5).

Після миття з поверхні груш видаляють зайву вологу (лист 2, поз. 6), (лист 2, поз. 7), інспектують (лист 2, поз. 8).

Груші заморожують (лист 2, поз. 22) до досягненні всередині шару плодів температури -18°C з тривалістю заморожування 40-90 хв, залежно від діаметру плоду.

Заморожені груші надходять на віброплощину (лист 2, поз. 12), а далі на фасування в картонні ящики за ДСТУ 9142:2019, масою до 15 кг (лист 2, поз. 15-18).

2.2.3.3. Опис технологічної схеми виробництва пюре кизилового з цукром швидкозамороженого

Кизил ящикоперекидачем (лист 2, поз. 1) вивантажують на сортувальний стрічковий транспортер (лист 2, поз. 3), для видалення некондиційних, недозрілих плодів, пошкоджених птахами та уражених хворобами.

Після цього кизил миють у в 2 послідовно встановлених вентиляторних мийних машинах (л. 2, поз. 5) та подають на інспектування (л. 2, поз. 3).

Після інспектування кизил бланшують парою з температурою не менше 100°C впродовж 3 хв. (лист 2, поз. 24), а далі протирають на здвоєній протиральній машині (лист 2, поз. 25) спочатку через сито з діаметром отворів 1,5-2,0 мм, а потім через сито 0,8 мм (лист 2, поз. 28) з одночасним видаленням кісточки.

Цукор-нісок просіюють крізь сито з отворами діаметром 1 мм (лист 2, поз. 34) і пропускають через магнітний сепаратор.

Кизилу масу і цукор, відповідно до рецептури, завантажують в змішувач з нержавіючої сталі (лист 2, поз. 29) і перемішують до повного розчинення цукру-піску і отримання однорідної за кольором і консистенцією маси.

Кизилу напівфабрикат фасують за допомогою машини для фасування в'язких продуктів (лист 2, поз. 31) в картонні стакани, масою до 500 г.

Кизилу пюре з цукром заморожують (лист 2, поз. 32) до досягнення температури всередині продукту – $18^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ [11].

Фасовану та заморожену продукцію пакують в транспортну тару за ДСТУ 9142:2019 (лист 2, поз. 15-18), та зберігають за температури мінус $18^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ і відносної вологості повітря не менше 95 % 12 місяців. За температури $-15^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ - не довше 6 місяців, а за температури $-12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ - не довше 3 місяців

2.3.4. Хіміко-технологічний та мікробіологічний контроль виробництва

Контроль за виробництвом здійснюється на етапах надходження сировини і матеріалів на підприємство, оцінку безпечності води і технологічних ліній до випуску продукції на усіх етапах здійснення процесу виробництва.

Послідовність хіміко-технологічного та мікробіологічного контролю виробництва перцю солодкого цілого швидкозамороженого представлена в додатку В. Передбачено контролювати якість сировини та умови її зберігання, та контроль на операціях сортування, калібрування та миття перцю солодкого, інспектування перцю, заморожування перцю солодкого цілого, приймальний контроль готової продукції та режими її зберігання.

2.3.5. Вимоги до якості готової продукції, стандарти

Перець солодкий цілий швидкозаморожений повинен відповідати вимогам ТУ У 46.72.090-95 «Овочі швидкозаморожені. Технічні умови» [44], Груші заморожені цілими плодами за якістю повинні відповідати вимогам ДСТУ 4837:2007 [45], кизилове пюре з цукром швидкозаморожене за якістю повинно відповідати вимогам ДСТУ 6029:2008 «Напівфабрикати фруктові та ягідні (подрібнені та пюреподібні) швидкозаморожені. Технічні умови» [46].

2.3.6. Утилізація відходів

В плодоовочевій промисловості у відходи переходить значний відсоток маси сировини, що переробляється. Кількість утворених відходів різна і залежить, в основному від виду технологічної обробки.

Насіння перцю, що потрапляє у відходи при чищенні містить жири (до 32,7%). Його можна використовувати для виробництва олії для фарб, оліфи, в якості добавки до кормів, як насіннєвий матеріал. Насіння перцю, що призначене для виробництва олії потрібно підсушувати для запобігання псування. Нерафіновану олію згодом використовують у олійно-фарбовій промисловості, а рафіновано – з харчовою метою.

Неїстівні або малоцінні в харчовому відношенні частини плодів (наприклад, плодоніжки), які видаляються при сортуванні, митті, інспекції сировини, можна використовувати на корм худобі, або в якості органічних добрив.

Некондиційні плоди кизилу можна використовувати для виробництва антоціанових барвників, завдяки високому вмісту антоціанів – вище 200 мг/100г. Отримані концентрати придатні для забарвлення вин, мармеладу, цукерок, пудингів, киселів, соків і т.п. [47].

2.4. Продуктові розрахунки

2.4.1. Графік надходження сировини

Сировина надходить за графіком (табл. 2.3) [48].

Таблиця 2.3.

Графік надходження сировини

Назва сировини	Місяці											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Перець солодкий								9	11			
Груша								2			2	
Кизил									1 30			

2.4.2. Графік роботи ліній

Лінії працюють за графіком (табл. 2.4, дод. Д).

Таблиця 2.4.

Графік роботи ліній

Зміни	Місяць												Всього
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Перець солодкий цілий швидкозаморожений													
1								18	10				28
2								15	8				23
3								13	3				16
<u>Днів</u>								<u>23</u>	<u>10</u>				<u>33</u>
<u>Змін</u>								<u>46</u>	<u>21</u>				<u>67</u>
Груші заморожені цілими плодами													
1								24	25	24	2		75
2								19	24	24			67
3								20	25	23			68
<u>Днів</u>								<u>24</u>	<u>25</u>	<u>24</u>	<u>2</u>		<u>75</u>
<u>Змін</u>								<u>63</u>	<u>74</u>	<u>71</u>	<u>2</u>		<u>210</u>
Пюре кизилове з цукром швидкозаморожене													
1									26				26
2									21				21
3									17				17
<u>Днів</u>									<u>26</u>				<u>26</u>
<u>Змін</u>									<u>64</u>				<u>64</u>

Примітка: тризмінна робота ліній з тривалістю зміни 7,5 год.

