

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до кваліфікаційної роботи
ступеня вищої освіти «Бакалавр»
на тему:

**Обґрунтування технології виробництва
макаронних виробів швидкого приготування**

Виконав: здобувач вищої освіти 4курсу,
групи ХТ-2-20 освітньо-професійної програми
«Харчові технології» зі спеціальності
181 «Харчові технології»

_____ **Вадим БАБЕНКО**

Керівник: _____ **Віталій КОШУЛЬКО**

Рецензент: _____ **Олексій СТАСЬ**

Дніпро 2024

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«06» травня 2024 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЕВІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Бабенку Вадиму Олеговичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва макаронних виробів швидкого приготування».
Керівник роботи: Кошулько Віталій Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «06» травня 2024 року № 983.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 07 червня 2024 року
3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва макаронних виробів швидкого приготування. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літератури. 2 Дослідна частина. 3 Результати досліджень та їх аналіз. 4 Охорона праці та довкілля. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Постановка проблеми. 2 Мета і завдання досліджень. 3 Схема проведення досліджень. 4 Обговорення результатів досліджень. 5 Охорона праці та довкілля. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-6	Доцент Віталій КОШУЛЬКО	06.05.24	07.06.24

7. Дата видачі завдання 06 травня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	06.05-08.05.24	виконано
2	Огляд літератури	09.05-12.05.24	виконано
3	Дослідна частина	13.05-15.05.24	виконано
4	Результати досліджень та їх аналіз	16.05-31.05.24	виконано
5	Охорона праці та довкілля	01.06-02.06.24	виконано
6	Організаційно-економічна частина	02.06-03.06.24	виконано
7	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	04.06-05.06.24	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	06.06-07.06.24	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ **Вадим БАБЕНКО**
(підпис)

Керівник роботи _____ **Віталій КОШУЛЬКО**
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка дипломної роботи містить 71 сторінка друкованого тексту, 14 рисунків та ілюстрацій, 21 таблиці та використано 30 літературних джерела.

Метою роботи є обґрунтування технології виробництва МШП, а також вивчення впливу рецептурних компонентів, встановлення періодичності відновлення або заміни олії.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва макаронних виробів швидкого приготування.

Предмет дослідження – зв'язок технологічних показників сировини з якісними показниками отриманого продукту.

Популярність МВШП, зростаюча кількість виробників даного продукту є стимулом до розвитку та впровадження науково обґрунтованих вимог до якості сировини та технологічних режимів виробництва.

Традиційно для надання структури завареним МВШП при їх виробництві використовується спеціальне борошно та різні технологічні та смакоароматичні добавки. Проте вітчизняна сировина та харчові добавки не адаптовані до технології виготовлення МВШП. Тому одним із основних шляхів удосконалення технології виготовлення МВШП є вибір сировини та харчових добавок.

Особливістю сушіння МВШП є використання як сушильного агенту розігрітого до кипіння рослинних олій. При тривалому використанні олій у яких утворюються різні продукти окислення. Окисне псування супроводжується зниженням органолептичних показників, поживних властивостей та безпеки МВШП.

Ключові слова: ПРЕСУВАННЯ, БОРОШНО, МАКАРОННІ ВИРОБИ, ПРУЖНІСТЬ, ЯКІСТЬ ТЕРМІЧНА ОБРОБКА, СМАК, ЗАПАХ, АСОРТИМЕНТ, СОБІВАРТІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1 Огляд існуючих технологій виробництва макаронних виробів швидкого приготування	8
1.1.1 Особливості процесу сушіння макаронних виробів для швидкого приготування конвекцією нагрітого повітря	13
1.1.2 Особливості процесу сушіння в олії макаронних виробів швидкого приготування	14
1.2 Вимоги до макаронних виробів швидкого приготування, методи аналізу	19
Висновки за розділом	25
2 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	26
2.1 Сировина та матеріали	26
2.2 Методи досліджень	26
2.2.1 Методи дослідження властивостей сировини	26
2.2.2 Технологія виготовлення макаронних виробів швидкого приготування	29
2.2.3 Методи визначення якості макаронних виробів швидкого приготування	31
2.2.4 Спеціальні методи дослідження	33
Висновки за розділом	35
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ	36
3.1 Дослідження впливу параметрів замісу на реологічні властивості макаронного тіста	36
3.2 Дослідження впливу гідротермічної обробки технологічного напівфабрикату на якість макаронних виробів швидкого приготування	37
3.3 Дослідження впливу температури олії та тривалості сушіння на якість макаронних виробів швидкого приготування	41

3.4 Промислове вироблення макаронних виробів швидкого приготування за рекомендованих технологічних параметрів	53
Висновки за розділом	55
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ	57
4.1 Розроблення картки з охорони праці для оператора цеху з виробництва макаронних виробів	57
4.2 Утилізація відходів макаронного виробництва	58
4.2.1 Борошняний пил	58
4.2.2 Лушпиння круп	59
4.2.3 Випробувальні зразки та злами макаронів	59
4.2.4 Забруднена вода	59
4.2.5 Пакувальні матеріали	60
Висновки за розділом	60
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	61
5.1 Витрати на проведення досліджень	61
5.2 Розрахунок вартості дослідження	65
Висновки за розділом	65
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	66
БІБЛІОГРАФІЯ	68

ВСТУП

Макаронні вироби швидкого приготування (МВШП) з'явилися на вітчизняному ринку відносно недавно і одразу набули великої популярності у споживачів.

Популярність МВШП, зростаюча кількість виробників даного продукту є стимулом до розвитку та впровадження науково обґрунтованих вимог до якості сировини та технологічних режимів виробництва.

Традиційно для надання структури завареним МВШП при їх виробництві використовується спеціальне борошно та різні технологічні та смакоароматичні добавки. Проте вітчизняна сировина та харчові добавки не адаптовані до технології виготовлення МВШП. Тому одним із основних шляхів удосконалення технології виготовлення МВШП є вибір сировини та харчових добавок.

Особливістю сушіння МВШП є використання як сушильного агенту розігрітого до кипіння рослинних олій. При тривалому використанні олій у яких утворюються різні продукти окислення. Окисне псування супроводжується зниженням органолептичних показників, поживних властивостей та безпеки МВШП.

Метою роботи є обґрунтування технології виробництва МШП, а також вивчення впливу рецептурних компонентів, встановлення періодичності відновлення або заміни олії.

Задля реалізації поставленої мети вирішували такі завдання:

- дослідження впливу технологічних параметрів виробництва на якість МВШП;
- визначення оптимального складу рецептури для МВШП;
- встановлення періодичності відновлення або заміни сушильного агенту (олії) на підставі вивчення процесів, що відбуваються під час сушіння МВШП;

Об'єкт дослідження – технологія виробництва макаронних виробів швидкого приготування.

Предмет дослідження – зв'язок технологічних показників сировини з якісними показниками отриманого продукту.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Огляд існуючих технологій виробництва макаронних виробів швидкого приготування

Макаронні вироби швидкого приготування (МВШП) за допомогою різних технологій виготовляються у багатьох країнах світу [11].

Окремі аспекти дослідження технології виробництва МВШП та розробка нормативної документації в нашій країні проводилися відділом технології та асортименту макаронного виробництва «Український науково-дослідний інститут харчової промисловості».

Проведемо порівняльний аналіз цих схем виробництва.

Порівняльний аналіз літературних даних у галузі технології МВШП показав, що всі існуючі методи є модифікаціями технологічної схеми, згідно з якою відбувається розкочування пласта тіста на вальцевій групі та різання його за допомогою ножів.

МВШП, виготовлені за цією технологією, згідно з іноземними джерелами [10] поділяються залежно від технологічної схеми виробництва на дві групи:

- пропарений гострою/насиченою парою напівфабрикат та висушені конвекцією нагрітого повітря макаронні вироби;
- пропарений гострою/насиченою парою напівфабрикат макаронних виробів, висушений у маслі.

Технологія виробництва макаронних виробів швидкого приготування включає наступні стадії, які є спільними для всіх видів МВШП:

- заміс тіста;
- розкочування листа тіста і поздовжнє різання, тобто формування ниток вермішелі чи локшини;
- пропарювання гострою/насиченою парою;

- поперечне різання;
- сушіння в олії або конвекції нагрітого повітря;
- охолодження;
- упаковка.

Як і в класичній технології виробництва макаронних виробів, тісто для МВШП готується в умовах дефіциту вологи. Водопоглинальна здатність борошна використовується приблизно наполовину, і після вимішування тісто являє собою крихку пухку масу, позбавлену зв'язаності та пружності. Для отримання пов'язаної щільної структури тістової маси, придатної для формування виробів, макаронне тісто піддається ущільненню та прокатці на вальцях [13].

Так як макаронне тісто на відміну від хлібного готується в умовах дефіциту вологи, то здатність борошна до швидкого тістоутворення та подальшого розслаблення має велике значення для забезпечення пластичності та податливості до формування напівфабрикату. Це обумовлюється станом білково-вуглеводного комплексу (змістом і якістю клейковини, крупністю борошняних частинок, а також ступенем руйнування крохмальних гранул) забезпечує опір тістової маси при розкочуванні в пласт і різанні напівфабрикату, збереження форми та консистенції в наступних стадіях приготування виробів.

Замість тіста відбувається у тістомісильних машинах періодичної дії протягом 10–25 хвилин. Залежно від рецептурних особливостей, прийнятих у країні, виробника МВШП, з основними компонентами (борошно та вода) змішуються різні харчові добавки - структуроутворювачі, смакоароматичні добавки [16], лужні солі.

Макаронне тісто, незважаючи на видиму простоту рецептури, є складним колоїдним тілом, що містить два типові колоїди - крохмаль і білок [13]. Вони належать до гідрофільних колоїдів, відмінною рисою яких є здатність до утримання великої маси води.

Частинки борошна при замішуванні макаронного тіста приходять у зіткнення з водою та інтенсивно її поглинають. У формуванні тістової маси велике значення має адсорбційно-осмотична форма зв'язку вологи з компонентами

борошна. Представляючи собою складну колоїдно-дисперсну систему, що має значну внутрішню поверхню, макаронне тісто має велику адсорбційну здатність [4, 6].

З додаванням перших порцій води частинки борошна, інтенсивно вбираючи вологу, адсорбують її своєю поверхнею і збільшуються обсягом. Процес поглинання вологи йде у дві стадії і подібний до процесу гідратації. Так як заміс тіста для вироблення макаронних виробів відбувається в умовах дефіциту вологи (не більше *ДСТУ 4350:2004* 33%) і внаслідок нетривалості процесу, клейковини не встигає розвинути до кінця своїх реологічних властивостей та утворити густу мережу білкової решітки - "арматури". Структуру тіста будуть надавати інші складові борошна - крохмаль, хворі елементи, клітковина та ін.

Основна маса вологи (близько 85%) при достатній її кількості пов'язується головними компонентами борошна - клейковиною та крохмалем приблизно в однаковому співвідношенні. Проте їхня поведінка у тісті не однозначна.

Крохмаль зв'язує вологу, в основному, адсорбційно та в мікрокапілярах. Проникнення вологи в крохмаль відбувається також внутрішньоміцелярно. Однак через міцну міцелярну структуру крохмалю і малу розчинність амілози при температурі замісу тіста (30–40 °C) волога осмотично не зв'язується.

Клейковина зв'язує воду також адсорбційно, а також осмотично.

Той факт, що обидва компоненти борошна пов'язують однакові кількості вологи, пояснюється значною кількісною перевагою крохмалю, вміст якого в борошні становить 65–70%.

Сильне набухання та клейстеризація крохмалю спостерігаються в інтервалі температур вище 60°C, набухання клейковини – при 20–30°C.

В умовах низьких температур замісу (20–30°C) крохмаль володіє малою здатністю до набухання і зберігає свою початкову структуру [1], а основними речовинами, що зв'язують воду, є білки, головним чином клейковина, здатна набухати в холодній воді та утримувати значну її кількість, в якому укладені зволожені зерна крохмалю. Встановлено, що в процесі замісу утворюються

додаткові водневі зв'язки, які призводять до зміцнення структури тіста [12], сприяючи утворенню його пружно-в'язко-пластичної структури.

Замішана у вигляді грудочок і крупинок тістоподібна маса з тістозмішувача через отвір у нижній частині прямує на піддон, звідки спеціальна лопать, що обертається з певною частотою, подає її в розкочувальну машину, де формується зв'язкова пружно-пластична маса тіста, яка має певні реологічні властивості:

- пружність – здатністю до миттєвого відновлення деформації, коли сила, що викликала цю деформацію, не перевищує критичного значення та знімається миттєво;

- еластичність – здатність тіста до незначної пружної післядії. Деформація такого типу розвивається не миттєво, а поступово в часі;

- пластичність – здатність тіста до формозміни або течії, що викликається залишковими, тобто незворотними деформаціями при напрузі вище критичного. Саме ця властивість переважно визначає технологічність тіста.

Роль рідкої фази в тісті виконує клейковина, яка в процесі замісу формується у в'язкий, тягучий гель, що містить в собі гранули крохмалю (тверду фазу) [4], цей гель визначає основні технологічні властивості. і виконує дві основні функції - пластифікатора тіста та сполучної речовини. Виконуючи роль пластифікатора (мастила), клейковина надає масі крохмальних гранул плинність, а з'єднуючи крохмальні гранули в єдину тістову масу - пружно-міцнісні характеристики тіста.

Клейковина борошна складається з двох основних фракцій: гліадину (розтяжність) та глютенину (пружність). Для макаронного виробництва велику роль грає гліадин. Саме він визначає плинність та зв'язність макаронного тіста. Глютенін обумовлює пружність та еластичність сирих виробів. Сильна клейковина, що сильно тягнеться, збільшує пластичність тіста і знімає його пружність і міцність. Встановлено, що найбільшу міцність має тісто з борошна з вмістом клейковини близько 28%. Зі збільшенням вмісту клейковини зменшується його міцність та зростає пластичність. При вмісті клейковини нижче

28% зі зменшенням міцності тіста погіршуються та його пластичні властивості [2].

Розкочування та поздовжнє різання МВШП проводять за допомогою системи розкочування плоскої стрічки тіста на вальцевій групі. Плоска стрічка утворюється з тіста шляхом послідовного розкочування вальцевими верстатами до досягнення товщини стрічки 1–4 мм 1–4 мм. Напівфабрикат у вигляді вермішелі або локшини формується зі стрічки тіста при безперервному поздовжньому нарізанні його ножами.

Після різання напівфабрикат макаронних виробів надходить у систему пропарювання, призначеної для термічної обробки. Напівфабрикат МВШП подається в парову камеру на стрічковий конвеєр і в процесі руху піддається термічній обробці водяною ($t \leq 98^{\circ}\text{C}$) або гострим паром ($t \geq 99^{\circ}\text{C}$) протягом 30–280 с. Залишки пари видаляються системою вентиляції та оброблений напівфабрикат охолоджується потоками повітря вентиляторів.

Далі за допомогою агрегату порційного різання формуються порції заданої маси від 15 до 120 грамів і у вигляді мотків, бантиків, гнізд, брикетів.

