

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
Кафедра харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: *Проект реконструкції цеху з впровадженням лінії виробництва
булочних виробів на кондитерському підприємстві у м. Тернопіль*

Виконав: студент _____ 4 курсу, групи МХз-41
спеціальності _____ 181 Харчові технології

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Ящурка О.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Карпик Г. В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Карпик Г.В.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Кухтин М.Д.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Кравець О.І.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2024

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

проф. Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 181 Харчові технології
(шифр і назва спеціальності)

здобувачу вищої освіти Ящурці Оксані Вадимівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект реконструкції цеху з впровадженням лінії виробництва
булочних виробів на кондитерському підприємстві у м. Тернопіль

Керівник роботи Карпик Галина Вікторівна к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від 24.01.2024 № 4/7-60

2. Термін подання здобувачем завершеної роботи червень 2024

3. Вихідні дані до роботи

1. Булка селянська

2. Булочки з молочною сироваткою

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Обґрунтування заходів з реконструкції. Вибір, обґрунтування і опис
технологічних схем. Технологічні розрахунки: Підбір та розрахунок печей. Розрахунок
пофазних рецептур. Розрахунок виходу виробів. Розрахунок виробничих рецептур та вибір
технологічних параметрів. Розрахунок витрат і запасів сировини. Розрахунок площ
складських приміщень для сировини і готової продукції. Розрахунок і вибір технологічного
обладнання. Нормативна характеристика запроєктованого асортименту. Технохімічний
контроль виробництва. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

Висновки. Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Апаратурно-технологічна схема виробництва – 2 арк. А1. План цеху – 1 арк. А1;
Повздовжній та поперечний розрізи цеху – 1-2 арк. А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності</i>			
<i>Основи охорони праці</i>			

7. Дата видачі
завдання

14.02.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Обґрунтування заходів з реконструкції</i>	12.05.2024	
2	<i>Обґрунтування вибору технології, опис технологічної схеми</i>	15.05.2024	
3	<i>Технологічні розрахунки</i>	16.05 – 22.05.24	
4	<i>Підбір та розрахунок технологічного обладнання та технологічних площ</i>	23.05 – 27.05.24	
5	<i>Викреслювання листів</i>	до 5.06.2024	
6	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	до 6.06.2024	
7	<i>Закінчення оформлення роботи</i>	до 10.06.2024	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

Ящурка О.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Карник Г.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Анотація

Темою кваліфікаційної роботи є «Проект реконструкції цеху з впровадженням лінії виробництва булочних виробів на кондитерському підприємстві у м. Тернопіль». Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 52 стор. У першому розділі подано обґрунтування заходів з реконструкції. В другому розділі проілюстрована технологічна частина, яка складається з таких частин: вибір, опис технологічних схем виготовлення запроєктованого асортименту, наведені технологічні розрахунки, які містять у собі розрахунок продуктивності печі, пофазних та виробничих рецептур, виходу виробів, витрат сировини і площ для її зберігання. Третій розділ містить інформацію про основи охорони праці та безпеку життєдіяльності.

Ключові слова: молочна сироватка, булка, реконструкція

Abstract

The topic of the qualification work is "The project of reconstruction of the shop with the introduction of the production line of bakery products at the confectionery enterprise in the city of Ternopil". The qualification work consists of an introduction, three sections, and a list of used sources. The total volume of the work is 52 pages. The first chapter presents the rationale for the reconstruction measures. In the second chapter, the technological part is illustrated, which consists of the following parts: selection, description of technological schemes for the production of the designed assortment, technological calculations are given, which include the calculation of the productivity of the furnace, phase and production recipes, output of products, consumption of raw materials and areas for its storage. The third section contains information on the basics of occupational health and safety.

Key words: whey, bread, reconstruction

ЗМІСТ

Анотація	
Вступ.....	6
1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З РЕКОНСТРУКЦІЇ	7
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	10
2.1 Опис технологічних схем виробництва булок	10
2.2. Характеристика сировини.....	11
2.3. Технологічні розрахунки	15
2.3.1 Розрахунок продуктивності печей.....	16
2.3.2 Пофазні рецептури.....	19
2.3.3 Розрахунок виходу булок.....	24
2.3.4 Розрахунок виробничих рецептур.....	28
2.3.5 Розрахунок площ складських приміщень	29
2.4 Розрахунок та підбір технологічного обладнання	32
2.5 Технохімічний контроль виробництва	43
3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ І ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ....	45
Список використаних літературних джерел.....	51

ВСТУП

Пекарська промисловість займає доволі великий обсяг, оскільки виробляє значиму продукцію для суспільства. В Україні продукція цієї галузі промисловості широко поширена. Її виготовляють як малі, так і середні та великі підприємства. Саме тому українці споживають переважно вироби українського виробництва.

Недоліком і водночас перевагою є короткий термін реалізації булочок. Необхідне водночас правильне зберігання, а саме у приміщенні без сторонніх запахів, з підтримкою температури та вологості.

Попит на булочні вироби постійно зростає. Це також дає поштовх для вдосконалення технологій, використання різних видів сировини, зокрема, молочної сироватки. Молочна сироватка є продуктом, який утворюється в результаті виробництва кисломолочних продуктів. Як правило, сироватку утилізують як відходи. Проте її можна використовувати для випікання різноманітних булочок. Саме тому ми обрали продукти з використанням таких нетрадиційних добавок. Незвичайний органолептичний смак булочок є цікавий споживачам, а також харчова цінність сироватки й позитивний вплив на якість виробів підтверджує можливість її застосування. Саме тому, запроєктований асортимент має попит та може бути реалізований на підприємствах різної потужності.

1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З РЕКОНСТРУКЦІЇ

1.1 Характеристика підприємства

На сьогоднішній день ВАТ “ТерА” спеціалізується на випуску та реалізації хлібних та різноманітних кондитерських виробів: вафлі, пряники, печиво, зефір, мармелад, драже, східні солодоці, цукерки – асортимент яких налічує понад 80 найменувань.

На сьогодні продовжує нарощувати виробництво продукції, розширює наявну мережу збуту. Головними пріоритетами в роботі фабрики є якість продукції. З 1999 року кондитерська фабрика припинила спад виробництва, почала активно використовувати наявні виробничі потужності. Виробництво продукції за 2004 рік складає 2822,7 тонн: хліб - 201,3; вафлі – 580,9; пряники - 666,4; печиво – 932,2; зефір – 281,7; мармелад – 37,9; драже – 94,9; східні солодоці – 10,7; цукерки – 16,7.

Виручка від реалізації продукції складає 15930,6 тис. грн., що в порівнянні з попередніми роками збільшилась на 1061,7 тис. грн. В умовах ринкової економіки основною метою будь-якої компанії є задоволення потреб своїх клієнтів. Тому першочергове завдання, яке ставить перед собою фабрика є вивчення потреб своїх споживачів, їх смаків, вподобань для найкращого їх задоволення.

Основними ринками збуту продукції є: м. Тернопіль, Тернопільська область та Західний регіон. Товариство співпрацює з усіма категоріями покупців: гуртовні, оптові бази, магазини, приватні особи (підприємці). Основну питому вагу складають гуртовні: “Ровекс”, “Берест Продторг” (м. Івано-Франківськ), “Торговий дім “Тернопіль”, “Гамма” (м. Вінниця), з якими фабрика має тісні і тривалі зв’язки. Є багато фірм, які займаються продажем продукції фабрики в таких містах як: Луцьк, Хмельницький, Івано-

Франківськ, Львів, Вінниця, Мукачево, Ужгород, Київ, Калуш, Рівне, Олександрія та ін.

Підприємство не імпортує сировину. Використовується сировина тільки від надійних та перевірених постачальників. Працює в умовах жорсткої конкуренції з боку споріднених підприємств: Львівської кондитерської фабрики, Хмельницької кондитерської фабрики, Івано-Франківської кондитерської фабрики. Конкурувати з такими лідерами кондитерської промисловості України досить не просто, оскільки вони займають значне місце на внутрішньому ринку і відомі не лише на теренах України, але й далеко за її межами. Продукція фабрики є конкурентноспроможною завдяки високій якості при порівняно низьких цінах.

На фабриці впроваджується система виробництва харчових продуктів, заснована на принципах НАССР. Виробляє та постачає безпечну та якісну продукцію, яка відповідає вимогам та очікуванням споживачів; постійно вдосконалює систему управління безпечністю харчових продуктів за вимогами ДСТУ ISO 22000.

В роботі пропонується розширити асортимент саме хлібобулочних виробів за рахунок використання молочних продуктів, а точніше молочної сироватки. Мета заходу - розширення виробничих потужностей. У зв'язку з цим виникає необхідність провести реконструкцію. Вона включає розширення цеху та встановлення обладнання для виробництва запроєктованого асортименту. Це дасть можливість продовжувати підвищувати економічні показники діяльності підприємства і утримати в стабільному стані конкурентоспроможність [1].