2.4.3. Програма роботи підприємства

Підприємство працює за програмою (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Програма роботи цеху

Зміни	Місяць												Всього за рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		11	12	
Перець солодкий цілий швидкозаморожений													
1								162	90				252
2								135	72				207
3								117	27				144
Всього								414	189				603
Груші заморожені цілими плодами													
1								360	375	360			1095
2								285	360	360			1005
3								300	375	345			1020
Всього								945	1110	1065			3120
Пюре кизилowe з цукром швидкозаморожене													
1									312				312
2									252				252
3									204				204
Всього									768				768

Продуктивність ліній: продуктивність лінії по виробництву перцю солодкого цілого швидкозамороженого 9 т/зміну, груш заморожених цілими плодами 15 т/зм. пюре кизилового з цукром 12 т/зм.

2.4.4. Розрахунок норм витрат, потреб і руху сировини та матеріалів для виробництва перцю солодкого цілого швидкозамороженого

Рецептура перцю солодкого цілого швидкозамороженого (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

Рецептура закладки, відходи та втрати сировини і матеріалів

Назва сировини	Маса готової продукції, кг	Втрати і відходи при підготовці сировини до заморожування, % не більше	Втрати при заморожуванні, % не більше	Втрати при фасуванні, % не більше	Норми витрат сировини на 1000 кг готової продукції, кг
Перець солодкий	1000	4,1	2	1	1076

Перевіряємо норми витрат:

$$T = \frac{P \cdot 100}{100 - B}, \text{ кг} \quad (2.1)$$

де: Т – норма витрат, кг;

Р – рецептура, кг;

В – відходи і втрати, %.

$$T_{1000} = (1000 \cdot 100) / (100 - 7,1) = 1076,4 \text{ кг.}$$

Розрахунок потреб потреби перцю солодкого (табл. 2.7).

Таблиця 2.7

Розрахунок потреб у сировині і матеріалах

Назва сировини	Норма витрат		Продуктивність		
	за інструкцією	за розрахунком	за годину 1200 кг	за зміну 9000 кг	за сезон 603 т
	кг на 1000 кг	кг на 1000 кг	витрати		
			за годину	кг за зміну	т за сезон
Перець солодкий	1076	1076,4	1291,7	9687,6	649,1

Таблиця руху сировини і матеріалів за процесами (табл. 2.8)

Таблиця 2.8

Рух сировини і матеріалів за процесами

Рух компонентів	Перець солодкий
Надійшло на зберігання, кг	1291,7
Втрати, %	0,5
кг	6,5
Надійшло на сортування, кг	1285,2
Втрати, %	2,0
кг	25,8
Надійшло на калібрування, кг	1259,4
Втрати, %	0,5
кг	6,5
Надійшло на миття, кг	1252,9
Втрати, %	0,5
кг	6,5
Надійшло на інспекцію, кг	1246,4
Втрати, %	0,25
кг	3,2

Надійшло на видалення вологи, кг	1243,2
Втрати, %	0,25
кг	3,2
Надійшло на інспекцію, кг	1240,0
Втрати, %	0,1
кг	1,3
Надійшло на заморожування, кг	1238,7
Втрати, %	2
кг	25,8
Надійшло на фасування, кг	1212,9
Втрати, %	1
кг	12,9
Надійшло на зберігання	1200

Вироблено коробок вагою 15 кг: $1200 : 15 = 80$ шт/год або 1,3 шт/хв.

2.4.5. Розрахунок норм витрат, потреб і руху сировини та матеріалів для виробництва груш заморожених цілими плодами

Норми витрат на 1000 кг готової продукції при виробництві груш заморожених цілими плодами (табл. 2.9).

Таблиця 2.9

Норми витрат на 1000 кг готової продукції

Назва сировини	Маса готової продукції, кг	Втрати і відходи при підготовці сировини до заморожування, % не більше	Втрати при заморожуванні, % не більше	Втрати при фасуванні, % не більше	Норми витрат сировини на 1000 кг готової продукції, кг
Груші	1000	15	2	1	1220

Перевіряємо норму витрат за формулою 2.1:

$$T_{1000} = (1000 \cdot 100) / (100 - 18) = 1219,5 \text{ кг.}$$

Потреба у сировині при виробництві груш заморожених цілими плодами табл. 2.10.

Таблиця 2.10

Витрати сировини на виробництво 1000 кг продукції

Назва сировини	Норма витрат		Продуктивність		
	за інструкцією	за розрахунком	за годину 2000 кг	за зміну 15000 кг	за сезон 3120 т
	кг на 1000 кг	кг на 1000 кг	витрати		
			за годину	кг за зміну	т за сезон

Груші	1220	1219,5	2439	18292,5	3804,8
-------	------	--------	------	---------	--------

Рух сировини груш заморожених цілими плодами (табл. 2.11).

Таблиця 2.11

Рух сировини за процесами, кг/год.

Рух компонентів	Груші
Надійшло на зберігання, кг	2439,0
Втрати, %	2
кг	48,8
Надійшло на сортування, кг	2390,2
Втрати, %	6
кг	146,3
Надійшло на калібрування, кг	2243,9
Втрати, %	2
кг	48,8
Надійшло на миття, кг	2195,1
Втрати, %	2
кг	48,8
Надійшло на видалення вологи, кг	2146,3
Втрати, %	2
кг	48,8
Надійшло на інспекцію, кг	2097,5
Втрати, %	1
кг	24,4
Надійшло на заморожування, кг	2073,1
Втрати, %	2
кг	48,8
Надійшло на фасування, кг	2024,3
Втрати, %	1
кг	24,4
Надійшло на зберігання	1999,9

Вироблено 1999,9 кг /год.

Вироблено коробок вагою 15 кг: $1999,9 : 15 = 133,3$ шт/год або 2,2 шт/хв.

2.4.6. Розрахунок норм витрат, потреб і руху сировини та матеріалів для виробництва пюре кизилового з цукром

Рецептурні дані на 1000 кг пюре кизилового з цукром наведені в табл. 2.12.

