

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра Харчових технологій

Допущено до захисту
_____ 20____ р.
Зав. кафедри, к. с.-г. н, доцент
_____ **Андрій ЧЕРНЕГА**
(підпис)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
МАГІСТРА

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА
МАКАРОНІВ З ЛЯНИМ БОРОШНОМ

Виконав – студент II курсу, групи 22 м-тз
освітньої програми Технології зерна та зернопродуктів
спеціальності 181 «Харчові технології»
Завала Ярослав Русланович

Науковий керівник – кандидат с.-г. наук, доцент
Желізна Валерія Валеріївна

УМАНЬ – 2023

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	3
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1 Пріоритетний розвиток виробництва виробів макаронних функціонального призначення	7
1.2 Шляхи підвищення харчової цінності виробів макаронних	8
1.3 Збагачення виробів макаронних лляним борошном	13
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	17
2.1 Умови проведення дослідження	17
2.2 Схема досліду	17
2.3 Методика проведення досліджень	19
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	23
РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	33
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ	37
РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	40
ВИСНОВКИ	42
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	45
ДОДАТКИ	

ANNOTATION

Zavala Y. R. Improvement of the technology of macaroni production with flax flour.

Qualifying work for obtaining a master's degree of higher education in the specialty 181 Food technologies OP Technologies of grain and grain products. Uman National University of Horticulture. Uman, 58 p.

Studies have shown that the highest moisture content of pasta in the control variant is 11.0%. When adding linseed flour, the humidity decreased and was 10.5% when 5% was added and 8.8% when 20% of linseed flour was added.

The highest acidity of pasta products was with the addition of 20% flax flour and was 3.9 degrees, the lowest in the control version - 1.6 degrees. In the remaining versions, the acidity ranged from 2.3 to 3.6 degrees. The duration of cooking pasta until done varied between 7.0 and 11.5 minutes, depending on the amount of flax flour. In the control version, this indicator was the lowest and amounted to 7.0 min., when adding flax flour, the duration of cooking increased. Thus, when adding 5% flax flour, the cooking time was 7.5 minutes, 10% – 8.5 minutes, 15% – 9.5 minutes, 20% – 11.5 minutes.

The largest coefficient of increase in the weight of the products in the control version is 1.85%, and the smallest with the addition of 20% flax flour is 1.39%, which is 27.0% less compared to the control.

The highest evaluation of smell and taste is due to the addition of 5–10% flax flour. It should be noted that the smell and taste of flax flour was absent when 5% of flax flour was added. Increasing the amount of flax flour to 20.0% ensured a deterioration of taste and smell to 5.6 and 6.1 points, respectively.

Therefore, it is recommended to add 5–10.0% flax flour in the macaroni production technology. In addition, it is possible to increase the amount of flax flour up to 15%.

ВСТУП

Цілями державної політики у галузі здорового харчування населення є збереження та зміцнення здоров'я населення, профілактика захворювань, зумовлених неповноцінним та незбалансованим харчуванням. Одне з основних завдань - «розвиток виробництва харчових продуктів, збагачених незамінними компонентами, спеціалізованих продуктів дитячого харчування, продуктів функціонального призначення, дієтичних (лікувальних та профілактичних) харчових продуктів.», рішення якої має сприяти збільшенню «частки виробництва продуктів масового споживання, збагачених вітамінами, мінеральними речовинами» та іншими незамінними нутрієнтами [7, 22, 29, 35, 64, 70].

Обґрунтування теми дослідження. До продуктів масового споживання безсумнівно, і макаронні вироби, є найпоширенішими харчовими продуктами раціоні споживачів, зокрема й українських. Україна знаходиться 19 місці за споживанням виробів макаронних споживанням – 6 кг на рік на людину. Саме тому макаронні вироби є найзручнішим об'єктом, за допомогою якого можна в потрібному напрямку коригувати харчову цінність будь-якого раціону харчування [5, 11, 27, 63, 65].

На ринку макаронних виробів продукція дієтичного та функціонального призначення, збагачені макаронні вироби та вироби підвищеної харчової цінності займають невеликий сегмент, що не перевищує 1%. У зв'язку з цим фактом розробка асортименту макаронних виробів підвищеної харчової цінності, із спрямовано зміненим хімічним складом, є актуальною.

Мета і задачі дослідження. Мета досліджень – удосконалення технології виробництва макаронів з лляним борошном.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити задачі:

- провести огляд джерел літератури, патентної інформації за темою роботи;
- дослідити вплив різного вмісту лляного борошна на фізико-хімічні

властивості макаронів;

- дослідити вплив різного вмісту лляного борошна на органолептичні властивості макаронів;

- визначити при якій концентрації лляного борошна виходять вироби макаронні з високими показниками якості;

- оцінити економічну ефективність виробництва макаронів збагачених лляним борошном.

Об’єкт дослідження – технологічна оцінка макаронних виробів збагачених лляним борошном.

Предмет дослідження – лляне борошно, борошно пшеничне, макаронні вироби.

Методи дослідження. Під час виконання кваліфікаційної роботи використано аналітичні, фізико-хімічні, інформаційні, статистичні методи, а також економічний метод.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше проведено технологічну оцінку виробів макаронних збагачених лляним борошном. Встановлено, що:

- показник вологості макаронних виробів змінювався залежно від вмісту лляного борошна та становив 8,8–11,0 %;

- кислотність макаронів зростала при збільшенні вмісту лляного борошна та коливалась в межах 1,6–3,9 град;

- тривалість варіння виробів макаронних до готовності становила 7,0–11,5 хв залежно від кількості доданого лляного борошна;

- коефіцієнт збільшення маси виробів при внесенні добавки зменшується;

- за показником вмісту сухої речовини у варильній воді всі вироби макаронні з додаванням лляного борошна відповідають вимогам стандарту;

- найкращі бали органолептичних показників отримали зразки з додаванням 5,0 та 10,0 % лляного борошна.

Апробація результатів роботи. Результати досліджень доповідались та обговорювались на студентських конференціях Уманського НУС, всеукраїнській науково-практичній конференції (м. Умань, 2022–2023 рр.).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано одну наукову працю.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційну роботу виконано на 58 сторінках комп'ютерного тексту (з них основного тексту – 44 сторінок). Робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, що включає 74 найменування, з яких 37 латиницею та трьох додатків. Робота містить 10 таблиць та 13 рисунків.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Пріоритетний розвиток виробництва виробів макаронних функціонального призначення

Стан здоров'я людини, а також її працездатність значною мірою залежать від харчової цінності спожитих продуктів харчування та їх збалансованістю [2–4, 7–11, 16]. Отже, покращення якості їжі та збалансованості продуктів харчування масового споживання є одним із найважливіших загальнодержавних завдань [13, 19].

Макаронні вироби входять до переліку товарів повсякденного споживання, у зв'язку з чим є одними з найпопулярніших продуктів харчування населення. Існує велика кількість різноманітних видів макаронних виробів, представлених у різних цінових категоріях, той час як лише 1% від усіх виробів відноситься до продукції дієтичного та функціонального призначення [17–19].

На підприємствах громадського харчування макаронні вироби є кулінарним напівфабрикатом для приготування перших (м'ясних, молочних, вегетаріанських) та других страв (запіканок, гарнірів). Різноманітна форма цих продуктів дозволяє комбінувати їх з іншими продуктами та готувати широкий асортимент смачних та поживних страв: з м'ясом, солодкими підливами, сиром, і т.д. [11–15].

Проблема підвищення харчової цінності макаронної продукції може бути вирішена їх збагаченням, шляхом використання як рецептурні компонентів нових видів сировини [21, 28, 34, 60].

Більш ніж 85 % обсягу українського ринку макаронних виробів виготовляють вітчизняні виробники, решта 15 % – імпортна продукція. Макаронні вироби вітчизняного виробництва також експортуються до інших країн. Ринки Великої Британії, Німеччини та Нідерландів характеризуються

великими обсягами споживання макаронних виробів на одну особу, значним імпортом товарів та загальним зростанням місцевого ринку. Це створює сприятливі умови для виходу на ринок нових українських експортерів макаронних виробів [15, 23, 39, 45, 59].

Сьогодні в Україні більше 400 підприємств з виробництва макаронних виробів. Основні лідери за останні 10 років сильно змінились, внаслідок політичних та економічних ситуацій в країні: ООО «Українські макарони» ТМ «Тая» (17,5 % обсягів усього виробництва), ПАТ «Макаронна Фабрика» (м. Київ – 20 тис. т на рік), Національна компанія «Чумак», ТОВ «Зодіак» (Харківська обл.) ТМ «Pasta Do`ro», «Зодіак», «Хуторок», «Сто пудів» «Вигода» та «Аго». Також передовими підприємствами макаронної галузі є: ПрАТ «Вінницька макаронна фабрика» (м. Вінниця) – ТМ «Подільський край»); компанія «Рідний продукт» (Дніпропетровська обл.) – ТМ La Pasta [16].

Макаронні вироби відносяться до продуктів широкого вжитку, тому важливо урізноманітнювати їхній асортимент, розробляти вироби функціонального призначення для профілактичного харчування населення, у тому числі з радіозахисними властивостями [10, 15, 21, 36, 41, 65].

Макаронні вироби, хоч і мають високу енергетичну цінність і легко засвоюються завдяки високому вмісту вуглеводів (70 %), але є незбалансованими за співвідношенням білків і вуглеводів, яке складає 1+7, що не відповідає формулі раціонального харчування. Крім того, макаронні вироби не збалансовані за амінокислотним складом, зокрема, спостерігається дефіцит лізину, метіоніну [8, 12, 23, 47, 52].

1.2 Шляхи підвищення харчової цінності виробів макаронних

Нині 99 % макаронних виробів виготовляється з борошна вищого сорту, яке збагнене на вітаміни, мінеральні речовини, харчові волокна. Через це макаронні

вироби є своєрідними рафінованими продуктами, які необхідно збагачувати біологічно активними речовинами. Цього можна досягнути використанням нетрадиційних видів сировини, що дає змогу також розширити асортимент виробів, зробити їх різноманітними за смаковими властивостями та можливістю кулінарного застосування [33, 45, 51, 60].

Авторами [58] досліджено виробництво макаронів збагачених сухим молоком. Встановлено, що при дозуванні 10%-ного сухого молока покращується амінокислотний склад макаронних виробів: вміст у них лізину збільшується на 70 %, метіоніну – на 25 %, триптофану – на 70 %.

Іншим перспективним джерелом збагачення макаронних виробів білками є використання білкових продуктів рослинного походження [2, 8, 66].

Найбільш цінними білковими збагачувачами рослинного походження є продукти з насіння бобових культур: соєве борошно й білкові препарати із сої, борошно люпину тощо, багатші на дефіцитні амінокислоти порівняно з пшеничним борошном – лізином, триптофаном та іншими, а також містять більше вітамінів, мінеральних речовин, клітковини [25, 36, 40].

Дослідженнями встановлено [44], що використання соєвого борошна у кількості 5 % і 10 % сприяє збільшенню білка в макаронних виробках у середньому на 25 % та 50 % відносно вмісту білка у виробках без добавок. У разі дозування 10 % соєвого борошна у макаронних виробках амінокислотний скор білку по лізину - найбільш дефіцитній амінокислоті - зростає на 23 % і складає 61 %, тоді як у виробках без добавок – усього 38 %, а кількість незамінних амінокислот у 100 г продукту збільшується в 1.5-2.0 рази. Макаронні вироби з соєвим борошном мають інтенсивніший кремово-жовтий відтінок. Поверхня виробів більш гладенька. Вироби з соєвим борошном міцніші, їхня форма не пошкоджується під час приготування їжі, і лише разі використанні 10 % соєвого борошна з'являються поодинокі мікротріщини.

