

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
БОРОШНОМ АМАРАНТУ

Виконав – студент II курсу, групи 21 м-тз
освітньої програми Технології зерна та зернопродуктів
спеціальності 181 «Харчові технології»
Конопелько Софія Геннадіївна

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

УМАНЬ – 2024

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	3
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1 Технологічні аспекти формування якості макаронних виробів	8
1.2 Підвищення харчової та біологічної цінності макаронних виробів	11
1.3 Перспективи збагачення виробів макаронних борошном амарантовим	15
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	21
2.1 Умови проведення дослідження	21
2.2 Схема досліду	22
2.3 Методика проведення досліджень	24
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	26
РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	36
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ	39
РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	42
ВИСНОВКИ	44
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47
ДОДАТКИ	55

ANNOTATION

Konopelko S. G. Improving the technology of the production of pasta with amaranth flour. Qualification work for obtaining a master's degree of higher education in the specialty 181 Food technologies OP Food technologies. Uman National University of Horticulture. Uman, 50 p.

According to a review of literary sources, it was established that amaranth flour has a high content of protein, fiber, vitamins and minerals. As a result of the conducted research, it was established that the moisture content of pasta products varied depending on the content of amaranth flour and was 9.2–10.9%.

The highest acidity of pasta products was when 15% amaranth flour was added and was 3.6 degrees, the lowest in the control version - 1.6 degrees. In the remaining versions, the acidity ranged from 1.5 to 3.7 degrees.

The duration of cooking pasta products until ready varied between 6.0–9.0 minutes depending on the amount of added amaranth flour. The coefficient of increase in the weight of the products when adding the additive decreases. The highest indicator in the control version is 1.8%, and the lowest when adding 15% amaranth flour is 1.39%, which is 27% less compared to the control, which is probably due to the dense structure of amaranth flour and its low water absorption ability

According to the requirement of the standard for pasta products from baking flour, the dry matter indicator should be no more than 6.0–9.0%. In our research, all products with additives, the content of dry matter in the cooking water in all variants meets the established requirements. Indicators of culinary quality changed depending on the amount of amaranth flour.

Considering the high culinary quality (8.2–8.9 points) with the addition of 7.5% amaranth flour, a higher content of amaranth flour can be recommended for consumers who prefer amaranth products. Therefore, it is permissible to add 2.5–5.0% amaranth flour in the macaroni production technology. In addition, it is possible to increase the amount of amaranth flour to 7.5%.

ВСТУП

Харчова цінність продуктів є однією з найважливіших чинників, визначальних здоров'я населення. Раціональне харчування забезпечує нормальне зростання та розвиток дітей, сприяє профілактиці захворювань, продовженню життя людей, підвищенню працездатності та створює умови для адекватної адаптації їх до навколишнього середовища. Водночас за останні десятиліття стан здоров'я населення характеризується негативними тенденціями. Продовжує скорочуватись середня тривалість життя. Серед причин підвищення смертності чільне місце посідають серцево-судинні та онкологічні захворювання, розвиток яких певною мірою пов'язаний із недостатнім споживанням харчових речовин, насамперед повноцінних білків, вітамінів, макро- та мікроелементів [10, 33].

Актуальність теми. Виходячи із значущості здоров'я нації для розвитку та безпеки країни, з важливості раціонального харчування підростаючого покоління для майбутнього України, а також з необхідності вживання термінових заходів щодо підтримки вітчизняних виробників сільськогосподарської сировини та харчової продукції, для підвищення рівня самозабезпечення країни продуктами харчування,.

Під державною політикою в галузі здорового харчування розуміється комплекс заходів, спрямованих на створення умов, що забезпечують задоволення потреб різних груп населення в раціональному, здоровому харчуванні з урахуванням їх традицій, звичок та економічного становища відповідно до вимог медичної науки [19, 44, 56].

Основними напрямками у сфері здорового харчування у плані виробництва харчових продуктів є:

- одержання нових видів харчових продуктів загального та спеціального призначення з використанням препаратів та біологічно активних речовин;
- використання побічної сировини харчової та переробної промисловості для виробництва повноцінних продуктів харчування;

– створення технологій виробництва якісно нових харчових продуктів із спрямованою зміною хімічного складу, що відповідає потребам організму людини, у тому числі: продуктів масового споживання для різних вікових груп населення; продуктів лікувально-профілактичного призначення, диференційованих для профілактики різних захворювань та зміцнення захисних функцій організму, зниження ризику впливу шкідливих речовин; продуктів харчування військовослужбовців і певних груп населення, що у екстремальних умовах;

– створення вітчизняного виробництва харчових речовин в обсягах, достатніх для повного забезпечення населення шляхом збагачення ними продуктів масового споживання, а також розширення виробництва біологічно активних добавок до їжі; організація великотоннажного виробництва харчового білка та білкових препаратів, призначених для збагачення харчових продуктів [21, 37, 62].

Макаронні вироби, в порівнянні з іншими борошняними виробами, мають ряд переваг: висока засвоюваність основних поживних речовин, тривалий термін зберігання, низька вартість та доступність для будь-яких верств населення. Однак у нашій країні пшениця твердих сортів вирощується в невеликих кількостях, і виробникам доводиться використовувати борошно з хліба з м'якої пшениці, білок якої має дефіцит найважливіших незамінних амінокислот [3, 12, 49].