Таблиця 2.12

Рецептура і норма витрат на 1000 кг готової продукції

Назва сировини	Рецептура, кг		Масова частка сухих речовин, %	Відходи і втрати сировини і матеріалів, % не більше	Норми витрат сировини на 1000 кг готової продукції, кг	
	пюре	цукор			пюре	цукор
Кизил	870	130	13	22	1115,4	132

Застосовуємо формулу 2.1:

$$T_{\text{кизилу}} = (870 \cdot 100) / (100-22) = 1115,4 \text{ кг.}$$

$$T_{\text{цукру}} = (130 \cdot 100) / (100-1,5) = 131,9 \text{ кг.}$$

Норми витрати сировини на виробництво 1000 кг кизилового пюре з цукром швидкозамороженого (табл. 2.13).

Таблиця 2.13

Витрати сировини на виробництво 1000 кг продукції

Назва сировини	Норма витрат		Продуктивність		
	за інструкцією	за розрахунком	за годину 1600 кг	за зміну 12000 кг	за сезон 768 т
	кг на 1000 кг	кг на 1000 кг	витрати		
			кг/год	кг/зм	т/сезон
Кизил	1115,4	1115,4	1784,6	13384,5	856,6
Цукор	132,0	131,9	211,0	1582,8	101,3

Рух сировини і матеріалів на технологічних процесах при виробництві пюре кизилового з цукром швидкозамороженого (табл.2.14).

Таблиця 2.14

Рух сировини за процесами, кг/год.

Рух компонентів	Кизил	Цукор
Надійшло на зберігання, кг	1784,6	
Втрати, %	2	
кг	35,7	
Надійшло на сортування, кг	1748,9	
Втрати, %	2	

кг	35,7	
Надійшло на миття, кг	1713,2	
Втрати, %	1	
кг	17,8	
Надійшло на інспекцію, кг	1695,4	
Втрати, %	1	
кг	17,8	
Надійшло на бланшування, кг	1677,6	
Втрати, %	1	
кг	17,8	
Надійшло на протирання, кг	1659,8	
Втрати, %	11	
кг	196,2	
Надійшло на просіювання і магнітну сепарацію, кг		211,0
Втрати, %		0,5
кг		1,0
Надійшло на змішування, кг	1463,6	210,0
Втрати, %	1	0,5
кг	17,8	1,0
Надійшло на фасування, кг	1445,8	209,0
Втрати, %	2	0,5
кг	35,7	1,0
Надійшло на заморожування, кг	1410,1	
Втрати, %	1	
кг	17,8	
Вироблено продукції	1392,3	208,0
	1600,3	

Вироблено стаканів вагою 0, 5 кг: $1600,3 : 0,5 = 3200$ шт/год або 53,3 шт/хв.

3. ПІДБІР І РОЗРАХУНКИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

3. 1. Таблиця підбору обладнання

Таблиця 3.1

Підбір обладнання

№ пп	Назва обладнання	Марка	Продуктивність			Кіль- кість машин	Характеристика обладнання							
			одиниця вимірювання	лінії	машини		габарити, мм			витрати, мм			маса, кг	примітка
							L	B	H	пари, кг/год	води, м³/год	потужність електродвигуна		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Перець солодкий цілий швидкозаморожений														
1	Ящикоперекидач	1-Я-11	ящ/год	52	до 300	1	6600	1600	2600			1,0	1270	
2	Приймальний бункер	СТ 03	кг/год	1285,2	2000-8000	1	6400	2850	2260			1,85	2150	
3	Конвеєр сортувальний	A9-K1-1.5,0	кг/год	1285,2	3000	2	5400	450	1200			1,1	1000	
4	Калібрувальна машина	КОА 01	кг/год	1259,4	2200-3000	1	5500	1330	1830			1,44		
5	Вентиляторна мийна машина	КМТ	кг/год	1252,9	3000	2	3925	1200	1690		4-8	4,1	1150	
6	Селектор-водовідділювач	ОВ 01	кг/год	1243,2	4500	1	3600	1140	1660			1,1	750	
7	Агрегат для видалення вологи	Ш12-KOX/5	кг/год	1243,2	2500	1	5260	650	1350			1,1	950	
8	Сітчастий транспортер	СТ -7/А-L	кг/год	1240,0	5000	2	2700	770	1070			1,1	340	
9	Елеватор «Гусяча шия»	A 001	кг/м	1238,7	7,5	2	2820-5120	800	2820-5600			0,75	660	
10	Швидкоморозильний флюїдизаційний апарат	TZF 2	кг/год	1238,7	1600	1	7800	3500	4500			58		
11	Віброплощина	S31	кг/год	1212,9	1000-10000	1		600-1200						
12	Ваги	РП-2Ц-136	кг/год	1212,9		1	110	1200	1800					

13	Напівавтоматична машина для формування коробок	F104	кор/год	80	До 250	1	1790	910	800			0,75	210	
14	Наповнювач коробок	FW-8	кор/год	80	До 250	1	750	600	810			0,75	170	
15	Автомат для заклеювання коробок	S8-P	кор/год	80	До 250	1	1200	780	1570			0,75	190	
16	Палетопакувальна машина	SW-1	кор/год	80	До 250	1	1500	2100	2300			1,1	120	
Груші заморожені цілими плодами														
17	Контейнероперекидач	A9-КРЖ	п/год	10	до 18	1	2230	1950	3250			1,3	1338	
18	Приймальний бункер	СТ- 03	кг/год	2390,2	2000-8000	1	6400	2850	2260			1,85	2150	
19	Конвеєр сортувальний	A9-K1-1.5.0	кг/год	2390,2	3000	2	6200	400	1200			1,1	1000	
20	Калібрувач	A9-KKX	кг/год.	2243,9	3000	1	3660	1150	1350			0,87	1000	
21	Лопатева мийна машина	A9-КЛ2-A/1	кг/год	2195,1	5000	1	4650	1280	2275		5	1,5	1300	
22	Вентиляторна мийна машина	KMT	кг/год	2195,1	3000	1	3925	1200	1690		4-8	4,1	1150	
23	Селектор-водовідділювач	ОВ 01	кг/год	2146,3	4500	1	3600	1140	1660			1,1	750	
24	Агрегат для видалення вологи	Ш12-KOX/5	кг/год	2146,3	2500	1	5260	650	1350			1,1	950	
25	Сітчастий транспортер	СТ -7/А-L	кг/год	2097,5	5000	1	2700	770	1070			1,1	340	
26	Елеватор «Гусяча шия»	A 001	т/год	2073,1	5,85	1	4880	830	4490			0,8	800	
27	Швидкоморозильний флюїдизаційний апарат	TZF 3	кг/год	2073,1	2200	1	13880	3500	4500			110		
28	Віброплощина	S31	кг/год	2024,3	1000-10000	1		600-1200						
29	Ваги	РП-2Ц-136	кг/год	2024,3		1	110	1200	1800					
30	Напівавтоматична машина для формування коробок	F104	кор/год	134	До 250	1	1790	910	800			0,75	210	
31	Наповнювач коробок	FW-8	кор/год	134	До 250	1	750	600	810			0,75	170	
32	Автомат для заклеювання коробок	S8-P	кор/год	134	До 250	1	1200	780	1570			0,75	190	
33	Палетопакувальна машина	SW-1	кор/год	134	До 250	1	1500	2100	2300			1,1	120	
Пюре кизилове з цукром швидкозаморожене														
34	Ящикоперекидач	1-Я-11	кг/год	120	до 300	1	6600	1600	2600			1,0	1270	
35	Конвеєр сортувальний	A9-K1-1.5.0	кг/год	1748,9	3000	2	1200	650	1200			1,1	1000	
36	Вентиляторна мийна машина	KMT	кг/год	1713,2	3000	2	3925	1200	1690		4-8	4,1	1150	
37	Бланшувач	РЗ-КБА	кг/год	1677,6	3600	1	5370	1050	1100	500		1,5	1153	
38	Протиральна машина	РЗ-КІЗ	кг/год	1659,8	6000	1	1020	1000	1820			3,0-11,5	400	
39	Здвоєна протиральна машина	A9-КІГ-3,5 Д	кг/год	1659,8	2500	1	1380	570	1310			5,5	385	