Потім напівфабрикат макаронних виробів транспортером направляється для сушіння в маслі у масляну камеру або для подальшого сушіння конвекцією нагрітим повітрям на лотки.

На основі проведеного аналізу технологічні схеми виробництва МВШП можна схематично описати наступним чином (таблиця 1.1):

Таблиця 1.1 – Технологічні схеми виробництва МВШП.

Кінцева стадія процесу виробництва макаронних виробів швидкого приготування	Макаронні вироби	
	Пропарений гострою/насиченою парою напівфабрикат макаронних виробів та висушений конвекцією нагрітого повітря	Пропарений гострою/насиченою парою напівфабрикат макаронних виробів і висушений в олії

Пропарювання насиченою/гострою парою	√	√
Сушіння конвективним способом	√	√
Сушіння в олії	√	√
Охолодження	√	√

Далі розглянемо способи сушіння МВШП - сушіння конвекцією нагрітим повітрям і сушіння в олії.

1.1.1 Особливості процесу сушіння макаронних виробів для швидкого приготування конвекцією нагрітого повітря

Цей спосіб заснований на тепло - і вологообміні між матеріалом, що висушується (сирі макаронні напівфабрикати) і нагрітим сушильним повітрям, яке обдуває вироби. [1]. При конвективному способі сушіння повітря має три основні параметри, від яких залежить швидкість висушування: температура; відносна вологість; швидкість руху. Збільшувати швидкість висушування можна за рахунок підвищення температури та швидкості руху повітря або знижуючи відносну вологість повітря.

При сушінні конвективним способом видаляється адсорбційно та осмотично пов'язана волога. При видаленні осмотично зв'язаної вологи, що знаходиться всередині виробу, вона переміщається до поверхні, перетворюється на пару після чого пар видаляється з поверхні продукту. Адсорбційно-пов'язана волога перетворюється на пару всередині матеріалу і у вигляді пари переміщається до поверхні.

Щоб уникнути розтріскування виробів, сушіння МВШП здійснюють при високій відносній вологості повітря, особливо при досягненні виробами вологості 16 % і нижче. Адже при вологості 16 % макаронні вироби переходять в пружно-пластичний стан і найбільш схильні до розтріскування. На виході із сушарки вироби мають температуру сушильного повітря. Перед упаковкою їх охолоджують

до температури пакувального відділення (інакше подальше випаровування вологи продовжуватиметься в упаковці). У цьому використовується повільне охолодження протягом 4 годин. Відбувається стабілізація виробів, тобто вирівнювання вологості по всій їх товщині, розсмоктування внутрішньої напруги зсуву, деяке зниження маси виробів за рахунок випаровування до 0,1–1,05% вологи.

Швидке охолодження виробів небажано, тому що при зниженні температури поверхневого шару відбувається швидке випаровування вологи, волога з внутрішніх шарів не встигає підводитися до поверхні через низьку вологопровідність щільної структури висушених виробів.

Одним із найбільш часто зустрічаємих способів сушіння МВШП - це сушіння в шафових сушарках. Шафні сушарки мають повітронагрівачі. Шафа зачиняється дверцятами. Вентилятор здійснює безперервний рух повітря. Є отвори з шиберами для регулювання підсмоктування свіжого повітря та викиду відпрацьованого. Вироби розподіляють шаром один брикет на сітчастих рамках. Сушіння в шафових сушарках може здійснюватися як з постійною сушильною здатністю повітря ($t_g = 45 - 50$ °С, $\varphi_g = 70 - 80$ %), так і зі змінною сушильною здатністю повітря і складається з трьох стадій:

- попереднє сушіння при $t_g = 55 - 60$ °С, $\varphi_g = 70 - 80$ % до вологості виробів 20%;
- відволоження протягом 30–45 хв при цьому відбувається вирівнювання вологості виробів по всій їх масі;
- остаточне сушіння при $t_g = 45 - 50$ °С, $\varphi_g = 70 - 75$ % до вологості виробі 13%.

Готові вироби упаковуються в брикети та можуть комплектуватися спеціями та різними смакоароматичними добавками. При цьому готовий продукт може упаковуватися в плівку та іншу тару відповідно до гігієнічних нормативів. [7].

1.1.2 Особливості процесу сушіння в олії макаронних виробів швидкого приготування

При сушінні в олії МВШП як теплоносії використовується не повітря, а розігріті до кипіння рослинні, тваринні або змішані рослинні жири.

Оброблений та пропарений напівфабрикат макаронних виробів сушать зануренням у жирову камеру в розігріту до 140–160°C рослинну олію на 2–3 хвилини. За цей час вода швидко заміщується на масло, при цьому відбуваються процеси перетворення крохмалю та білкових речовин, внаслідок чого продукт набуває пористої структури, завдяки якій макаронні вироби швидко готуються шляхом простого заварювання в киплячій воді протягом 3–5 хвилин. [26].

Відповідно до [9] при використанні тваринних жирів і рослинних олій для смаження і сушіння харчових продуктів в них відбувається утворення різних продуктів окислення, що руйнують вітаміни, уповільнюють дію ферментів і викликають подразнення органів травлення.

У літературі [1, 3], присвяченій аналізу змін, що відбуваються при використанні олій та жирів, вказується, що високотемпературне нагрівання супроводжується зміною органолептичних та фізико-хімічних властивостей. На інтенсивність зміни властивостей жиру впливають такі фактори:

- температура олії; тривалість нагрівання;
- ступінь впливу на жир води та повітря;
- вид використовуваного масла.

У джерелі [7] викладено експеримент із нагрівання кулінарного жиру протягом 30 годин. У початковій стадії нагріву різко зростала кількість первинних продуктів окислення - перекисів, і перекисне число зростало при чотирьох годинах нагріву. При подальшому використанні олії зростала кількість продуктів розщеплення перекисів - карбонільних сполук, таких як малонові альдегіди.

Відомий факт, що величина кислотного числа підвищується в міру збільшення часу нагрівання лінійно. Однак, у деяких джерелах [11] вказується на відсутність залежності між кислотним числом і ступенем окислення фритюрних жирів.

Гідролітичне розщеплення жирів у процесі високотемпературного нагріву відбувається під дією води, що виділяється з продуктів, що обсмажуються. При цьому жири розкладаються на гліцерин і жирні кислоти зі збільшенням ненасичених жирних кислот.

Під час обсмажування картоплі олія взаємодіє за високої температури з водою, що виділяється з продукту. В результаті відбувається гідроліз олії (гліцеридів) та утворюються вільні жирні кислоти, кількість яких може досягати 7% і більше.

У процесі виробництва борошняних виробів [9] псування фритюрної олії залежить від величини вільної поверхні тістової заготовки. Зокрема, псування відбувається через вологу, що виділяється в розігрите масло, і дрібних частинок, що потрапляють в нього з поверхні тістової заготовки, що обсмажується. Зміна фізико-хімічних властивостей фритюрної олії в часовому інтервалі пов'язана з її природними особливостями. Було проведено експеримент з відбором проб різних масел, які використовувалися при обсмажуванні заготовок тістових при температурі 170°C протягом 4 годин. Відбір проб проводився кожні 30 хвилин.

В результаті проведеного порівняльного аналізу було встановлено, що всі досліджувані олії зазнали суттєвих змін фізичних, хімічних та органолептичних властивостей, а найвищі показники кислотного, перекисного та йодного чисел серед досліджених зразків мало соняшникову олію. На підставі отриманих даних було зроблено висновок, що згідно з вимогами нормативної документації доцільно використовувати кукурудзяну олію «Олейна» не більше 2-х годин, 100% пальмову олію - не більше 2,5-3 годин, фракційну пальмову - не більше 3-3,5 годин.

Вивчення стійкості гідрованих та натуральних харчових олій у процесі нагрівання при температурі 190° та тривалості висушування 45 годин описано у джерелі [15]. Так, при 45-годинному нагріванні кількість ненасичених жирних кислот в оліях збільшувалася:

- у бавовняній – на 45%;
- у соєвій – на 40%

- у рапсовій – на 38%
- у соняшниковій – на 22 %;
- у кукурудзяній – на 10%

Це свідчить, що різні жири по-різному змінюються при смаженні; отже, під час вибору олії для смаження необхідно вивчати докладніше.

У процесі обсмажування та сушіння харчових продуктів також відбувається трансізомеризація деяких рослинних олій. У дослідженні [30] за допомогою ІЧ-спектроскопії було визначено вміст ненасичених транскислот у деяких харчових рослинних оліях, маргаринах, вершковому маслі та жирі для обсмажування до та після нагрівання при 200 °С протягом 3,5 та 7 годин.

У дослідженні [30] відображена розробка практичних рекомендацій щодо попередження та скорочення термічного окисного псування фритюрних жирів при виробництві смажених у фритюрі виробів із тіста. Проводився ряд експериментів, в результаті яких встановлено, що:

- на хід та обсяг процесу термічного окисного псування вирішальний вплив має тип фритюрного жиру та його склад;
- оптимальним жиром за стійкістю окислення серед арахісової та пальмоядерної олій був визнаний перший;
- рецептура тіста (зневоднений жир, крохмаль, емульгатор і гуарова камедь та мальтодекстрини) мала антиоксидантну стабілізуючу дію на окислювальну стабільність.

У дослідженні [27] вивчалось питання жирокислотного складу олії у фритюрниці та обсмаженої картоплі при різних режимах смаження, в результаті було визначено, що часті добавки свіжої олії в процесі смаження мінімізують зміну жирних кислот та сприяють приготуванню продуктів з природним профілем жирних кислот.

Таким чином, основні висновки зі смаження характерні для всіх харчових продуктів - це залежність стану олії фритюрниці та якості продукту від часу використання і виду олії.

Проблема вибору олії чи жиру значима для МВШП, оскільки від цього залежить як технологічні параметри, і споживчі характеристики продукту [3].

До основних вимог до фізико-хімічних властивостей олії або фритюрного жиру відносять стабільність при високотемпературному нагріванні [1].

У нормативній документації різних країн [8] передбачені такі фізико-хімічні показники якості олій та жирів:

- масова частка жиру;
- масова частка вологи та летких речовин;
- кислотне число;
- йодне число;
- перекисне число;
- альдегідне число;
- кетонове число
- температура плавлення.

У роботах [6] показано, що на певній стадії термополяризації руйнуються подвійні зв'язки в жирокислотних ланцюжках оксиполімерів і зменшується йодне число. У деяких роботах [14] якість фритюрного жиру оцінювали за в'язкістю. Фритюрні жири можна використовувати до тих пір, поки їх в'язкість не досягне 0,045 Пас (при 50°C), після чого потрібна перевірка кількісного вмісту продуктів окислення.

Для отримання продукції тривалого зберігання [6] необхідно використовувати фритюрні олії або жири з мінімальним вмістом жирних поліненасичених кислот. У процесі гідрування рослинних олій значно знімається концентрація в них жирних поліненасичених кислот (від 60–80% до 1–14%) та збільшується концентрація жирних мононенасичених кислот до 65–85%. При цьому відбувається часткова трансізомеризація жирних мононенасичених кислот.

Розглянемо застосовувані при сушінні та смаженні рослинні олії.

В даний час найбільш поширеними маслами, що застосовуються у фритюрному смаженні та сушінні, є пальмова (пальмова, кокосова, пальмоядра), соняшникова, соєва.

Соняшникова олія має золотисто-жовтий колір, при цьому найбільш забарвленою є нерафінована олія, найменш рафінована дезодорована. Її виробляють з насіння соняшнику шляхом пресування або екстракції бензином і в залежності від стадії очищення (рафінації) випускають у продаж нерафінованою, гідратованою, рафінованою недезодорованою і рафінованою дезодорованою.

Соеву олію одержують із бобів сої. Боби містять жири та білки. У складі соєвої олії переважають лінолева та олеїнова кислоти. Сира соєва олія має коричневий колір із зеленуватим відтінком, після рафінації - світло-жовтий; вона прозора, смак та запах неусоблені. Її одержують із бобів сої методом прямої екстракції або віджиму.

Пальмова олія входить до складу світових сумішей, що використовуються при виробництві різних харчових продуктів, а також використовується як теплоносій при виробництві МВШП. Як олію для фритюрів застосовуються такі фракції пальмової олії, як очищена пальмова олія, очищений пальмовий олеїн, гідрована пальмова олія [13]. Її одержують із м'якоті плодів пальми. Плід пальми має розмір невеликої сливи, плоди формуються у грони вагою 10–20 кг. Кожен плід складається з ядра (кісточки), покритого м'якоттю. Масова частка жиру в м'якоті досягає 49% (пальмова олія). Масова частка жиру в ядрі - 50% (пальмоядрове масло). Сира пальмова олія забарвлена в оранжево-червоний колір і має приємний запах.

Після рафінації та дезодорації пальмова олія повинна мати білий колір, смак її знеособлений, температура плавлення 36–38°C. Характерною особливістю пальмової олії є висока стійкість до окислення та знижений вміст жирних поліненасичених кислот – близько 11%. Воно характеризується природним помірним рівнем насичення, не вимагає гідрування для використання як світовий компонент у харчових продуктах і, відповідно, не містить трансжирних кислот. [14].

1.2 Вимоги до макаронних виробів швидкого приготування, методи аналізу

В результаті проведеного аналізу літературних даних, в яких наведено вимоги до якості МВШП, встановлено, що вироби, висушені конвективним способом та в олії, мають різні фізико-хімічні та споживчі характеристики які наведені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Порівняльна характеристика МВШП, вироблені за різними технологічними схемами виробництва МВШП

Показники	Макаронні вироби	
	Пропарені гострою/насиченою парою напівфабрикат і висушені конвекцією нагрітого повітря	Пропарені гострою/насиченою парою напівфабрикат макаронних виробів та висушені в олії
Вологість, %	12,5	5,0
Кислотність, град	1,5 – 3,0	3,0 – 5,0
Вміст жиру, %	0,8 – 23	20,0 – 25,0
Вміст білку, %	10,0 – 12,5	5,0 – 6,5
Тривалість та спосіб приготування	Запарювання окропом, мін, не більше - 7	Заварювання окропом, мін, не більше - 5
Термін зберігання, міс.	24	1 – 12

Макаронні вироби, вироблені за двома різними технологічними схемами, не повинні мати сторонніх присмаків і запахів і мати хороші кулінарні властивості. Багатьма дослідниками кулінарні властивості макаронних виробів оцінювали як органолептично та інструментально з їхньої реологічним властивостям. [26]

Вологість та кислотність – одні з основних показників безпеки харчових продуктів. Вологість харчового продукту повинна бути такою, щоб псування продукту протікало якомога повільніше. Кислотність характеризує накопичення у продукті вільних кислот, які негативно впливають на смак та безпеку продукту. У проведених роботах [17] встановлено критичні значення вищезазначених показників – вологість – не більше 5%, кислотність – не більше 4 град.

Органолептична оцінка – це найстаріший спосіб оцінки якості харчових продуктів, але не дивлячись на своє давнє походження, органолептична оцінка не

втратила свого значення в сучасних умовах, оскільки є швидким, загальнодоступним, тонким та універсальним способом визначення якості продуктів. А сенсорний аналіз – єдиний «інструмент», який забезпечує цілісне сприйняття ознак виробу, тоді як інструментальні методи часто не можуть цього досягти [21].