1.2 Характеристика сировинної зони

Сировинна зона даного виробництва характеризується наявністю у Тернопільській області великої кількості заводів, комбінатів хлібопродуктів,

та млинів, які виробляють борошно різних видів. Оскільки борошно - це основна сировина для виробництва хліба, то ці підприємства різних форм власності забезпечують безперебійну доставку основного сировинного матеріалу. Також в області наявні цукрові заводи.

Оскільки Тернопільська область є аграрною, то дане підприємство немає проблем з сировиною. Серед них наступні: ТОВ «ЗАХІД АГРОПРОДУКТ», ТОВ «ДЗВІН», ТОВ «ГАДЗ-АГРО», ТОВ «ПОДІЛЛЯ», ТОВ «АГРОПОЛІС», СЕЛЯНСЬКЕ(ФЕРМЕРСЬКЕ) НАУКОВО - ВИРОБНИЧЕ ГОСПОДАРСТВО «КОВАЛЬ» та багато інших.

Велика кількість сировини несе за собою невисоку собівартість борошна та відповідно і хлібобулочних виробів.

1.3 Обґрунтування асортименту продукції

У фабрики досить широкий асортимент продукції, який здатен забезпечити потреби різних верств населення. Проте у їхньому асортименті немає хлібобулочних виробів з використанням сироватки. Враховуючи те, що у м. Тернопіль є потужне молокопереробне підприємство «Молокія» то проблем з сироваткою не виникає, а навпаки знижує собівартість, оскільки підприємства знаходяться близько.

Тому випікання булки селянської та булочки з молочною сироваткою є не лише задля збільшення асортименту, а й для задоволення потреб населення.

1.4 Канали реалізації хлібобулочних виробів

При реалізації хлібобулочних виробів необхідно врахувати їх обмежений термін реалізації. Якщо говорити про зберігання під час реалізації булочок та інших здобних виробів необхідно дотримуватися температурного

режиму зберігання, що влітку стає доволі складно. Слід відмітити, що молочна сироватка підвищує кислотність виробів, що в свою чергу запобігає мікробному псуванню. Пропонуємо здійснювати реалізацію хлібобулочних виробів у місцях де є найбільше споживачів, а саме: ринки, торгові центри, супермаркети.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Для виробництва запроєктованого асортименту використовуємо таку сировину як молочна сироватка. За рахунок високої кислотності, наявності значної кількості молочної кислоти, молочнокислих бактерій, які її продукують вироби набувають приємного смаку, хорошого об'єму, високої пористості. Проаналізувавши наукові статті дійшли висновку, що використання молочної сироватки та такої сировини як ревеневе пюре, буряковий зброджений напій, концентрат фрукто-овочевий у виробництві булочних виробів позитивно впливає на технологічний процес, сприяючи його пришвидшенню, відбувається укріплення клейковини, за рахунок цього підвищується формостійкість готових виробів [2, 3, 4]. Тісто пропонуємо готувати опарним способом, для більш повного забезпечення виробів смаком та ароматом.

2.1 Опис технологічних схем виробництва булок, [5]

Булка селянська

Технологія виготовлення – на густій опарі.

Опару замішують у тістомісильній машині в діжі. Після досягнення кислотності 3,1 град, в опару додають решту сировини і замішують тісто протягом 9 хвилин у тістомісильній машині. Вносять борошно, сольовий розчин олію та молочну сироватку. Тісто залишається для процесу

бродіння. Після чого тісто за допомогою діжоперекидача подається у тістоподільник, де формуються шматки тіста. Далі вони направляються транспортером тістопольника з якого надходять у тістоокруглювач для надання їм округлої форми. Після чого на листах направляються у шафу остаточного вистоювання. Випікаються заготовки у циклотермічній подовій печі LIDER 180. Випечені булочки виставляються на стіл та відбраковуються. Пакуються та направляються на вагонетках у хлібосховище.

Булочки з молочною сироваткою

Технологія виготовлення – на традиційній густій опарі.

Опару замішують у діжі тістомісильної машини. Після досягнення необхідних показників опари – збільшення в об’ємі, кислотності 3,5 град, її подають у тістомісильну машину і в діжу додають решту борошна, воду, розчини солі та цукру, згущену молочну сироватку. Маргарин вносять вручну. І замішують тісто та залишають на 1 год для бродіння при температурі 30 °С. Готове тісто на столах ділиться на відповідні шматки та зважується. Після чого направляється на тістоокруглювач для надання необхідної форми. Сформовані тістові заготовки відправляють у шафу остаточного вистоювання де вони збільшуються в об’ємі. Підготовлені до випікання напівфабрикати викладають на під печі й випікають протягом 26 хв. Готові булочки відбраковуються на потрапляють на зберігання.

2.2 Характеристика сировини [6-10].

Для виробництва булки селянської використовують борошно пшеничне першого сорту, дріжджі хлібопекарські пресовані, сіль кухонну харчову, сироватку молочну згущену, олію соняшникову.

В процесі замішування тіста для булки з молочною сироваткою користуються наступними інгредієнтами: борошно пшеничне першого

сорту, сіль кухонна харчова, дріжджі хлібопекарські пресовані, сироватка молочна цукор білий кристалічний, маргарин столовий.

Уся сировина, що надходить на фабрику і використовується у виробництві повинна мати сертифікат якості, посвідчення якості та відповідати вимогам нормативних документів [6-10].

Кожен інгредієнт перевіряють за органолептичними і фізико-хімічними показниками. Основні показники відображено в таблиці

Таблиця – Вимоги до якості сировини

Сировина	Показники
Борошно пшеничне першого сорту	колір білий або білий з жовтим відтінком; запах властивий пшеничному борошну, без сторонніх запахів; смак властивий пшеничному борошну, без сторонніх присмаків; вологість не більш 15,0 %; Білість - 36-53 умовних одиниць фотометричного приладу; зольність не більш 0,75%
Дріжджі хлібопекарські пресовані	Колір сіруватий з жовтуватим відтінком, однорідний, без темних плям; запах, смак – властиві свіжим хлібопекарським пресованим дріжджам, без сторонніх присмаку та запаху; консистенція щільна, крихка. Вологість у день виготовлення не

	<p>більше 75,0 %;</p> <p>кислотність 100 г дріжджів, не більше 120 мг оцтової кислоти;</p> <p>стійкість за температури 35°C менше 60, год;</p> <p>підймальна сила не більше 70 хв;</p> <p>мальтазна активність не більше 100 хв.</p>
Сіль кухонна харчова	<p>кристалічний сипкий продукт.</p> <p>наявність сторонніх механічних домішок, не пов'язаних з пошкодженням солі, не допускається</p> <p>Запах – відсутній</p> <p>колір білий</p> <p>Вологість не більше 0,25 %</p> <p>Масова частка нерозчинного у воді залишку не більше 0,45%.</p>
Цукор білий кристалічний	<p>сипкий кристалічний порошок, без грудочок, колір білий, смак і запах солодкий, без сторонніх присмаків і запахів</p> <p>Вологість 0,05 %,</p> <p>Масова частка редукувальних речовин (перерахунку на суху речовину) не більше 0,04%,</p> <p>Масова частка сахарози не менше 99,7%</p>
Маргарин столовий	<p>колір світло жовтий;</p> <p>консистенція однорідна, тверда,</p>

	вміст жиру 39,0-84,0 %;
Сироватка молочна згущена	<p>консистенція – густа.</p> <p>Смак і запах властиві кисломолочному продукту, без сторонніх присмаків і запахів.</p> <p>Колір світло–жовтий, з зеленуватим відтінком,</p> <p>Вміст сухих речовин 40-60%.</p> <p>Кислотність 130-250 Т; Масова частка лактози 22-30%,</p> <p>масова частка сорбінової кислоти не більше 0,1%.</p>
Молочна сироватка	<p>однорідна рідина, допускається наявність незначного осаду.</p> <p>Смак і запах з кислим відтінком, властивий для молочної сироватки.</p> <p>Густина не менше 1023 кг/м³</p> <p>Кислотність 50-60 °Т</p> <p>Фосфатаза – відсутня</p> <p>Температура при відпуску з підприємства – не вище 8 °С</p>

Пакувальні матеріали, які використовуються повинні бути якісними, оскільки напряду контактують з булочками.

Попитом користується прозоре пакування, оскільки за ним можна візуально оцінити свіжість і якість булочки. Водночас прозоре пакування дозволяє нанести, будь який, колір та зображення торгової марки, що

доволі зручно для виробника. Разом з тим, прозорі пакети володіють високою міцністю та ізоляцією.

2.3 Технологічні розрахунки

Таблиця 2.1. Вихідні дані для розрахунку технологічних параметрів виробництва булки селянська та булки молочної з сироваткою [11, 12, 13].