Внесення 6,0 % борошна люпину або 6,0 % борошна солоду гороху сприяє збільшенню білка в макаронних виробках відповідно на 9,2 % та 18,8 % [40].

Останніми роками все ширшого розповсюдження набувають водорозчинні препарати бета-каротину, в яких молекули останнього знаходяться в капсульованій формі [69].

Дослідження [55], показали, що застосування соєвого лецитину, аскорбінової кислоти дозволить збільшувати ступінь збереження β -каротину в макаронних виробках.

В Україні останніми роками розроблені нові технології виготовлення овочевих та плодоягідних порошків, що мають переваги перед іншими продуктами, оскільки є концентратами вихідної сировини, добре зберігаються і легко транспортуються. Використання овочевих та ягідних порошків сприяє покращанню структури макаронних виробів, їх міцності, стану поверхні, варильних властивостей продукції [44].

Доведено [61], що за рахунок внесення пектину, карбюлози, β -каротину ці макаронні вироби набувають радіозахисних властивостей та комплексоутворювальної здатності до важких металів.

Розроблено рецептуру макаронних виробів з додаванням дрібнодисперсних ягідних та овочевих порошків (порошки із червоного столового буряка, моркви, капусти, гарбуза, кабачків, чорноплідної горобини та ін.), ароматизуючих добавок (ароматизатор беконовий, чорничний) у різному співвідношенні компонентів. Оптимальна кількість порошку не менше 1 % (оскільки не забезпечується підвищений вміст біологічноактивних речовин) та не більше 5 % (мають надмірно виражений смак та аромат), ароматизуючих добавок – не менше 0,2 % (аромат не відчувається), не більше 0,5 % (занадто сильний аромат). У разі додавання даного виду сировини вироби мають підвищену харчову цінність, високі органолептичні, структурно-механічні та варильні властивості [20].

Шаповалова Н. П., Гальчук В.О. [29] встановили, що використання раціональної кількості біологічно активних інгредієнтів (топінамбуру і шафрану), дозволяє збагатити готові макарони незамінними амінокислотами, вітамінами, мікро- та мікроелементами, а також покращити органолептичні показники та структуру готових виробів. Це дозволяє використовувати розроблені вироби як оздоровчі продукти та задовольнити вимоги сучасного споживача.

Chillo S. et al. астановлено [43], що внесення камеді рослинного походження у кількості 0,1-0,3 % до маси борошна, позитивно впливає на міцність макаронних виробів, показники варильних властивостей, призводить до зменшення втрат сухих речовин у варильній воді. У разі внесення даної сировини у кількості менше 0,1 % їх вплив на якість макаронних виробів незначний, більше 0,3 % – призводить до утворення мікротріщин.

Макаронні вироби з порошком глоду колючого збагачені вітамінами (К, Е, групи В), органічними кислотами, макро- та мікроелементами (К, Са, Mg, Р, Fe), пектиновими та Р-активними речовинами. Встановлено, що внесення порошку у кількості 3,9-4,6 % забезпечує якісні органолептичні та фізико-хімічні показники готових виробів. Такі вироби мають кращі варильні властивості, зберігають форму та не злипаються [21].

Lamacchia C. et all [52, 53] проаналізовано хімічний склад макаронних виробів збагачених горобинним порошком у кількості – 6% та встановлено збільшення вмісту β -каротину, вітамінів А, С. Завдяки цьому при вживанні 100 г макаронних виробів добова потреба у β -каротині задовольняється на 11% та у вітаміні С – на 5%, до того ж горобиновий порошок сприяє утворенню крупнокришковатого тіста, що призводить до збільшення продуктивності преса та швидкості пресування.

Відомо [70], що додавання соєвого, горохового та чечевичного борошна в кількості 7,5; 10 і 10% до маси борошна надає позитивний вплив на властивості

клейк вини пшеничного борошна, реологічні показники макаронного тесту та якість готових виробів. Внесення квасоляної борошна в макаронне тісто знижує структурно-механічні характеристики сирової клейковини, тому з метою зміцнення структури тесту в рецептурі виробів рекомендується використовувати додатковий компонент – горобинне пюре, що містить органічні кислоти і пектинові речовини, що сприяють зміцненню структури макаронного тесту.

Кількість білка в макаронах при внесенні соєвого борошна збільшується в 2,3 рази, горохового та чечевичного борошна – на 13,3 і 23,3%, квасоляного борошна у складі комплексної добавки – на 7,7% порівняно з контролем. Вживання макаронів з добавкою соєвого борошна дозволяє задовольнити добову потребу організму рослинному білку в середньому на 62%; а з добавкою горохової, сочевичної та квасолевої - на 31, 33 і 28% відповідально [5].

Використання до 10% кукурудзяного борошна наводить до отримання макаронної продукції приємного жовтого відтінку з підвищеним вмістом незамінних амінокислот. Спагетті, збагачені кукурудзяною клейковиною в кількості 5% до маси борошна, містять до 17,4 % білка [13].

Включення до рецептури макаронних виробів 10–20% кукурудзяної білкової пасти не тільки підвищує біологічну цінність продукції, а й покращує її товарний вигляд та органолептичні властивості. Макарони мають привабливий зовнішній вигляд, глянцеvu та гладку поверхню, однотонний білий з кремовим відтінком колір. Зварені вироби характеризуються збільшенням маси в 1,8–2 рази та переходом у варильну воду 4,5–5,8 % сухих речовин, що знаходиться на рівні контрольном варіантом [3].

Автори для виробництва збагачених макаронних виробів рекомендують використовувати вівсяне борошно, окремо або в поєднанні з рисовим борошном [13], борошно з тритикале [2], ячмінне борошно [14], борошно з сорго [15], а

також гречане борошно при вмісті в ньому 15–35% подрібнених периферійних частин зерна гречки [3].

1.3 Збагачення виробів макаронних лляним борошном

Останнім часом велика увага приділяється розробці харчових продуктів оздоровчого характеру. Одним з основних напрямків галузі здорового харчування є виробництво продуктів, що мають полікомпонентний склад, оскільки за рахунок цього досягається найбільш повне забезпечення організму корисними нутрієнтами у необхідному кількості [37, 44]. Людському організму потрібна не тільки достатня кількість вуглеводів, жирів, білків, а також біологічно активних речовин, оскільки регуляторні системи організму оцінюють їжу за надходженням біологічно активних речовин, а не за кількістю калорій. У зв'язку з цим виникає потреба пошуку джерел біологічно активних речовин рослинного походження як сировина для виробництва повноцінних продуктів харчування із високою біологічною цінністю [60, 72].

Одним із найбагатших джерел біологічно активних речовин є насіння льону. Завдяки унікальному складу його можна вважати продуктом, що має оздоровчий вплив на організм людини.

Завдяки унікальному складу, лляне насіння можна вважати нутрицевтиком, тобто продуктом, що оздоровлює організм людини. Такого висновку дійшли вчені всього світу, які узагальнили результати досліджень лляного насіння [4, 10, 18, 22].

У складі насіння льону виявлено значну кількість білка (до 25%), жиру (30–48%), який містить 35–45% гліцеридів ліноленової кислоти, 25–35% ліноленової, 15–20% олеїнової кислот та незначну кількість гліцеридів пальмітинової та стеаринової кислот [28, 33].

Жири насіння льону містять насичені жирні кислоти, мононенасичені жирні кислоти та поліненасичені (Омега-6 та Омега-3) [12, 19, 20]

Омега-3 жирні кислоти є незамінним компонентом для людини. Вони не синтезуються в організмі, тому повинні бути присутніми в їжі в достатній кількості [25, 36, 70].

Омега-6, як і Омега-3, надходять до організму з їжею. Їхній синтез неможливий, тому при нестачі жирних кислот зростає ймовірність розвитку різних захворювань, відзначається погіршення загального стану здоров'я [41].

Також насіння льону містить глікозид лінамарин, органічні кислоти, ферменти, мінеральні речовини, аскорбінову кислоту та каротин [34].

Насіння льону містить фітоестрогени, що регулюють гормональний баланс, що захищають від пухлин та клімактеричних порушень. Клітковина лляного насіння допомагає знизити рівень холестерину. Корисні властивості лляного насіння посилені присутністю в них найважливіших мікроелементів (селену, хрому, кремнію). Тому насіння льону особливо потрібне пацієнтам з остеопорозом, зниженим імунітетом, з онкологічною обтяженістю, цукровим діабетом [46].

З насіння льону шляхом очищення від домішок, сушіння, віджиму олії та подрібнення знежиреного насіння отримують лляне борошно (необезжирене, напівзнежирене, знежирене, дезодороване, а також лляний білковий концентрат) [64].

Цінність лляного борошна у великій кількості рослинного білка, що не поступається за цінністю соєвому білку, харчових волокон та мінеральних речовин [23].

Лляне борошно на 100г містить 23г білка (тоді як в пшеничному борошні – 10 г білка), 13г жиру (1 г у пшеничному) і 16 г вуглеводів (70 г у пшеничній) [12].

Крім того, у лляному борошні присутні: калій, кобальт, марганець та у незначних кількостях нікель [19].

Ляне борошно є унікальним продуктом і може знаходити застосування як корисного компонента у соусі. При додаванні її до складу соусу, підвищується його харчова та біологічна цінність, соус збагачується вітамінами та мінеральними речовинами, збалансується його амінокислотний склад. Здоров'я людини багато в чому визначається повноцінність харчового раціону та стабільністю надходження поживних речовин в організм [14, 17].

Ляне борошно є багатим рослинним джерелом незамінних вищих поліненасичених кислот Омега-3, Омега-6, Омега-9. На 62% ляне борошно складається з альфа-ліноленової кислоти (клас омега -3 жирних кислот), що підвищує інтенсивність обміну речовин та нормалізує його при патологіях, збільшує поглинання кисню тканинами та сприяє виробленню енергії [30, 42].

У лляному борошні міститься 30-40% харчових волокон, які є необхідним компонентом харчування людини. Харчові волокна льону мають унікальну здатність: всмоктувати воду, зв'язувати та виводити шкідливі речовини та є живильним середовищем для корисної кишкової мікрофлори [58–60].

Ляне борошно містить білок високої біологічної активності, який по своєму складу близький до ідеального білка людського організму. Дуже висока харчова цінність білка лляного насіння [56]. Його амінокислотний склад аналогічний складу соєвих білків, які вважаються найбільш поживними рослинними протеїнами. Лімітуючими амінокислотами в лляному борошні є лізин, фенілаланін + тирозин. Всі інші кислоти мають великий амінокислотний скор, що доводить збалансованість аналізованих білків за амінокислотним складом та їх високу харчову цінність. Зміст незамінних амінокислот становить 34–44% загального вмісту амінокислот [25, 30, 49].

Доведено, що введення 3-5% насіння льону до складу хліба збільшить задоволення добової норми лінолевої кислоти в 1,5–2,5 рази, забезпечить

фізіологічну норму споживання а-ліноленової кислоти, збільшить вміст незамінних амінокислот, а також для задоволення повсякденної лише за рахунок хліба в каротині на 5–15%, токоферолу – на 56–70% [43].

Встановлено, що введення 5% насіння льону від маси борошна сприяє збільшенню кількості білка в готовому хлібі – на 11,4–12,6%, жирів – у 2,4–2,6 рази, вітаміну Е – на 24–25%. порівняно з контрольним зразком [44].