40	Проміжний резервуар з насосом переміщення	Mod PR-0,5	м³	1463,6	0,5	1	1100	1300	2100				420	
41	Вакуумний апарат	M3C-320	кг/год	1673,6	1000	1	1300	1300	1170			3	910	
42	Фасувально-пакувальний автомат для в'язких продуктів	F-14-DRK	пак/хв	1654,8	100-400	1	5045	1155	2250					
43	Стрічковий транспортер	A9- КТФ	кг/год	1654,8	3000	1	10600	300	1200			1,1	1000	
44	Швидкоморозильний апарат спірального типу	TTS 750	кг/год	1618,1	1710	1	7800	3500	4500			42,6		
45	Напівавтоматична машина для формування коробок	F104	кор/год	107	До 250	1	1790	910	800			0,75	210	
46	Наповнювач коробок	FW-8	кор/год	107	До 250	1	750	600	810			0,75	170	
47	Автомат для заклеювання коробок	S8-P	кор/год	107	До 250	1	1200	780	1570			0,75	190	
48	Палетопакувальна машина	SW-1	кор/год	107	До 250	1	1500	2100	2300			1,1	120	
Обладнання для підготовки цукру														
49	Ваги	РП-2Ц-136	кг/год	211		1	110	1200	1800					
50	Мішкоперекидач	«Бета»		211		1	825	630	1180			0,55		
51	Просіювач цукру	П2-П «Піонер»	кг/год	211	1500	1	1140	740	1960			1,1		
52	Шнековий конвеєр	ПК-20	кг/год	210	500	1						1,1		

3.2. Розрахунки обладнання

3.2.1. Розрахунок транспортерів

Розрахунок сортувального транспортера на лінії виробництва перцю солодкого цілого швидкозамороженого [52].

Робочу ширину стрічки розраховуємо за формулою з урахуванням: продуктивність лінії на операції сортування 1285,2 кг/год; кількість відходів – 25,8 кг/год; насипна маса перцю солодкого – 300 кг/м³; висота шару продукту – 40 мм, норма виробітку на операції сортування перцю – 1500 кг/зміну :

$$b = \frac{G}{3600 \cdot h \cdot v \cdot \rho \cdot K_{\text{зап}}}, \text{ м} \quad (3.1)$$

де G – продуктивність транспортера, кг/год;

h – середня висота шару плодів на стрічці (дорівнює діаметру плодів),м;

v - швидкість руху стрічки, м/с;

ρ - насипна маса вантажу, кг/м³ (550 кг/м³);

$K_{\text{зап}}$ – коефіцієнт заповнення стрічки (0,6 – 0,8).

$$b = 1285,2 / (3600 \cdot 0,04 \cdot 0,1 \cdot 300 \cdot 0,8) = 0,37 \text{ м}$$

Повна ширина стрічки:

$$B = b / 0,9 \quad (3.2)$$

$$B = 0,37 / 0,9 = 0,41 \text{ м}$$

Отже, ширина стрічки складе 450 мм.

Кількість робочих місць визначається за формулою:

$$N = \frac{1700}{7,0} = 242,86 \text{ кг/год} \quad (3.3)$$

$$n = (1285,2 - 25,8) \cdot 7,5 : 1500 = 5,87; \text{ отже } 6 \text{ працівників.}$$

Якщо стрічка використовується з обох сторін за довжини робочого місця 0,8 м робоча:

$$0,8 \cdot (6/2) = 2,4 \text{ м.}$$

Повна довжина транспортера становить $2 \cdot 1,5 + 2,4 = 5,4 \text{ м.}$

Отже, габаритні розміри стрічкового транспортера приймаємо 5400×450×1100 мм.

Аналогічно розраховуємо інші транспортери. Результати розрахунку транспортерів (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Розрахунок транспортерів

Вид консервів	Вид сировини	Технологічне призначення	Кількість обслуговуючого персоналу	Довжина, мм	Ширина, мм	Марка
Перець солодкий цілий	Перець солодкий	Сортування	6	5400	450	A9-K1-1.5,0
		Інспектування	4	6600	300	A9-K1-1.5,0
Груші заморожені цілими плодами	Груші	Сортування	8	6200	400	A9-K1-1.5,0
		Інспектування	6	5400	300	A9-K1-1.5,0
Пюре кизилове з цукром швидкозаморожене	Кизил	Сортування	18	10200	650	A9-K1-1.5,0
		Інспектування	12	9800	300	A9-K1-1.5,0

3.2.2. Розрахунок збірників МЗС-320 для змішування компонентів

1. Розрахунок циклу роботи збірника [50]:

$$\tau_{\text{ц}} = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3, \quad (3.4)$$

де τ_1 – тривалість завантажування, хв, $\tau_1 = 10$ хв; τ_2 – тривалість змішування компонентів, хв, для рідких продуктів $\tau_2 = 5$ хв, для густих продуктів $\tau_2 = 10$ хв; τ_3 – тривалість розвантаження, хв.