Вихідні дані	Булка селянська	Булочки з молочною сироваткою
<i>Уніфікована рецептура</i>		
Борошно пшеничне першого сорту, кг	100,0	100,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,0	3,0
Сіль кухонна харчова, кг	1,5	1,5
Сироватка молочна згущена (40 %)	4,0	-
Сироватка молочна, л, В тому числі, кг СР	-	30,0 1,5
Олія соняшникова	2,0	-
Цукор білий	-	5,0
Маргарин столовий	-	3,5
Разом, кг	109,5	143,0
Вологість борошна, %	14,5	14,5
Вологість булочки, %, не більше	43,0	42,0
Кислотність виробу, град, не більше	3,0	3,0
Пористість, %, не менше	74,0	72,0
Маса виробу, кг	0,73	0,5

Плановий вихід, %	135,0	140,0
Спосіб приготування тіста	традиційна густа опара	традиційна густа опара
Температура опари	29	29
Вологість опари, %	46	48
Кількість борошна в опарі, %	44	42
Тривалість бродіння опари, год	3,3	4,0
Кінцева кислотність опари, град	3,1	3,5
Тривалість бродіння тіста, год	1,2	1,0
Кислотність тіста, град	3,5	3,5
Тривалість вистоювання, хв	42	40
Тривалість випікання, хв	47	26
Діаметр виробу, см	20,0	18,0
Марка печі	Циклотермічна подова піч LIDER 180	Циклотермічна подова піч LIDER 180

2.3.1 Розрахунок продуктивності печей

Використовуючи формулу (2.1.) можемо розрахувати продуктивність печі

$$P_{год} = \frac{N_c \cdot N_l \cdot g_e \cdot 60}{\tau + 5} \quad (2.1)$$

N_c – кількість секцій печі, шт.;

N_l – кількість листів в одній секції, шт.;

m – маса виробу

τ – тривалість випікання

Число штук заготовок, які розташовані по ширині

$$n = \frac{B - a}{b + a} \quad (2.2)$$

де B – ширина поду

a – відстань між заготовками

Кількість штук виробів, які розташовані по довжині

$$n = \frac{D - c}{d + c} \quad (2.3.)$$

D, d – довжина поду

c – відстань між виробами

Для булки селянської та булки з молочною сироваткою використовуємо піч LIDER 180 габарити якої дорівнюють 4147×2714 . Габарити поду секції печі 1800×2500

Булочка селянська

Використовуючи формулу (2.2.) розраховуємо кількість заготовок, які розташовані по ширині

$$n = \frac{1800 - 30}{200 + 30} = 7,7$$

7 шт

Користуючись формулою (2.3.) можемо розрахувати число штук, які розташовані по довжині

$$n = \frac{2500 - 30}{200 + 30} = 10,74$$

10 шт

Тоді визначаємо продуктивність за годину

$$P_{год} = \frac{4 \cdot 7 \cdot 10 \cdot 0,7 \cdot 60}{47 + 5} = 226,15 \text{ кг/год}$$

Булочка молочна з сироваткою

Користуючись формулою (2.2.) розраховуємо число штук заготовок, які розташовані по ширині

$$n = \frac{1800 - 20}{180 + 20} = 8,9$$

За формулою (2.3.) визначаємо їх кількість по довжині

$$n = \frac{2500 - 20}{200 + 20} = 11,27$$

11 шт

Відповідно продуктивність печі за годину складе

$$P_{год} = \frac{4 \cdot 8 \cdot 11 \cdot 0,5 \cdot 60}{26 + 5} = 340,65 \text{ кг/год}$$

Таблиця 2.2 - Робота печі для запроєктованого асортименту

Назва продукту	Піч	Годинна продуктивність	Добова продуктивність
Булка селянська	LIDER 180	226,15	5 201,45
Булочка з молочною сироваткою		340,65	7834,84

2.3.2 Розрахунки пофазної рецептури

Формула (2.4.) призначена для розрахунку вологості тіста

$$W_T = W_6 + K \quad (2.4)$$

K – різниця між початковою вологістю тіста і м'якушки булочки

W_6 – вологість булочки, %

Використовуючи формулу (2.5) можемо розрахувати вихід тіста

$$G_T = G_{\text{сух.р}} \times 100 / (100 - W) \quad (2.5)$$

В таблиці 2.3 наведено результати розрахунку кількості сухих речовин у тісті. Знаючи їх розрахуємо вихід тіста та кількість води яку треба використати для його приготування.

Таблиця 2.3 - Масова частка сухих речовин в булочці селянській

Сировина	Маса, кг	Масова частка вологи %	Маса сухих речовин, кг
Борошно пшеничне першого сорту	100,0	14,5	85,5
Дріжджі пресовані	2,0	75,0	0,5
Сіль кухонна	1,5	-	1,5
Олія соняшникова	2,0	0,10	1,99
Сироватка молочна згущена	4,0	50,0	2,0
Разом	109,5		91,49

$$W_T = 43 + 1 = 44 \%$$

$$G_T = 91,49 \times 100 / (100 - 44) = 163,38 \text{ кг}$$

$$G_{\text{води}} = G_T - G_c$$

$$G_{\text{води}} = 163,38 - 109,5 = 53,88 \text{ кг}$$

Використовуючи формулу (2.6.) розраховуємо масу сольового розчину

$$G_{\text{сол.р-ну}} = G_{\text{сол}} \times 100 / C_{\text{сол.р}} \quad (2.6)$$

$C_{\text{сол.р}}$ – концентрація розчину солі

$$G_{\text{сол.р-ну}} = 1,5 \times 100 / 26 = 5,77 \text{ кг}$$

Використовуючи формулу (2.7.) розраховуємо масу води в сольовому розчині

$$G_{\text{в}} = G_{\text{сол.р-ну}} - G_{\text{солі}} \quad (2.7)$$

$$G_{\text{в}} = 5,77 - 1,5 = 4,27 \text{ кг}$$

Користуючись формулою (2.8) встановлюємо масу дріжджової суспензії

$$G_{\text{сусп.дріж.}} = G_{\text{дріж}} + G_{\text{дріж}} \times 3 \quad (2.8)$$

$$G_{\text{сусп.дріж.}} = 2,0 + 2,0 \times 3 = 8,0$$

За формулою (2.9) визначаємо масу води в дріжджовій суспензії

$$G_{\text{в}} = G_{\text{сусп.дріж.}} - G_{\text{дріж}} \quad (2.9)$$

$$G_{\text{в}} = 8 - 2 = 6 \text{ кг}$$

Використовуючи формулу (2.10) визначаємо масу води яку маємо внести у тісто

$$G_{\text{в}}^m = G_{\text{в}} - G_{\text{в}}^{c.p} - G_{\text{в}}^{dp.c} - G_{\text{о}} \quad (2.10)$$

Складаємо таблицю для розрахунку кількості сухих речовин в опарі та розраховуємо вихід опари й кількість води в ній

Таблиця 2.4 - Маса сухих речовин в опарі

Сировина	Маса сировини, кг	Вологість сировини, %	Маса сухих речовин, кг
Борошно, кг	44	14,5	37,62
Дріжджі пресовані	2,0	75	0,50
Разом	46,0	-	38,12

$$G_o = 38,12 \times 100 / (100-46) = 70,59 \text{ кг}$$

$$G_{B_o} = 70,59 - 46,0 = 24,59 \text{ кг}$$

$$G_{B_o} = 24,59 - 6 = 18,59 \text{ кг}$$

$$G_6^m = 53,88 - 4,27 - 6,0 - 18,59 = 25,02 \text{ кг}$$

Таким чином, при замішуванні тіста в діжу вносять 25,02 кг води

Таблиця 2.5 - Пофазна рецептура виробництва булочки селянська

Сировина	Маса, кг	Опара	Тісто
Борошно пшеничне першого сорту	100,0	44,0	56,0
Дріжджова суспензія	8,0	8,0	-
Розчин солі	5,77	-	5,77
Олія соняшникова	2,0	-	2,0
Сироватка молочна згущена	4,0	-	4,0
Вода	43,61	18,59	25,02
Опара			70,59
Разом	163,38	70,59	163,38

Аналогічно розраховуємо пофазну рецептуру приготування булки з молочною сироваткою.

$$W_T = 42 + 0,5 = 42,5 \%$$

Таблиця 2.6 - Масова частка сухих речовин в булочці з молочною сироваткою

Сировина	Маса сировини, кг	Вологість сировини, %	Маса сухих речовин, кг
Борошно пшеничне першого сорту	100,0	14,5	85,5
Дріжджі пресовані	3,0	75,0	0,75
Сіль кухонна	1,5	-	1,5
Цукор білий	5,0	0,15	4,99
Маргарин	3,5	16,5	2,92
Сироватка молочна	30,0		1,5
Разом	143,0		97,16