Використання обсмаженого насіння льону також сприятливо впливає на органолептичні показники готових виробів та збільшує термін придатності [28, 67].

За даними [50] лляне борошно, додане до складу печива, підвищує його харчову та біологічну цінність, що збагачує вітамінами та мінеральними речовинами, балансує його амінокислотний склад.

Збільшується вміст вітамінів В1, В2, В5, РР, Е. Особливістю лляного борошна є те, що всі вітаміни, мінерали, жири легко засвоюються організмом. Крім того, лляна борошно має вологопоглинаючу властивість, що пояснює її здатність збільшувати термін. свіжості продукту. Враховуючи вищесказане, можна дійти невтішного висновку, що доцільно використовувати лляне борошно в рецептурах соусів. Це підвищує їх харчову та біологічну цінність, збагачує вітамінами та мінераль [55].

Таким чином, лляне борошно, як цінна білкова добавка, джерело поліненасичених жирних кислот є перспективною сировиною для збагачення макаронних виробів розширення асортименту, створення продукту з підвищеною харчовою цінністю та оздоровчими властивостями.

РОЗДІЛ 2 УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Умови проведення дослідження

Для удосконалення технології виробництва макаронних виробів збагачених лляним борошном проводили виробництво макаронів за загальноприйнятою методикою [13] наукових досліджень в акредитованій лабораторії «Оцінювання якості зерна та зернопродуктів» кафедри харчових технологій Уманського національного університету садівництва. Для отримання збагачених макаронних виробів для оздоровчого харчування використовували лляне борошно. Як основна сировина – борошно пшеничне хлібопекарське вищого гатунку.

2.2 Схема досліду

З метою забезпечення спрямованості та послідовності проведених досліджень було розроблено загальну схему досліджень та представлено на рисунку 2.1.

Об'єктами дослідження були 4 зразки збагачених макаронних виробів та контрольний зразок.

Контрольний зразок – макаронні вироби без збагачування.

Зразок №1 – макаронні вироби з 5% лляного борошна до маси борошна;

Зразок №2 – макаронні вироби з 10% лляного борошна до маси борошна;

Зразок №3 – макаронні вироби з 15% лляного борошна до маси борошна;

Зразок №4 – макаронні вироби з 20% лляного борошна до маси борошна.

Використання будь-яких видів збагачувальних добавок під час виробництва макаронних виробів з метою збагачення їх хімічного складу активними речовинами не повинно спричинити зниження якісних показників готової макаронної продукції,

у зв'язку з чим визначення раціональних дозувань використовуваної збагачувальної добавки досліджували її вплив на якість макаронних виробів.

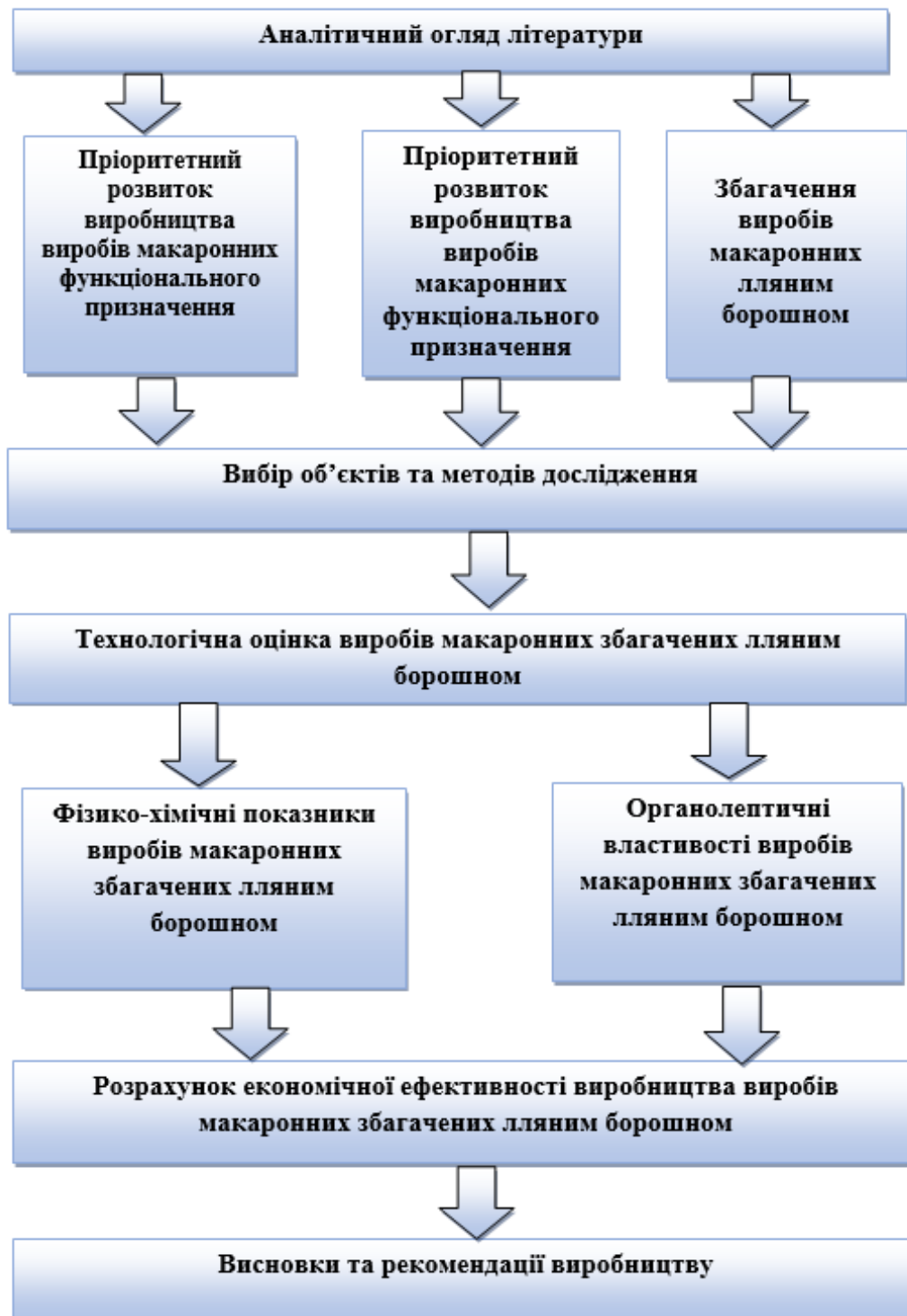


Рис. 2.1 Схема дослідження

2.3 Методика проведення досліджень

Рецептура макаронів включала крупка – 100 г, вода – 30 см³ та лляне борошно кількістю від 2,5 до 15,0 % з інтервалом 2,5 %. Лляне борошно добавляли заміною певної кількості крупки.

Лляне борошно вносили в макаронне тісто на стадії замісу в кількості 5%, 10, 15, 20% до маси тіста. Вибір дозувань лляного борошна заснований на аналізі даних джерел літератури. Контроль – зразки макаронів, що виготовлені без додавання лляного борошна. Готові вироби оцінювали за фізико-хімічними показниками та органолептичними відповідно до ДСТУ 7348:2013 [14].

Спочатку замішували суміш борошна з водою, а потім проводили формування макаронів за допомогою преса Unold модель 68801 (Німеччина) (рис. 2.2).



Рис. 2.2 Прес макаронний Unold 68801

Тривалість варіння. Вироби поміщають у воду, попередньо зважуючи. Об'єм води повинен бути десятикратним до маси виробів. Для визначення оптимального часу варіння один виріб достають та перекладають на дошку, з паперовим рушником для стікання води, кожну хвилину, інші вироби продовжують варіння. Час максимального варіння встановлюють визначенням виробу у якого якість почне погіршуватись після покращення.

Втрати під час варіння. Варять 5 грамів виробів у 50 мл води, вироби витягають після їх готовності. Уварюють суміш що залишилась максимально наближено до сухого стану. Після залишок поміщають в сушарку і висушують при 135 °С до збереження сталої маси.

Вологість виробів. Вироби подрібнюються, зважують 5,00 г виробів. Вироби розміщують у сушарці та сушать при 135 °С до сталої маси. Охолоджують 20 хв та визначають вологість.

Визначення вологості виробів $W, \%$ проводилось за формулою:

$$WW = M_{\text{до}} - M_{\text{після}} \times 20$$

де: $M_{\text{до}}$ – маса виробів до висушування, г;

$M_{\text{після}}$ – маса виробів після висушування, г.

Кислотність. З макаронних виробів готують «бовтанку» шляхом змішування 5 г здрібнених макаронних виробів з 35 мл води в конічній колбі об'ємом 150-200 мл. В колбу додають 2-5 крапель 1%-го фенолфталеїну, після чого титрують бовтанку 0,1 н розчином лугу до появи світло-рожевого кольору, який не зникає впродовж 1 хв.

Кислотність визначалася з формулою:

$$X = V \times k \times 1 \times 100 / m \times 10$$

де: X – кислотність борошна, °;

V – кількість 0,1 н лугу, що витрачено для титрування борошна, мл;

k – коефіцієнт нормальності 0,1 н розчину лугу;

m – маса наважки продукту, г;

1/10 – коефіцієнт приведення 0,1 н розчину лугу до 1 н.

Стан до та після варіння. Стан до варіння встановлюють візуально, оцінюють стан поверхні, збереження форми, наявність крихт та лому. Зварені макаронні вироби зливають, дають 1-2 хвилини на розподілення теплоти по всій глибині виробу, візуально встановлюють ступінь деформації.

Коефіцієнт збільшення маси виробів під час варіння підраховували за формулою:

$$K = M_2 - M_1 / M_1$$

де M_2 – маса зварених виробів, г (визначали після зливання варильної рідини);

M_1 – маса сухих виробів;

Кількість сухих речовин, що перейшли у варильну воду, визначали прискореним методом і виражали у відсотках до маси сухих виробів, взятих на варіння. Кількість сухих речовин Π (%), що перейшли у варильну воду розраховували за формулою:

$$\Pi = (b - a)V / 50G \times (100)$$

де b – маса чашки з сухим залишком, г;

a – маса порожньої чашки, г

Смак. Зварені макаронні вироби зливають, дають 1-2 хвилини на розподілення теплоти по всій глибині виробу і якісно розжовують шматка у роті який був прополощений кип'яченою водою протягом 20 секунд. Після кожного виробу рот полощать кип'яченою водою 20 секунд, спльовують воду, так повторюють 2 рази, після чого дослід повторюють з виробом іншої фірми.

Запах. Для визначення запаху сирих виробів, їх змелюють у ковомолці і заливають водою температурою 60 ± 5 °С, настоюють 1- 2 хв, зливають воду та визначають запах. Після варіння запах виробу визначають аналогічно (після варіння воду зливають та дають виробам 1-2 хв для розподілення тепла та відкриття аромату), після кожного виробу рекомендується скористуватися

кофейними зернами для збиття аромату та відпочити 30 секунд після чого дослідження можна буде продовжити.

Колір. Колір встановлюють візуально при денному світлі, або при штучному теплому освітленні, на білому однотонному фоні. Джерело освітлення не повинно знаходитися на відстані менше 50 см.

Органолептичну оцінку якості макаронних виробів визначали за шкалою представленою в додатку А, таблиця А.1.

Розрахунок харчової та енергетичної цінності макаронів збагачених лляним борошном визначали за «Методикою визначення хімічного складу та енергетичної цінності продуктів харчування» [50].

Залежність між технологічними властивостями визначали методом кореляційного (Multiple Regression, Correlation matrices) та дисперсійного (ANOVA) аналізів за допомогою програм Microsoft Office 2013 [12, 76].