У макаронній галузі підвищення харчової та біологічної цінності продукту досягають за рахунок введення в рецептуру нетрадиційних видів сировини та спеціальних харчових добавок.

Амарант є однією з найдавніших рослин, яка використовувалася для харчування людини, та перспективною культурою, для використання в харчовій технології, медицині, тваринництві. Насіння амаранту має високу поживну цінність та виявляє протипухлинний ефект і бактерицидну дію, завдяки наявності сквалену. Вегетативну масу амаранту використовують як зелений корм, для виготовлення трав'яного борошна, білково-вітамінного концентрату за

термічної обробки [11, 20, 58, 66].

Отже, удосконалення технології виробництва макаронів виробів підвищеної харчової цінності з високими споживчими властивостями з багатених борошном амарантовим є актуальною та має важливе наукове та практичне значення.

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

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити задачі:

- провести огляд джерел літератури, патентної інформації за темою роботи;
- дослідити вплив різного вмісту борошна амарантового на фізико-хімічні властивості макаронів;
- дослідити вплив різного вмісту борошна амарантового на органолептичні властивості макаронів;
- визначити при якій концентрації борошна амарантового виходять вироби макаронні з високими показниками якості;
- оцінити економічну ефективність виробництва макаронів збагачених борошном амарантовим.

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

Предмет дослідження – борошно амарантове, 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 борошном амарантовим. Встановлено, що:

- показник вологості макаронних виробів змінювався залежно від вмісту борошна амарантового та становив 9,2–10,9 %;
- кислотність макаронів зростала при збільшенні вмісту борошна амарантового та становила 1,5–3,7 град;

- тривалість варіння виробів макаронних до готовності коливалась в межах 6,0– 9,0 хв залежно від кількості доданого борошна амарантового;
- коефіцієнт збільшення маси виробів при внесенні добавки зменшується;
- всі вироби макаронні з додаванням борошна амарантового за показником вмісту сухої речовини у варильній воді у всіх варіантах відповідає встановленим нормам;
- за органолептичними показниками найкращі результати отримали зразки з додаванням 2,5 та 5,0 % борошна амарантового.

Апробація результатів роботи. Результати досліджень доповідались та обговорювались на студентських конференціях Уманського НУС, всеукраїнській науково-практичній конференції (м. Умань, 2023–2024 рр.).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано одну наукову працю.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційну роботу виконано на 50 сторінках комп'ютерного тексту (з них основного тексту – 35 сторінок). Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, що включає 71 найменування, з яких 141 латиницею та 4-ох додатків. Робота містить 15 таблиць та 12 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ФОРМУВАННЯ ТА ОЦІНКА СПОЖИВЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

МАКАРОННИХ ВИРОБІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З

ВИКОРИСТАННЯМ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ

(ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1 Технологічні аспекти формування якості макаронних виробів

Макаронні вироби входять до щоденного раціону багатьох груп населення, які у розрахунку на одну людину споживають їх до 10–15 кг за рік. На ринку продуктів харчування широким попитом користуються високоякісні і недорогі продукти повсякденного асортименту. Це в повній мірі відноситься до такого незамінного продукту, як макаронні вироби [27].

Макаронні вироби виготовляли з незапам'ятних часів: спочатку у вигляді плоскої локшини, пізніше у вигляді трубчастих виробів. Аж до середини XIV століття макаронні вироби виготовляли тільки в домашніх умовах.

У житті сучасної людини макаронні вироби відіграють значну роль. Ці продукти харчування характеризуються високою енергетичною цінністю, легкою перетравленістю і гарною засвоюваністю, вони приємні на смак, значно дешевше більшості інших продуктів масового споживання.

За рахунок споживання 250–300 г макаронних виробів. Добова потреба людини в їжі задовольняється на 1/3, в життєвої енергії – на 30–50 %, у вітамінах групи В – на 50–60 %, вітаміні Е – на 80 %. зміст вітамінів В1, В6, РР, Е і фолієвої кислоти в зерні пшениці, жита та інших культур збалансовано відповідно до потреб людини, 100 г зерна на забезпечує 20–30 % добової потреби кожного з цих вітамінів [28].

Макарони добре засвоюються, мають високу енергетичну цінність, але їх хімічний склад не відповідає нормам раціонального харчування, оскільки не менш як 80 % продукції виготовляють з пшеничного борошна вищого ґатунку [29].

Макаронні вироби є одними з найпопулярніших продуктів харчування населення та входять до списку товарів повсякденного попиту. Вітчизняний ринок макаронних виробів за результатами досліджень IndexBox Ukrainian¹, показує стабільне зростання, також зростає попит на продукцію підвищеної якості середнього та преміального сегментів. Це можна пояснити розвитком культури споживання макаронних виробів не тільки як гарнір, але і як самостійної страви, а також тенденцією переваги споживачами корисної та якісної продукції, незважаючи на її вищу вартість [8, 11, 38, 42].