Вихід тіста

$$G_T = 97,16 \times 100 / (100 - 42,5) = 168,97 \text{ кг}$$

Кількість води в тісто

$$G_{\text{води}} = 168,97 - 143,0 = 25,97 \text{ кг}$$

$$G_{\text{сол.р-ну}} = 1,5 \times 100 / 26 = 5,8$$

$$G_B = 5,8 - 1,5 = 4,3 \text{ кг}$$

$$G_{\text{сусп.дріж.}} = 3 + 3 \times 3 = 11 \text{ кг}$$

$$G_B = 11 - 3 = 8 \text{ кг}$$

$$G_{\text{цук.р-ну}} = 5 \times 100 / 50 = 10 \text{ кг}$$

$$G_B = 10 - 5 = 5 \text{ кг}$$

$$G_B = 25,97 - 4,3 - 8 - 5 = 8,67 \text{ кг}$$

Таблиця 2.7 - Маса сухих речовин в опарі

Сировина	Маса сировини, кг	Вологість сировини, %	Маса сухих речовин, кг
Борошно, кг	42	14,5	35,91
Дріжджі пресовані	3,0	75	0,75
Разом	45,0	-	36,66

$$G_o = 36,66 \times 100 / (100-48) = 70,5 \text{ кг}$$

$$G_{B_o} = 70,5 - 45,0 = 25,5 \text{ кг}$$

$$G_{B_o} = 25,5 - 8 = 17,5 \text{ кг}$$

Оскільки не вистачає води на замішування опари приймаємо рішення цукор і сіль вносити у сухому вигляді в діжу де вже знаходиться молочна сироватка і дріжджова суспензія

$$G_e^m = 25,97 - 8,0 - 17,5 = 0,47 \text{ кг}$$

Таблиця 2.8 - Пофазна рецептура виробництва булки з молочною сироваткою

Сировина	Маса, кг	Опара	Тісто
Борошно пшеничне першого сорту	100,0	42	58
Дріжджова суспензія	11	11	-
Сіль	1,5		1,5
Цукор	5,0		5,0
Маргарин	3,5		3,5
Сироватка молочна	30		30
Вода	17,97	17,5	0,47
Опара	-		70,5
Разом	168,97	70,5	168,97

2.3.3 Розрахунок виходу булок

Таблиця 2.9 - Вихідні дані для розрахунку

Види втрат і затрат при заданих технологічних умовах	Вихідні дані для розрахунку виходу		
	Позначення	Булка селянська	Булочки з молочною сироваткою
Вихід тіста	$G_T, \%$	163,39	168,97
Втрати борошна до замішування тіста, % до маси борошна	g_b	0,05	0,05
Втрати тіста від замішування до випікання, % до маси борошна	g_T	0,05	0,05
Витрати СР на бродіння, % до сухих речовин тіста	$C_{\text{сух}}$	2,5	2,5
Втрати борошна на оброблення тіста, % до маси тіста	$g_{\text{обр}}$	2,5	0,4
Упікання, % до маси тіста	$g_{\text{уп}}$	9,0	9,0
Усихання, % до маси гарячого хліба	$g_{\text{ус}}$	3,0	3,5
Зменшення маси хліба під час укладання, % до маси гарячого хліба	$g_{\text{ук}}$	0,6	0,6
Відхилення маси штучних виробів від номінальної, % до маси гарячого хліба	$g_{\text{шт}}$	0,03	0,03

Використовуючи формулу (2.11) можемо розрахувати середньозважену вологість

$$W_c = G_{\delta} \times W_{\delta} + G_{др.} \times W_{др.} + G_c \times W_c + G_{сир.} \times W_{сир.} + G_M \times W_M / G_B + G_X + G_c + G_{сир.} + G_M. \quad (2.11)$$

Маса тіста

$$G_T = G \times (100 - W_{\delta}) / 100 - W_T$$

$$B_{\delta} = q_{\delta} \times (100 - W_{\delta}) / (100 - W_T)$$

Втрати розраховуємо за нижче наведеними формулами

втрати при замішуванні тіста

$$B_T = q_T \times (100 - W_{cp}) / (100 - W_T) \quad (2.12)$$

втрати під час бродіння

$$Z_{бр} = \frac{C_{сyx} \cdot 0,95(G_{сир} - g_{обр})(100 - W_{cp})}{1,96 \cdot 100(100 - W_m)}$$

$$Z_{обр} = \frac{g_{обр}(W_m - W_{\delta})}{100 - W_m} \quad (2.13)$$

втрати під час упікання

$$Z_{уп} = q_{уп} \times [G_T - (B_{\delta} + B_T + Z_{бр} + Z_{обр})] / 100 \quad (2.15)$$

втрати під час укладання

$$Z_{укл} = q_{укл} \times [G_T - (B_{\delta} + B_T + Z_{бр} + Z_{обр} + Z_{уп})] / 100 \quad (2.16)$$

втрати під час усихання

$$Z_{ус} = q_{ус} \times [G_T - (B_{\delta} + B_T + Z_{бр} + Z_{обр} + Z_{уп} + Z_{укл})] / 100 \quad (2.17)$$

Втрати маси

$$B_{шт.} = q_{шт.} \times [G_T - (B_{\delta} + B_T + Z_{бр} + Z_{обр} + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{ус})] / 100 \quad (2.18)$$

втрати від крихт і лому

$$B_{\text{крх}} = q_{\text{крх}} \times [G_{\text{T}} - (B_{\text{б}} + B_{\text{T}} + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{обр}} + Z_{\text{уп}} + Z_{\text{укл}} + Z_{\text{ус}} + B_{\text{шт}})] / 100 \quad (2.19)$$

втрати від браку

$$B_{\text{бр}} = q \times [G_{\text{T}} - (B_{\text{б}} + B_{\text{T}} + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{обр}} + Z_{\text{уп}} + Z_{\text{укл}} + Z_{\text{ус}} + B_{\text{шт}} + B_{\text{крх}})] / 100 \quad (2.20)$$

вихід булок

$$B_{\text{x}} = G_{\text{T}} - (B_{\text{б}} + B_{\text{T}} + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{обр}} + Z_{\text{уп}} + Z_{\text{укл}} + Z_{\text{ус}} + B_{\text{крх}} + B_{\text{шт}} + B_{\text{бр}}) \quad (2.21)$$

Булка селянська

$$W_{\text{с}} = 100 \times 14,5 + 2 \times 75 + 1,5 \times 0 + 2 \times 0,1 + 4 \times 50 / 143 = 16,44 \%$$

$$G_{\text{T}} = 109,5 \times (100 - 16,44) / 100 - 44 = 163,39 \text{ кг}$$

$$B_{\text{б}} = 0,05 \times (100 - 14,5) / (100 - 44) = 0,079$$

$$B_{\text{T}} = 0,05 \times (100 - 14,5) / (100 - 32) = 0,06$$

$$Z_{\text{бр}} = 2,5 \times 0,95 \times (109,5 - 1,8) \times (100 - 16,44) / 1,96 \times 100 \times (100 - 44) = 1,95$$

$$Z_{\text{обр}} = 0,8 \times (44 - 14,5) / (100 - 44) = 0,4$$

$$Z_{\text{уп}} = 9 \times [163,39 - (0,08 + 0,06 + 1,95 + 0,4)] / 100 = 14,47$$

$$Z_{\text{укл}} = 0,6 \times [163,39 - (0,08 + 0,06 + 1,95 + 0,4 + 14,47)] / 100 = 0,88$$

$$Z_{\text{ус}} = 3 \times [163,39 - (0,08 + 0,06 + 1,95 + 0,4 + 14,47 + 0,88)] / 100 = 5,82$$

$$B_{\text{крх}} = 0,03 \times [163,39 - (0,08 + 0,06 + 1,95 + 0,4 + 14,47 + 0,88 + 5,82)] / 100 = 0,04$$

$$B_{\text{шт}} = 0,4 \times [163,39 - (0,08 + 0,06 + 1,95 + 0,4 + 14,47 + 0,88 + 5,82 + 0,04)] / 100 = 0,57$$

$$B_{\text{бп}} = 0,02 \times [163,39 - (0,08 + 0,06 + 1,95 + 0,4 + 14,47 + 0,88 + 5,82 + 0,04 + 0,57)] / 100 = 0,03$$

$$B_x = 163,39 - (0,08 + 0,06 + 1,95 + 0,4 + 14,47 + 0,88 + 5,82 + 0,04 + 0,57 + 0,03) = 139,0 \%$$