Економічну ефективність розраховували, враховуючи витрати на виробництво та реалізаційні ціни 2023 р.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Традиційні види макаронних виробів мають недостатню харчову цінність, незбалансованістю основних поживних речовин: білків та вуглеводів. В даний час перед макаронною промисловістю поставлено завдання покращення асортименту, підвищення якості продукції, розширення виробництва продуктів, збагачених білками, вітамінами та іншими компонентами високою харчовою та біологічною цінністю.

Вологість виробів макаронних змінювалась залежно від варіанту дослідження (рис. 3.1). Так, найбільшим цей показник був у варіанті контроль – 11,0 %. При додаванні лляного борошна вологість зменшувалась і становила 10,5% при внесенні 5 % та 8,8 % при внесенні 20 % лляного борошна.

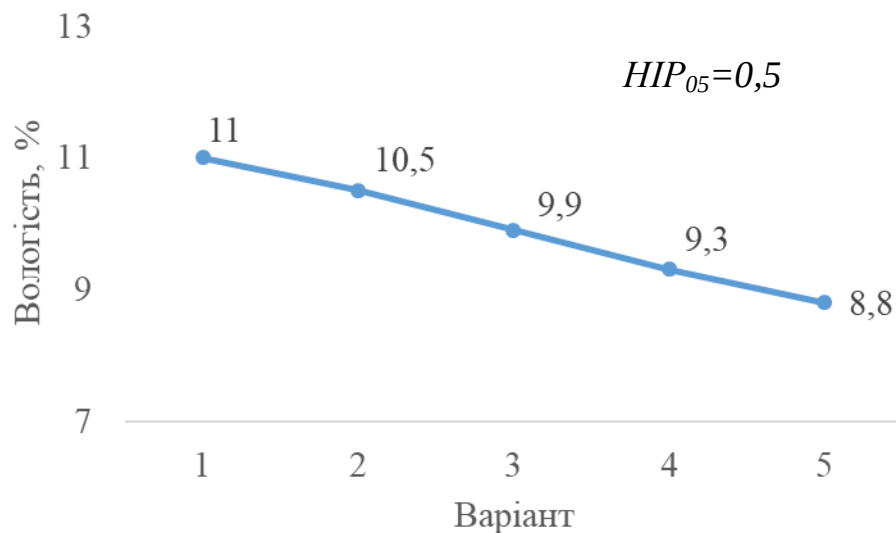


Рис. 3.1 Вологість виробів макаронних залежно від кількості лляного борошна, %

1 – контроль; 2 – 5% лляного борошна; 3 – 10% лляного борошна;
4 – 15 % лляного борошна; 5 – 20% лляного борошна

Ляне борошно більшою мірою забезпечує підвищення кислотності макаронних виробів – до 50 % порівняно з виробами без додаткової збагачувальної сировини (рис. 3.2). Так, у варіанті контроль цей показник становив 1,6 град та був найменшим серед усіх варіантів. Найбільша кислотність макаронних виробів була при додаванні 20% лляного борошна і становила 3,9 град. У решти варіантах кислотність коливалась в межах 2,3–3,6 град.

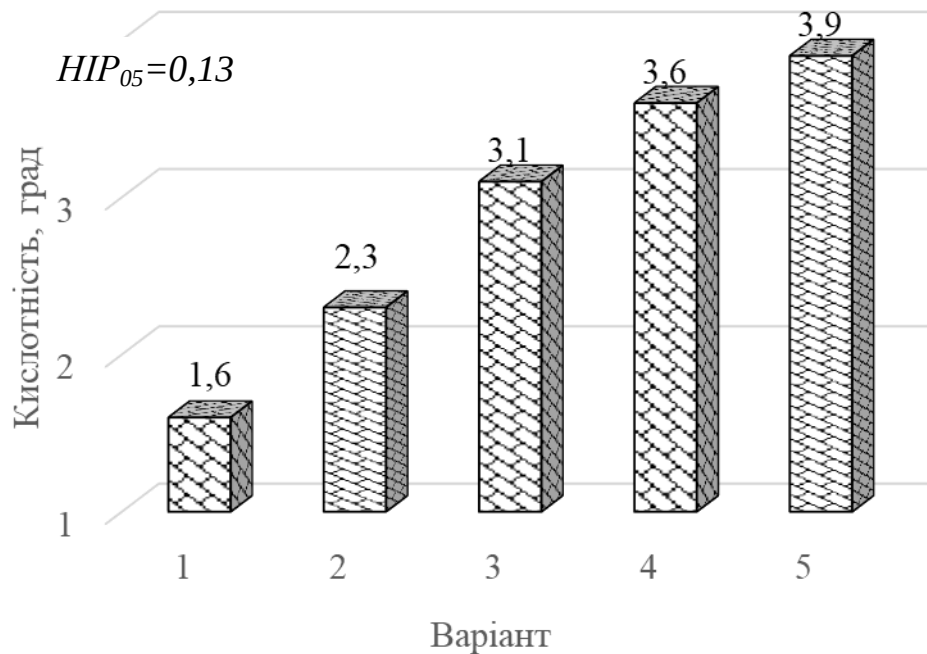


Рис. 3.2 Кислотність макаронних виробів залежно від кількості лляного борошна, град

1 – контроль; 2 – 5% лляного борошна; 3 – 10% лляного борошна;
4 – 15 % лляного борошна; 5 – 20% лляного борошна

Тривалість варіння виробів макаронних до готовності коливалась в межах 7,0–11,5 хв залежно від кількості лляного борошна (рис. 3.3). У варіанті контроль цей показник був найменшим і становив 7,0 хв., при додаванні лляного борошна тривалість варіння збільшувалась. Так, при додаванні 5 %

ляного борошна тривалість варіння становила 7,5 хв, 10% – 8,5 хв, 15% – 9,5 хв, 20 % – 11,5 хв.

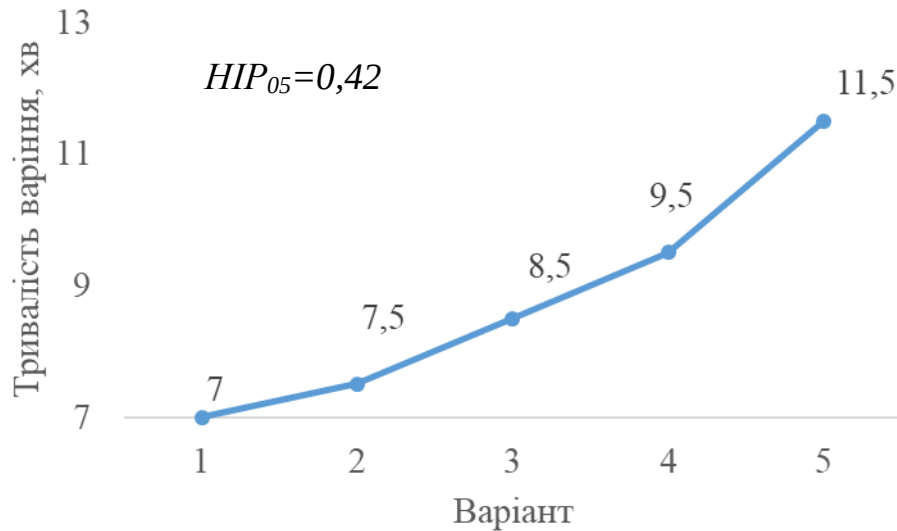


Рис. 3.3 Тривалість варіння макаронних виробів залежно від кількості ляного борошна, хв

1 – контроль; 2 – 5% ляного борошна; 3 – 10% ляного борошна;
4 – 15 % ляного борошна; 5 – 20% ляного борошна

Коефіцієнт збільшення маси виробів при внесенні добавки зменшується (рис. 3.4).

Найбільший цей показник у варіанті контроль 1,85%, а найменший при внесенні 20% ляного борошна – 1,39%, що на 27,0 % менше порівняно із контролем. Зниження коефіцієнту збільшення маси виробів під час варіння пов'язано з щільною структурою ляного борошна та низькою водопоглинальною здатністю.

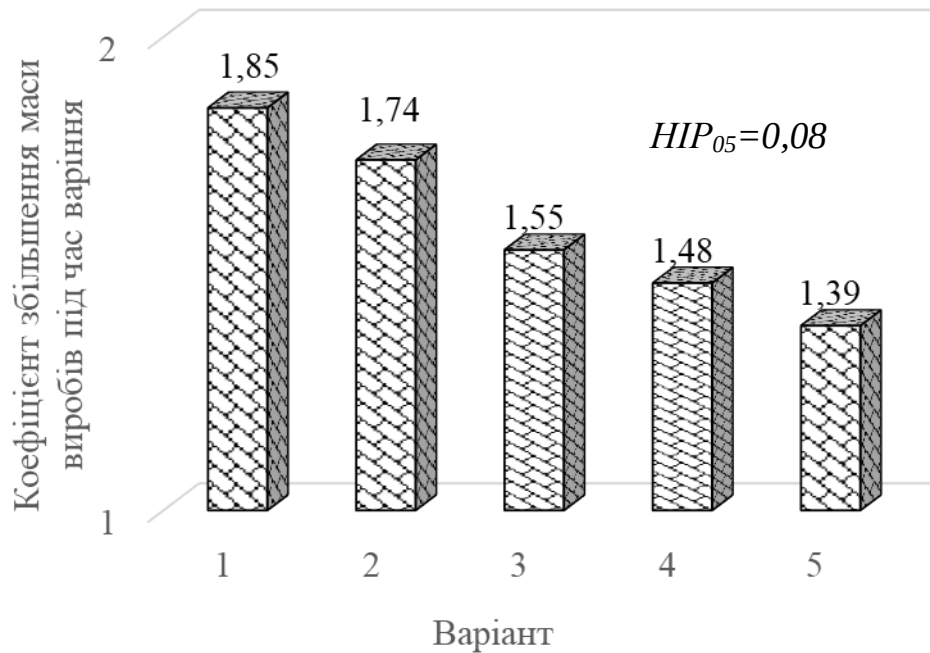


Рис. 3.4 Коефіцієнт збільшення маси виробів під час варіння залежно від кількості лляного борошна, хв

1 – контроль; 2 – 5% лляного борошна; 3 – 10% лляного борошна;
4 – 15 % лляного борошна; 5 – 20% лляного борошна.

Найбільший цей показник у варіанті контроль 1,85%, а найменший при внесенні 20% лляного борошна – 1,39%, що на 27,0 % менше порівняно із контролем. Зниження коефіцієнту збільшення маси виробів під час варіння пов'язано з щільною структурою лляного борошна та низькою водопоглинальною здатністю.

Важливим показником якості макаронних виробів є кількість сухих речовин, що перейшли у варильну воду. Відповідно до стандарту цей показник має становити від 6,0 до 9,0 %. Проведенні нами дослідження, показали, що всі варіанти макаронних виробів відповідають стандарту, оскільки кількість сухих речовин, що перейшли у варильну воду становить 6,1–7,5%. (рис. 3.5).