Популярність ідей здорового способу життя та правильного харчування пояснює підвищення споживчого попиту на макаронні вироби із твердих сортів пшениці та вироби з добавками, до складу яких включені крім твердої пшениці інші зернові культури, овочеві та ягідні компоненти. Відомі макаронні вироби з підвищеним вмістом клітковини, цільозернові, безглютенові, з додаванням амаранту, стевії, топінамбуру, шпинату, томатів, глоду та інших компонентів, що позиціонуються як дієтичні [5, 17, 32, 41, 50].

В Італії, Німеччині, інших країнах макаронна продукція виробляється виключно із борошна твердих сортів пшениці; в Україні через недостатню кількість спеціального макаронного борошна, одержуваної тільки з сортів твердої пшениці, макаронні вироби виробляються в основному з борошна пшениці м'яких сортів. Вони мають високу калорійність та низьку харчову цінність. У зв'язку з цим збагачення макаронної продукції функціональними харчовими інгредієнтами з високою харчовою та біологічною цінністю (білки, харчові волокна, вітаміни та ін.), розширення асортименту за допомогою використання нетрадиційного для макаронного виробництва рослинної сировини допоможе вирішити завдання підвищення якості харчування населення та розширення асортименту функціональних харчових продуктів масового споживання [48, 52, 61].

Макаронні вироби мають ряд переваг: високу поживну цінність, швидке приготування, низьку вологість, завдяки чому мають тривалий термін зберігання. Однак, макаронні вироби пересичені вуглеводами (містять у своєму

складі близько 70% крохмалю) і мають низький вміст білка (9...10%), вітамінів, мінеральних речовин [9, 18, 43].

Розширення асортименту макаронних виробів, підвищення їх харчової Цінності є актуальним завданням підприємств галузі. Традиційно для збагачення макаронних виробів білком використовувалися яйця, меланж або яєчний порошок, а також молочні продукти – сухе знежирене молоко, суха молочна сироватка та ін. Однак ці види сировини, поряд із підвищенням харчової цінності, дещо знижують якість продукції – зменшується міцність виробів, вони стають крихкими, погіршуються деякі показники варильних властивостей – збільшується перехід сухих речовин у варильну воду [7, 22, 29, 65].

Окрім традиційної пшениці у виробництві макаронних виробів використовують такі злакові культури, як жито, ячмінь, полба, овес, рис, сорго, просо, кукурудза, гречка та ін. [6, 26, 31, 45].

При виборі збагачувальної добавки, у тому числі для виробництва макаронних виробів, необхідно ґрунтуватися на теорії збалансованого харчування та враховувати вміст біологічно активних речовин, що має бути на рівні, що забезпечує профілактичні властивості готового продукту, при цьому гарантувати дотримання необхідної якості продукту при зберіганні, транспортуванні та варінні [47]. Правильно підібрану сировину та збагачувальні добавки допоможуть гарантувати функціональність готових виробів, збільшення їх харчової та біологічної цінності, а також якість та безпеку готової продукції. При використанні збагачувальних добавок для макаронного тіста необхідно враховувати їхній вплив на технологічні параметри виробництва, які зміняться при зміні рецептури та якості готових виробів [60].

Для розробки макаронних виробів із використанням нетрадиційної рослинної сировини становлять інтерес дослідження, спрямовані на оцінку впливу внесення збагачувальних добавок на технологічні властивості та якість готової продукції. Як збагачувальні добавки до пшеничного борошна у виробництві макаронних виробів та ін Використання різних видів борошна та

інших продуктів переробки злакових, бобових культур, овочів, ягід та фруктів сприяє розширенню асортименту [2, 31, 46].

Тому, згідно з вимогами раціонального харчування, а також враховуючи негативний вплив техногенного забруднення навколишнього середовища на стан здоров'я людей, актуальним питанням є підвищення харчової цінності макаронних виробів як продуктів щоденного вживання, зокрема за змістом вітамінів та мінеральних речовин.

1.2 Підвищення харчової та біологічної цінності макаронних виробів

Для створення функціональних макаронних виробів пропонують пшеничні зародкові пластівці, які характеризуються високими функціональними властивостями, впливають на властивості і якість напівфабрикатів, готових виробів і хід технологічного процесу. Запропонована відповідна доза пшеничних зародкових пластівців, що забезпечує виготовлення макаронних виробів з функціональними властивостями [30].

Основна частка макаронних виробів готується із хлібопекарного борошна м'якої озимої пшениці, білок якої відрізняється дефіцитом важливих незамінних амінокислот - лізину, метіоніну і триптофану. У розв'язанні проблеми дефіциту білка важливішу роль відіграє використання: зернобобових (соя, горох, квасоля, нут, сочевиця); олійних (соняшник, льон, ріпак, кунжут); злакових і псевдозлакових (просо, чумиза, амарант); вегетативна маса рослин (люцерна, люпин, цукровий буряк, конюшина). Для створення функціональних макаронних виробів важливим фактором у виробі сировини є кількість і склад білка, біологічна цінність, можливість видалення антихарчових речовин, стійкість у зберіганні, агротехніка вирощування, врожайність рослинної культури [31].