Булочка з молочною сироваткою

$$W_c = 100 \times 14,5 + 3 \times 75 + 1,5 \times 0 + 3,5 \times 16,5 + 5 \times 0,15 + 30 \times 95 / 143 = 32,05 \%$$

$$G_T = 143 \times (100 - 32,05) / 100 - 42,5 = 168,98 \text{ кг}$$

$$B_6 = 0,05 \times (100 - 14,5) / (100 - 42,5) = 0,07$$

$$B_T = 0,05 \times (100 - 14,5) / (100 - 32) = 0,06$$

$$3_{\text{бп}} = 2,5 \times 0,95 \times (143 - 1,8) \times (100 - 17,2) / 1,96 \times 100 \times (100 - 42,5) = 2,46$$

$$3_{\text{обп}} = 0,8 \times (42,5 - 14,5) / (100 - 42,5) = 0,4$$

$$3_{\text{уп}} = 9 \times [168,98 - (0,07 + 0,06 + 2,46 + 0,4)] / 100 = 14,93$$

$$3_{\text{укл}} = 0,6 \times [168,98 - (0,07 + 0,06 + 2,46 + 0,4 + 14,93)] / 100 = 0,9$$

$$3_{\text{ус}} = 3,5 \times [168,98 - (0,07 + 0,06 + 2,46 + 0,4 + 14,93 + 0,9)] / 100 = 5,3$$

$$B_{\text{шт}} = 0,03 \times [168,98 - (0,07 + 0,06 + 2,46 + 0,4 + 14,93 + 0,9 + 5,3)] / 100 = 0,04$$

$$B_{\text{кpx}} = 0,4 \times [168,98 - (0,07 + 0,06 + 2,46 + 0,4 + 14,93 + 0,9 + 5,3 + 0,04)] / 100 = 0,6$$

$$B_{\text{бп}} = 0,02 \times [168,98 - (0,07 + 0,06 + 2,46 + 0,4 + 14,93 + 0,9 + 5,3 + 0,04 + 0,6)] / 100 = 0,03$$

$$B_x = 168,98 - (0,07 + 0,06 + 2,46 + 0,4 + 14,93 + 0,9 + 5,3 + 0,04 + 0,6 + 0,03) = 144,19\%$$

2.3.4 Розрахунок виробничих рецептур

Використовуючи формулу (2.21) розраховуємо завантаженість діж

$$G = G_6 \times V / 100 \quad (2.21)$$

$$K = G / 100 \quad (2.22)$$

$$G = 35 \times 330 / 100 = 115,5 \text{ кг}$$

$$K = 115,5 / 100 = 1,15$$

Булка селянська

Таблиця 2.10 - Виробнича рецептура виробництва булки селянська

Сировина	Опара	Тісто
Борошно пшеничне першого сорту	50,6	64,4
Дріжджова суспензія	9,2	-
Розчин солі	-	6,63
Олія соняшникова	-	2,3
Сироватка молочна згущена	-	4,6
Вода	21,38	28,77
Опара		81,18
Разом	81,18	187,89

Маса шматків тіста для булки селянської

$$m = \frac{G_{xl} \cdot 100 \cdot 100}{(100 - G_{yl})(100 - G_{yc})} \quad (2.23)$$

$$m = 0,7 \times 100 \times 100 / (100 - 9) (100 - 3) = 0,78 \text{ кг}$$

Булка з молочною сироваткою

$$G = 35 \times 330 / 100 = 115,5 \text{ кг}$$

$$K = 115,5 / 100 = 1,15$$

Таблиця 2.11 - Виробнича рецептура виробництва булочки з молочною сироваткою

Сировина	Опара	Тісто
Борошно пшеничне першого сорту	48,3	66,7
Дріжджова суспензія	12,65	-
Сіль	-	1,73
Цукор	-	5,75
Маргарин	-	4,03
Сироватка молочна	-	34,5
Вода	20,13	0,54
Опара		81,08
Разом	81,08	194,33

Маса шматків тіста для булочки з молочною сироваткою

$$m = 0,5 \times 100 \times 100 / (100 - 9) (100 - 3,5) = 0,56$$

2.3.5 Розрахунок площ складських приміщень

Розрахунок добових витрат сировини

добові витрати борошна

$$B_{б/д} = P \times 100 / B_{пл}$$

добові витрати іншої сировини

$$V_{c/d} = V_{б/d} \times C / 100$$

Булочка селянська

добові витрати борошна для булочки селянської

$$V_{б/d} = 5201,45 \times 100 / 135 = 3852,93 \text{ кг}$$

можемо розрахувати добові витрати іншої сировини

- дріжджі

$$V_{д/d} = 3852,93 \times 2 / 100 = 77,06 \text{ кг}$$

- сіль

$$V_{с/d} = 3852,93 \times 1,5 / 100 = 57,08 \text{ кг}$$

- олія соняшникова

$$V_{о/d} = 3852,93 \times 2 / 100 = 77,06 \text{ кг}$$

- сироватка молочна згущена

$$V_{с/d} = 3852,93 \times 4 / 100 = 154,12 \text{ кг}$$

Булочка з молочною сироваткою

$$V_{б/d} = 7834,84 \times 100 / 140 = 5596,3 \text{ кг}$$

- дріжджі

$$V_{д/d} = 5596,3 \times 3 / 100 = 167,9 \text{ кг}$$

- сіль

$$V_{с/d} = 5596,3 \times 1,5 / 100 = 83,9 \text{ кг}$$

- цукор білий

$$V_{ц/d} = 5596,3 \times 5 / 100 = 279,8 \text{ кг}$$

- маргарин

$$V_{м/д} = 5596,3 \times 3,5 / 100 = 195,9 \text{ кг}$$

- сироватка молочна

$$V_{с/д} = 5596,3 \times 30 / 100 = 1679,0 \text{ кг}$$

Таблиця 2.12 – Запас сировини для виробництва в цеху

Сировина	Добові витрати сировини, т	Спосіб зберігання	Нормативний термін зберігання, діб	Необхідний запас сировини, т
Борошно пшеничне	9,45	безтарний	7	66,15
Дріжджі пресовані	0,25	тарний у ящиках	3	0,75
Сіль кухонна харчова	0,14	тарний у мішках	15	2,1
Цукор білий	0,28	тарний у мішках	15	4,2
Маргарин столовий	0,196	у ящиках	5	0,98
Олія	0,077	у бочках	15	1,16
Сироватка молочна згущена	0,154	у флягах	15	2,31
Молочна сироватка	1,68	у резервуарах	3	5,04

Розрахунок площ для зберігання сировини

площа для зберігання сировини, м²

$$S = V / n$$

Розрахунки проводимо лише для тих продуктів, які зберігаються тарно.

- дріжджі

$$S = 0,75 / 0,34 \times 1,5 = 2,08$$

- сіль

$$S = 2,1 / 0,8 \times 1,5 = 3,94$$

- олія соняшникова

$$S = 1,16 / 0,66 \times 1,5 = 2,64$$

- сироватка молочна згущена

$$S = 2,31 / 0,3 \times 1,5 = 11,5$$

- сироватка молочна

$$S = 5,04 / 0,3 \times 1,5 = 25,2$$

- цукор білий

$$S = 4,2 / 0,8 \times 1,5 = 7,87$$

2.4 Розрахунок та підбір основного обладнання

кількість борошняних силосів

$$N = \frac{G_{\delta}^{\text{доб}} \cdot 7}{V_{\delta}}$$

де $G_{\delta}^{\text{доб}}$ - добові витрати борошна одного сорту, т;

V_{δ} - місткість одного силоса, т

$$G_{\delta}^{\text{доб}} = \frac{P_{\text{доб}} \cdot 100}{B_x}$$

$$G_{\delta}^{\text{доб}} = \frac{226,15 \cdot 100}{135} = 167,52 \text{ кг для булки селянської}$$

$$N = \frac{G_{\delta}^{\text{доб}} \cdot 7}{V_{\delta}},$$

де $G_{\delta}^{\text{доб}}$ - добові витрати борошна одного сорту, т;

V_{δ} - місткість одного силоса, т

$$N = 3,853 \times 7 / 29 = 0,9$$

Приймаємо 1 шт

$$G_{\sigma}^{200} = \frac{340,65 \cdot 100}{140} = 243,32 \text{ кг для булки з молочною сироваткою}$$

$$N = 5,596 \times 7/29 = 1,35$$

Приймаємо 2 силоси ХЕ 160 А

Кількість борошняних ліній:

$$N_{\text{л}}^{\sigma} = \frac{\sum G_{\sigma} \text{ год}}{P}$$

де $G_{\sigma, \text{год}}$ - сумарні витрати борошна за годину, т/год;

P - продуктивність борошняної лінії за годину, т/год.

$$N_{\text{бл}}^{\sigma} = \frac{0,411}{0,54} = 0,76 \text{ шт}$$

Приймаємо одну борошняну лінію.