Визначення якості продукції, що тестується, проводиться за допомогою органів нюху, смаку, зору та дотику. Органи почуттів використовуються, у разі, як свого роду вимірювальна апаратура. У макаронних виробів органолептично визначаються такі показники, як колір, смак, запах та консистенція. Ці показники залежать від технологічних параметрів виробництва, якості вихідної сировини, складу рецептури, виду масла, що використовується для сушіння і тривалістю зберігання.

У роботі [26] вивчено вплив температури олії на колір картоплі. В результаті досліджень встановлено, що колір картоплі фрі, що обсмажується, у фритюрі залежить від температури використовуваної олії, а вид масла надавав не істотний вплив на колір виробів.

При дослідженні впливу на колір картопляних чіпсів вмісту у вихідній сировині крохмалю авторами зазначалося, що зі збільшенням вмісту крохмалю у сировині після обсмажування картопляні чіпси мають світліший колір.

У тій же роботі в результаті проведених досліджень було встановлено, що при тривалому використанні олії у фритюрній камері у обсмаженої картоплі з'являвся прогірклий або сальний присмак і запах в результаті олії, що використовується. При цьому, чим вищою була температура олії, тим швидше з'являвся сальний і прогірклий присмак і запах.

У джерелі [13] зазначено, частка фритюра у прямих витратах на смаження пончиків становить 30–35%.

При цьому якість жиру визначається такими показниками, як кислотне та перекисне числа жиру. Однак величини значною мірою залежать від виду олії, тому норматив якості по даному продукту необхідно обґрунтовувати на основі експериментальних досліджень для кожної олії. [27]

Псування будь-якого жиру супроводжується такими процесами:

- протіканням гідролізу. Після гідролізу жиру підвищується кислотність продукту;

- окисленням з утворенням перекисів, альдегідів (прогоркання – поява специфічного, неприємного смаку та запаху), альдегідокислот та дикарбонових кислот (затвердіння), кетонів (запашне гіркування).

Олії та жири зазвичай схильні до впливу атмосферного кисню, що призводить до прогірклого смаку та запаху та зміни споживчих властивостей.

Жири та вільні жирні кислоти у процесі контактування з повітрям розчиняють у собі кисень, який далі окислює радикали жирних кислот. Якщо глибина окислення жиру невелика, то змінюються в основному його органолептичні властивості - смак і запах (харчове псування жирів). Високий рівень вмісту токоферолів та β -каротинів у рослинних оліях, які є сильними природними антиоксидантами, продовжують термін придатності олії та продуктів приготовлених на ній.

Окислення жиру в харчових продуктах та при зберіганні в цілому описано в джерелах [30]. При нагріванні у жирах накопичуються токсичні продукти. Згідно [29] існує залежність між вмістом таких продуктів та визначуваними методами фізико-хімічного аналізу показниками якості жиру. У початковий період згіркнення збільшується вміст гідроперекисів, які є первинним продуктом самоокислення жирів. На другому етапі прогіркання починають утворюватися вторинні продукти – карбонільні сполуки, низькомолекулярні кислоти, ефіри, спирти та ін. внаслідок подальших реакцій.

Гідроперекиси не мають запаху і смаку, більшість же вторинних продуктів окислення має неприємний характерний запах і смак.

Накопичення в жирах вторинних продуктів окислення призводить до псування, з так званим гіркотінням і виявляється органолептично за появою в них специфічного, прогірклого смаку і запаху.

Інший вид окисної псування називається осалюванням і є результатом утворення оксикислот, наприклад діоксистеаринової. При осалюванні з'являються

специфічний запах і сальний смак; крім того, жири набувають більш щільної консистенції, температура плавлення і щільність їх підвищується внаслідок руйнування пігментів, забарвлені жири знебарвлюються.

Окислення жирів киснем повітря прискорюється під впливом світла, підвищеної температури, за наявності слідів металів змінної валентності (міді, заліза, олова, свинцю), які каталізують процес окислення. Окислені жири не придатні в їжу не тільки через неприємні смаки та запахи, але також внаслідок утворення токсичних продуктів розпаду жирів. У процесі окислення жиру руйнуються вітаміни А і Е, каротиноїди та високоненасичені жирні кислоти. Зіпсовані жири стерильні, на них не можуть розвиватися мікроорганізми.

Прогірклі жири викликають розлад травлення, печію, подразнюють слизову оболонку травного тракту.

Реологічні властивості продукту пов'язують зі смаком [27], обумовленим змінами, що відбуваються в жирах у процесі виробництва та зберігання виробу. Крім того, на структурні зміни в напівфабрикаті та готових виробах істотно впливають різні механічні фактори при виготовленні продукту та процеси, що відбуваються в ньому в ході технології виробництва.

Джерела зазначають, що реологічні константи мають важливе практичне значення. Вони тісно пов'язані з технологічними властивостями сировини, що використовуються, і дозволяють дати об'єктивну оцінку якості напівфабрикату і готових виробів з точки зору їх фізико-механічних властивостей. Стан об'єкта, що досліджується, виражається словами: «розтяжний», «еластичний» і т.д. [27].

Вивчення реологічних властивостей харчового продукту дозволяє, з одного боку, судити про те, як харчовий продукт поводитиметься під впливом на нього робочих органів технологічного обладнання, з іншого - про те, при яких механічних навантаженнях готовому продукту не буде заподіяно шкоди [14].

Термін «якість» досліджуваного об'єкта - напівфабрикату, готового продукту – включає наступні структурно-механічні характеристики: твердість (м'якість), пружність, міцність, в'язкість, еластичність та ін [22].

На реологічні властивості готового продукту впливатимуть технологія виробництва та властивості основної та додаткової сировини.

У дослідженні в'язкопружних властивостей картоплі фрі, що піддається смаженню в різних режимах [24], було виявлено, що зі зменшенням вмісту вологи збільшується крихкість картопляних чіпсів. А високий вміст олії у чіпсах робить їх більш пластичними. На міцність чіпсів також впливає і температура масла. Зі збільшенням температури олії міцність картоплі фрі зменшується, а за нижчих температур смаження картоплі її міцність збільшується. Тип олії при обсмажуванні також суттєво впливає на максимальну напругу. Зокрема, при використанні гідрогенізованої олії крихкість картопляних чіпсів збільшувалася, при використанні рафінованої олії – зменшувалася.

Зварені макаронні вироби за органолептичними показниками «на смак» характеризуються пружністю, м'якістю, в'язкістю, липкістю та міцністю.

У роботі [17] випробування зварених макаронних виробів проводили на зріз, а випробування сухих виробів – на симетричний вигин.

На «аналізаторі текстури» відпрацьовано методику визначення липкості макаронних виробів. Визначення проводили на макаронних výroбах із борошна твердих та м'яких сортів пшениці. Макаронні вироби варили у дистильованій воді протягом 11 хвилин, потім промивали холодною водою протягом 1,5 хвилин та витримували при кімнатній температурі 15 хвилин [17].

Макаронні вироби, що піддалися гідротермічній обробці (варінню), стискали, при цьому встановлювали залежність напружень від відносної деформації. При побудові діаграми стиснення по осі ординат відкладали навантаження, по осі абсцис – абсолютне стиснення трубки [13].

У дослідженні в'язкопружних властивостей картоплі фрі, що піддається смаженню в різних режимах [29], було виявлено, що максимально напруга зростає в міру того, як знижується вміст вологи. Істотний вплив на максимальну напругу робить температура олії, зі збільшенням температури олії максимальна напруга картоплі фрі зменшується, що означає більш високу твердість картоплі при низьких температурах. Тип олії при обсмажуванні також суттєво впливає на

максимальну напругу. Зокрема, при використанні гідрогенізованої олії значення максимальної напруги збільшуються – при використанні рафінованої олії – зменшуються. Колір обсмаженої картоплі фри у фритюрі згідно з дослідженням [29] залежить від температури олії і меншою мірою від виду олії, що використовується.

Висновки за розділом

Технологічна схема виготовлення МВШП відрізняється від схем виготовлення класичних макаронних виробів. Спосіб формування МВШП відрізняється тим, що тісто має бути більш пластичним, ніж у «класичних» макаронних виробів. При цьому в літературі мало приділено увагу дослідженню тісту, яке формується шляхом розкочування на вальцях.

Гідротермічна обробка є однією з технологічних стадій під час виробництва МВШП. Її застосовують для часткової денатурації білка та клейтеризації крохмалю. Однак, у сучасній вітчизняній та зарубіжній літературі не наведено даних про те, як впливає гідротермічна обробка на якісні показники макаронних виробів.

МВШП, у свою чергу, можуть вироблятися за двома технологічними схемами, що відрізняються за видом теплоносія. При цьому сушіння, при якому теплоносія є повітря, досить широко вивчена. Застосування олії як теплоносія досить широко вивчене під час виробництва пончиків, картоплі та інших продуктів. Однак, як поводитьься масло при контакті з тістом, коли процес сушіння є безперервним, не вивчено.

Як ми вже розглядали вище, як сушильний агент можуть використовуватися різні види рослинних олій. Олії відрізняються між собою вмістом ненасичених жирних кислот і наявністю власних антиокислювачів, що в результаті має впливати на термін зберігання продуктів, висушених у цих носіїв.

2 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Дослідження проводили на кафедрі харчових технологій ДДАЕУ (Дніпровський державний аграрно-економічний університет), в технологічній та випробувальній лабораторіях відділу технології та асортименту макаронного виробництва на підприємстві ТОВ «Стас і К».

Схема досліджень наведено на рисунку 2.1.

2.1 Сировина та матеріали

У роботі використовували наступну сировину та матеріали:

Для проведення досліджень використовували пшеничне хлібопекарське борошно з різними технологічними властивостями (таблиця 2.1).

Як додаткову сировину використовували сіль кухонну харчову за ДСТУ 3583:2015 «Сіль кухонна. Загальні технічні умови.» та цукор-пісок за ДСТУ 4374:2005 «Цукор-пісок та цукор-рафінад». Як харчові добавки – глютамат натрію, гуарову камедь, карбонати, і комплексні покращувачі.

2.2 Методи досліджень

2.2.1 Методи дослідження властивостей сировини

Показники якості пшеничного борошна оцінювали за показниками:

- вологість борошна – за ДСТУ 46.004–99;
- вміст білка - за ДСТУ 46.004–99;
- кислотність борошна – за ДСТУ 46.004–99;
- кількість клейковини – за ДСТУ 46.004–99;



Рисунок 2.1 – Структурна схема досліджень

Таблиця 2.1 – Показники якості пшеничного борошна

Найменування показника	Номер проби									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вологість, %	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5
Вміст білка, %	9,0	10,0	13,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Кислотність, град	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Кількість клейковини, %	23	28	32	28	28	28	28	28	28	28
Якість клейковини: розтяжність, см	15	15	15	10	16	20	16	16	16	13
Крупність: прохід сита розміром отворів 87 мкм, %	75	75	75	75	75	75	10	30	60	75

- якість клейковини: розтяжність – відбирали 4 г клейковини відмитої, обминали та поміщали у ступку з водою температурою 18°C на 15 хв, після чого визначали розтяжність наступним чином. Захоплювали клейковину трьома пальцями кожної руки, розтягували над лінійкою рівномірно без підкручування до розриву, причому весь процес тривав приблизно 10 с. Відзначали лінійкою довжину, при якій стався розрив.

- прохід із сита з розміром отворів 87 мкм.

Якість рослинної олії, що використовується для сушіння МВШП, оцінювали за такими показниками:

- смак та запах – за ДСТУ 8842:2019;

- кислотне число – за ДСТУ 4350:2004;

- перекисне число – за ДСТУ 4570:2006.

2.2.2 Технологія виготовлення макаронних виробів швидкого приготування

МВШП виготовляли у виробничих умовах. Виробництво МВШП включало наступні технологічні стадії: заміс тіста (1); одержання технологічного напівфабрикату за допомогою тісторозкачувального вузла (2); різання аркуша тіста (3) на напівфабрикат МВШП (нитки вермішелі чи локшини); гідротермічну обробку (4), різання на порції (5), сушіння в маслі напівфабрикату МВШП (6); охолодження (7) та упаковку МВШП (8).

Технологічна схема виробництва МВШП наведено на рисунку 2.2.

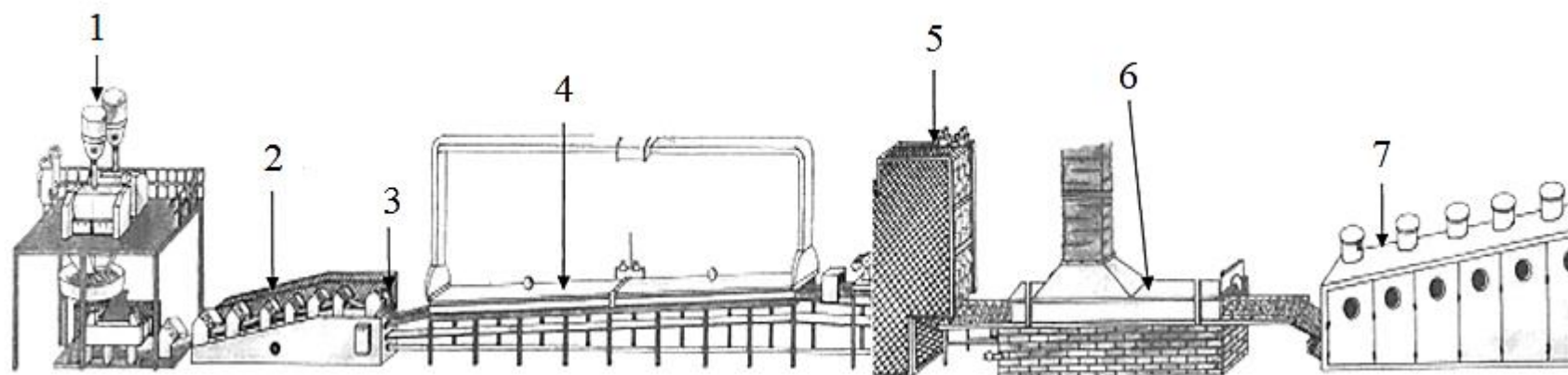


Рисунок 2.2 – Технологічна схема виробництва МВШП

МВШП виробляли у вигляді гофрованої вермішелі при наступних діапазонах технологічних параметрів:

- вологість тіста, %: 29, 30, 31, 32, 33, 34;
- тривалість замісу, хв: 5, 10, 15, 20, 25;
- тривалість гідротермічної обробки з діапазонами зміни рівнів факторів, хв: 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0;
- температура олії, °С: 140, 150, 160, 170, 180 ;
- тривалість сушіння, с: 100, 110, 120, 130 .

Для висушування макаронних виробів використовували пальмову, соєву рафіновану дезодоровану, соняшкову рафіновану дезодоровану олію з характеристиками, представленими в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Показники якості рослинної олії, призначеної для сушіння

Найменування показника	Норма		
	Пальмова олія	Соняшникова олія рафінована дезодорована	Соєва олія рафінована дезодорована
Запах	Властивий даному маслу без згірклого запаху	Властивий даному маслу без згірклого запаху	Властивий даному маслу без згірклого запаху
Кислотне число, мг КОН/г, не більше	0,4	0,25	0,2
Перекисне число, ммоль/кг, не більше	4	4	4

Харчові добавки, які використовуються при виробництві МВШП, вносили в розчиненому вигляді в загальній кількості води, що йде на заміс тіста.