Тривалість вивантаження визначаємо:

$$\tau_3 = \frac{60 \cdot G_{\text{пр}}}{N} \quad (3.5)$$

де 60 – сталий коефіцієнт для переведення хвилин у годину; $G_{\text{пр}}$ – маса продукту в апараті, кг; N – продуктивність насоса чи іншого обладнання, кг/год.

$$\tau_{\text{ц}} = 10 + 10 + 10 = 30 \text{ хв}$$

$$\tau_{\text{ц}} \text{ – тривалість циклу – } 30 \text{ хв}$$

2. Кількість збірників у відповідності до продуктивності лінії (1673,6 кг/год) складе:

$$n = \frac{N \cdot \tau}{60 \cdot G_{np}} \quad (3.6)$$

де N – потреба технологічного процесу в продукті, $кг/год$;
 τ – тривалість циклу, $хв$; 60 – сталий коефіцієнт для переведення хвилин у годину; G_{np} – маса продукту в апараті, $кг$.

$$N = \frac{1673,6 \cdot 30}{60 \cdot 1000} = 0,83 \quad \text{Отже, 1 збірник.}$$

3.3. Розрахунки витрат холоду

Холод витрачається на [53]: охолодження продукту до температури замерзання Q_1 , компенсацію теплових виділень, пов'язаних з біохімічними процесами Q_2 , виморожування води в продукті Q_3 , охолодження сухих речовин продукті і частини води, яка не замерзла Q_4 , компенсацію виробничих витрат Q_5 .

Вихідні дані [47]: початкова температура перцю солодкого та груш $t_{поч} = 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$; кріоскопічна температура перцю солодкого $t_{кр} = - 0,90\text{C}$; груш - $2,37 \text{ }^{\circ}\text{C}$; вологість перцю солодкого 92,4 %; груш 82,5%; теплоємність перцю солодкого вище температури замерзання 3935 кДж/ кг·град; груш 3684 кДж/ кг·град; теплоємність перцю солодкого нижче температури замерзання 1968 кДж/ кг ·град; груш 1884 кДж/ кг ·град; кількість сировини, яка надходить на заморожування пюре кизилового з цукром 1618,1кг; початкова температура пюре кизилового з цукром $t_{поч} = 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$; кріоскопічна температура пюре кизилового з цукром $t_{кр} = - 2,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$; вологість пюре кизилового з цукром 70,0 %; теплоємність кизилю вище температури замерзання 3642 Дж/ кг·град; теплоємність цукру за температури $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 1214 Дж/ кг ·град.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4

Розрахунок витрат холоду на заморожування

Вид швидкозамороженої продукції	Витрати холоду на заморожування продукту до криоскопічної температури (Q_1), кДж	Витрати холоду на компенсацію теплових виділень, пов'язаних з біохімічними процесами (Q_2), кДж	Витрати холоду на виморожування води в продукті (Q_3), кДж	Витрати холоду на охолодження сухих речовин продукту і частини води, яка не замерзла (Q_4), кДж	Витрати холоду на охолодження тари (Q_5), кДж	Витрати холоду на компенсацію виробничих витрат (Q_6), кДж	Загальні витрати холоду ($Q_{\text{заг}}$), кДж
Перець солодкий цілий	92220,7	133,9	340261,9	41729,5	-	24965,6	499311,6
Груші заморожені цілими плодами	155571,8	223,9	504910,0	61046,4	-	37987,0	759739,1
Пюре кизилowe з цукром швидкозаморожене	109788,7	174,8	334290,0	50686,6	1543,7	26130,7	522614,5

3.4. Розрахунки площ

3.4.1. Розрахунок площі сировинного майданчика

Враховуємо найвищу продуктивність ліній при розрахунках площі сировинного майданчика (таб. 3.5) [54].

Таблиця 3.5

Розрахунок площі сировинного майданчика

Вид консервів	Вид сировини	Продуктивність лінії, кг/год.	Норма витрат сировини на 1 т. готової продукції	Термін зберігання сировини, год.	Навантаження на 1 м ² майданчика, кг
Пюре кизилowe з цукром заморожене	кизил	1600	1115,4	24	720
Перець солодкий цілий швидкозаморожений	перець солодкий	1200	1076,4	24	700
Груші заморожені цілими плодами	груші	1600	1219,5	48	600

1. Необхідна площа для зберігання груш:

$$F_1 = (1219,5 \cdot 1,6 \cdot 48) / 600 = 156 \text{ м}^2$$

2. Необхідна площа для зберігання кизилу:

$$F_1 = (1,6 \cdot 1,115 \cdot 24) / 0,72 = 59,5 \text{ м}^2$$

3. Загальна площа майданчика: $156 + 59,5 = 215,5 \text{ м}^2$.

4. Враховуємо проходи, що збільшує площу на 50%: $1,5 \cdot 215,5 = 323,3 \text{ м}^2$.

З урахуванням відповідності ширини майданчика ширині закритого цеху, довжина майданчика складе: $L = 323,3 / 18 = 17,9 \text{ м}$

Отже, довжина майданчика складе 3 будівельні модулі (18 м).

3.4.2. Розрахунок площі холодильника

Площу холодильника розраховуємо виходячи з кількості замороженої продукції, що випускається за сезон [54].