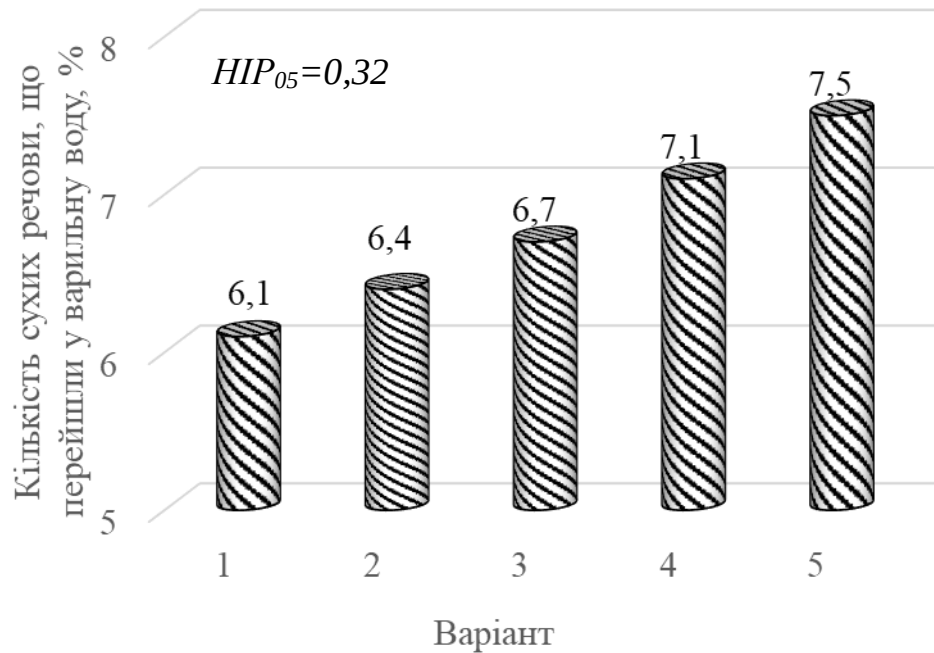


Рис. 3.5 Кількість сухих речовин, що перейшли у варильну воду, %:

1 – контроль; 2 – 5% лляного борошна; 3 – 10% лляного борошна;

4 – 15 % лляного борошна; 5 – 20% лляного борошна.

Оцінку якості досліджуваних зразків макаронних виробів проводили за наступними органолептичними показниками: зовнішній вигляд виробів, колір до та після варіння, збереження форми, коефіцієнт розварювання за масою та об'ємом, запах, смак.

Усі досліджувані зразки мали привабливий зовнішній вигляд, добре зберігали після варіння форму.

При внесенні лляного борошна складу макаронного тіста виробу набули коричневого кольору різної інтенсивності, що збільшується пропорційно кількості збагачувальної добавки (табл. 3.1). Смак і запах також посилювалися, проте більш гармонійні властивості набували вироби з внесенням збагачувальної добавки у кількості 15% до маси борошна. При подальше

збільшення частки лляного борошна в рецептурі виробів відбувалося незначне зниження органолептичних властивостей.

Так, колір макаронів до варіння змінювався від кремового у варіанті контроль, тобто без добавляння лляного борошна до темно-коричневого за добавляння 20 % лляного борошна. Після варіння колір не змінювався. Макарони збагаченні лляним борошном при внесенні добавки в кількості 5–15% добре тримали форму після варіння (7 балів), тоді як при внесенні 20% лляного борошна – (5 балів). Коефіцієнт розварювання зі збільшенням кількості лляного борошна знижувався і становив 1,76–1,85.

Таблиця 3.1

Кулінарна якість макаронів залежно від кількості лляного борошна

Варіант досліджу	Колір макаронів		Збереження форми, бал	Коефіцієнт розварювання за	
	до варіння	після варіння		масою	об'ємом
Контроль	кремовий	кремовий	7	2,19	1,85
5,0	кремовий	кремовий	7	2,21	1,80
10,0	світло-коричневий	світло-коричневий	7	2,20	1,81
15,0	коричневий	коричневий	7	2,16	1,77
20,0	темно-коричневий	темно-коричневий	5	2,14	1,76
<i>HIP₀₅</i>	—	—	1	0,10	0,09

В результаті проведених досліджень, встановлено, що з підвищенням кількості лляного борошна запах і смак макаронів знижувався (табл. 3.2). Найвища оцінка за добавляння 5–10 % лляного борошна. Слід відзначити, що запах і смак лляного борошна був відсутнім за добавляння 5 % лляного

борошна. Збільшення кількості лляного борошна до 20,0 % забезпечувало погіршення смаку і запаху до 5,6 та 6,1 балів відповідно.

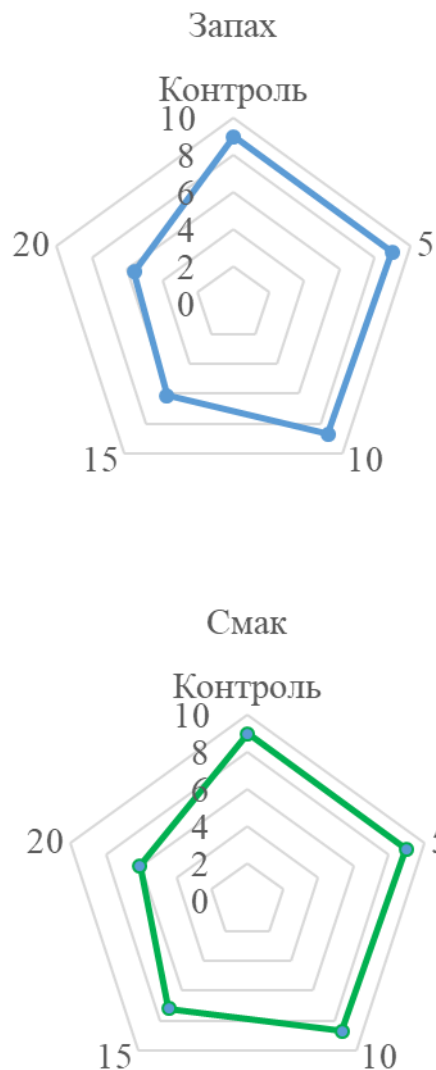


Рис. 3.5 Запах і смак макаронів залежно від кількості лляного борошна

Відомо, що рівень кулінарної оцінки 8,0–9,0 бала дуже високий, 6,6–8,0 – високий, 5,4–6,6 – середній, 4,0–5,4 – низький, $\leq 4,0$ – дуже низький. Отже, за добавляння 5–10 % лляного борошна кулінарна якість була дуже високою, за добавляння 15,0–20,0 % лляного борошна – середньою.

Отже, в технології виробництва макаронів рекомендовано збагачувати

добавляти 5–10,0 % лляного борошна. Крім цього, можливе підвищення кількості лляного борошна до 15 %.

Для встановлення оптимальної концентрації вмісту лляного борошна використовували метод математичного планування.

Відомо, що основними факторами, що впливають на показники якості макаронних виробів збагачених лляним борошном, є:

X_1 –кількість пшеничної крупки, %;

X_2 – кількість лляного борошна, %;

X_3 – кількість води, %.

Межі зміни входних факторів наведені в таблиці 3.3.

Вихідними критеріями оптимізації були:

Y_1 – вологість виробів макаронних, %;

Y_2 – кулінарна оцінка виробів макаронних, бал.

Таблиця 3.3

Межі зміни входних факторів

Умови планування	Межі зміни факторів		
	X_1	X_2	X_3
Основний рівень	96	6	0,5
Інтервал варіювання	2	2	0,25
Верхній рівень	100	10	0,75
Нижній рівень	90	2	0,25

Програма проведення дослідження була закладена в матрицю планування експерименту та представлена в додатку Б, табл. Б1.

В результаті нами було отримано нелінійні рівняння регресії, що описують цей процес:

$$Y_1 = 59,982 + 0,546X_1 + 2,048X_2 + 1,675X_3 - 1,428X_1X_2 + 0,119X_1X_3 - 0,698X_2X_3 - 0,125X_1 - 0,274X_2 - 2,061X_3. \quad (3.1)$$

$$Y_2 = 91,886 + 4,789X_1 + 1,562X_2 + 2,196X_3 - 1,556X_1X_2 + 0,320X_1X_3 - 1,465X_2X_3 - 0,892X_1 - 1,652X_2 - 6,952X_3. \quad (3.2)$$

Відповідно до отриманих рівнянь регресії виділено фактори, які мають найбільший вплив на вихідні параметри виробів макаронних збагачених лляним борошном. Встановлено, що лляне борошно має великий вплив на вологість макаронних виробів та їх органолептичну оцінку.

Аналіз отриманих поверхонь відгуку дає можливість зробити висновок що концентрація лляного борошна має значний вплив на якість виробів макаронних (рис. 3.6–3.7).

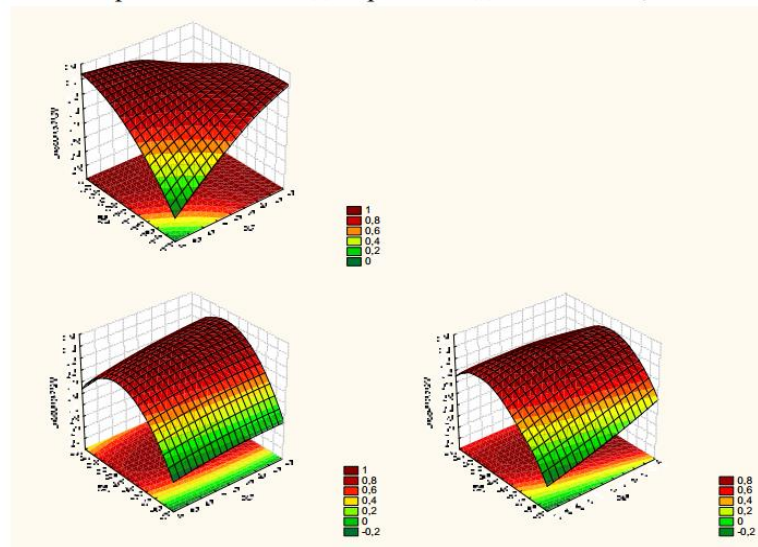


Рис. 3.6 Області рівних значень функції бажаності розглянутих факторів (вологість виробів макаронних збагачених лляним борошном)

З рисунку 3.7, видно, що органолептична оцінки виробів макаронних зменшується при додаванні лляного борошна в кількості 5–15,0 %.

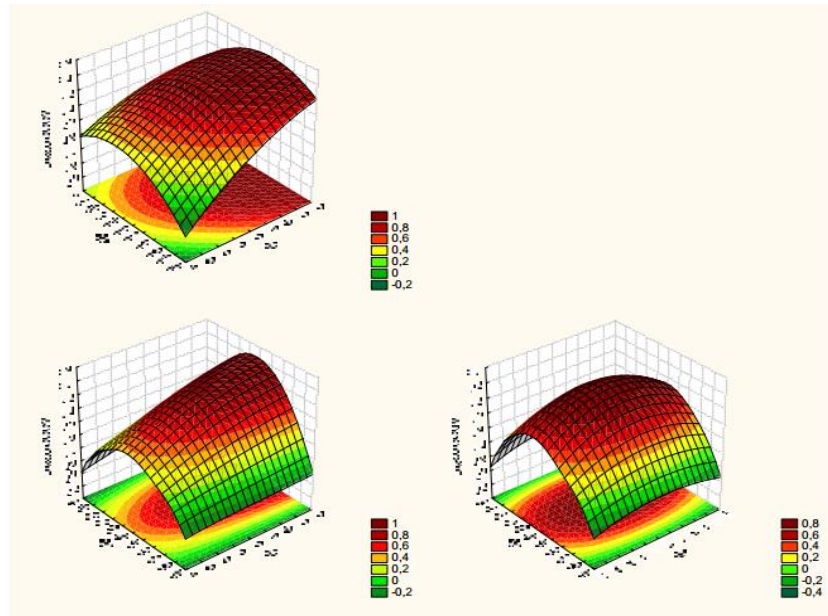


Рис. 3.7 Области рівних значень функції бажаності розглянутих факторів (органолептична оцінки макаронних виробів)

Отже, що оптимальними межами зміни факторів є додавання лляного борошна в кількості 5–10,0 % до маси пшеничної крупки.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Виробництво макаронних виробів включає наступні основні стадії й операції:

- підготовка сировини до виробництва;
- зберігання, змішування, просівання й дозування борошна, добавок-збагачувачів;
- дозування й змішування рецептурних компонентів;
- заміс і пресування тіста;
- формування й різання сирих заготовок;
- сушіння, стабілізація й охолодження тістових заготовок;
- упаковування виробів у споживчу й торгівельну тару.