2.2.3 Методи визначення якості макаронних виробів швидкого приготування

Якість МВШП оцінювали за такими показниками:

- запах і смак – за ДСТУ 1657348:2013;

- колір – за ДСТУ 7348:2013;
- вологість та кислотність – за ДСТУ 7348:2013;
- час приготування до готовності та оцінка стану МВШП після приготування;

- кислотне число жиру в МВШП – за ДСТУ 7348:2013;
- перекисне число жиру в МВШП – за ДСТУ 7348:2013;
- масова частка жиру;
- визначення реологічних властивостей тіста, сухих та заварених МВШП – на приладі «Структурометр».

- визначення мікробіологічних показників у МВШП – за ДСТУ 7043:2020;

Визначення часу приготування макаронних виробів швидкого приготування.

Один брикет МВШП поміщали в посудину, заливали шестиразовою масою кількістю окропу і накривали кришкою. Готовність перевіряли давильною пластиною (рисунок 2.3) через кожну хвилину доти, доки зникла безперервна біла лінія, видима в центрі пластини. Фіксували час приготування виробів до готовності – час від моменту заливання макаронних виробів окропом до моменту зникнення безперервної білої лінії.

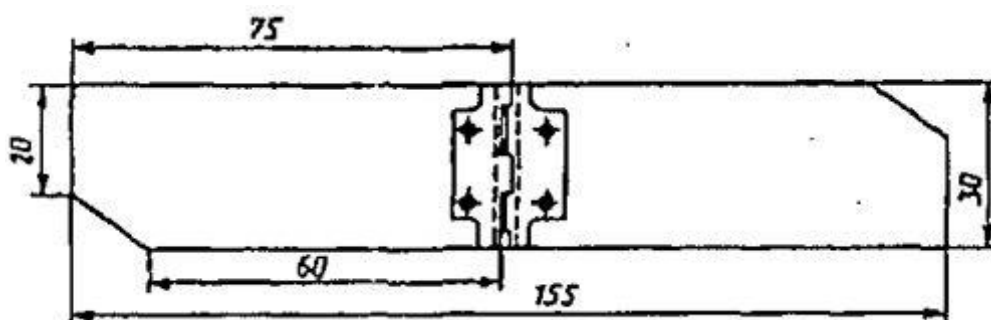


Рисунок 2.3 – Давильна пластина

Оцінка стану макаронних виробів швидкого приготування після приготування. Після цього часу зовнішнім оглядом МВШП визначали їх стан.

Після закінчення 15 хв з моменту заливання МВШП окропом проводили органолептичну оцінку безпеки форми.

2.2.4 Спеціальні методи дослідження

Метод визначення вмісту жиру у макаронних виробках швидкого приготування. З попередньо розмеленої проби МВШП відбирали для аналізу дві проби масою 10 г кожна. Для переліку на суху речовину визначали вологість МВШП. Подальшу підготовку до проведення аналізу та аналіз проводили за ДСТУ ISO 7302:2003 зі збільшеним часом екстракції до 8 годин.

Визначення часу екстракції жиру з МВШП. З попередньо розмеленої проби МВШП для аналізу відбирали 30 проб масою 10,00 г кожна. Проби розбивали на десять груп (по три проби в одній групі). Для перерахунку на суху речовину визначали вологість МВШП. Екстракцію жиру проводили за ДСТУ ISO 7302:2003. При цьому перша група тривалість екстракції жиру становила 1 годину. У кожній наступній групі тривалість екстракції збільшували на годину. За результатами екстракції будували криву залежності вмісту жиру МВШП від тривалості екстракції. Як видно з наведених на рисунку 2.4 даних, після 8 годин екстракції вміст жиру в МВШП не змінюється.

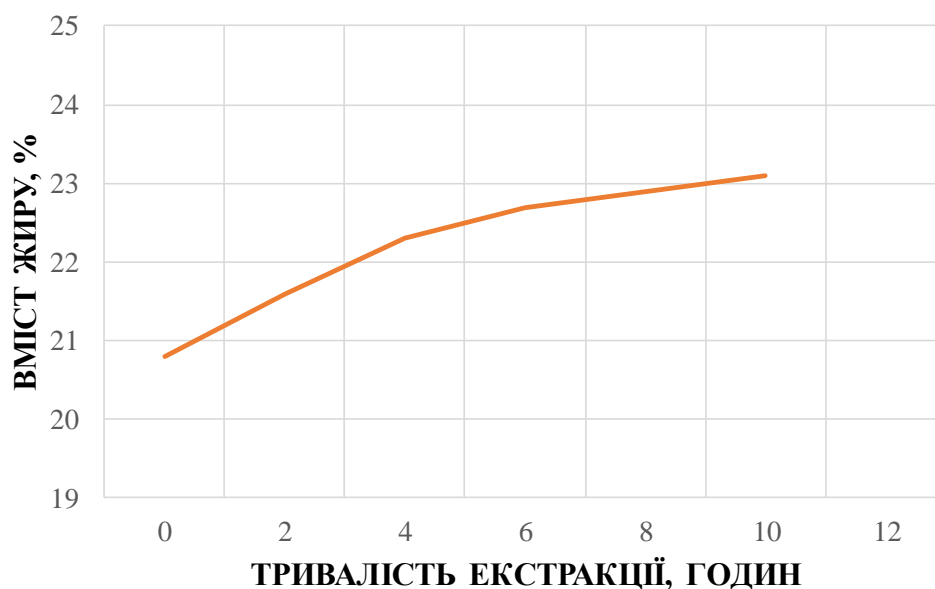


Рисунок 2.4 – Вплив часу екстракції на вміст жиру в МВШП

Обробка результатів проводили згідно з ДСТУ ISO 7302:2003.

Метод визначення величини борошняного шару в технологічному напівфабрикаті макаронних виробів швидкого приготування. Технологічний

напівфабрикат макаронних виробів швидкого приготування поміщають між двома давильними пластинами, між якими з'являється безперервна біла лінія, видима в центрі пластини. Фіксують ширину в міліметрах безперервної білої лінії лінійкою.

Метод визначення сенсорної оцінки макаронних виробів швидкого приготування. Сенсорну оцінку МВШП проводили за ISO 6658:2005 методом присвоєння рейтингів та нарахування балів.

При визначенні сенсорних характеристик МВШП надавали наступні рейтинги: сальність, прогірклий смак, згірклий запах, гіркий смак, пружність МВШП заварених до готовності і через 15 хвилин з моменту заливання киплячою водою.

Після оцінки сенсорних характеристик зразок поміщали деяку точку числової шкали. Оскільки шкала показників є числовою, процедура оцінки називається «нарахування балів». Оцінка десятима дегустаторами проводилася за п'ятибальною системою:

- 1 – не виражений;
- 2 – слабо виражений;
- 3 – чітко виражений;
- 4 – сильно виражений;
- 5 – дуже сильно виражений.

Для проведення сенсорного аналізу було відібрано спеціально навчених за цим методом дегустаторів. Попередньо проводилася серія випробувань з досліджуваним асортиментом продукції, щоб встановити органолептичні властивості, що заслуговують на описи, і навчитися розрізняти їх. За результатами попередніх випробувань склали словник термінів (сальність, прогірклий смак, прогірклий запах, гіркий смак, пружність), що описують властивості продукту, та розробили методичку експерименту, що регулює порядок подачі та випробування зразків. Далі дегустаційна група або комісія вивчалася розробленою методикою, особливо користування глосарієм.

Дегустаторам було надано кілька зразків як контрольні, щоб визначити деякі точки на шкалі. Кожен дегустатор незалежно відчував зразки один за одним по

черзі в розпорядженні порядку і відносив кожен до певної точки на шкалі. Результати оцінки дегустатори фіксували у дегустаційному листі.

Обробка даних проводилася усередненням балів, нарахованих кожним дегустатором.

Метод визначення реологічних властивостей тіста, брикету, заварених до готовності макаронних виробів швидкого приготування та через 15 хвилин з моменту заливання їх киплячою водою на приладі «Структурометр». Прилад «Структурометр» рекомендований для визначення реологічних та міцнісних характеристик тістових мас та харчових продуктів. Опис приладу та порядок підготовки його до роботи наведено у паспорті на прилад [30].

Усі вимірювання на приладі проводили у десятикратній повторності. Математичну обробку, отриманого масиву даних, здійснювали методом кореляції шляхом вибору панелей відповідних інструментів.

Про реологічні властивості тіста судили за періодом релаксації в хв; про реологічні властивості брикету за міцністю в Н; про реологічні властивості заварених до готовності макаронних виробів швидкого приготування та через 15 хвилин з моменту заливання їх киплячою водою за коефіцієнтом пружності.

Методи визначення періоду релаксації тіста, міцності брикету та коефіцієнта пружності заварених до готовності макаронних виробів швидкого приготування та через 15 хвилин з моменту заливання їх киплячою водою наведені в джерелі [10].

Метод визначення мікроструктури заварених до готовності макаронних виробів швидкого приготування. Для визначення мікроструктури заварених МВШП їх заварили до готовності.

Висновки за розділом

Приведено коротку характеристику сировини, що була використана під час проведення досліджень та охарактеризовано методи та методики проведення

експериментальних досліджень, що були задіяні у ході проведення експериментальних досліджень.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

3.1 Дослідження впливу параметрів замісу на реологічні властивості макаронного тіста

Завданням даного розділу роботи було вивчення впливу наступних технологічних процесів:

- замісу макаронного тіста;
- гідротермічної обробки напівфабрикату;
- сушіння в олії технологічного напівфабрикату МВШП.

Для виготовлення МВШП використовували пшеничне хлібопекарське борошно вищого ґатунку за ДСТУ 46.004–99.

МВШП виробляли у промислових умовах за рецептурою, затвердженою для підприємства.

Першим етапом було вивчення впливу технологічних параметрів замісу на реологічні властивості тіста. Відомо, що у процесі замісу тіста відбувається набухання крохмальних гранул і білкових речовин борошна, які визначають реологічні властивості тіста. Досліджуваними нами чинниками були тривалість замісу та вологість тіста, оскільки згідно з літературою саме ці фактори більшою мірою впливають на ступінь набухання крохмальних гранул та білкових речовин.

Математична обробка експериментальних даних (рисунок 3.1) свідчить у тому, що найбільше вплив на реологічні властивості тіста надає вологість тіста.

Ймовірно, це зумовлено тим, що реологічні властивості тіста залежать, насамперед від гідратованого стану основних компонентів борошна клейковини та крохмалю, а механічна дія на тісто, з негідратованими компонентами не суттєво впливає на його реологічні властивості.

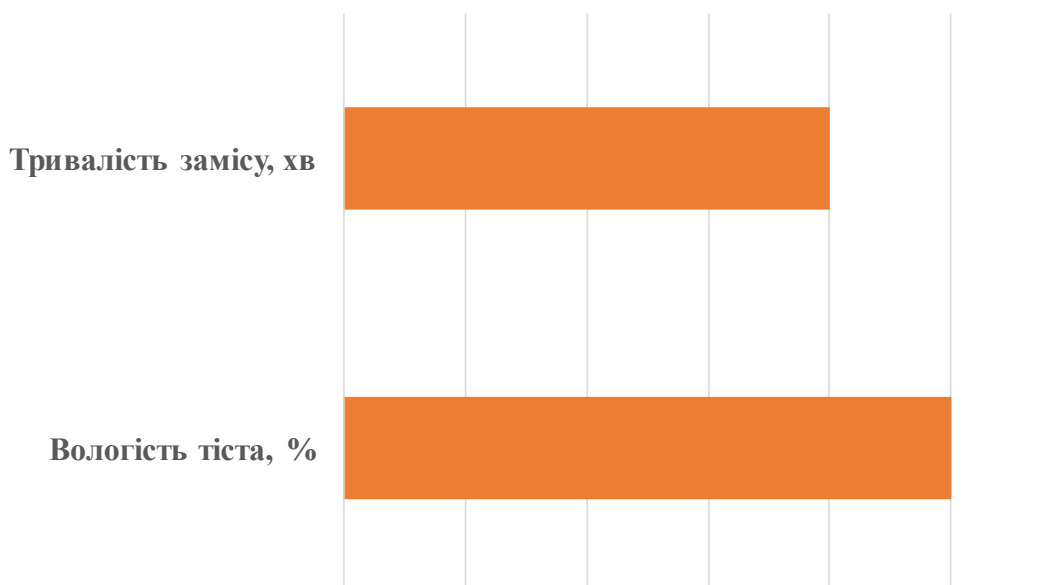


Рисунок 3.1 – Вплив тривалості замісу та вологості тіста на реологічні властивості тіста

3.2 Дослідження впливу гідротермічної обробки технологічного напівфабрикату на якість макаронних виробів швидкого приготування

Якщо технологічні параметри замісу впливають формування технологічного напівфабрикату, то на якість МВШП впливають параметри пропарювання технологічного напівфабрикату і сушіння їх у олії.

Під час гідротермічної обробки напівфабрикату МВШП відбувається денатурація білка та клейстеризація крохмалю. Таким чином, зміна структури основних компонентів борошна забезпечує отримання рівномірної дрібнопористої структури висушених в олії МВШП.

Досліджуваним фактором на другому етапі роботи обрали тривалість гідротермічної обробки з діапазонами зміни рівнів факторів – 60; 90; 120; 150; 180 с.

Для встановлення впливу процесу пропарювання технологічного напівфабрикату на якість МВШП замішували тісто вологістю 33% протягом 20 хвилин і розкочували на вальцевій групі до отримання листа тіста товщиною 1 мм, потім формували нитки вермішелі товщиною 1 мм. Далі отриманий

технологічний напівфабрикат пропарювали у паровій камері протягом заданого часу.

Як показали дослідження, тривалість гідротермічної обробки впливає на ступінь денатурації білка та клейстеризації крохмалю по всій товщі виробу. Ці структурні зміни основних компонентів борошна оцінювали за величиною борошняного шару, який утворювався при роздавлюванні пропареного технологічного напівфабрикату між двома давильними пластинами. Як видно з таблиці 3.1 після 150 с пропарювання процес денатурації білка і клейстеризації крохмалю відбувається повністю.

Після пропарювання технологічний напівфабрикат сушився при встановлених для підприємства режимах.

Якість МВШП оцінювали за органолептичними властивостями: смак, колір, запах та стан виробів після приготування, та за фізико-хімічними показниками: вологість, кислотність, міцність брикету, час приготування до готовності та вміст жиру. Стан виробів після приготування також оцінювали за коефіцієнтом пружності МВШП після приготування до готовності і через 15 хвилин з моменту заливання киплячою водою.