Найбільш доступними білковими збагачувачами є соєве борошно, соєві білкові препарати, борошно люпину й гороху. Макаронні вироби «Морські» виробляють із пшеничного борошна з додаванням морської капусти, яка вважається біологічно активною добавкою, дозволяє знизити дію несприятливих

чинників на організм людини. Морська капуста збагачує організм людини йодом та іншими мінеральними речовинами, а тому вироби рекомендують для профілактичного харчування. Використання до 5 % морської капусти дозволяє збагатити макаронні вироби йодом до вмісту 50—52 мкг/100 г і в незначній мірі підвищує вміст сухих речовин у варильній воді, а також призводить до зміни кольору, смаку й запаху готового продукту. Збереженість йоду після варіння складає понад 70 % [32].

Науковці Т.П. Голікова та О.О. Орлова дослідили й розробили макаронні вироби з порошком глоду колючого, збагачені вітамінами К, Е, групи В, органічними кислотами, макро- та мікроелементами (К, Са, Мд, Р, Fe), що також містять у порівнянні з контрольним зразком життєво необхідні для організму людини есенціальні нутрієнти – аскорбінову кислоту, пектинові та Р-активні речовини [6].

Аналізуючи сучасні тенденції, ми встановили, що додавання до складу макаронних виробів гречаної клітковини дозволяє задовольнити потребу організму в клітковині, що сприяє виведенню токсичних речовин і радіонуклідів, покращує метаболізм. Науковцями встановлено, що внесення її в кількості 30% забезпечує отримання відмінних органолептичних показників [7].

Встановлено, що перспективним є виробництво безглютенових макаронних виробів з кукурудзи тонкого помолу. Однак для забезпечення гарних органолептичних показників як додаткову сировину рекомендовано додавати желатин, карбоксиметилцелюлозу або використовувати екструдоване кукурудзяне борошно чи здійснювати заварювання частини кукурудзяного борошна тонкого помолу [2, 8].

Популярним є використання харчових порошків як натуральних барвників та джерела поживних нутрієнтів. Так, наприклад, додавання порошку фукуса і льняної муки до рецептури макаронних виробів підвищує вміст мінеральних речовин і вітамінів, а в разі додавання порошку з плодів мушмули в кількості 3% підвищується поживна цінність і детоксикаційні властивості [9].

Цікавою є ресурсозберігаюча технологія виробництва макаронів з додаванням (2–6%) лушпиння цибулі як натурального фарбника та джерела важливих речовин: вітамінів (групи В, С, Е, каротин, Р, РР), макро- і мікроелементів (кальцій, магній, фосфор, залізо, йод, цинк, натрій), фітонцидів, антиоксидантів, флавоноїдів (кверцетин та рутин) [10].

Вченими розроблено спосіб виробництва макаронних виробів із пшеничного борошна з харчовою збагачувальною добавкою із зернових та овочевих сортів амаранту [23]. Авторами доведено, що додавання до макаронного тіста продуктів переробки амаранту як овочевих, так і зернових сортів, збільшує біологічну цінність готових виробів і, що важливо, значно зменшує показники мікробіологічної обсіменіння готові макаронні вироби. Також успішно амарант застосовується в кондитерському та хлібопекарському виробництві [39].

Авторами [25] розроблена нова рецептура макаронного тіста з підвищеним вмістом білка та високими показниками якості. У рецептуру макаронного тіста автори запропонували до пшеничного борошна додавати відомі білоксодержачі бобові культури (горох, квасоля та сочевиця) у вигляді борошна та горобинне пюре. Внесення в тісто горобинового пюре сприяє збагаченню біологічно активними речовинами та покращує колірний показник. В результаті досліджень доведено, що готові макаронні вироби, виготовлені за новою рецептурою із запропонованими добавками, містять підвищену кількість білка, збалансованого по амінокислотному складу. Внесення борошна бобових та горобинового пюре в макаронне тісто позитивно вплинуло як на органолептичні показники, і на структурно-механические. Отримані за розробленою рецептурі макаронні вироби мають найвищі показники якості.

Досліджено дієтичні пшеничні висівки як збагачувальна добавка в рецептурі макаронних виробів. Відомо, що висівки є джерелом біологічно активних речовин, таких як клітковина, мінеральні речовини, різні вітаміни, у тому числі групи С [53].

Розроблена рецептура макаронних виробів з пшеничного борошна та

комплексної добавки, що складається з горохового борошна 10%, морквяної пасти 8,5% та кефіру 7,5% до маси пшеничного борошна [24].

У своїх дослідженнях автори [45] представили результати оптимізації технологічних параметрів виробництва безглютенових макаронних виробів варіюванням вологості тіста та його температури у шнековій камері. Як результат дослідження автором розроблено нові технології дієтичних безглютенових макаронних виробів гарної якості з наступних компонентів: кукурудзяний крохмаль, рисове, кукурудзяне, гречане борошно.