Розраховуємо виробничі силоси для виробництва булок

$$V = \frac{G_{\sigma}^{200} \cdot \tau}{\rho_{\sigma}},$$

де G_{σ}^{200} – витрати борошна за годину, т/год;

τ – запас борошна в силосі, год;

ρ_{σ} – об'ємна маса борошна, т/м³.

$$V = \frac{0,167 \cdot 7}{0,490} = 2,39 \text{ м}^3$$

кількість виробничих силосів ХЕ – 112:

$$N = \frac{2,39}{2,73} = 0,87$$

$$V = \frac{0,243 \cdot 7}{0,490} = 3,47 \text{ м}^3$$

$$N = \frac{2,39}{2,73} = 1,27$$

Обладнання для приготування тіста для виробництва булки селянської

Продуктивність тістомісильної машини

$$P = \frac{60 \cdot g_{\text{нф}}}{\tau_{\text{зам}} + \tau_{\text{доп}}}$$

де $g_{\text{нф}}$ – маса напівфабрикату,

$\tau_{\text{зам}}$ - тривалість замішування

$\tau_{\text{доп}}$ – тривалість допоміжних процесів

для замішування опари

$$P = \frac{60 \cdot 81,08}{5 + 3} = 608,1 \text{ кг/год}$$

Для замішування тіста

$$P = \frac{60 \cdot 187,89}{9 + 3} = 939,45 \text{ кг/год}$$

максимальна маса борошна, в діжу з опарою

$$G_{\text{б}}^{\text{д}} = \frac{V_{\text{д}} \cdot q}{100}$$

$V_{\text{д}}$ – об'єм діжі, дм^3 ;

q – норма завантаження борошна на 100 дм^3 об'єму діжі, кг.

$$G_{\text{б}}^{\text{д}} = \frac{330 \cdot 25}{100} = 82,5 \text{ кг}$$

$$G_{\text{б}}^{\text{д}} = \frac{330 \cdot 35}{100} = 115,5 \text{ кг для тіста}$$

Кількість діж

$$D_{\text{зод}} = \frac{G_{\text{б}}^{\text{зод}}}{G_{\text{б}}^{\text{д}}}$$

$$D_{\text{зод}} = \frac{167,52}{82,5} = 2,03 \text{ шт}$$

$$D_{\text{год}}^m = \frac{410,83}{115,5} = 3,55 \text{ шт}$$

Ритм замішування

$$r = \frac{60}{D_{\text{год}}}$$

$$r_o = \frac{60}{2,03} = 29,55 \text{ хв}$$

$$r_m = \frac{60}{3,55} = 16,9 \text{ хв}$$

Тривалість ферментації в діжах, хв:

$$\tau_{\text{д}} = \tau_{\text{зам}} + \tau_{\text{бр}} + \tau_{\text{дод}}$$

$\tau_{\text{зам}}$ – тривалість замішування тіста опари;

$\tau_{\text{бр}}$ - тривалість ферментації, хв;

$\tau_{\text{дод}}$ - тривалість додаткових процесів.

$$\tau_{\text{д}}^o = 5 + 198 + 5 = 208 \text{ хв}$$

$$\tau_{\text{д}}^m = 9 + 72 + 5 = 86 \text{ хв}$$

Кількість діж, необхідних для замішування та бродіння опари D_o і тіста

Для опари:

$$D_o = \frac{208}{29,55} = 7,04.$$

Для тіста:

$$D_m = \frac{86}{16,9} = 5,08$$

Зайнятість тістомісильної машини:

$$\tau_{\text{т.м.м}} = \tau_{\text{зам}} + \tau_{\text{обм}} + \tau_{\text{зач}}$$

$$\tau_{m.m}^o = 5 + 3 = 8 \text{ хв}$$

$$\tau_{m.m}^m = 9 + 4 + 3 = 16 \text{ хв}$$

Кількість тістомісильних машин

$$N_m = \frac{\tau_{m.m}^i}{r}$$

Для опари

$$N_m^o = \frac{8}{29,55} = 0,27, \text{ приймаємо одну машину}$$

Для тіста

$$N_m^m = \frac{16}{30,0} = 0,53, \text{ приймаємо одну машин}$$

Розрахунок обладнання для поділу тіста

Кількість тістових заготовок

$$N_{m.z} = \frac{P_{zod}}{60 \cdot g_g},$$

де P_{zod} – годинна продуктивність печі, кг/год;

g_g – маса виробу, кг.

$$N_{m.z} = \frac{226,15}{60 \cdot 0,7} = 5,34, \quad 5 \text{ шт/ хв}$$

Оскільки, невелика кількість тістових заготовок утворюється за хвилину, тістоподільники використовувати недоцільно. Для поділу тіста встановлюємо виробничий стіл. Для зважування шматків тіста на нього встановлюємо ваги.

Обладнання для остаточного вистоювання тістових заготовок

Остаточне вистоювання тістових заготовок проводять у шафі для вистоювання.

Кількість тістових заготовок у шафі для остаточного вистоювання розраховуємо за формулою

$$N_{m.з}^{o.в} = \frac{P_{год} \cdot \tau_{o.вист}}{g_{в} \cdot 60}$$

де $P_{год}$ - годинна продуктивність печі, кг/год;

$t_{вист}$ – тривалість вистоювання, 47 хв;

$g_{в}$ - маса виробів, кг.

$$N_{m.з}^{o.в} = \frac{226,15 \cdot 42}{0,7 \cdot 60} = 226,15, \quad 226 \text{ шт.}$$

Необхідна кількість вагонеток для остаточного вистоювання:

$$N_{в}^{o.в} = \frac{N_{m.з}^{o.в}}{n_{в}^л n}$$

де $n_{в}^л$ - кількість листів на вагонетці

$$N_{виз}^{o.в} = \frac{226}{16 \cdot 7} = 2,0 \text{ шт.}$$

Отже, у шафі для остаточного вистоювання тістових заготовок має бути два візка. Пропонуємо використовувати шафу для остаточного вистоювання Klima Miwe [14].

Розрахунок кількості лотків і візків для зберігання булки селянської

Кількість лотків за годину

$$N_{л}^{год} = \frac{P_{год}}{n \cdot g_{в}}$$

$$N_{л}^{год} = \frac{226,15}{16 \cdot 0,7} = 20,19 \text{ шт.}$$

Розраховуємо кількість восьмилоткових вагонеток для зберігання виробів протягом однієї години.

$$N^{\text{год}}_{\text{в}} = \frac{N^{\text{год}}_{\text{л}}}{N_{\text{л}}}$$

$$N^{\text{год}}_{\text{кон}} = \frac{20}{8} = 2,5 \text{ шт.}$$

приймаємо три вагонетки

Ритм їх заповнення

$$r = \frac{60}{2,5} = 24,0 \text{ хв}$$

Необхідна кількість вагонеток при зберіганні 2 год

$$N_{\text{кон}} = 2,5 \cdot 2 = 5 \text{ шт.}$$

Обладнання для приготування тіста для виробництва булки з молочною сироваткою

Основним обладнанням для приготування тіста є тістомісильна машина з діжами на 330 дм³. Знаходимо її продуктивність використовуючи наступні формули.

$$P = \frac{60 \cdot g_{\text{нф}}}{\tau_{\text{зам}} + \tau_{\text{доп}}}$$

де $g_{\text{нф}}$ – маса напівфабрикату,

$\tau_{\text{зам}}$ - тривалість замішування

$\tau_{\text{доп}}$ – тривалість допоміжних процесів

для замішування опари

$$P = \frac{60 \cdot 81,08}{4 + 3} = 694,97 \text{ кг/год}$$

Для замішування тіста

$$P = \frac{60 \cdot 187,89}{9 + 3} = 939,45 \text{ кг/год}$$

максимальна маса борошна, в діжу з опарою

$$G_b^{\partial} = \frac{V_d \cdot q}{100}$$

V_d – об'єм діжі, дм^3 ;

q – норма завантаження борошна на 100 дм^3 об'єму діжі, кг.

$$G_b^{\partial} = \frac{330 \cdot 25}{100} = 82,5 \text{ кг}$$

$$G_b^{\partial} = \frac{330 \cdot 35}{100} = 115,5 \text{ кг для тіста}$$

Кількість діж для забезпечення годинної продуктивності печі

$$D_{\text{год}} = \frac{G_b^{\text{год}}}{G_b^{\partial}}$$

$$G_b^{\text{год}} = \frac{340,65 \cdot 100}{140} = 243,32$$

$$D_{\text{год}}^o = \frac{243,32}{82,5} = 2,95 \text{ шт}$$

$$D_{\text{год}}^m = \frac{243,32}{115,5} = 2,11 \text{ шт}$$

Ритм замішування

$$r = \frac{60}{D_{\text{год}}}$$

$$r_o = \frac{60}{2,95} = 20,34 \text{ хв}$$

$$r_m = \frac{60}{2,11} = 28,4 \text{ хв}$$

Тривалість процесу бродіння, хв

$$\tau_{\partial} = \tau_{\text{зам}} + \tau_{\text{бр}} + \tau_{\text{дод}}$$

$\tau_{\text{зам}}$ – тривалість замішування тіста опари;