Найкращими якісними показниками мали МВШП, при гідротермічній обробці яких процеси клейстеризації крохмалю і денатурації білка проходили по всій товщі виробу (величина борошняного шару, що визначається роздавлюванням напівфабрикату МВШП за допомогою давильної пластини). Вони характеризувалися найбільшим коефіцієнтом пружності після приготування до готовності і через 15 хв з моменту заливання їх киплячою водою, а також меншим вмістом жиру (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Вплив тривалості гідротермічної обробки на реологічні та фізико-хімічні властивості технологічного напівфабрикату та МВШП

Властивості	Тривалість гідротермічної обробки, с				
	60	90	120	150	180
Вологість пропареного технологічного напівфабрикату після обдування, %	33,0	33,5	34,0	34,5	35,0
Величина борошняного шару, мм	1,0	0,8	0,3	0	0
Колір МВШП	рівномірний темно-жовтий	рівномірний темно-жовтий	рівномірний темно-жовтий	рівномірний темно-жовтий	рівномірний темно-жовтий
Смак МВШП	властивий даному виробу	властивий даному виробу	властивий даному виробу	властивий даному виробу	властивий даному виробу
Запах МВШП	властивий даному виробу	властивий даному виробу	властивий даному виробу	властивий даному виробу	властивий даному виробу
Стан МВШП після приготування	в'язкі на укус, липкі з борошним нальотом,	липкі з борошним нальотом,	липкі з борошним нальотом,	пружні на укус,	пружні на укус,
	зберігають форму гофрованої нитки вермішелі через 15 хвилин з моменту заливання їх киплячою водою				
Вологість МВШП, %	4,2	4,5	4,5	4,5	4,6
Кислотність МВШП, град	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Міцність брикету МВШП, Н	65	70	78	80	80
Час приготування МВШП до готовності, хв.	4,5	4,0	4,0	3,5	3,5
Вміст жиру в МВШП, %	19,0	19,4	19,5	20,0	20,5
Коефіцієнт пружності МВШП після приготування до готовності	0,65	0,76	0,84	0,98	0,97
Коефіцієнт пружності через 15 хвилин з моменту заливання їх киплячою водою	0,66	0,68	0,75	0,77	0,7

Колір, смак, запах, кислотність та вологість МВШП залежно від тривалості гідротермічної обробки не змінювалися. Після 90 із пропарювання заварені МВШП переставали бути липкими, а після 150 із пропарювання виробу ставали пружними на смак. Зі збільшенням тривалості гідротермічної обробки з 60 до 150 с незначно збільшувався вміст жиру в МВШП і коефіцієнт пружності заварених до готовності МВШП і після 15 хвилин з моменту заливання киплячою водою в 0,9, 1,7 і 1,4 рази відповідно.

Математична обробка експериментальних даних показала (таблиці 3.2) високу кореляційну залежність між тривалістю гідротермічної обробки та міцністю брикету ($P = 0,93$), вмістом жиру в продукті ($P = 0,98$) та коефіцієнтів пружності МВШП після приготування до готовності ($P = 0,97$). Збільшення вмісту жиру в МВШП пов'язане з тим, що зі збільшенням тривалості гідротермічної обробки збільшується вологість технологічного напівфабрикату, і в процесі сушіння відбувається заміщення води на олію.

Відзначено також, що із збільшенням тривалості гідротермічної обробки технологічного напівфабрикату скорочується час приготування до готовності ($P = 0,94$).

У процесі гідротермічної обробки відбувається клейстеризація крохмалю та денатурація білка. Чим повніше протікає цей процес, тим менший час приготування до готовності МВШП і вище коефіцієнти пружності макаронних виробів після приготування до готовності та через 15 хвилин з моменту заливання киплячою водою.

Таблиця 3.2 – Коефіцієнти кореляції між тривалістю гідротермічної обробки та якісними показниками МВШП

Властивості	Тривалість гідротермічної обробки	Міцність брикету	Час приготування до готовності	Вміст жиру	Коефіцієнт пружності МВШП після приготування до готовності	Коефіцієнт пружності МВШП після приготування до готовності
Тривалість гідротермічної обробки	1,00	0,93	-0,94	0,98	0,97	0,58
Міцність брикету	0,93	1,00	-0,90	0,85	0,96	0,81
Час приготування до готовності	-0,94	-0,90	1,00	-0,94	-0,98	-0,63
Вміст жиру	0,98	0,85	-0,94	1,00	0,93	0,43
Коефіцієнт пружності МВШП після приготування до готовності	0,97	0,96	-0,98	0,93	1,00	0,73
Коефіцієнт пружності МВШП після приготування до готовності	0,58	0,81	-0,63	0,43	0,73	1,00

3.3 Дослідження впливу температури олії та тривалості сушіння на якість макаронних виробів швидкого приготування

При сушінні МВШП як сушильний агент використовують масло, розігріте до високої температури. За даними літературних джерел [11] температура олії має перевищувати 180°С, оскільки за вищої температури інтенсифікуються процеси накопичення олією продуктів окислення. Нижня межа температури масла як

сушильного агенту повинна забезпечувати достатнє видалення вологи з технологічного напівфабрикату та отримання МВШП із високими споживчими властивостями. Тривалість висушування МВШП є не менш важливим фактором, що характеризує технологічний процес виробництва МВШП. У літературі зазначено, що тривалість висушування і температура олії істотно впливають такі показники як колір, смак, запах і вологість. При сушінні МВШП, що пройшли гідротермообробку, відбувається швидке заміщення вологи на масло, що призводить до утворення дрібнопористої структури та істотно впливає на якісні показники МВШП. На етапі вивчення впливу параметрів висушування якості МВШП ми оцінювали за органолептичними властивостями: смак, колір, запах та стан виробів після приготування; за фізико-хімічними показниками: вологість, кислотність, міцність брикету, час приготування до готовності та вміст жиру. Стан виробів після виготовлення також оцінювали за коефіцієнтом пружності МВШП.

Досліджувалася залежність якісних показників макаронних виробів від температури олії та тривалості сушіння. Досліджуваними факторами були:

- температура олії, °С: 140, 150, 160, 170, 180;
- тривалість сушіння, с: 100, 110, 120, 130 .

При органолептичній оцінці сухих МВШП (таблиця 3.3), висушених при різних технологічних параметрах зазначено, що при діапазоні температур висушування 140°C – 150°C МВШП мають непривабливий бежевий колір з різними відтінками. При висушуванні МВШП при 150°C протягом 130с у виробів з'являється жовтий колір. При температурі 160°C і тривалості висушування 130 с з'являється темно-жовтий колір. З подальшим збільшенням температури та тривалості сушіння починає з'являтися коричневий відтінок, який псує зовнішній вигляд продукції.

Таблиця 3.3 – Вплив параметрів сушіння в маслі на колір МВШП

Тривалість сушіння, с	Температура олії, °С				
	140	150	160	170	180
100	Світло-бежевий	Бежевий з жовтим відтінком	Жовтий	Темно-жовтий	Коричневий
110	Світло-бежевий	Бежевий з жовтим відтінком	Жовтий	Темно-жовтий	Коричневий
120	Бежевий	Бежевий з жовтим відтінком	Жовтий	Світло-коричневий	Темно-коричневий
30	Бежевий	Жовтий	Темно-жовтий	Коричневий	Темно-коричневий

При температурах висушування 140°С МВШП мають борошністий присмак та запах. При висушуванні МВШП при 150°С – 160°С борошністий смак і запах пропадають. Зі збільшенням температури та тривалості сушіння до 170°С та 110с починає з'являтися сухарний присмак та запах, а при збільшенні температури понад 180°С та тривалості висушування 110с з'являється гіркий присмак та запах (таблиці 3.4 та 3.5).

Таблиця 3.4 – Вплив параметрів сушіння в олії на смак МВШП

Тривалість сушіння, с	Температура олії, °С				
	140	150	160	170	180
100	З борошністим присмаком	З борошністим присмаком	Властивий даному виробу	Властивий даному виробу	З сухарним присмаком
110	З борошністим присмаком	Властивий даному виробу	Властивий даному виробу	Властивий даному виробу	З гірким присмаком
120	З борошністим присмаком	Властивий даному виробу	Властивий даному виробу	З сухарним присмаком	З гірким присмаком
130	З борошністим присмаком	Властивий даному виробу	Властивий даному виробу	З гірким присмаком	З гірким присмаком

Таблиця 3.5 – Вплив параметрів сушіння на запах МВШП

Тривалість сушіння, с	Температура олії, °С				
	140	150	160	170	180
100	З борошнистим присмаком	З борошнистим присмаком	Властивий даному виробу	Властивий даному виробу	З сухарним присмаком
110	З борошнистим присмаком	Властивий даному виробу	Властивий даному виробу	Властивий даному виробу	З гірким запахом
120	З борошнистим присмаком	Властивий даному виробу	Властивий даному виробу	З сухарним запахом	З гірким запахом
130	З борошнистим присмаком	Властивий даному виробу	Властивий даному виробу	З гірким присмаком	З гірким запахом

У діапазоні температур висушування 140°С – 150°С МВШП після приготування до готовності (таблиця 3.6) характеризуються як в'язкі на укус і не зберігають форму гофрованих ниток вермішелі після 15 хвилин з моменту заливання киплячою водою. При збільшенні тривалості висушування до 130с при 150°С в'язкість заварених до готовності МВШП зникає і зберігається форма гофрованих ниток вермішелі після 15 хвилин з моменту заливання киплячою водою. При висушуванні МВШП при 160°С вироби після приготування до готовності стають пружними на укус і зберігають форму гофрованих ниток вермішелі через 15 хвилин з моменту заливання окропом. Зі збільшенням температури і тривалості сушіння до 170 °С і 130 с починає з'являтися в'язкість при розжовуванні заварених до готовності МВШП і не зберігається форма гофрованих ниток вермішелі після 15 хвилин з моменту заливання киплячою водою.

Вологість МВШП однаковою мірою залежала і від температури олії і від тривалості висушування. Зі збільшенням температури та тривалості висушування вологість МВШП зменшувалась. У роботах, які раніше проводилися [18] встановлено, що вологість харчових продуктів, висушених в олії не повинна перевищувати 5%. При збільшенні вологості понад 5% погіршується мікробіологічні показники харчових продуктів у процесі зберігання та прискорюється процес окиснення жиру. Проведені нами дослідження показали (таблиця 3.7), що оптимальні значення вологості (4,6–4,2%) МВШП досягають при температурі олії 150°C–170°C та тривалості висушування 100с – 130с. При температурі висушування 140°C вологість МВШП коливається від 4,8 до 5,8%, що небажано, адже при підвищеній вологості зростає ймовірність розвитку мікроорганізмів, що у свою чергу скорочуватиме термін зберігання. При температурі висушування 180°C вологість макаронних виробів скорочується до 4–3%, що у свою чергу збільшуватиме технологічні витрати сировини при виробництві МВШП.

Таблиця 3.7 – Вплив параметрів сушіння в маслі на вологість МВШП

Тривалість сушіння, с	Температура олії, °C				
	140	150	160	170	180
100	5,8	4,6	4,6	4,6	4,0
110	5,2	4,7	4,6	4,5	3,8
120	5,0	4,3	4,5	4,4	3,6
130	4,8	4,1	4,2	4,0	3,4

При аналізі міцності брикету МВШП відмічено зниження властивостей міцності брикету (таблиця 3.8) при температурах висушування 140°C і 180°C. При цих параметрах міцність брикету не перевищувала 80 Н. Максимальна міцність брикету (98–96Н) відзначена у МВШП, висушених при 160°C. А при температурах 150°C та 170°C значення міцності брикету МВШП не було нижчим за 80 Н, крім зразка висушеного при 170°C протягом 130 с.

Таблиця 3.8 – Вплив параметрів сушіння на міцність брикету МВШП

Тривалість сушіння, с	Міцність брикету, (Н) при температурі олії, °С				
	140	150	160	170	180
100	67	84	96	93	70
110	70	87	98	86	69
120	75	90	98	80	68
130	78	93	96	75	68

Час приготування МВШП до готовності, як і вологість однаково залежали і від температури олії, і від тривалості висушування (таблиця 3.9). Зі збільшенням температури та тривалості висушування час приготування до готовності МВШП скорочувався. Найбільш тривалий час приготування до готовності від 7,2 до 5 хвилин відмічено у МВШП, висушених від 140°С до 150°С. При температурі олії 150°С і тривалості висушування 130с час приготування починає скорочуватися і становить менше 5 хвилин.

Таблиця 3.9 – Вплив параметрів сушіння на час приготування до готовності МВШП

Тривалість сушіння, с	Температура олії, °С				
	140	150	160	170	180
100	7,2	5,8	4,3	4,1	3,8
110	6,6	5,1	4,2	4,1	2,9
120	6,3	5,0	4,2	4,0	2,7
130	6,0	4,6	4,0	3,9	2,1

Результати визначення вмісту жиру в МВШП, вироблених на різних технологічних режимах сушіння, наведено рисунку 3.2.

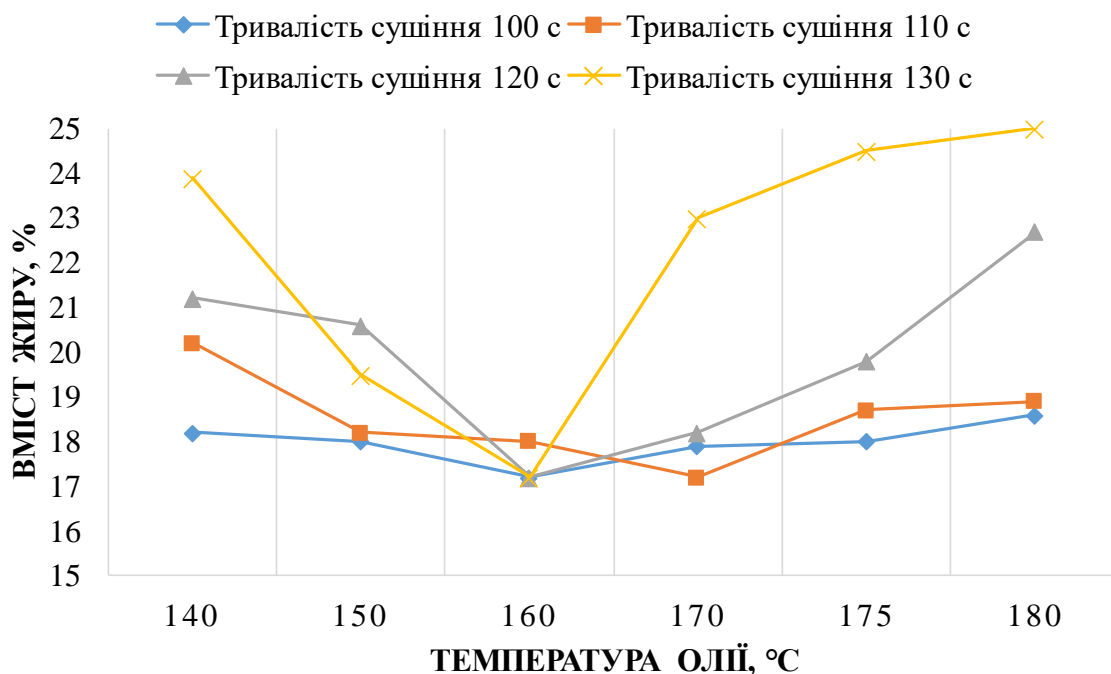


Рисунок 3.2 – Вплив температури олії та тривалості сушіння на вміст жиру в МВШП

Найбільша кількість жиру (25%) містилася у зразку, висушеному при 180°C протягом 100с. Найменший вміст жиру зазначено у зразку, висушеному при 160°C при будь-якій тривалості висушування (рисунок 3.2).