Перші етапи виробництва макаронних виробів виконуються за допомогою комплексів устаткування, які включають засоби для зберігання, транспортування та підготовки сировини, такої як борошно, вода і добавки-збагачувачі. Для зберігання сировини використовуються різні контейнери, включаючи мішки, металеві ємності і бункери. На невеликих підприємствах для транспортування мішків з борошном використовуються навантажувачі, норії та конвеєри з ланцюгами або гвинтами для розсипного борошна. На великих підприємствах використовуються системи пневматичного транспортування для борошна, а рідкі та напівфабрикати перекачуються за допомогою насосів. Підготовку сировини проводять шляхом використання просіювачів, змішувачів, магнітних сепараторів, фільтрів і додаткового обладнання. Лінія включає в себе комплекс устаткування, який забезпечує дозування, змішування та вакуумування рецептурних компонентів, а також макаронний прес і пристрій для обдування.

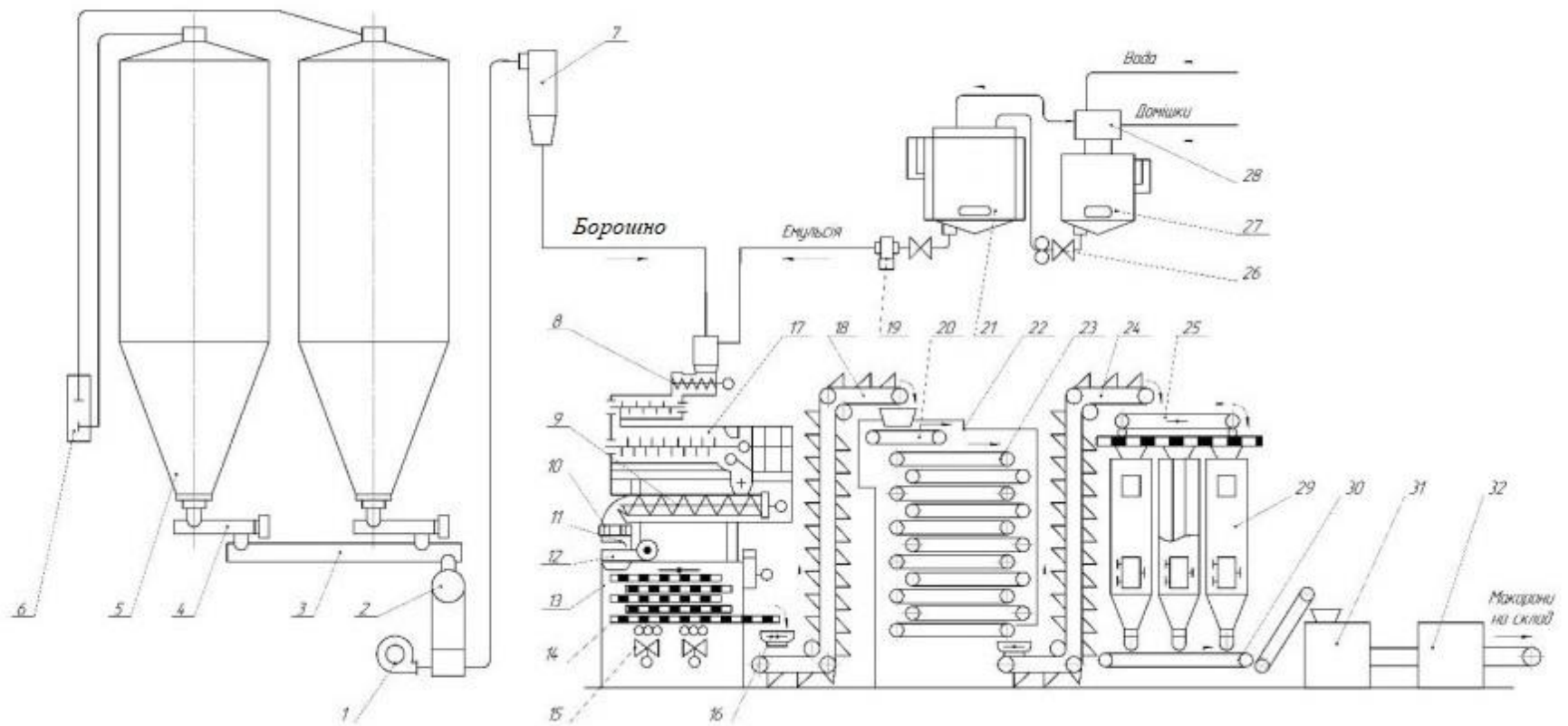


Рис. 4.1. Апаратурно-технологічна схема лінії виробництва макаронних виробів

Останні етапи виробництва здійснюються шляхом використання сушильних установок, накопичувачів-стабілізаторів та машин для фасування і групового упакування макаронних виробів.

Будова та принцип дії лінії. Автоборошновоз під'єднують до борошноприймального щитка 6 і завантажують борошно в один із силосів 5 для його зберігання. За допомогою шнекових живильників 4 борошно вивантажують з різних силосів 5 у необхідних пропорціях і змішують за допомогою гвинтового конвеєра 3. Після контрольного просіювання у відцентровому просіювачі 2 борошно подається в тістомісильне відділення за допомогою повітродувки 1. Борошно відокремлюється від транспортуючого повітря в циклоні 7. Частину води та добавки-збагачувачі завантажують через дозатори 28 у змішувач 27, де готується концентрована емульсія. Насосом 26 цю емульсію дозують разом з рештою води у витратний бак 21, який має терморегульовану оболонку. З цього бака готова емульсія подається насосом 19 в тістомісильне відділення. Борошно та емульсію безперервно подають у тістозмішувач 17 за допомогою дозаторів 8. Тістозмішувач має три окремі камери, через які суміш проходить послідовно, що дозволяє збільшити тривалість замісу до 20 хвилин. У завершальній камері суміш піддається вакуумуванню за допомогою вакуум-насоса. Це сприяє отриманню більш щільної структури макаронного тіста без повітряних включень, а також забезпечує вироби з рівномірною структурою після подальшого висушування, уникнувши раковин. Потім суміш переходить у шнеки макаронного преса 9. У початковій зоні шнекового каналу суміш інтенсивно перемішується, рухаючись до формуючих отворів матриці. Під час цього процесу вона перетворюється на щільну зв'язану пластифіковану масу – макаронне тісто. В передній частині матричної камери преса створюється тиск від 6 до 12 МПа, під яким сирі пасма тіста випресовуються через матрицю 10. Ножі 11, які обертаються у площині вихідних отворів матриць, відрізають від потоку тіста необхідні по довжині

тістові заготовки. Після цього заготовки обдуваються повітрям, яке подається з кільцевого сопла 12.

Сирі заготовки макаронних виробів направляються до секції вібраційного підсушувача 13. У цій секції продукт проходить через п'ять вібруючих сит 14, обдувається повітрям від вентилятора 15 і підсушується. Після цього підсушені тістові заготовки об'єднуються в вібрлотці 16 і транспортуються елеватором 18 до пристрою 20, який розподіляє їх рівномірним шаром по всій площі верхнього ярусу 23 сушарки 22. Тістові заготовки, розташовані верхньою стороною вниз, проходять через стрічкові конвеєри і висихають. Залежно від асортименту та продуктивності лінії, можуть використовуватися дві або три послідовно розташовані стрічкові конвеєрні сушарки. В цих сушарках тістові заготовки проходять попередню та кінцеву стадії сушіння. Після завершення процесу сушіння, гарячі заготовки транспортуються елеватором 24 та рухомих стрічковим конвеєром 25 до бункерів 29 нагромаджувача стабілізатора. У цих бункерах заготовки поступово охолоджуються до температури приміщення цеху, і відбувається рівномірне вирівнювання вологості.

Після завершення виробничого процесу, готові продукти транспортуються за допомогою системи конвеєрів 30 до фасувальної машини 31, де вони упаковуються в картонні коробки або пакети з полімерної плівки. В машині 32 пакети впаковуються в торговельну упаковку і відправляються на склад для зберігання.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

Організація умов охорони праці на робочому місці

Показники мікроклімату в робочій зоні по висоті та по горизонталі, а також протягом робочої зміни не виходять за межі нормованих величин оптимальної температури для даної категорії робіт, вказаної в додатку Г, табл. Г.1.

Ступінь концентрації отруйних газів, пилу та парів у повітрі лабораторії відповідають встановленим вимогам.

Приміщення обладнане загальнообмінною примусовою вентиляцією відповідно до вимог СНиП 2.04.05 [16].

Робоче місце відповідає вимогам ДСТУ ГОСТ 12.2.061.

Освітлення даної лабораторії відповідає вимогам «Інженерного обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення» та представлено у додатку Г, рис. Г.1.

Рівень шуму в лабораторії не перевищує норми (60 дБА) та відповідає вимогам [4].

Наявне в лабораторії електричне обладнання та його заземлення відповідає встановленим нормам [1, 16].

Розробка заходів з охорони праці

Усі студенти перед роботою в лабораторії проходять інструктажі з охорони праці: вступний інструктаж на робочому місці, поточний та повторний інструктажі. Проводяться лекції, бесіди, присвячені заходам боротьби з травматизмом, питанням гігієни праці та ін. [1].

Постійно проводяться виховні години з навчанням студентів надавати першу медичну допомогу при ураженні струмом, опіків та інших травм.

Для забезпечення захисту від шуму та вібрації в лабораторії раціонально

розміщують обладнання за ступенем їх шумності; проводять планування часу роботи шумного обладнання таким чином, щоб в цей час в лабораторії було найменше людей; своєчасно проводять технічне обслуговування обладнання; застосовують дистанційне управління шумними установками, методи автоматичного контролю.

У лабораторії розміщено лише необхідне для проведення аналізів з якості зерна та зернопродуктів обладнання, посуд реактиви, тощо які знаходяться на стелажах або у шафах.

Схема заходів та засобів із забезпечення пожежної безпеки в лабораторії наведено в додатку Г, рис. Г.2

Модельовання небезпечних ситуацій

На рисунку 5.1 наведено модель процесу виникнення небезпечної ситуації (НС) в лабораторії під час виробництва макаронів.