$\tau_{\text{бр}}$ - тривалість ферментації, хв.;

$\tau_{\text{дод}}$ - тривалість додаткових процесів.

$$\tau_{\partial}^o = 3 + 210 + 5 = 218 \text{ хв}$$

$$\tau_{\partial}^m = 7 + 60 + 4 = 71 \text{ хв}$$

Кількість діж, для замішування та бродіння опари і тіста

Для опари:

$$D_o = \frac{218}{20,34} = 10,72.$$

Для тіста:

$$D_m = \frac{71}{28,4} = 2,5$$

Зайнятість тістомісильної машини для приготування напівфабрикатів:

$$\tau_{\text{т.м.м}} = \tau_{\text{зам}} + \tau_{\text{об.м}} + \tau_{\text{зач}}$$

$$\tau_{\text{т.м.м}}^o = 3 + 3 + 5 = 12 \text{ хв}$$

$$\tau_{\text{т.м.м}}^m = 7 + 4 + 3 = 14 \text{ хв}$$

Кількість тістомісильних машин

$$N_m = \frac{\tau_{\text{т.м.м}}}{r}$$

Для опари

$$N_m^o = \frac{12}{20,34} = 0,59,$$

приймаємо одну машину

Для тіста

$$N_m^m = \frac{14}{28,4} = 0,49,$$

приймаємо одну машину.

Розрахунок обладнання для поділу тіста

Кількість тістових заготовок

$$N_{m.з} = \frac{P_{год}}{60 \cdot g_г},$$

де $P_{год}$ – годинна продуктивність печі, кг/год;

$g_г$ – маса виробу, кг.

$$N_{m.з} = \frac{340,65}{60 \cdot 0,5} = 11,3, \quad \text{шт/ хв}$$

Аналогічно до булки селянської, виходить невелика кількість тістових заготовок за хвилину, тому тістоподільники використовувати недоцільно. Встановлюємо виробничий стіл. Для зважування шматків тіста на нього встановлюємо ваги.

Обладнання для остаточного вистоювання тістових заготовок

$$N_{m.з}^{o.г} = \frac{P_{год} \cdot \tau_{o.вист}}{g_г \cdot 60}$$

де $P_{год}$ - годинна продуктивність печі, кг/год;

$t_{вист}$ – тривалість вистоювання, 47 хв;

$g_г$ - маса виробів, кг.

$$N_{m.з}^{o.г} = \frac{340,65 \cdot 30}{0,5 \cdot 60} = 340,65$$

Необхідна кількість вагонеток для остаточного вистоювання:

$$N_{\epsilon}^{o.б} = \frac{N_{m.з.}^{o.б}}{n_{\epsilon}^l n}$$

де n_{ϵ}^l - кількість листів на вагонетці

$$N_{\epsilon}^{o.б} = \frac{340}{17 \cdot 10} = 2 \text{ шт.}$$

Отже, у шафі для остаточного вистоювання тістових заготовок має бути два візка. Пропонуємо використовувати шафу для остаточного вистоювання таку ж як для булки селянська [11].

Розрахунок кількості лотків і контейнерів для зберігання

Кількість лотків

$$N_l^{zod} = \frac{P_{zod}}{n \cdot g_{\epsilon}}$$

$$N_l^{zod} = \frac{340,65}{16 \cdot 0,5} = 42,58 \text{ шт.}$$

$$N_{\epsilon}^{zod} = \frac{N_l^{zod}}{N_l}$$

$$N_{\epsilon}^{zod} = \frac{42}{8} = 5,25 \text{ шт.}$$

Приймаємо п'ять візків

Ритм їх заповнення

$$r = \frac{60}{5,25} = 11,4 \text{ хв}$$

$$N_{\epsilon} = 5,25 \cdot 2 = 10,5 \text{ шт.}$$

2.5 Технохімічний контроль виробництва

Головне завдання виробничої лабораторії – контроль процесу випікання булочок та відповідність їх встановленим вимогам.

Робота виробничої лабораторії наступна:

1. Контроль та аналіз вхідної сировини. Встановлення їх якості і безпеки. Контроль процесу зберігання.
2. Контроль процесу випікання булочок, встановлених параметрів на кожному етапі.
3. Запис усіх досліджень для забезпечення простежуваності.

Таблиця 2.13 - Технохімічний контроль булочки селянської та булочки з молочною сироваткою

Об'єкт контролю	Параметри, технологічний режим	Методи контролю	Періодичність
Зберігання борошна, якість борошна	температура і відносна вологість, смак запах, вологість, вміст і якість клейковини, кислотність	психрометр органолептичне оцінювання, висушування, відмивання, прилад ІДК титрування	кожна партія
Дріжджі пресовані, дріжджова суспензія	колір, смак, запах, підймальна сила	органолептично, за спливання кульки тіста	кожна партія
Сіль, розчин солі	колір, смак, запах, густина	органолептично ареометром	кожна партія, перед подачею у витратні чани
Цукор білий, цукровий розчин	колір, смак, запах густина	органолептично	кожна партія, перед подачею у витратні чани
Маргарин столовий	смак, запах, колір, консистенція	органолептично	кожна партія

Молочна сироватка	смак, запах, колір кислотність	органолептично титруванням	кожна партія
Опара, тісто	консистенція кислотність вологість підймальна сила тривалість бродіння температура	органолептично титруванням висушуванням спливанням кульки термометром термометром	постійно у кінці бродіння вибірково постійно вибірково в процесі приготування
Поділ тіста на шматки	правильність роботи тістодільника	зважуванням 10 шт. заготовок	1 раз в зміну
Вистоювання тістових заготовок	температура і відносна вологість	психрометром	1 раз в зміну
Випікання	температура тривалість упікання	термометром реле часу за різницею маси тістової заготовки і гарячого хліба	при випіканні 1 раз в квартал
Хлібосховище	температура і відносна вологість повітря усихання виробів	психрометром зважуванням гарячого і холодного хліба	1 раз в зміну
	санітарний стан лотків	візуально	1 раз в зміну
Готові вироби	маса булок вологість булок пористість	зважуванням висушуванням приладом Журавльова	2-3 раз в зміну

3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

При виробленні хлібобулочних виробів повинні дотримуватися вимоги охорони праці і техніки безпеки, що містяться в Державних стандартах безпеки праці та діючих «Правилах техніки безпеки та виробничої санітарії для підприємств хлібопекарської і макаронної промисловості». Дотримання «Правил» обов'язкове для всіх керівників, інженерно-технічних працівників, робітників і службовців підприємства. Відповідальність за дотримання «Правил» при експлуатації підприємства покладається на керівника підприємства.

Для кожної професії або виду робіт на підприємстві розроблені та затверджені в установленому порядку інструкції з охорони праці. Виробничий персонал може бути допущений до ведення технологічного процесу тільки після проходження інструктажу з охорони праці, що включає вступний інструктаж та інструктажі на робочому місці (первинний і плановий періодичний), про що повинен бути зроблений запис в журналі інструктажу. Інструктаж проводить безпосередньо керівник ділянки робіт. При зміні технології, освоєнні нових технологічних процесів, модернізації та впровадженні нових видів сировини і матеріалів, адміністрація підприємства розробляє нові інструкції з охорони праці та провести позапланові інструктажі з працюючими.

На хлібо заводі розроблені та затверджені інструкції з техніки безпеки, технологічні процеси виробництва хлібобулочних виробів, технологічне обладнання для їх виробництва відповідають вимогам ДСТУ 2583-94.

Види інструктажів з охорони праці

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж проводиться спеціалістом служби охорони праці або іншим фахівцем відповідно до наказу (розпорядження) по підприємству,

який в установленому. Типовим положенням порядку проходів навчання і перевірку знань з питань охорони праці.

Запис про проведення вступного інструктажу робиться в Журналі реєстрації вступного інструктажу з питань охорони праці, який зберігається службою охорони праці або працівником, що відповідає за проведення вступного інструктажу, а також у наказі про прийняття працівника на роботу. Журнал реєстрації вступного інструктажу є документом постійного зберігання.

Первинний інструктаж проводиться з працівником до початку роботи безпосередньо на робочому місці.