Вантажний об'єм камер:

$$V_e = E/q, \quad (3.7)$$

де E – умовна місткість холодильника, т;

q – норма завантаження, т/ м^3

$$E = 4491 \text{ т.}$$

Продукцію передбачено пакувати в ящики №5, з гофрокартону, із зовнішніми розмірами $380 \cdot 190 \cdot 304 \text{ мм}$, звідси об'єм ящика складе $0,02 \text{ м}^3$. Навантаження на 1 м^2 холодильника за висоти завантаження $2,1 \text{ м}$ складе: $2,1 / 0,02 \cdot 15 = 1,57 \text{ т/м}^2$.

$$V_b = 4491 / 1,57 = 2860,5 \text{ м}^3$$

Висота штабеля в холодильнику висотою 6 м , складає $2,1 \text{ м}$.

$$F_b = 2860,5 / 2,1 = 1362,1 \text{ м}^2$$

Будівельна площа камер, м^2

$$F_{\text{буд}} = F_b / \beta_F, \quad (3.8)$$

де β_F – коефіцієнт використання площі камери $\beta_F = 0,8$

$$F_{\text{буд}} = 1362,1 / 0,8 = 1702,7 \text{ м}^2$$

Кількість будівельних прямокутників визначаємо за формулою:

$$n = F_{\text{буд}}/f, \quad (3.9)$$

де f – будівельна площа одного прямокутника, становить 108 м^2

$$n = 1702,7/108=15,8$$

Отже, 16 будівельних прямокутників.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

В Україні розроблено законодавство з охорони праці, в тому числі і Закон «Про охорону праці». Проте, існують і надалі серйозні ризики виробничого травматизму в різних галузях народного господарства. Харчова промисловість входить у десятку найнебезпечніших галузей промисловості [55].

На більшості сучасних харчових підприємств України технологічне устаткування морально застаріло і фізично виробило 1,5-2,5 строку служби. Більше 50% працівників працюють в умовах, які не відповідають вимогам норм і правил охорони праці. На більшості робочих місць харчових підприємств наявні підвищені рівні шуму та вібрації, не відповідають вимогам мікрокліматичні параметри, показники штучної і природної освітленості. Обов'язкові медичні огляди часто проводяться не в повному обсязі і лише формально. Наслідком цього є значний рівень травматизму та професійних захворювань, систематичне виникнення нещасних випадків з тяжкими та смертельними наслідками [56].

На сьогодні є актуальним питання оцінювання можливих негативних наслідків їх експлуатації і, в першу чергу – рівня безпеки виробництва. Один з найважливіших напрямків вирішення проблеми – прийняття комплексу технічних і організаційних рішень на основі концепцій теорії ризику.

Під ризиком розуміють кількісну міру небезпеки, що враховує ймовірність настання негативних наслідків від здійснення господарської діяльності та можливий розмір втрат від них.

Робочі місця повинні бути розташовані поза зоною пересування механізмів, сировини, готового продукту, руху вантажів і забезпечувати зручність спостереження за виконуваними операціями і керування ними. Перед початком проведення технологічного процесу необхідно перевіряти роботу механізмів на холостому ходу машини.

Конвеєри повинні бути обладнані запобіжними пристроями, які вимикають приводи під час перевантаження та заклинювання несучих

органів. Мийні машини обладнують зливними трубами внутрішнього діаметру, що виключає можливість переливання води або розчину через край ванни. Якість миття сировини перевіряють зупинивши машину.

Калібрувальні машини та обладнання для подрібнення сировини обладнують завантажувальними бункерами заввишки 0,6 м з оглядовими пристроями для контролю заповнення, а шибери бункерів – з обмежувачами руху продукту.

Протиральні машини обладнують місцевими відсмоктувачами, а бланшувачі - манометрами, установленим на підвідному паропроводі після редукувального пристрою.

Апарати холодильних установок опосвідчують відповідно до вимог Правил будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском. Це здійснюється особою відповідальною за нагляд за посудинами, та з особою відповідальною за справний стан і безпечну експлуатацію холодильних машин і установок.

Витік аміаку з холодильної установки визначають хімічними і іншими спеціальними індикаторами. Застосування для цього вогневих засобів (з відкритим полум'ям, тліючим матеріалом) забороняється. Концентрація аміаку в повітрі робочої зони виробничих приміщень не повинна перевищувати 0,02 мг/л.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Контролювання сфери охорони навколишнього природного середовища гарантує дотримання вимог екологічного законодавства з питань забезпечення екологічної безпеки, охорони та раціонального використання природних ресурсів. В Україні розроблено законодавство у сфері охорони навколишнього середовища, зокрема Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 р. № 1264-ХІІ, що передбачає правове регулювання у цій сфері [57].

Одним із важливих напрямків забезпечення виробництва екологічно безпечних продуктів харчування є підвищення рівня еколого-економічної ефективності розвитку харчової промисловості за мінімальних витрат природних ресурсів – сировини рослинного і тваринного походження, енергоносіїв, зі значним поліпшенням стану довкілля.

Важливою проблемою харчової промисловості є зменшення використання водних ресурсів, підготовка води для використання у виробництві, контроль за якістю стічних вод та здійснення водоохоронних заходів. Перспективним заходом у виробництві замороженої плодоовочевої продукції є застосування біологічних способів очищення стічних вод з використанням одноклітинної водорості хлорели.

Для захисту повітря від викидів сприятимуть екологічні заходи серед яких встановлення пилогазоочисного устаткування, герметизація технологічного і транспортного устаткування; розроблення технологій замкнутого циклу; створення санітарно-захисних зон, озеленення підприємств; заборона виробництва окремих токсичних продуктів, автоматизація контролю за викидами; очищення викидів.

Підвищити екологічну безпеку підприємств харчової промисловості покликано здійснення екологічної експертизи проектів будівництва підприємств харчової промисловості та екологічного аудиту виробництва [58].