Дослідження реологічних властивостей МВШП після заварювання до готовності показали, що найбільшим коефіцієнтом пружності характеризувалися зразки, висушені при 160–170°C протягом 110с (рисунок 3.3). Ці зразки мали більший коефіцієнт пружності після 15 хв з моменту заварювання їх киплячою водою (рисунок 3.4).

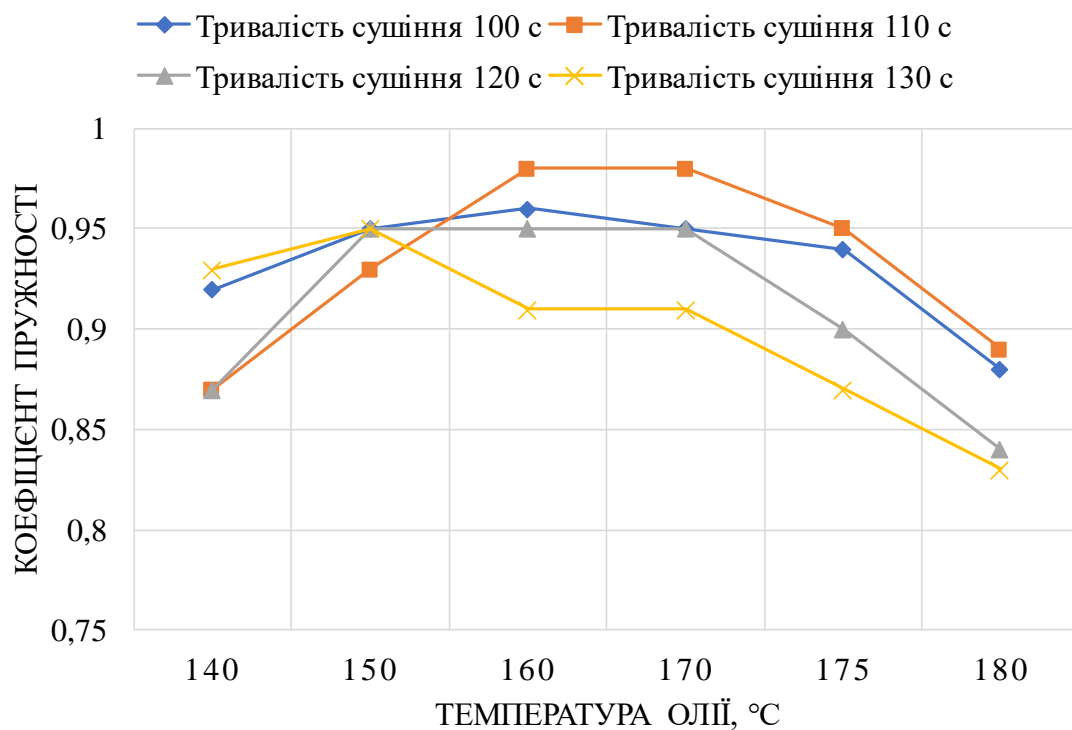


Рисунок 3.3 – Вплив температури масла та тривалості сушіння на коефіцієнт пружності МВШП після приготування до готовності

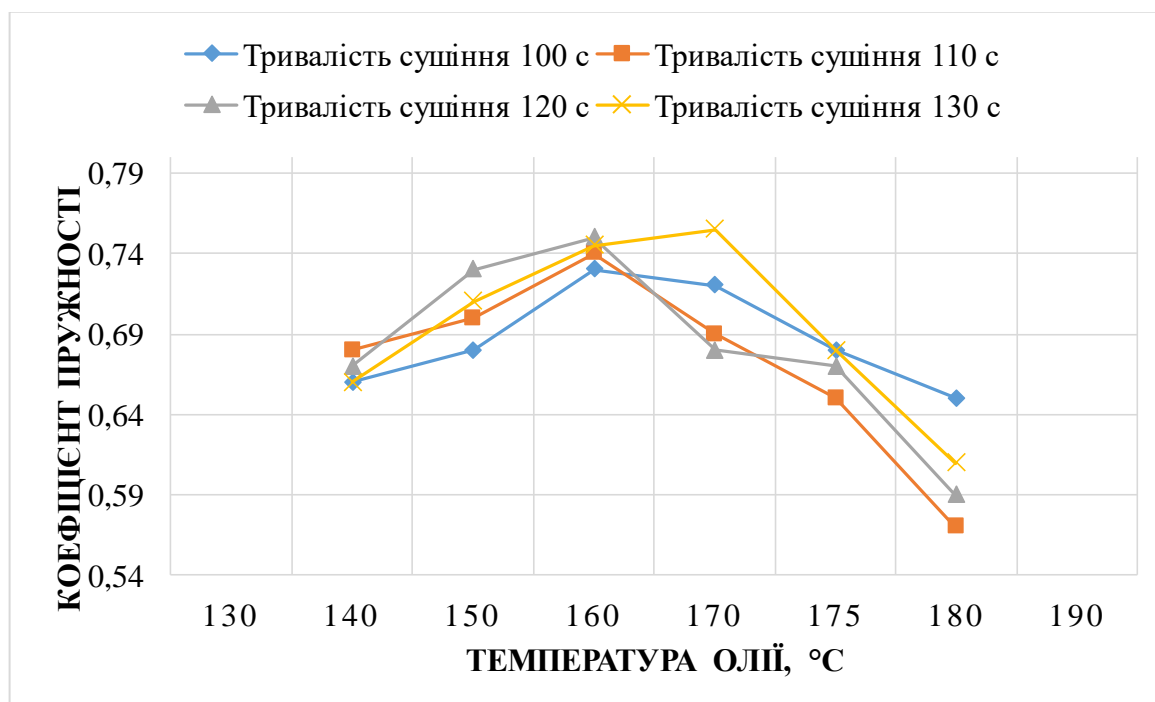


Рисунок 3.4 – Вплив температури олії та тривалості сушіння на коефіцієнт пружності МВШП після 15 хвилин з моменту заливання окропом

Таким чином, після 110с висушування МВШП характеризуються кращими реологічними та фізико-хімічними властивостями.

Аналіз зміни реологічних та фізико-хімічних властивостей МВШП в залежності від температури олії при 110с висушування наведено на рисунку 3.5.

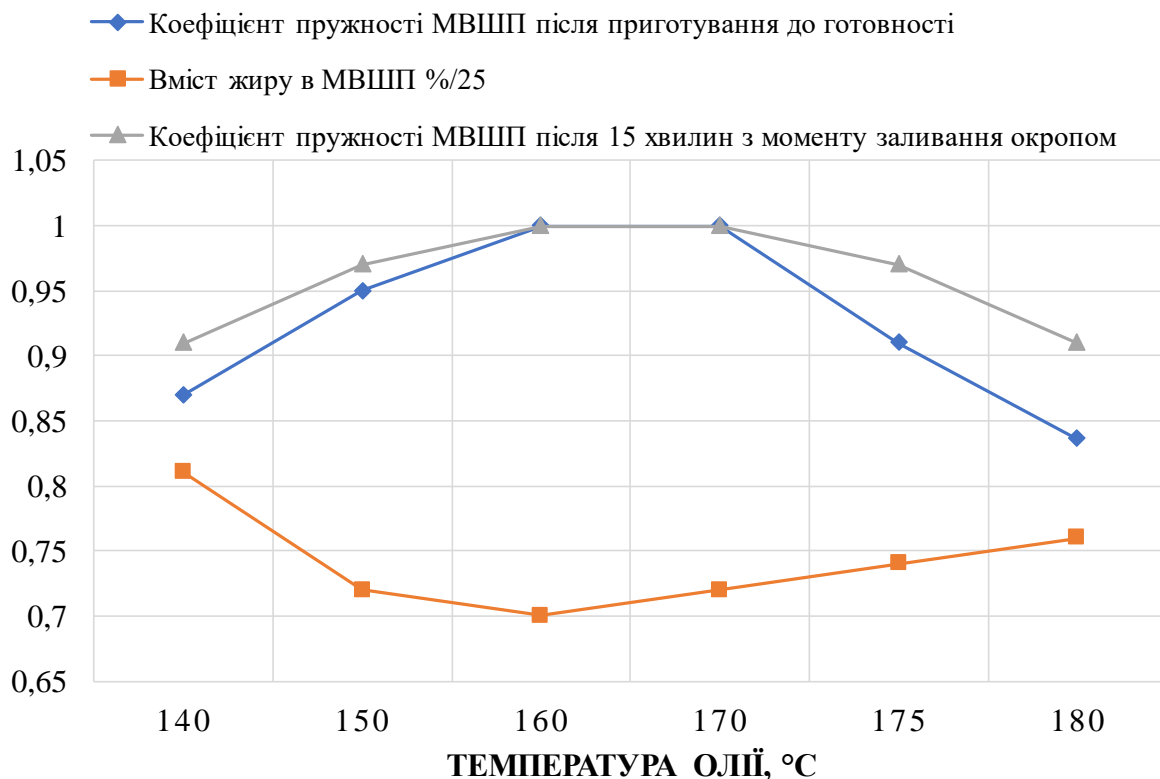
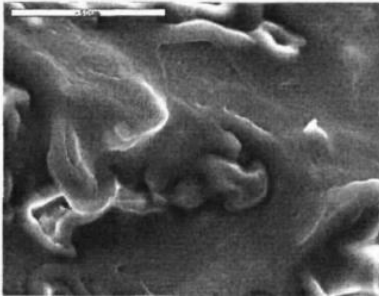


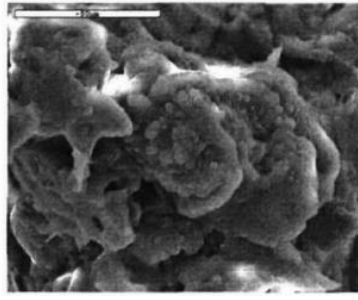
Рисунок 3.5 – Вплив температури олії на реологічні та фізико-хімічні властивості МВШП, висушених протягом 110с, залежно від температури олії

З рисунка 3.5 видно, що зразки, висушені в діапазоні температур 160–170 °C характеризуються великим коефіцієнтом пружності як після приготування до готовності так і через 15 хвилин з моменту заливання їх киплячою водою, а також меншим вмістом жиру.

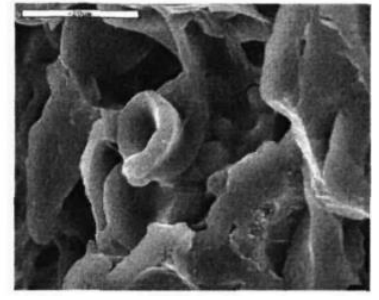
Порівняльний аналіз мікроструктури МВШП висушених в олії (рисунок 3.6) при 160 °C протягом 110 с (зразок №1), і висушених при 140 °C протягом 110 с (зразок №2) і при 180 °C протягом 110с (зразок №3).



Зразок №1



Зразок №2

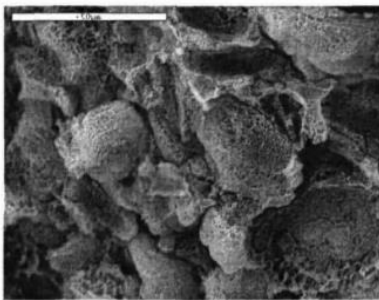


Зразок №3

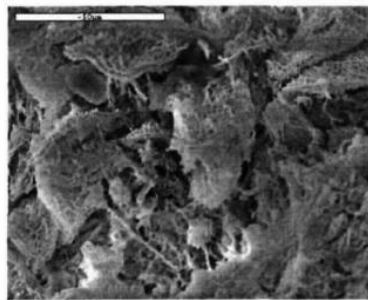
Рисунок 3.6 – Вплив температури олії на мікроструктуру МВШП, висушених протягом 110с

Як показано на рисунку 3.6 висушений в маслі зразок № 1 має монолітну структуру. У зразків № 2 і № 3 на поверхні видно гранули крохмалю, що не входять в білкову матрицю, які при приготуванні виробу будуть обумовлювати їх липкість.

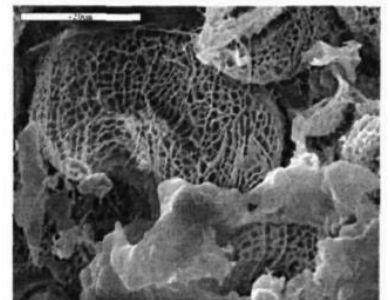
У завареного до готовності зразка № 1 гранули крохмалю щільно упаковані в матрицю білкову (рисунок 3.7). У зразків № 2 та № 3 білкова матриця не встигає укладати в себе гранули крохмалю внаслідок чого, зразки МВШП виходять не пружними та липкими.



Зразок №1



Зразок №2



Зразок №3

Рисунок 3.7 – Вплив температури олії на мікроструктуру заварених до готовності макаронних виробів швидкого приготування

Після отриманих вище експериментальних даних доцільно було вивчити спільний вплив параметрів гідротермообробки технологічного напівфабрикату, температури олії та тривалості висушування на якість МВШП. Тому на

наступному етапі досліджень було проведено оптимізацію технологічних параметрів гідротермообробки та сушіння МВШП. Нами було проведено 3-х факторне планування експерименту.

Як фактори, що впливають на якість МВШП, були прийняті тривалість гідротермічної обробки, температура олії, тривалість сушіння.

Критеріями для оцінки значущості були обрані вміст жиру, коефіцієнт пружності МВШП після приготування до готовності, коефіцієнт пружності МВШП після 15 хвилин з моменту заливання киплячою водою.

Відповідно до плану експерименту проводили кілька промислових виробок МВШП за режимами, заданими планом. Область постановки експерименту представлена таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Область постановки експерименту для оптимізації технологічних факторів виробництва МВШП

Найменування фактору	Одиниці виміру	Рівні варіювання			Інтервал варіювання
		Верхня межа	Середня межа	Нижня межа	
Тривалість гідротермообробки	с	180	120	60	24
Тривалість висушування	с	130	115	100	10
Температура олії	°C	180	160	140	10

В результаті математичної обробки експериментальних даних були отримані регресійні моделі, що описують залежність вмісту жиру та коефіцієнти пружності МВШП після приготування до готовності та через 15 хвилин з моменту заливання їх киплячою водою від заданих факторів.

За отриманими рівняннями регресії залежності з яких наочно видно, що мінімального вмісту жиру в МВШП можна досягти при тривалості гідротермообробки 120с, тривалості сушіння 110с і температурі олії 165 °C.

Максимальні значення коефіцієнта пружності МВШП після приготування до готовності відзначені при тривалості гідротермообробки – 120с, тривалості

сушіння 110с і температурі масла – 165 °С, а коефіцієнта пружності МВШП після закінчення 15 хвилин з моменту заливання тривалості гідротермообробки – 120с, тривалості сушіння – 110с та температурі масла – 165 °С.

Для перевірки достовірності отриманих результатів експериментальних досліджень, було виконано апробацію отриманих результатів в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «Стас і К», міста Дніпро.