Науковцями [35, 40, 51, 64] досліджено пшеничне, гречане та лляне борошно для використання в макаронному виробництві. Представлено порівняльну характеристику рослинних компонентів розроблених макаронних виробів за вмістом у них білків, жирів, вуглеводів, харчових волокон, вітамінів, макро- та мікроелементів. Гречане та лляне борошно характеризуються значно вищими показниками як харчової, і біологічної цінності, ніж пшеничне борошно. Авторами зазначено, що вітаміни та мінерали представлені в гречаному борошні ширше. Доведено, що використання гречаного або лляного борошна як окремо, так і в суміші з іншими видами борошна, розширить сировинну базу та асортимент макаронної продукції для дієтичного та лікувального харчування.

Встановлено [30], що додавання висівок суттєво впливає на показники якості виробів, а саме: змінює їх забарвлення від коричневого до темно-коричневого, стан поверхні від гладенької в контролі і при дозуванні 10 % висівок, ледь шорсткої за дозування 15 % і 20 % та дуже шорсткої при дозуванні 25 % і більше. Смакові якості зварених виробів, в порівнянні з контролем, майже не змінюються, лише при збільшенні дозування до 25 % і 30 % відчуються значні включення висівкових часточок при розжовуванні. Із збільшенням дозування висівок закономірно зменшується міцність виробів, підвищується кислотність.

Авторами [53] встановлено, що овочеві порошки зміцнюють структуру пресованого макаронного тіста, одночасно сприяючи підвищенню еластичності та адгезії, хоча морквяний порошок в меншій мірі сприяє підвищенню

пластичності. Збільшення дозування морквяного порошку приводить до зменшення вмісту сирії та сухої клейковини, до зниження розтяжності клейковини. Однак внесення бурякового порошку сприяє збільшенню гідратації клейковини при зниженні кількості сухої клейковини. Впресованні вироби мають гладку поверхню, добре зберігають форму, не злипаються. При збільшенні дозування порошків до 5% виробу мають більш гладку поверхню, придбавають міцність, меншає кількість мікротріщин. Колір макаронних виробів з мілкодисперсними порошками більш насичений, ніж з крупнодисперсними. Смак макаронних виробів з овочевими порошком приємний, з присмаком внесеної сировини.

Використання порошку топінамбура в кількості 3,0–5,0 % від маси борошна при виготовленні макаронних виробів, що приводить до поліпшення органолептичних, фізико-хімічних показників якості виробів і збільшенню продуктивності макаронного процесу, збільшується вміст пектинових речовин на 7,5%, клітковини – 8,7%, вітамінів В₁, В₂, РР та мінеральних речовин (залізо, магній, кальцій, калій, натрій, фосфор і інш) [66].

Аналіз отриманих результатів показав [59], що використання вівсяного борошна, для загачення макаронів, в кількості 40% від загальної маси борошна доцільне, в зв'язку із збільшенням в об'ємі готових виробів, сохрняємості форми готових виробів.

1.3 Перспективи збагачення виробів макаронних борошном амарантовим

Амарант – це трав'яниста рослина з дрібними квітками, зібраними в густі колосоподібно-волотисте суцвіття. Амарант – давня культура, що складається з понад 100 різних видів зернових, які вирощуються понад 8000 років. Батьківщиною амаранту вважають Південну Америку, зерна цієї культури впродовж тисячоліть вважалися основним продуктом харчування в цивілізаціях інків, майя та ацтеків.

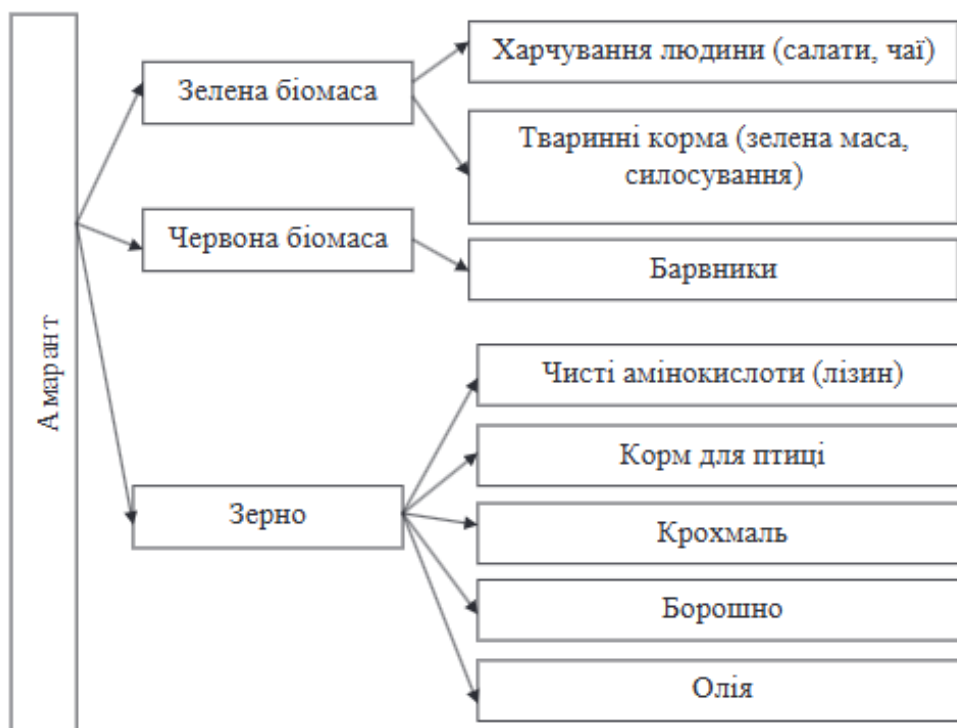


Рис. 1. Застосування продуктів переробки рослин родини амарантових

Амарант є одним з найперспективніших та повноцінних джерел рослинного білка. Амарант (*Amarantus*) - однорічна рослина, яка відноситься до родини амарантових та найбільш розповсюджена у субтропіках і тропіках. На сьогодні в світі існує близько 900 видів рослини амарантових, однак більшість з них належать до декоративних та дикоростучих рослин [5].