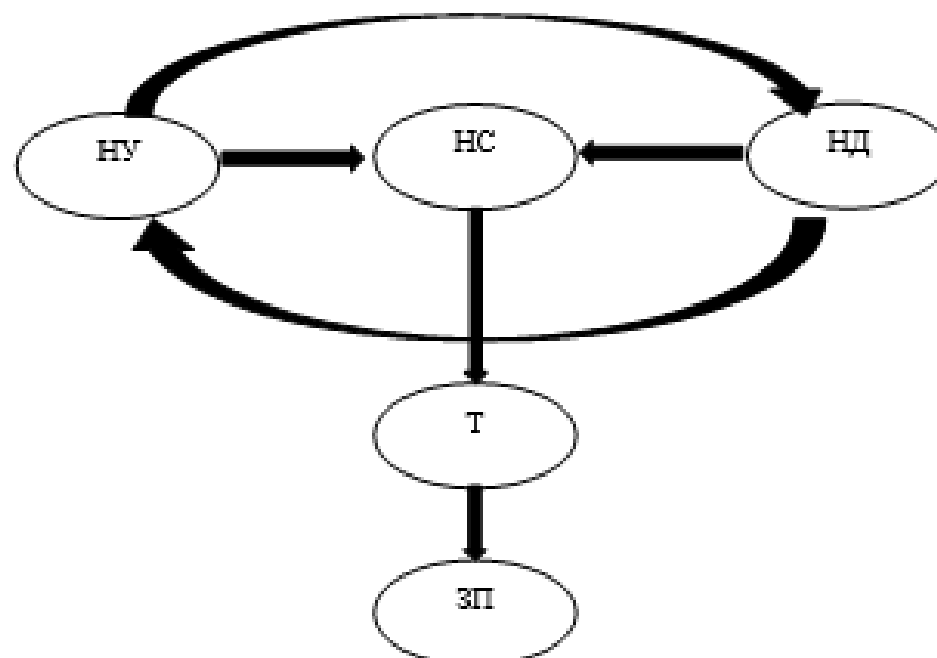


Рис. 5.1 Модель небезпечної ситуації під час виробництва макаронів

Макаронні вироби з додаванням лляного борошна виробляють у макаронному пресі (НУ). При цьому людина може випадково встромити пальці просовуючи тісто в прес (НД), де ролики преса їх прижмує (НС), що нестиме за собою травму (Т) та зниження працездатності (ЗП).

Лабораторія «Оцінки якості зерна та зернопродуктів» кафедри харчових технологій Уманського НУС забезпечена усім необхідним та відповідає вимогам з безпеки охорони праці.

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

В результаті проведених досліджень пропонується ввести у виробництво вироби макаронні збагаченні лляним борошном.

Розрахунок виробничої потужності підприємства

Під виробничою потужністю розуміють максимальну можливість випуску продукції або максимальну кількість сировини, що переробляється в одиницю часу.

Розрахунок фонду робочого часу:

$$\Phi_{\text{роб.ч.}} = 365 - (T_{\text{к.р.}} + T_{\text{т.р.}} + T_{\text{с.о.}}), \text{ де}$$

$T_{\text{к.р.}}$ – тривалість капітального ремонту, діб; $T_{\text{к.р.}} = 30$ діб;

$T_{\text{т.р.}}$ – тривалість поточного ремонту, діб; $T_{\text{т.р.}} = 12$ діб;

$T_{\text{с.о.}}$ – тривалість санітарної обробки, діб; $T_{\text{с.о.}} = 3$ діб;

$$\Phi_{\text{роб.ч.}} = 365 - (30 + 12 + 3) = 320 \text{ діб.}$$

Для виробництва виробів макаронних запроектований прес макаронний з розмірами листа 40х60 см, кількість листів 5 шт.

План виробництва та реалізації макаронних виробів наведено в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

План виробництва та реалізації

Основне обладнання	Найменування виробу	Кількість робочих годин	Норма продуктивності, кг/год	Добова продуктивність, кг/добу	Кількість робочих діб,	Річний виробіток тис. т/рік
Прес макаронний	Вироби макаронні збагаченні лляним борошном	10	250	2500	320	800

Актив
чтобы с
"Прав...

Техніко–економічні показники виробництва представлені в таблиці 6.2. Отже, при додаванні 5,0–10,0% лляного борошна при виробництві макаронів термін окупності капіталовкладень становить 1,2 роки з рівнем рентабельності 19,2 %.

Таблиця 6.2

Техніко–економічні показники виробництва

Найменування показника	Вироби макаронні збагачені лляним борошном
Виробнича програма, т/рік	800
Товарна продукція, тис. грн/рік	13255,41
Повна собівартість, тис. грн	12647,32
Прибуток, тис. грн/рік	608,09
Рентабельність, %	19,2
Роздрібна ціна, грн/кг	54,2
Термін окупності, років	1,2

ВИСНОВКИ

1. Дослідження показали, що найбільша вологість макаронних виробів у варіанті контроль – 11,0 %. При додаванні лляного борошна вологість зменшувалась і становила 10,5% при внесенні 5 % та 8,8 % при внесенні 20 % лляного борошна.

2. Найбільша кислотність макаронних виробів була при додаванні 20% лляного борошна і становила 3,9 град, найменша у варіанті контроль – 1,6 град. У решти варіантах кислотність коливалась в межах 2,3–3,6 град.

3. Тривалість варіння виробів макаронних до готовності коливалась в межах 7,0–11,5 хв залежно від кількості лляного борошна. У варіанті контроль цей показник був найменшим і становив 7,0 хв., при додаванні лляного борошна тривалість варіння збільшувалась. Так, при додаванні 5 % лляного борошна тривалість варіння становила 7,5 хв, 10% – 8,5 хв, 15% – 9,5 хв, 20 % – 11,5 хв.

4. Найбільший коефіцієнт збільшення маси виробів у варіанті контроль 1,85%, а найменший при внесенні 20% лляного борошна – 1,39%, що на 27,0 % менше порівняно із контролем.

5. Важливим показником якості макаронних виробів є кількість сухих речовин, що перейшли у варильну воду. Відповідно до стандарту цей показник має становити від 6,0 до 9,0 %. Проведенні нами дослідження, показали, що всі варіанти макаронних виробів відповідають стандарту, оскільки кількість сухих речовин, що перейшли у варильну воду становить 6,1–7,5%.

6. Найвища оцінка запаху і смаку за добавляння 5–10 % лляного борошна. Слід відзначити, що запах і смак лляного борошна був відсутнім за добавляння 5 % лляного борошна. Збільшення кількості лляного борошна до 20,0 % забезпечувало погіршення смаку і запаху до 5,6 та 6,1 балів відповідно.

7. Отже, в технології виробництва макаронів рекомендовано додавати 5–10,0 % лляного борошна. Крім цього, можливе підвищення кількості лляного борошна до 15 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В результаті проведених досліджень створено новий продукт функціонального харчування – макарони з додаванням лляного борошна який містить корисні коменти багатий омега-3 та омега-6 жирними кислотиами та має високі органолептичні властивостію

На макаронних підприємствах рекомендовано додавати лляне борошно в кількості 5,0–10,0%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Борсолук Л., Войцехівська Л., Лизова В. та інш. Оцінювання можливості та доцільності використання лляного та рисового борошна у складі функціональних паштетних продуктів. Тези доповідей IV Міжнародної науково-технічної конференції „Стан і перспективи харчової науки та промисловості“, 11–12 жовтня 2017 року. Т.: ТНТУ. 2017. С. 124–126.
2. Бочарова О. В. НАССР і системи управління безпечністю харчової продукції: підручник. Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса: Атлант. 2019. 376 с.
3. Волощук Г.І., Кочура Н.М., Юрчак В.Г. Шляхи підвищення якості макаронних виробів. Експрес-новини: наука, техніка, виробництво. К.: УкрІНТЕІ, 1999. № 3–4. С. 30 – 31.
4. Волощук Г.І., Кочура Н.М., Юрчак В. Г. Технологічні властивості макаронного тіста з овочевими порошками. Експрес-новини: наука, техніка, виробництво. К.: УкрІНТЕІ, 1999. № 3– 4. С. 31 – 32.
5. Головка М. П., Чуйко М. М. Дослідження вітчизняного ринку макаронних виробів і виявлення споживчих переваг, що визначають ситуацію на ринку. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг. 2010. Вип. 1 (11). С. 577–584.
6. Гончарук А. Г. Підвищення ефективності підприємств макаронної промисловості. Економіка харчової промисловості. 2011. № 3. С. 13–17
7. Гончарук А. Г. Про потенціал та перспективи ефективного розвитку підприємств макаронної промисловості. Зернові продукти і комбікорми. 2012. № 2 (46). С. 18–21.
8. ДСТУ 7043:2020. Вироби макаронні. Загальні технічні умови. На заміну ДСТУ 7043:2009; чинний від 2021-01-01. Вид. офіц. Київ, 2020. 5 с.

9. Дричик М. Ю., Чорна А. І. Споживні властивості макаронних виробів з додаванням порошку лушпиння цибулі. Наукові праці Національного університету харчових технологій. Т. 26, № 6. Київ: НУХТ. 2020. 229 с.
10. Дричик М. Ю., Чорна А. І. Вплив часнику на споживні властивості макаронних виробів. Європейські виміри сталого розвитку: матеріали III-ї Міжнародної науково-практичної конференції, 11 червня 2021 р. Київ: 2021. С. 111–112.
11. Дричик М., Шульга О. Розроблення системи простежуваності під час виробництва макаронних виробів. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: матеріали Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, квітень-травень 2022 р. Київ: НУХТ. 2022. Ч. 1. С. 66.
12. Дричик М., Шульга О. Система безпечності у макаронному виробництві. Сучасні напрями розвитку економіки, підприємництва, технологій та їх правового забезпечення: матеріали Наукової конференції студентів, 1-2 червня 2022 р. Львів: НУХТ, 2022. С. 321–324.
13. Дричик М. Ю., Чорна А. І. Управління безпекою макаронних виробів з додаванням лушпиння цибулі. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: матеріали 86 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 2–3 квітня 2020 р. – Київ: НУХТ, 2020. Ч. 1. С. 100.
14. Дричик М. Ю., Чорна А. І. Технологія виготовлення макаронних виробів з додаванням часнику. Інноваційний розвиток готельно-ресторанного господарства та харчових виробництв: матеріали II-ї Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 30 квітня 2021 р. Прага: Oktan Print s.r.o., 2021. С. 230–231.
15. Дричик, М. Ю., Шульга О. С. Lean-виробництво макаронних виробів. Якість і безпека харчових продуктів: матеріали V Міжнародної

науково-практичної конференції, 11-12 листопада 2021 р. Київ: НУХТ. 2021.

16. Дробот В. І., Юрчак В. Г., Білик. О. А. та ін. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів: навч. посібник. Національний університет харчових технологій. Київ: Кондор, 2015. – 972 с.

17. Євсеєнко Т.П., Юрчак В.Г., Манк В.В. Дослідження колоїдних процесів, що відбуваються під час приготування макаронного тіста з поліпшувачами. Пріоритетні напрямки впровадження в харчову промисловість технологій, обладнання і нових видів продуктів оздоровчого та спеціального призначення: Матеріали міжнар. наук.-техн. конф. К.: УДУХТ, 2001. С.95.

18. Привалова В. Г. Товарознавча оцінка нових сортів озимої твердої пшениці як сировини для макаронного виробництва: автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.18.15. Донецький національний університет економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. Донецьк, 2011. 22 с.

19. Карпик Г. В., Шелест Н. О., Юрчак В. Г. Технологічна характеристика висівків різної дисперсності та їхній вплив на якість макаронних виробів. Хранение и переработка зерна. 2013. № 8. С. 48 – 50.

20. Паливода С. Д., Голікова Т. П., Юрчак В. Г. Дослідження властивостей камедей при підготовці їх до виробництва макаронних виробів. Наукові праці “Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка”. 2008. № 74. С. 194–199.

21. Паливода С., Юрчак В. Дослідження процесів сушіння та форм зв’язку вологи у макаронному тісті із структуроутворювачами. Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2009. № 6 (55). С. 29–32.

22. Кохан О. О., Онофрійчук О. С. Інновації у виробництві харчових продуктів. Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції – основні засади її конкурентоздатності: Матеріали VII Міжнародної спеціалізованої науковопрактичної конференції. м. Київ. К. НУХТ, 2018. 14–17 с.