3.4 Промислове вироблення макаронних виробів швидкого приготування за рекомендованих технологічних параметрів

Виробничі випробування з виробництва МВШП за встановлених технологічних режимів проводили на ТОВ «Стас і К» на технологічній лінії «Італія».

При виробленні макаронних виробів було використано сировину відповідно до нормативної документації підприємства.

Макаронні вироби виробляли у вигляді гофрованої ниток вермішелі за рецептурою, встановленою та затвердженою на підприємстві.

Технологічні режими виробництва МВШП були такими:

- вологість тіста 33%;
- тривалість замісу 20 хв;
- тривалість гідротермічної обробки 120с;
- температура олії 165 °С;
- тривалість сушіння 110с;
- для висушування макаронних виробів використовували пальмову олію

з кислотним числом – 0,4 мг КОН/г, з перекисним числом – 4 ммоль/кг.

МВШП при встановлених режимах виробляли протягом 5 змін (8 годин). Досліди проводили на зразках, відібраних у потоці кожної зміни.

Стабільність якості МВШП оцінювали за вмістом жиру, коефіцієнтом пружності МВШП після приготування до готовності та через 15 хвилин з

моменту заливання їх киплячою водою. Отримані дані наведено на рисунках 3.8, 3.9, 3.10.

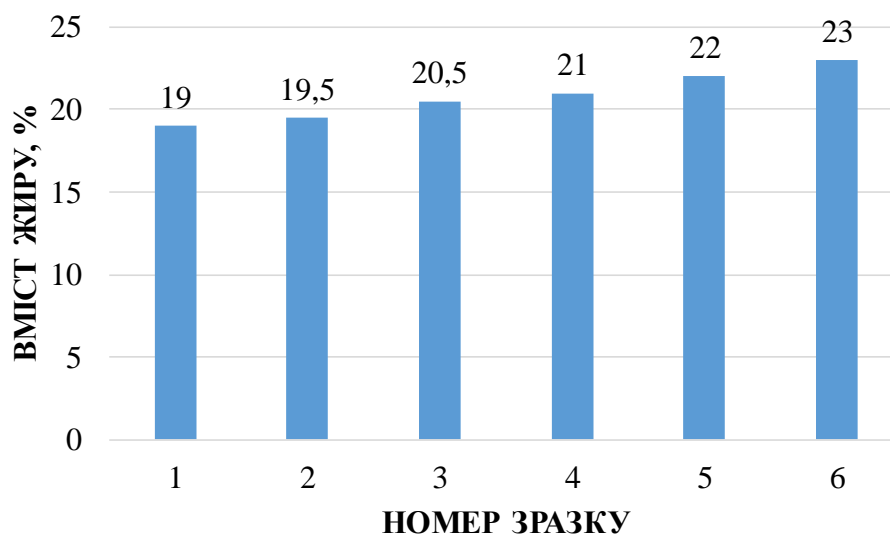


Рисунок 3.8 – Діапазон значень вмісту жиру в МВШП

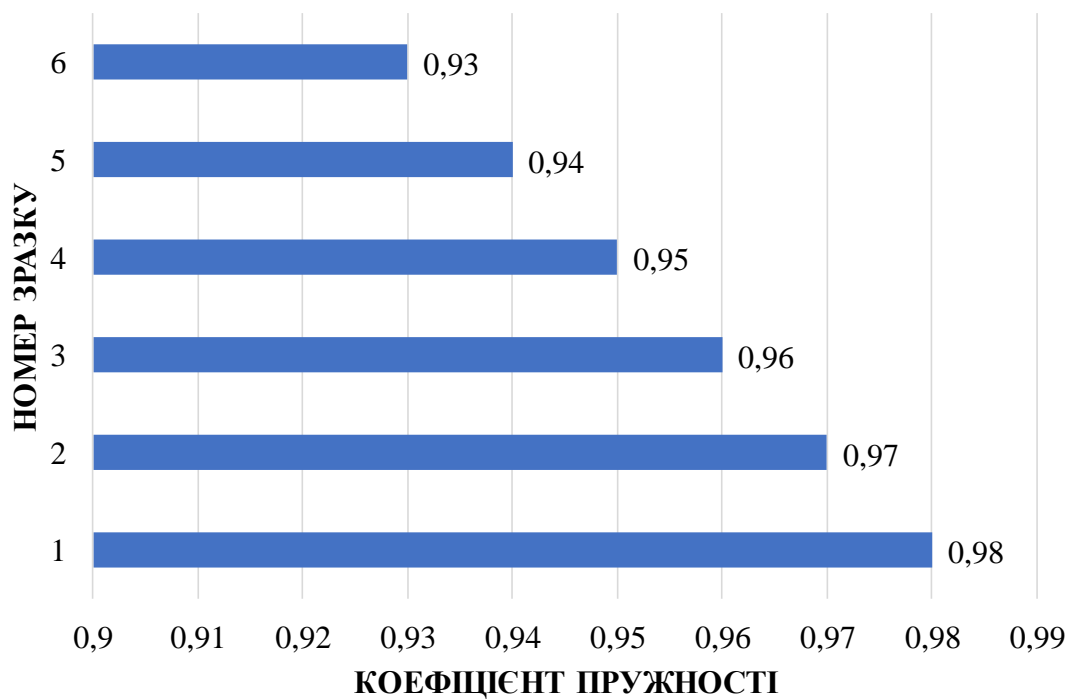


Рисунок 3.9 – Діапазон значень коефіцієнта пружності МВШП після приготування до готовності

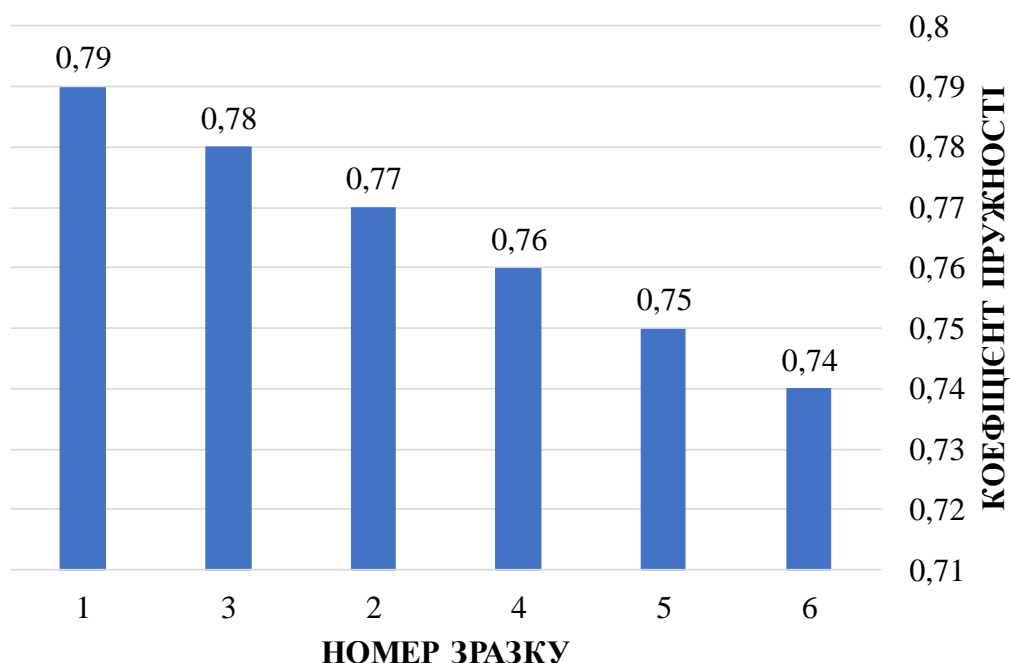


Рисунок 3.10 – Діапазон значень коефіцієнта пружності МВШП після 15 хвилин з моменту заливання киплячою водою

Вміст жиру у відібраних зразках коливався від 19% до 23%. Коефіцієнти пружності МВШП після приготування до готовності та через 15 хвилин з моменту заливання їх киплячою водою не знімалися нижче 0,93 і 0,75 відповідно. При цьому середнє значення жиру становило 20,4%, а коефіцієнтів пружності МВШП після приготування до готовності та через 15 хвилин з моменту заливання їх киплячою водою 0,96 і 0,77 відповідно.

Таким чином, проведені випробування підтвердили оптимальні технологічні режими, встановлені математичним плануванням експерименту.

Позитивні результати проведеної роботи стали основою розробки технологічних інструкцій з виробництва МВШП.

Висновки за розділом

В результаті проведених досліджень було обґрунтовано технологічні параметри виробництва МВШП.

У ході експерименту показано, що найкращими реологічними властивостями має тісто при вологості 33% і тривалості замісу 20 хв. При цьому тісто не рвалося на вальцевій групі під час розкочування і не заминалося на ножах при формуванні гофрованих ниток вермішелі.

На підставі математичного планування експерименту та отриманих експериментальних даних встановлено, що оптимальна тривалість гідротермічної обробки напівфабрикату становить 120с, тривалість сушіння – 110с, а температура олії – 165°C. Встановлені технологічні параметри дозволяють отримати МВШП з низьким вмістом жиру і високим коефіцієнтом пружності МВШП після приготування до готовності і через 15 хвилин з моменту заливання киплячою водою.

Показано, що при дотриманні встановлених технологічних режимів смак та запах виробів без борошністого, сухарного та гірко-присмаків та стороннього запаху. При приготуванні виробів до готовності вони не злипаються між собою, коефіцієнт пружності не перевищує 0,8, а через 15 хвилин з моменту заливання їх киплячою водою МВШП зберігають форму гофрованих ниток вермішелі і зберігають коефіцієнт пружності не менше 0,75. Вологість виробів вибирається у 5%, а час приготування до готовності — 5 хвилин. Вміст жиру становить 19–23 %.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

4.1 Розроблення картки з охорони праці для оператора цеху з виробництва макаронних виробів

При розробці карти охорони праці для оператора цеху з виробництва макаронних виробів були враховані найголовніші вимоги з охорони праці при виконанні ряду технологічних операцій.

<p style="text-align: center;">1. Загальна інформація</p> <p>Дана картка безпеки праці розроблена для робітників цеху з виробництва макаронних виробів ТОВ «Стас і К».</p> <p>Важливо! Обов'язково ознайомитись з інформацією цієї картки перед виконанням робіт.</p>	<p style="text-align: center;">2. Опис робочого місця</p> <p>Посада: апаратник лінії з виробництва макаронних виробів.</p> <p>Місце роботи: цех з виробництва макаронних виробів ТОВ «Стас і К».</p> <p>Робочій час: 1 зміна (8:00-20:00) 2 зміна (20:00-8:00)</p>
<p>3. Заходи безпеки</p> <p>До роботи допускаються особи, що досягли 18-річного віку та пройшли відповідний інструктаж з ОП і медичний огляд.</p> <p>Заборонено приступати до роботи в стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння. В разі поганого самопочуття негайно повідомити майстра цеху.</p> <p>Уважно готувати робоче місце, дотримуватись правил охорони праці. Обов'язково використовувати засоби індивідуального захисту при виконанні робіт з налагодженням роботи технологічного обладнання лінії.</p>	
<p>4. Надзвичайні ситуації</p> <p>1) Пожежа: негайно повідомити про це відповідні служби та натиснути на пожежну сигналізацію. Використовувати вогнегасник або інші засоби пожежогасіння, якщо ви натрапили на невелике загоряння та можете безпечно його загасити.</p> <p>2) Аварія: негайно повідомити про це відповідні служби та керівництво. Уникайте зони аварії та слідуйте вказівкам служб безпеки.</p> <p>3) Травма: негайно повідомити про це відповідні служби та керівництво. Зверніться до медичного працівника або запросіть медичну допомогу, якщо потрібно.</p>	
<p style="text-align: center;">5. Потенційні ризики</p> <p>а) наявність борошняного пилу, б) можливість враження струмом, в) ризик пожежі та вибуху.</p>	<p style="text-align: center;">6. Контакти екстрених служб</p> <p>Черговий: вн.т. 35-12-03</p> <p>Державна служба надзвичайних ситуацій: 101</p> <p>Невідкладна медична допомога: 103</p> <p>Служба екстреної допомоги: 112</p>

Рисунок 4.1 – Картка з охорони праці для оператора цеху з виробництва макаронних виробів

4.2 Утилізація відходів макаронного виробництва

Питання утилізації відходів харчової промисловості, зокрема макаронного виробництва, є надзвичайно актуальним. Утилізація відходів є необхідним заходом, спрямованим на збереження навколишнього середовища та здоров'я людини. Харчова галузь характеризується високою матеріаломісткістю, тому раціональне використання сировини має велике значення. Комплексне використання сировини та належна утилізація відходів виробництва є ключовими напрямками зниження матеріаломісткості й мінімізації негативного впливу на довкілля. Впровадження ефективних методів переробки та повторного використання відходів дозволяє не лише зберегти природні ресурси, а й отримати додаткову економічну вигоду.

У процесі виробництва макаронних виробів утворюються різноманітні види відходів. Кожен з цих видів відходів вимагає належного поводження, правильної утилізації чи переробки. Розглянемо основні типи відходів макаронного виробництва та можливі способи їх переробки:

4.2.1 Борошняний пил

Один з основних видів відходів макаронного виробництва - це борошняний пил. Він збирається спеціальними системами очистки повітря, такими як циклони та рукавні фільтри. Зібраний борошняний пил може бути використаний повторно безпосередньо у виробництві макаронів чи інших борошняних виробів. Іншим варіантом є додавання борошняного пилу до комбікормів у якості джерела поживних речовин, зокрема білків та вуглеводів, для годівлі тварин. Якщо немає можливості використати борошняний пил, його можна компостувати або спалювати в спеціальному обладнанні з дотриманням усіх екологічних норм та правил.

4.2.2 Лушпиння круп

Під час виробництва макаронів з твердих сортів пшениці утворюється значна кількість лушпиння - побічного продукту переробки зерна. Це лушпиння може знайти корисне застосування кількома шляхами. По-перше, його можна використовувати як підстилковий матеріал або наповнювач на тваринницьких фермах і птахофабриках. По-друге, лушпиння можна компостувати разом з іншими органічними відходами, що дасть високоякісне органічне добриво для підживлення ґрунтів. Ще одним варіантом утилізації лушпиння є його спалювання в спеціалізованих установках для отримання енергії. Таким чином, це макаронне виробництво дає змогу знайти корисне застосування цьому виду відходів замість їх безцільного вивезення та захоронення.

4.2.3 Випробувальні зразки та злами макаронів

У процесі виробництва макаронних виробів утворюється певна кількість непридатної для продажу продукції. Це можуть бути злами макаронів, що утворилися під час налаштування обладнання, або випробувальні зразки, використані для контролю якості. Замість того, щоб викидати ці відходи, їх можна знайти корисне застосування. Один із способів - подрібнити їх та використати як складову частину комбікормів для годівлі тварин. Альтернативним варіантом є переробка зламів та випробувальних зразків на макаронні вироби нижчого сорту, сухарі або панірувальні сухарі. Таким чином, навіть непридатна для основного виробництва продукція може бути використана з користю замість безцільної утилізації.