В Україні до Реєстру сортів внесено 17 видів рослин родини амарантових, причому лише сім із них вирощують як зернову культуру та використовують у харчовій промисловості. Чотири сорти використовують для годівлі тварин (силосування), два (Сорт "Харківський-1" та "Геліос") – застосовують у медицині, а решта чотири – для озеленення як декоративні сорти [4, 10].

Зерна амаранту багаті на білки, ненасичені жирні кислоти, вітаміни, макро- та мікро-елементи. Білок амаранту містить незамінну амінокислоту - лізин, яка необхідна організму людини для синтезу колагену. Кількість лізину в амаранту перевищує кукурудзу вдвічі, а пшеницю – втричі. Тому дослідження

використання зерна амаранту і продуктів його переробки є важливим і актуальним [3]

Насіння рослини містить цілий комплекс поліненасичених жирних кислот: це лінолева, пальмітинова, стеаринова, олеїнова, ліноленова.

Ще одна важлива властивість зерна – амарант хороше джерело антиоксидантів - природних сполук, які допомагають захистити організм від впливу шкідливих вільних радикалів.

Найбільша кількість антиоксидантів міститься саме в сирому амаранті. Численні дослідження показали, що будь-яка його термічна обробка і замочування знижують активність антиоксидантів. Крім того, важливо зазначити, що амарант – це поживне, безглютенове зерно, яке є чудовим джерелом білка для людей з целіакією або підвищеною чутливістю до глютену.

Властивості амаранту настільки унікальні, що перевершують за концентрацією вмісту корисних речовин в одній рослині більшість відомих видів культур. Регулярне використання амаранту в їжі здатне:

- значно зміцнити імунітет і знизити ризик виникнення нових захворювань;
- придушити розвиток запальних процесів в організмі;
- знизити рівень поганого холестерину в крові;
- поліпшити процеси згортання крові, запобігти виникненню варикозу;
- допомогти при зниженні ваги.

Амарант багатий на білок і клітковину. Сніданок із високим вмістом білка знижує рівень греліну - гормону, який стимулює відчуття голоду. Тому, якщо хочете скинути кілька зайвих кілограмів, варто замислитися про додавання амаранту до свого раціону.

Спочатку рослина класифікується як псевдо зернова. Навіть зовні вона суттєво відрізняється від класичних зернових культур, таких як пшениця і овес. Але поживна цінність амаранту та його корисні властивості роблять крупу по-справжньому унікальним продуктом.

В останні роки посівні площі вирощування амаранту зростають. Кілька подій викликали поживавлення інтересу до амаранту, включаючи докази його бажаних характеристик білка. За останні два десятиліття багато дізналися про харчові характеристики амаранту та вимоги до його виробництва.

Були розроблено поліпшені сорти, хоча ще потрібно багато роботи по селекції рослин. У США зростає комерційне виробництво амаранту, і зараз його виробництво зосереджено на Великих рівнинах, насамперед у західній частині штату Небраска.

Амарант використовувався в різних оброблених продуктах харчування, таких як хліб, крекери, крупи та печиво. Інтерес до використання зернового амаранту в інших країнах також зростає на підставі звітів міжнародних учасників на щорічних зустрічах Інституту амаранту США. [30, 38, 46, 57, 61].

Амарант є перспективною сільськогосподарською культурою, що незважаючи на значну історію культивування досі не отримала належного використання як джерело харчової сировини у світі [3]. Амарантове борошно внаслідок повної відсутності глютену може використовуватися лише як часткова заміна пшеничного борошна для пшеничного хліба на дріжджах [4]. Дослідження хлібопекарських властивостей композитних сумішей пшеничного і амарантового борошна, виготовленого з крупи амаранту, носять обмежений характер, а вплив такого борошна на черствіння хліба під час зберігання досі залишається недослідженим [44, 56, 70].

Специфіка хімічного складу насіння амаранту визначається такими аспектами:

- високим вмістом білкових речовин (від 11,8% до 19%) в порівнянні з вмістом білка в зернових культурах;
- значним вмістом незамінних амінокислот: лізину (0,7–0,9 г на 100 г зерна), триптофану і сульфамінокислот;
- більш повноцінним амінокислотним складом в порівнянні із зерновими культурами – пшеницею, сорго, кукурудзою, рисом і ін.;

- наявністю крохмалю у вигляді багатокутної дрібнокристалічної структури, діаметр гранул яких складає 1–3 мікрона;
- високим вмістом ліпідів (від 5,7 до 9,0%), який має біля 80% ненасичених жирних кислот;
- наявністю у складі масла насіння амаранту компонента сквалену;
- високим рівнем харчових волокон і наявністю ізомера вітаміну Е, який володіє інгібуючою дією до біосинтезу холестерола.