23. Калина В. С., Гола А. В. Макаронні вироби на основі клітковини гречаної. Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер.: Нові рішення в сучасних технологіях: зб. наук. пр.– Харків : НТУ "ХПІ", 2018. – № 45 (1321). – С. 160-165.
24. Орлова О. С., Голікова Т. П. Дослідження застосування глоду в технології макаронних виробів. Молодий вчений. 2017. №1 (41). С. 51–54.
25. Пересічний М. І., Кравченко М. Ф. Технологія продуктів харчування функціонального призначення. Монографія. Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2008. 718 с.
26. Сарафаннікова Н. В. Оптимізація управління процесом виробництва макаронних виробів за критерієм якості. Вестник ХНТУ. 2015. № 4. С. 76–81.
27. Сімахіна Г. О., Стеценко Н. О., Науменко Н. В. Біологічно активні речовини в харчових технологіях: підручник. Київ: НУХТ. 2016. 455 с.
28. Філінська, Т., Шевченко, В., Філінська, А. та інш. Дослідження властивостей багатокомпонентних сумішей борошна. Технічні науки та технології, (1 (31). 2023. 117–125. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2023-1\(31\)-117-125](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2023-1(31)-117-125)
29. Шаповалова Н. П., Гальчук В.О. Макаронні вироби у системі оздоровчого харчування. Sword: збірник наукових праць. МАРКОВА АД, 2015. Вип. 1(38), Т. 1. С. 31–38.
30. Юрчак В., Паливода С., Абдулкарим А. Поліпшення якості макаронних виробів за допомогою вітчизняних поверхнево-активних речовин. Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2006. № 1 (14). С. 15–18.
31. Юрчак В. Г., Паливода С., Абдулкарим А. Поверхнево-активні речовини. Перспективи використання у макаронній галузі. Продукты&ингредиенты. 2006. № 1 (21). С. 18–20.
32. Юрчак В. Г., Паливода С. Д., Волошин С. В. Вплив поверхнево-активних речовин та камедей рослинного походження на якість хліба. Наукові

праці Одеської національної академії харчових технологій. 2007. Т. 2, № 30. С. 176–179.

33. Юрчак В. Г., Голікова Т. П., Волощук Г. І. та інш. Поліпшення якості макаронних виробів з хлібопекарського борошна. Зернові продукти і комбікорми. 2008. № 4 (32). С. 37–42.

34. Юрчак В. Г. Наукове обґрунтування та розроблення технології макаронних виробів поліпшеної якості та профілактичного призначення шляхом використання нетрадиційної сировини і харчових добавок: дисертація д-ра техн. наук: 05.18.01 / Національний ун-т харчових технологій. К., 2003.

35. Юрчак В.Г. Левадна Т.І., Хрутьба В.О. Оптимізація технологічних режимів виготовлення макаронних виробів з добавками антиоксидантної дії. Харч. та перероб. пром – сть. 2000. № 2. С. 28–29.

36. Юрчак В.Г., Євсєєнко Т.П., Вербій В.П. Використання сухого яєчного білка в макаронному виробництві. Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. “Товари ХХІ століття”. Полтава: ПУСКУ. 2002. С 65–67.

37. Aravind N., Sissons M., Egan N. et al. Effect of β -Glucan on Technological, Sensory, and Structural Properties of Durum Wheat Pasta. *Cereal Chemistry*. 2012. 89 (2). P. 84–93.

38. Aydin E., Gocmen D. Cooking quality and sensorial properties of noodle supplemented with oat flour. *Food Science and Biotechnology*. 2011. 20(2). P. 507–511.

39. Ahmed I., Qazi I.M., Jamal S. Quality evaluation of noodles prepared from blending of broken rice and wheat flour. *Starch/Staerke*. 2015. № 67 (11–12). P. 905–912.

40. Cardenas-Hernandez A., Beta T., Loarca-Pina G. et al. Improved functional properties of pasta: Enrichment with amaranth seed flour and dried amaranth leaves. *Journal of Cereal Science*. 2016. № 72. P. 84–90. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.09.014>.

41. Chillo S., Laverse J., Falcone P. M., Protopapa Influence of the addition of buckwheat flour and durum wheat bran on spaghetti quality. *Journal of Cereal Science*. 2008. 47, Issue 2. P. 144–152.
42. Cubadda F., Aureli F., Raggi A. Effect of milling, pasta making and cooking on minerals in durum wheat. *Journal of Cereal Science*. 2009. № 49(1). P. 92–97.
43. Chillo S., Laverse J., Falcone P.M. et al. Influence of the addition of buckwheat flour and durum wheat bran on spaghetti quality. *Journal of Cereal Science*. 2008. №47 (2). P. 144–152. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.03.004>.
44. Devi K.S.P., Prema R.S., Vaidheswaran H. et al. Quality Evaluation of Non Wheat Sweet Vermicelli. *International Journal of Engineering and Technoscience*. 2015. №1. P. 1–6.
45. Foschia M., Peressini D., Sensidoni A. et al. Synergistic effect of different dietary fibres in pasta on in vitro starch digestion? *Food Chemistry*. 2015. №172. P. 245–250.
46. Feillet P., Autran J.C., Icard-Verniere C. Pasta brownness: An assessment. *Journal of Cereal Science*. 2000. № 32(3). P. 215–233. DOI: <https://doi.org/10.1006/jcrs.2000.0326>.
47. Gatta B., Rutigliano M., Padalino L. et al. The role of hydration on the cooking quality of bran-enriched pasta. *LWT – Food Science and Technology*. 2017. №84. P. 489–496. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.06.013>.
48. Gallegos-Infante, J. A., RochaGuzman N. E., Gonzalez-Laredo R. F. et al. Quality of spaghetti pasta containing Mexican common bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chemistry*. 2010. 119. Issue 4. 2010. P. 1544–1549.
49. Giuberti G., Gallo A., Cerioli C. et al. Cooking quality and starch digestibility of gluten free pasta using new bean flour. *Food Chemistry*. 2015. № 175. P. 43–49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.127>.

50. Kosović I., Benšić M., Ačkar Đ. et al. Microstructure and cooking quality of barleyenriched pasta produced at different process parameters. *Foods and Raw Materials*. 2018. № 6(2). P. 281–290.
51. Kaur G., Sharma S., Nagi H. P. S. Functional properties of pasta enriched with variable cereal brans. *Journal of Food Science and Technology*. 2012. 49. Issue 4. P. 467–474.
52. Lamacchia C., Di Luccia A., Baiano A. et al. Changes in pasta proteins induced by drying cycles and their relationship to cooking behaviour. *Journal of Cereal Science*. 2007. № 46(1). P. 58–63. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2006.12.004>.
53. Lamacchia C., Baiano A., Lamparelli S. et al. Polymeric protein formation during pastamaking with barley and semolina mixtures, and prediction of its effect on cooking behaviour and acceptability. *Food Chemistry*. 2011. № 129(2). P. 319–328.
54. Larrosa V., Lorenzo G., Zaritzky N. Improvement of the texture and quality of cooked gluten-free pasta. *LWT – Food Science and Technology*. 2016. №70. P. 96–103.
55. Laleg K., Barron C., Cordelle S. et al. How the structure, nutritional and sensory attributes of pasta made from legume flour is affected by the proportion of legume protein. *LWT – Food Science and Technology*. 2017. №79. P. 471–478.
56. Lande S. B., Thorats S., Kulthe A. A. Production of nutrient rich vermicelli with malted finger millet (Ragi) flour. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2017. № 6(4). P. 702–710.
57. Lorusso A., Verni M., Montemurro M. et al. Use of fermented quinoa flour for pasta making and evaluation of the technological and nutritional features. *LWT – Food Science and Technology*. 2017. №78. P. 215–221.
58. Mercier S., Mondor M., Moresoli C. et al. Drying of Durum Wheat Pasta and Enriched Pasta: A Review of Modeling Approaches. *Critical Reviews in Food*

Science and Nutrition. 2016. № 56(7). P. 1146–1168.

59. Montalbano A., Tesoriere L., Diana P. et al. Quality characteristics and in vitro digestibility study of barley flour enriched ditalini pasta. *LWT – Food Science and Technology*. 2016. №72. P. 223–228.

60. Mounika B., Maloo S., Bhasker V. Development and quality evaluation of pasta with incorporation of Colocasia leaves powder and beetroot powder. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 2019. № 4(1). P. 12–17.

61. Milde Laura B., Chigal Paola S., Chiola Zayas María O. Nutritional characterization of gluten free non-traditional pasta. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 2018. №3 (5). P. 19–24.

62. Ma Y.J., Guo X.D., Liu H. et al. Cooking, textural, sensorial, and antioxidant properties of common and tartary buckwheat vermicelli. *Food Science and Biotechnology*. 2013. 22(1). P. 153–159. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10068-013-0021-0>.

63. Osorio-Díaz P., Islas-Hernandez J.J., Agama-Acevedo E. et al. Chemical, starch digestibility and sensory characteristics of durum wheat/unripe whole banana flour blends for spaghetti formulation. *Food and Nutrition Sciences*. 2014. № 5(3). P. 264–270. DOI: <https://doi.org/10.4236/fns.2014.53033>.

64. Osorio-Díaz P., Agama-Acevedo E., Mendoza-Vinalay M. et al. Pasta added with chickpea flour: chemical composition, in vitro starch digestibility and predicted glycemic index. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 2008. №6 (1). P. 6–12.

65. Piwinska M., Wyrwicz J., Kurek M. Effect of oat β -glucan fiber powder and vacuum-drying on cooking quality and physical properties of pasta. *CyTA – Journal of Food*. 2015. № 13 (1). P. 101–108.

66. Rambler O. Effect of processing and cooking on the content of minerals and protein in pasta containing buckwheat bran flour. *Society of Chemical Industry*. 2007. P. 15–28.

67. Ronge B.V., Padghan P.V., Jayabhaye R.V. et al. Studies on Physico-Chemical Properties of Vermicelli Prepared by Using Skim Milk Powder. *Journal of Ready to Eat Food*. 2017. №4 (2). P. 18–24.
68. Singh JKalyan., K., Yikona A. et al. Optimisation of a process for cocoa-based vermicelli. *Foods and Raw Materials*. 2018. Vol. 6, № 2. P. 291–295.
69. Schoenlechner Drausinger R. J., Ottenschlaeger V. et al. Functional Properties of Gluten-Free Pasta Produced from Amaranth, Quinoa and Buckwheat. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2010. 65. Issue 4. P. 339–349.
70. Singh J., Kaur S., Rasane P. Evaluation of the Nutritional and Quality Characteristics of Black Carrot Fortified Instant Noodles. *Current Nutrition and Food Science*. 2018. № 14 (5). P. 442–449.
71. Tudorică C.M., Kuri V., Brennan C.S. Nutritional and Physicochemical Characteristics of Dietary Fiber Enriched Pasta. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002. № 50(2). P. 347–356.
72. Yurchak, V., Karpyk H. Effect of dough making parameters on the quality of pasta enriched with bran dietary fibers. *Food chemistry and technology*. Kaunas: FIRUT. 2013. 47, № 2. P. 41–47.
73. Zweifel C., Handschin S., Escher F. Influence of High-Temperature Drying on Structural and Textural Properties of Durum Wheat Pasta. *Cereal Chemistry*. 2003. № 80(2). P. 159–167.
74. Zebish A., Virginia P., Ajit P., Pallavi S. Utilization of dehydrated moringa oleifera and Solanum nigrum leaves for the preparation of value added pasta. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 2017. №2. (1). P. 163–165.