ВИСНОВКИ

1. Щорічні обсяги виробництва складають 4491 тони.
2. Перець солодкий цілий швидкозаморожений, груші заморожені цілими плодами заплановано фасувати в картонну тару масою до 15 кг, пюре кизилове з цукром швидкозаморожене – в картонні стакани масою до 500 гр.
3. Реалізація проекту полягає у забезпеченні робочими місцями 65 осіб з випуском продукції обсягом 4491 т на рік, прибутком у розмірі 17040,5 тис. грн. за 22,5 % рівня рентабельності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дейниченко Г.В. Аналітична характеристика безвідходної переробки плодово-ягідної сировини. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2019. Вип. 1. С. 85-95.
2. Belinska S. O., Kamienieva N. V., Nesterenko N. A., Moroz O. O., Kerko V. M., Rogalskiy S.V. Innowacyjne technologie szybko mrożonych półfabrykatów z warzyw i grzybów. Publishing House “Baltija Publishing”. 2022.
3. Олійник Н. М., Тарасюк А. В., Макаренко С. М., Котик О. А. Проблеми та перспективи розвитку ринку заморожених напівфабрикатів. Підприємництво і торгівля: збірник наукових праць. 2019. Вип. 24. С. 127-131.
4. Сімахіна Г.О., Камінська С.В., Науменко Р.Ю. Оцінка безпеки швидкозаморожених плодово-ягідних напівфабрикатів на основі принципів системи НАССР. Discovery Science : матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, м. Карлові Вари, 17 травня 2019 р. 2019. С. 38–49.
5. Ринок замороженої продукції в Україні: що змінилося? <https://techhorticulture.com/rynok-zamorozhenoyi-produktsiyi-v-ukrayini-ta-jogo-perspektyvy/>.
6. Свистун Т. В., Туз К. В. Аналіз ринку заморожених напівфабрикатів України. Економіка харчової промисловості. 2017. Т. 9. Вип. 2. С. 19-23.
7. Соколова Є. Б. Дослідження показників якості замороженого напівфабрикату для смузі. Вісник ЛТЕУ. Технічні науки. 2021. №27. С. 15-21.
8. Час заморожування настав: як розвивається український ринок, останні та світові дослідження. <https://agroportal.ua/publishing/lichnyi-vzglyad/chas-zamorozhuvannya-nastav-yak-rozvivayetsya-ukrajinskiy-rinok-ostanni-ta-svitovi-doslidzhennya>.
9. Оптимізація технології заморожування плодоовочевої продукції: Монографія / В.Ф. Ялпачик, Н.П. Загорко, С.В. Кюрчев, В.Г. Тарасенко, Л.М. Кюрчева, С.Ф. Буденко, О.В. Григоренко, М.І. Стручаєв, В.О. Верхованцева.

Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2018. 214 с.

10. Yahia E.M., García-Solís P., Maldonado-Celis M.E. Contribution of Fruits and Vegetables to Human Nutrition and Health. In *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables*. Yahia E.M., Ed. Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2019. pp. 19–45.

11. Guijarro-Real C., Adalid-Martínez A. M., Pires C. K., Ribes-Moya A. M., Fita A., Rodríguez-Burruezo A. The Effect of the Varietal Type, Ripening Stage, and Growing Conditions on the Content and Profile of Sugars and Capsaicinoids in *Capsicum* Peppers. *Plants*. 2023. 12(2). 231.

12. Ilić Z. S., Milenković L., Šunić L., Barać S., Mastilović J., Kevrešan Ž., Fallik E. Effect of shading by coloured nets on yield and fruit quality of sweet pepper. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2017. N 104 (1). P. 53–62.

13. Калайда К. Господарсько-товарознавча оцінка сортів перцю солодкого, районованих в Україні. *Товари і ринки. Сер. Техн. науки*. 2018. № 2.

14. Колтунов В.А., Калайда К.В. Харчова та енергетична цінність плодів солодкого перцю залежно від сорту. <file:///D:/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B7%D0%BA%D0%B8/169-%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%96-550-1-10-20201122-1.pdf>.

15. Cheok C.Y., Sobhi B., Adzahan N.M., Bakar J., Rahman R.A., Ab Karim M.S., Ghazali Z. Physicochemical properties and volatile profile of chili shrimp paste as affected by irradiation and heat. *Food Chem*. 2017. 216. P. 10–18.

16. Jiménez-Viveros Y., Núñez-Palenius H.G., Fierros-Romero G., Valiente-Banuet J.I. Modification of Light Characteristics Affect the Phytochemical Profile of Peppers. *Horticulturae*. (2023). 9(1). 72.

17. Yim S.H., Nam S.H. Physiochemical, nutritional and functional characterization of 10 different pear cultivars (*Pyrus* spp.). *J. Appl. Bot. Food Qual*. 2016. 89. P. 73–81.

18. He W., Laaksonen O., Tian Y., Haikonen T., Yang, B. Chemical composition of juices made from cultivars and breeding selections of european pear (*Pyrus communis* L.). Journal of agricultural and food chemistry. 2022. 70(16). P. 5137-5150.
19. Kiran V.G., Dhiman A., Dutt R., Ranga S. The genus *Pyrus*: An update. Pharma Innov. J. 2018. 7. P. 143–145.
20. Бабіна Р.Д., Хоружий П.Г., Ляпугін І.В. Урожайність та якість плодів груші (*pirus communis* l.) на клонових і насіннєвих підщепах айви (*cydonia* sp.). Садівництво. 2013. Вип. 67. С. 79-84.
21. Marinescu M.T., Kolesnikova L.S., Gavyuk L.A., Bezhan N.A. Dynamics of anatomo-cytological and biochemical characteristics of pear fruit in storage. Woks of the State Nikit. Botan. Gard. 2017. Vol.144. Part II. P. 148-152.
22. Осипова І.Ю., Клименко С.В. Біологічно-активні речовини нетрадиційних плодово-ягідних рослин. Матеріали Міжнар. наук. конф. «Лікарські рослини: традиції та перспективи досліджень»: Березоточа, 12-14 липня 2006 р. К., 2006. С. 317-322.
23. Джуренко Н.І., Паламарчук О.П., Клименко С.В. Фітохімічні особливості дерену справжнього (*Cornus mas* L.). Медична хімія. 2005. Т7. №4. С. 88-90.
24. Клименко С.В. Кизил. Сорти в Україні. Полтава. «Верстка». 2007. 44с.
24. Tenuta M. C., Deguin B., Loizzo M. R., Cuyamendous C., Bonesi M., Sicari V., ... & Tundis R. An Overview of Traditional Uses, Phytochemical Compositions and Biological Activities of Edible Fruits of European and Asian *Cornus* Species. Foods. 2022. 11(9). P. 1240.
25. Socho, J., Jurikova T., Ercisli S., Mlcek J., Baron M., Balla S., Yilmaz S.O., Necas T. Characterization of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes-genetic resources for food production in Czech Republic. Genetika. 2014. 4. P. 915–924.

26. Wu J., Jia X., Fan K. Recent advances in the improvement of freezing time and physicochemical quality of frozen fruits and vegetables by ultrasound application. *International Journal of Food Science & Technology*. 2022. 57(6)ю Р. 3352-3360.