Амарант відрізняється, насамперед, високою якістю білка, харчова цінність якого, у порівнянні з ідеальним білком ФАО по сумі незамінних амінокислот, становить 97%. За вмістом таких незамінних кислот, як лізин та метіонін, білок амаранту перевищує традиційні зернові культури. Білок амаранту оцінюється в 76,0 балів за прийнятою шкалою якості. Насіння амаранту багате на такі вітаміни, як рибофлавін, ніацин, токоферол і, на відміну від інших культур, містить аскорбінову кислоту. Насіння амаранту є цінним джерелом фосфору, заліза, магнію, кальцію: один грам насіння амаранту забезпечує 46% добової потреби організму людини в кальції. Значна частина мінеральних речовин амаранту (60% від загального вмісту) сконцентрована в оболонці насіння і зародках зернового матеріалу.

Причому такі елементи, як залізо та мідь, концентруються в зародках, а кальцій, натрій та марганець – в оболонках насіння.

Вміст ліпідів в насінні амаранту становить 5,7–9,0%, що більше, ніж в інших зернових культурах. 76% ліпідів амаранту складають ненасичені жирні кислоти, головним чином ліноленова, олеїнова та пальмітинова [32, 46, 51, 53].

За жирнокислотним складом олія амаранту близька до кукурудзяної олії, але має ряд значних переваг: у ній міститься багато токоферолу, який володіє антиоксидантною дією.

Вітамін Е в амарантовій олії знаходиться в особливо активній токотриєнольній формі. Також амарантова олія містить до 8% сквалену – вуглеводомісткого компоненту, похідного від ізопрену, який є попередником

тритерпенів і стероїдних сполук. Сквален пригнічує ріст ракових клітин та підвищує імунітет людини. [39, 45, 625].

В амаранті присутні й мінорні компоненти: інгібітор трипсину – 300–5150 од/г, інгібітор хімотрипсину – 3000–4000 од/г, поліфеноли – 2,0–4,0 мг/г, сапоніни – 1,6–1,7 мг/г, фітинова кислота – 0,34–0,61%, щавлева кислота – 2–16 мг/100 г, які можуть впливати на організм людини як позитивно, так і негативно [47, 52, 63].

Проведений огляд літературних джерел показує, що нетрадиційна сировина в макаронній промисловості застосовується, а джерелами сировини можуть бути різні природні інгредієнти. Збагачення макаронних виробів, доцільне в зв'язку з їх масовим споживанням. З цього слідує можливість профілактики ряду захворювань і профілактики авітаміноз у споживачів макаронних виробів, оскільки даний продукт збагачується мінеральними речовинами, вітамінами, макро- і мікроелементами.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Умови проведення дослідження

Для визначення впливу борошна амарантового на показники якості макаронних виробів з пшеничного борошна 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 дослідження взято борошно пшеничне та борошно амарантове.

2.2 Схема досліду

З метою забезпечення спрямованості та послідовності проведених досліджень було розроблено загальну схему досліджень, що представлена на рис. 2.1.

Відсоткове співвідношення борошна пшеничного та борошна амарантового представлено в табл. 2.1

Повторність досліду – триразова.

Таблиця 2.1

Схема досліду «Макаронні вироби з додаванням борошна амарантового»

Компонент	Співвідношення, %						
Борошно пшеничне	100 (контроль)	97,7	95,0	92,5	90,0	87,5	85,0
Борошно амарантове	—	2,5	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0