Повторний інструктаж проводиться на робочому місці індивідуально з кожним працівником або групою працівників, які виконують однотипні роботи, за обсягом і змістом переліку питань первинного інструктажу. Повторний інструктаж проводиться в терміни, визначені нормативно-правовими актами з охорони праці, не рідше:

- на роботах з підвищеною небезпекою — 1 раз на 3 місяці;
- для решти робіт — 1 раз на 6 місяців.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці:

- при введенні в дію нових або переглянутих нормативно-правових актів з охорони праці, а також при внесенні змін та доповнень до них;
- при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації устаткування, приладів та інструментів, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на стан охорони праці;
- при порушенні працівниками вимог нормативно-правових актів з охорони праці, що призвели до травм, аварій, пожеж тощо;
- при перерві в роботі виконавця робіт більш ніж на 30 календарних днів — для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт — понад 60 днів.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками:

- при ліквідації аварії або стихійного лиха;
- при проведенні робіт, на які відповідно до законодавства оформлюються наряд-допуск, наказ або розпорядження.

Мікроклімат виробничих приміщень

Одним із кліматичних факторів, що впливає на самопочуття працюючих є надлишкове тепло, яке надходить у навколишнє середовище від нагрітого технологічного обладнання, трубопроводів, печей.

Показники, що характеризують оптимальні і допустимі метеорологічні умови в тістоприготувальному відділенні є температура, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря. Згідно з встановленими нормами в тістоприготувальному відділенні температура не повинна перевищувати 25 °С, а в зимовий період 15...19 °С, відносна вологість повітря становить 30...60%.

Для забезпечення нормальних умов у всіх приміщеннях встановлена припливно-витяжна вентиляція з механічним збудженням. Для зменшення виділень тепла тепло випромінююче обладнання покрите шаром ізоляції. Над ваннами для миття інвентаря і під ваннами для розтоплення жиру встановлені витяжні парасольки, від яких передбачені примусові витяжки. На робочих місцях, розташованих безпосередньо біля печей використовується центральна обдуваюча система. Швидкість повітря в системі 1,5...2 м/с.

Заходи по боротьбі із шумом і вібраціями

Підвищений рівень шуму і вібрації негативно впливає на стан здоров'я працюючих та може сприяти виникненню професійних захворювань. Джерелами шуму та вібрації є технологічне та транспортне обладнання. Для зниження звукового та вібраційного навантаження від механічного устаткування, або окремих об'єктів інфраструктури

використовують спеціалізоване обладнання або матеріали, що мають поглинаючі або захисні (відбиваючі) властивості. Наприклад на промислових об'єктах, які використовують обладнання, що здатне утворювати вібрацію використовують амортизуючі підкладки, або у випадку великогабаритного обладнання – його

встановлюють на окремий фундамент, який не зв'язаний з фундаментом будівлі.

Для захисту від шуму, що спричиняється обладнанням на виробництвах, його вкривають шумопоглинаючими засобами

Пожежна безпека

Хлібозаводи за пожежною безпекою належать до категорії В. В їх виробничих приміщеннях мають бути передбачені заходи по попередженню вибухів, виникненню пожеж, засоби їх гасіння, сигналізації, питання пожежного водопостачання, шляхи евакуації людей.

Пожежна безпека повинна забезпечуватися:

- системою запобігання пожежі;
- запобігання утворення горючої суміші;
- запобігання накопичення парів вибухонебезпечних речовин;
- підтримання тиску в горючому середовищі нижче максимально допустимого по горючості;
- системою пожежного захисту максимально можливе застосування негорючих і важкогорючих речовин і матеріалів замість пожежонебезпечних.

Санітарно-гігієнічні вимоги

У виробничих цехах, сировинних складах, експедиціях забороняється носити прикраси, зберігати на робочих місцях сторонні предмети і продукти харчування, скляний посуд. Для кожної виробничої дільниці та робочого місця повинен бути встановлений перелік інвентарю (скребки, щітки, відра та ін.) і місце його зберігання.

У виробничих приміщеннях, складах, експедиції не повинно бути битого скла. Скляна електроосвітлювальна апаратура у цехах підлягає обліку. Термометри, ареометри, денсиметри, скляний посуд і весь інвентар цехової лабораторії

передається із зміни у зміну змінними технологами з відповідною позначкою у спеціальному журналі.

Термометри для вимірювання температури тіста повинні бути у відповідній

оправі. Проби для аналізів дозволяється відбирати лише в посуд, що не б'ється, на всіх виробничих ділянках забороняється використовувати скляний посуд. На всіх склянках з реактивами, що є у цеховій або заводській лабораторії, повинні бути чіткі надписи про їх вміст. Сильнодіючі хімічні реактиви рекомендується зберігати під пломбою.

Хлібні крихти, тісто, що впало на підлогу, вважаються санітарним браком, їх необхідно збирати у спеціальну тару і вилучати з виробничого приміщення. Необхідно чітко виконувати інструкцію щодо попередження захворювання хліба картопляною хворобою. Виконання санітарних правил для всіх працівників хлібопекарського підприємства є обов'язковим. Контроль за виконанням гігієнічного режиму і санітарних правил на підприємстві (цех, дільниця та ін.) покладається на завідувача виробництва і майстрів змін. Відповідальність за створення належних умов і виконання санітарно-гігієнічних вимог покладається на керівника підприємства.

Дезинфекція, дезинсекція, дератизація приміщень і устаткування.

Дезинфекцію, дезинсекцію і дератизацію проводять робітники дезбюро. Будь-яка дезинфекція цехів і устаткування проводиться під наглядом завідувача виробництва і санлікаря.

На хлібопекарських підприємствах для миття обладнання приміщень використовують в основному розчин кальцинованої соди, а також миючі порошки, які дозволені органами санепіднагляду.

Кальцинована сода у водних розчинах розкладається з утворенням їдкого лугу і гідрокарбонату, які мають здатність омилювати забруднену поверхню і руйнувати білкові залишки, тому вона є поширеним миючим засобом.

Для ручного миття рекомендується використовувати підігрітий до 50-60 °С

0,5 %-ний розчин кальцинованої соди. Інвентар краще замочувати розчином, підігрітим до 70-80 °С.

Для дезинфекції обладнання і приміщень використовують хлорвміщуючі засоби — хлорне вапно, хлорамін, антисептол, вапняне молоко, а також четвертинні амонійні сполуки — препарат «Септабик» і засіб «Септодор».

Ефективність обробки дезинфікуючими засобами залежить від вмісту в них активної речовини, тривалості дії та температури розчину. Хлорвміщуючі дезинфікуючі препарати з підвищеною температурою розчинів чинять корозійну дію на метал. Тому їх слід застосовувати при температурі, не вищій за 45-50 °С.

Нержавіюча сталь і гума, що застосовуються в обладнанні, мало піддаються корозії від дії хлорвміщуючих дезинфікуючих засобів.

Четвертинні амонійні сполуки не чинять корозійної дії на метал, дерево, пластик, бетон, гуму, але при температурі, вищій за 45-50 °С, їх токсичність підвищується. Тому температура робочих розчинів не повинна перевищувати 45°С.

Список використаної літератури

1. URL: <https://irp.te.ua/i-qq/>
2. . Н. Карпук et al. Research of technological properties of bread made with the addition of beet kvass. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 2021, Vol. 23, № 96. P. 3-7.
3. Г.В. Карпик та ін. Особливості виробництва булочних виробів з *Rheum L. /*, *Хімія, технологія речовин та їх застосування*. Харчові технології Видавництво Львівської політехніки, Випуск 2, № 5, 2022.
4. Карпук Н., Sventa N. Stabilization of consumer characteristics of bread made from wheat flour with reduced baking properties. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 26(101), 2024, P. 41-47. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f10107>
5. Дробот В.І Технологія хлібопекарського виробництва – Київ, «Логос» 2002 – 365 с.
6. ДСТУ 46.004-99. Борошно пшеничне. Чинний від 2009-08-15. Вид. офіц. Київ : Київський інститут хлібопродуктів, 1999.
7. ДСТУ 4812:2007. Дріжджі хлібопекарські пресовані. Чинний від. 2009-03-26. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2009.
8. ДСТУ 3583:2015 Сіль кухонна. Загальні технічні умови. Чинний від 2017-07-01. Вид. офіц. Київ : ТК 58 «Вироби соляної промисловості», 2015.
9. ДСТУ 4623:2023 Цукор. Технічні умови. 01.11.2023. Інститут продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук (ІПР НААН).
10. ДСТУ 7515:2014 Сироватка молочна. Технічні умови. 01.02.2015. Національна асоціація молочників України «Укрмолпром».

11. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. Київ: Руслана, 1998. 415 с.
12. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві / В.І. Дробот та ін. Київ : Кондор, 2010. 440 с.
13. Самойчук К.О. та ін. Технологічне обладнання хлібопекарської і макаронної галузі: навчальний посібник. Київ : ПрофКнига, 2021. 372 с.
14. Klima Miwe [<https://pekar.com.ua/ua/p1795284663-shkaf-rasstojka-dlya.html>]
15. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» зі спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання / О.М. Крупа та ін. Тернопіль : ТНТУ, 2023. 34 с.