27. Blija A., Beitane I., Aboltins A., Boca S. Heat-Mass Transfer in Layer of Berries during the Freezing Process. In *Proceedings of the 16th International Scientific Conference "Engineering for Rural Development"*. Jelgava. Latvia, 24–26 May 2017. pp. 700–705.

28. E. Xanthakis, A. Le-Bail, H. Ramaswamy Development of an innovative microwave assisted food freezing process *Innovative Food Sci. Emerg. Technol.*, 26 (2014), pp. 176-181.

29. Економічна теорія: підручник / В.Д. Лагутін, Ю.М. Уманців, Т.А. Щербакова та ін.; за заг. ред. В.Д. Лагутіна. Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2017. 608 с.

30. Рибчак О.С. Методичні вказівки до написання економічного розділу дипломного проектування. Умань, УНУС, 2020. 23 с.

31. Овочі швидкозаморожені. Технічні умови: ТУ У 46.72.090-95. Затверджено заст. голови. Укрплодоовочепрому 12.12.1990 р.

32. Горова Т.К. Книга-каталог сортів і гібридів овочевих і баштанних культур. Харків: ІОБ УААН, 2003. 176 с.

33. Технологічна інструкція з виробництва швидкозаморожених плодів і ягід. Затверджена заст. начальника Головоконсерву Мінплодоовочівгоспу 2.11.1982 р.

34. Кращі сорти плодових, ягідних і горіхоплідних культур української селекції. К.: "Преса України", 2011. 144 с.

35. Технологічна інструкція з виробництва страв і напівфабрикатів десертних швидкозаморожених. Затв. Головним управлінням консервної промисловості Плодоовощторгу СРСР від 10. 09. 1984 р.

36. Шевчук Л. М. Основи формування споживчого комплексу плодів ягідних культур в Україні. К.: Логос, 2015. 227 с.

37. Перець солодкий свіжий. Технічні умови: [Чинний від 1995-07-01]. К.: Держстандарт України, 1995. 8 с.

38. ДСТУ 8326:2015. Груші свіжі середніх і пізніх термінів досягання. Дата початку дії, 01.01.2017. Дата прийняття, 22.06.2015. Київ. Мінекономрозвитку України.

39. ДСТУ 7024:2009 Кизил свіжий. Технічні умови. Дата початку дії, 01.01.2011. Дата прийняття, 22.05.2009. Київ. Мінекономрозвитку України.

40. Цукор білий. Технічні умови: ДСТУ 4623-2006: [Чинний від 2006-06-29]. К: ДП «УкрНДНЦ», 2006. 15 с.

41. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. Київ. Мінекономрозвитку України. 2014

42. ДСТУ 7276:2012 Пачки з картону, паперу та комбінованих матеріалів. Загальні технічні умови. Дата початку дії. 01.03.2013. Дата прийняття. 28.11.2012. Київ: Мінекономрозвитку, 2013. 14 с.

43. ДСТУ 9142:2019 Ящики з гофрованого картону. Загальні технічні умови. Дата початку дії, 01.06.2019. Дата прийняття, 21.05.2019. Київ: Мінекономрозвитку.

44. Овочі швидкозаморожені. Технічні умови: ТУ У 46.72.090-95. Затверджено заст. голови. Укрплодоовочепрому 12.12.1990 р.

45. Фрукти та ягоди швидкозаморожені: ДСТУ 4837:2007: [Чинний від 2009-01-01]. К: ДП «УкрНДНЦ», 2008. 28 с.

46. Напівфабрикати фруктові та ягідні (подрібнені та пюреподібні) швидкозаморожені. Технічні умови: ДСТУ 6029:2008 [Чинний від 2008-01-01]- К: ДП «УкрНДНЦ», 2008.- 24 с.

47. Технології консервування плодів та овочів: підручник/ О.І. Аністратенко, К.В. Калайда, Л.Ю. Матенчук, В.М. Найченко, А.Ю. Токар, З.М. Харченко; за ред. А.Ю. Токар. Умань: Видавничо-поліграфічний центр «Візаві», 2015. 568 с.

48. Методичні вказівки по виконанню курсового проекту з дисципліни «Технологія консервування» для студентів спеціальності 181 «Харчові технології» ОР «бакалавр» та з дисципліни «Інноваційні технології

та продукти» спеціальності 181 «Харчові технології» ОР «магістр» / Укл. А.Ю. Токар, І.Л. Заморська та ін. Умань, 2019. 46 с.

49. Технологічні комплекси харчових виробництв: навчальний посібник / В.І. Теличкун, О.М. Гавва, Ю.С. Теличкун, О.О. Губеня, М.Г. Десик, О.М. Чепелюк. Київ: Видавництво «Сталь», 2017. 456 с.

50. Гладушняк О. К. Технологічне обладнання консервних заводів : підручник. Херсон: Грінь Д.С., 2015. 348 с.

51. Обладнання для підготовки, сортування, заморожування та сушіння сировини. Ягідник. 2021. №5 (25). URL: <http://www.jagodnik.info/obladnannya-dlya-pidgotovky-sortuvannya-zamorozhuvannya-ta-sushinnya-syrovyny/>

52. Методичні вказівки до розрахунку стрічкових транспортерів. / Укл. ст. викладач. З.М. Харченко. Умань, 2020. 15 с.

53. Масліков М.М. Холодильна технологія харчових продуктів: Навч. посіб. К.: НУХТ, 2007. 335 с.

54. Методичні вказівки до розрахунку площ сировинного майданчика, холодильника, складу готової продукції/ Укл. ст. викладач З.М. Харченко. Умань, 2019. 15 с.

55. Челябієва В.М., Костенко І.А. Аналіз причин травматизму у харчовій галузі. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. 2022. (4). С. 110-116.

56. Євтушенко О.В. Аналіз статистики виробничого травматизму в харчовій промисловості України. Харчова промисловість. 2011. Вип.10. С. 169 - 174.

57. Пшонка А.В. Вплив на довкілля харчової промисловості / А.В. Пшонка, Л.А. Васьковець. Безпека людини у сучасних умовах: зб. доп. 13-ї Міжнар. наук.-метод. конф. та 147-ї Міжнар. наук. конф. Європ. Асоц. наук з безпеки (EAS), 2-3 грудня 2021 р.

58. Тихомирова Г. Екологічна безпека галузі. Харчова і переробна промисловість. 2006. № 2. С. 4-5.