4.2.4 Забруднена вода

Макаронне виробництво вимагає використання значних обсягів води для різноманітних цілей, таких як миття обладнання, охолодження тощо. Внаслідок цього утворюються стічні води, забруднені залишками борошна, крохмалю та

іншими домішками. Перед тим, як ці стоки можна буде відвести, їх необхідно належним чином очистити. Після проходження відповідних етапів очищення, оброблену воду можна повторно використовувати у виробничих процесах, де не потрібна питна якість води. Крім того, осад, який утворюється під час очищення стічних вод, не втрачається даремно, а може бути використаний як органічне добриво або підлягає компостуванню. Таким чином, впровадження належної системи очищення стоків дозволяє не лише захистити навколишнє середовище від забруднення, а й повторно використати воду та утилізувати осад.

4.2.5 Пакувальні матеріали

На етапі пакування готових макаронних виробів утворюється значна кількість відходів пакувальних матеріалів, таких як папір, картон та пластик. Замість того, щоб просто викидати ці відходи, необхідно забезпечити їх роздільний збір для подальшої переробки. Папір та картонні відходи можуть бути передані на підприємства целюлозно-паперової промисловості для вторинної переробки. Що стосується пластикової упаковки, то її слід ретельно відсортувати за різними видами пластику, після чого відправити на переробні підприємства, які спеціалізуються на утилізації того чи іншого типу пластику. Дотримання цих підходів до поводження з пакувальними відходами макаронного виробництва дозволить істотно зменшити обсяги відходів, що потрапляють на звалища, та сприятиме раціональному використанню ресурсів.

Висновки за розділом

Отже, з метою покращення економічного стану підприємства було запропоновано використовувати картку безпеки для операторів цеху з виробництва макаронних виробів, а також розглянуто основні шляхи утилізації відходів даного виробництва.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Витрати на проведення досліджень

Розроблений кошторис витрат можна використати для визначення витрат, пов'язаних з проведенням наукових досліджень. Сюди входять різні фактори, такі як витрати на матеріальні ресурси, витрачену електроенергію, нараховану заробітну плату, амортизаційні відрахування та накладні витрати.

Розрахунок вартості основних і допоміжних матеріалів здійснюється за наступною формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (5.1)$$

де m_1 – витрачений матеріал;

C_1 – вартість витраченого матеріалу, грн/кг.

У запропонованій таблиці 5.1 наведені результати розрахунку вартості матеріалу.

Таблиця 5.1 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Борошно пшеничне в/г, кг	20	25	500,00
Олія соняшникова, л	5	76	380,00
Всього			880,00

У таблиці 5.2 представлені результати розрахунку заробітної плати учасників досліджень, яку визначаємо множенням середньої погодинної заробітної плати працівника на суму витраченого часу.

Таблиця 5.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Керівник наукового дослідження	8300	49,40	15	741,00
Всього				741,00

Нарахування заробітної плати еквівалентно 22 % від загальної суми заробітної плати, що оподатковується єдиним податком:

$$H = \frac{741,00 \cdot 22}{100} = 163,02 \text{ грн.}$$

Вартість витраченої електроенергії визначається за такою формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (5.2)$$

де M – потужність дослідного устаткування, кВт;

K – коефіцієнт використання потужності ($K = 0,9$);

T – тривалість роботи установки, год;

a – вартість електроенергії, грн/(кВт/год).

Вартість споживання енергії для роботи установок з виготовлення макаронних виробів:

$$E_{\text{макар.пресу}} = 1,0 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 7,32 = 52,70 \text{ грн.}$$

Вартість споживання енергії для роботи установок з термічної обробки хлібних заготовок:

$$E_{\text{терм.обробка}} = 2,0 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 7,32 = 105,48 \text{ грн.}$$

Вартість витрат електроенергії на ПК:

$$E_{\text{п.к.}} = 1,1 \cdot 0,9 \cdot 180 \cdot 7,32 = 1304,42 \text{ грн.}$$

Сумарні затрати на електроенергію:

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{макар.пресу}} + E_{\text{терм.обробка}} + E_{\text{п.к.}} = 52,70 + 105,48 + 1304,42 = 1462,6 \text{ грн.}$$

З використанням рівняння 5.3 для визначаємо вартість амортизації обладнання, використаного в ході дослідження:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (5.3)$$

де A – відрахування на амортизацію обладнання, грн;

Φ – вартість обладнання, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – тривалість року.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Прес макаронний	23000,00	15	10	90,4
Сушарка харчових продуктів	1800,00	15	2	1,48
Персональний комп'ютер	12000,00	24	30	236,71
Всього				328,59

Накладні витрати, пов'язані з технічним обслуговуванням та управлінням виробництвом, включають витрати, які повинні бути виплачені обслуговуючому та управлінському персоналу. Витрати, пов'язані з технічним обслуговуванням установки, еквівалентні 80 % від розрахункової заробітної плати виконавця дослідження:

$$\frac{(741,00 \cdot 80)}{100} = 592,80 \text{ грн.}$$

Орієнтовна вартість проведеного наукового дослідження наведена в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	880,00
Заробітна плата	741,00
Нарахування на заробітну плату	163,02
Електроенергія	1462,6
Амортизація	328,59
Накладні витрати	592,80
Всього	4168,01

Згідно з проведеним аналізом, основні матеріали та витрати на витрачену електроенергію є найважливішими витратами, які займають лідируючі позиції у списку.

5.2 Розрахунок вартості дослідження

Оскільки дослідницька робота пов'язана з фундаментальними дослідженнями, вартість визначалася на основі вартості та прибутковості проведення досліджень:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (5.4)$$

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

P – нормативна рентабельність ($P = 30$), %.

$$Ц = 4168,01 + \frac{30 \cdot 4168,01}{100} = 5418,41 \text{ грн.}$$

Сума витрат, затрачених на проведення досліджень, складає 5418,41 грн.

Орієнтовна вартість 1 кг макаронів швидкого приготування за робленою технологією складає близько 150 грн.

Висновки за розділом

Найбільш важливими статтями досліджуваних витрат є основні матеріали та витрати на витрачену електроенергію, еквівалентні 880,00 грн. і 1462,6 грн. відповідно. Загалом вартість досліджень становить 5418,41 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Встановлено, що МВШП, можуть вироблятися за двома технологічними схемами, що відрізняються за видом теплоносія. При цьому сушіння, при якому теплоносія є повітря, досить широко вивчена. Застосування олії як теплоносія досить широко вивчене під час виробництва пончиків, картоплі та інших продуктів. Однак, як поводитьься масло при контакті з тістом, коли процес сушіння є безперервним, не вивчено.

Як сушильний агент можуть використовуватися різні види рослинних олій. Олії відрізняються між собою вмістом ненасичених жирних кислот і наявністю власних антиокислювачів, що в результаті має впливати на термін зберігання продуктів, висушених у цих носіїв.

Приведено коротку характеристику сировини, що була використана під час проведення досліджень та охарактеризовано методи та методики проведення експериментальних досліджень, що були задіяні у ході проведення експериментальних досліджень.

Обґрунтовано технологічні параметри виробництва МВШП. У ході експерименту показано, що найкращими реологічними властивостями має тісто при вологості 33% і тривалості замісу 20 хв. При цьому тісто не рвалося на вальцевій групі під час розкочування і не заминалося на ножах при формуванні гофрованих ниток вермішелі.

На підставі математичного планування експерименту та отриманих експериментальних даних встановлено, що оптимальна тривалість гідротермічної обробки напівфабрикату становить 120с, тривалість сушіння – 110с, а температура олії – 165°C. Встановлені технологічні параметри дозволяють отримати МВШП з низьким вмістом жиру і високим коефіцієнтом пружності МВШП після приготування до готовності і через 15 хвилин з моменту заливання киплячою водою.

Показано, що при дотриманні встановлених технологічних режимів смак та запах виробів без борошнистого, сухарного та гіркого присмаків та стороннього

запаху. При приготуванні виробів до готовності вони не злипаються між собою, коефіцієнт пружності не перевищує 0,8, а через 15 хвилин з моменту заливання їх киплячою водою МВШП зберігають форму гофрованих ниток вермішелі і зберігають коефіцієнт пружності не менше 0,75. Вологість виробів вбирається у 5%, а час приготування до готовності — 5 хвилин. Вміст жиру становить 19–23 %.

Запропоновано використовувати картку безпеки для операторів цеху з виробництва макаронних виробів, а також розглянуто основні шляхи утилізації відходів даного виробництва.

Найбільш важливими статтями досліджуваних витрат є основні матеріали та витрати на витрачену електроенергію, еквівалентні 880,00 грн. і 1462,6 грн. відповідно. Загалом вартість досліджень становить 5418,41 грн. Орієнтовна вартість 1 кг макаронів швидкого приготування за робленою технологією складає близько 150 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Аналіз ринку макаронних виробів України. Режим доступу: <https://proconsulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-makaronnyh-izdelij-v-ukraineza-2016-7-mes-2018-gg-2018-god>
2. Бандура В.М. Проектування технологічних процесів та підприємств для переробки і зберігання сільськогосподарської продукції [Текст] : навч. посіб. Для студ. вищ. навч. закл. / В.М. Бандура та ін.; Вінниц. нац. аграр. ун-т. - Вінниця: ВНАУ, 2012. - 265 с.
3. Богомолов О.В. Управління якістю переробних і харчових виробництв/О.В.Богомолов, О.І.Шаповаленко, О.М.Сафонова, [та ін.]: Навч.посібник. Харків: «Еспада». 2006. 296с.
4. Відходи та безвідходне виробництво в харчовій промисловості : наук.-допом. бібліогр. покажч. двома мовами 1956 – 2020 рр. / [упоряд. І. М. Мельничук]; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. Київ, 2021. 110 с. Режим доступу: http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/34268/1/Waste_and_wastefree_production_in_the_food_industry.pdf.
5. ДБН А.2.2–3–2004 Проектування. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва. [Чинний від 2004–07–01]. Вид. офіц. Київ: Держбуд України, 2004. 8 с.
6. Димань Т.М., Мазур Т.Г. Безпека продовольчої сировини: підручник. Київ: ВЦ «Академія». 2011. 520 с.
7. Домарецький В. А., Остапчук М. В., Українець А. І. Технологія харчових продуктів. К.: НУХТ, 2003. 570 с.
8. Кунділовська Т.А., Єштокіна Т.Ю. Оцінка відповідності та ідентифікація макаронних виробів. Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки. 2019. Вип. 22. С.104-112.

9. Лозовський А.П. Основи технологічного проектування промислових підприємств переробних галузей навчальний посібник /. Київ: Університетська книга, 2019. 320 с.

10. МАКАРОННІ ВИРОБИ. АНАЛІЗ ПЕРЕВАГ СПОЖИВАЧІВ І ОСНОВНИХ ВИРОБНИКІВ [Електронний ресурс]/стаття. – Режим доступу: <https://koloro.ua/ua/blog/issledovaniya/makaronnye-izdeliya.-analiz-predpochtenijpotrebitelej-osnovnyh-proizvoditelej-i-situacii-na-rynke.html>

11. Макаронні вироби: пат. 29231. Україна. МПК А23L1/16. № 98020678; заявл. 09.02.1998. опубл. 16.10.2000. Бюл. 5. 4 с.

12. Маковецька Ю. Сучасне керування відходами відповідно до принципів циркулярної економіки. Посібник курсу ZWA deep level, 2021. 140 с. Режим доступу: <https://zerowastekharkiv.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/posybnic-lekciye-book-5.pdf>.

13. Методи контролю продукції тваринництва та рослинних жирів: Навчальний посібник за заг. ред. Л. М. Крайнюк. 2-ге вид., перероб. і доп. Суми: ВТД «Університетська книга», 2009. 300 с.

14. Методичні вказівки МВ 4.4.5.6.-000-2010 «Розробка та запровадження систем управління безпечністю харчових продуктів на основі принципів НАССР». МОЗ України. 34с.

15. Механізація переробки та зберігання сільськогосподарської продукції: курс лекцій / Н.І. Хомик, В.П. Олексюк, О.П. Цьонь. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 288с.

16. Олабоді О. В. Макаронне виробництво: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід : Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. Київ, 2018. 70 с.

17. Ощипок О.І., Багрій Л.М. Технологія приготування макаронних виробів у закладах ресторанного типу. Режим доступу : <http://www.journalslute.lviv.ua/index.php/visnyk-tech/article/download/456/431>

18. Самойчук К.О., Паляничка Н.О., Верхованцева В.О. Технологічне обладнання галузі: конспект лекцій. Мелітополь: видавничо-поліграфічний центр «Forward press». 2020. Ч. 1. 255 с.

19. Сирохман І.В. Безпечність і якість харчових продуктів (проблеми сьогодення) : підручник. Львів : Вид-во Львів. торг.-екон. ун-ту, 2019. 394 с.

20. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв / За ред. О.Т Лісовенка. К.: Наук.думка, 2000. 282 с.

21. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів : навчальний посібник / за ред. чл.-кор. В.І. Дробот. К.: КондорВидавництво, 2015. 958 с.

22. Управління якістю: навч. посіб. 2-е вид. / Д.П. Лойко, О.П. Вотченікова, О.П. Удовіченко, М.А. Котляр. Львів: «Магнолія – 2006», 2010. 240 с.

23. Формування якості макаронних виробів [Електронний ресурс]/стаття. -Режим доступу: https://pidru4niki.com/14600815/tovaroznavstvo/formuvannya_yakosti_makaronnih_virobiv

24. Харчові технології. Технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчо концентратів : навч. посібник / О. В. Самохвалова, З. І. Кучерук, С. Г. Олійник та ін.; за ред. О. В. Самохвалової. – Х. : ФОП Бровін О.В., 2019. – 284 с.

25. Черевко О.І. та ін.. Методи контролю якості харчової продукції: Навч. посібник для студ. вищих навч. закл. технол. спец. Харк. держ. Університет харчування та торгівлі. Харків: ХДУХТ, 2005. 230 с.

26. Чурсінов Ю. О. Проектування підприємств з переробки та зберігання сільськогосподарської продукції [Текст]: навч. посіб. / Ю. О. Чурсінов, М. В. Луценко. – Д.: Літограф, 2011. – 132 с.

27. Юрчак В. Г., Карпик Г. В., Голікова Т. П. Дослідження макаронних властивостей цільнозернового пшеничного борошна. Наукові праці НУХТ. 2013. № 47. С. 123-128.

28. Ялпачик В.Ф., Ломейко О.П., Циб В.Г., Ялпачик Ф.Ю., Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Шпиганович Т.О. Монтаж, експлуатація і ремонт машин та обладнання переробних підприємств: Навчальний посібник. Практикум. Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2014. 320 с.

29. Ялпачик Ф.Ю., Ломейко О.П., Олексієнко В.О., Циб В.Г. Монтаж та пусконаладження обладнання переробних підприємств. Навчальний посібник – Мелітополь, ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2009. 156 с.

30. Pivovarov A., Mykolenko S., Hez' Y., Shcherbakov S. Plasma-chemically activated water influence on staling and safety of sprouted bread. Харчова наука і технологія. Food science and technology. 2018. Vol. 12, No 2. p. 588–592.