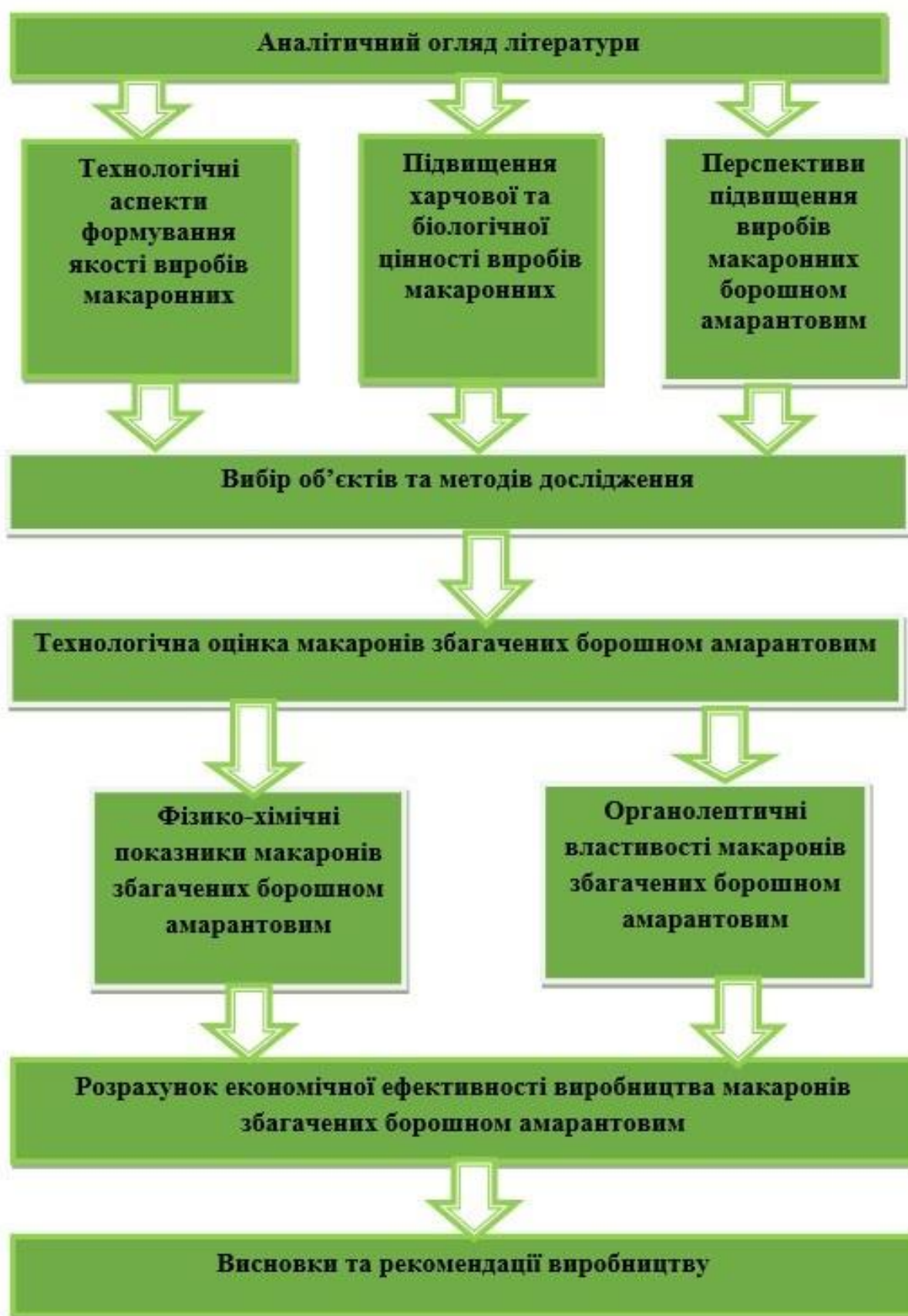


Рис. 2.1 Схеми дослідження

2.3 Методика проведення досліджень

Рецептура макаронів включала крупка – 100 г, вода – 30 см³ і борошно амарантове кількістю від 2,5 до 15,0 % з інтервалом 2,5 %. Борошно амарантове додавали заміною певної кількості крупки.

Борошно амарантове вносили на стадії замісу тіста в кількості 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5; 15,0 % до маси тіста. Вибір дозувань амарантового борошна заснований на аналізі літературних джерел. Контролем служили проби макаронів, виготовлені без додавання борошна амарантового. Готові вироби оцінювали за фізико-хімічними показниками та органолептичними.

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 до готовності визначали проміжком часу від занурення виробів у киплячу воду до моменту зникнення борошнистого шару, що не проварився.

При варінні макаронних виробів із каструлі періодично виймали невеликий відрізок виробів, поміщали його між двома скельцями (зручно використовувати предметне скло від мікроскопа) та здавлювали. Зникнення не провареного борошнистого «гноту» свідчить про готовність зварених виробів.

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 d – маса чашки з сухим залишком, г;

a – маса порожньої чашки, г

Збереження форми макаронів визначали за шкалою: 9 – дуже висока, 7 – висока, 5 – середня, 3 – низька, 1 – дуже низька. Запах і смак амаранта в готовому продукті, солодкий смак макаронів визначали за шкалою: 9 – відсутній, 7 – слабкий, 5 – відчутний, 3 – сильний, 1 – дуже сильний. Запах і смак споживний: 9 – надзвичайно подобається, 8 – дуже подобається, 7 – достатньо подобається, 6 – несуттєво подобається, 5 – не подобається, 4 – несуттєво не подобається, 3 – достатньо не подобається, 2 – дуже не подобається, 1 – надзвичайно не подобається.

Фізико-хімічні показники якості (вологість, кислотність, тривалість варіння) визначали за стандартними методиками за ДСТУ 7348:2013 [14].

Розрахунок харчової та енергетичної цінності визначали за «Методикою визначення хімічного складу та енергетичної цінності продуктів харчування» [66].

Залежність між технологічними властивостями визначали методом кореляційного (Multiple Regression, Correlation matrices) та дисперсійного (ANOVA) аналізів за допомогою програми Microsoft Office 2016 [12, 76].

Економічну ефективність розраховували, враховуючи витрати на виробництво та реалізаційні ціни 2024 р.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Проблема раціонального та збалансованого харчування є одним із важливих завдань сучасності. Зважаючи на швидкі темпи поширення різноманітних захворювань, що спричинені незбалансованістю раціонів, систематичною нестачею необхідних нутрієнтів, поширенням алергічних реакцій, виникає потреба в пошуку сировини, яка б задовольнила споживачів. Хоча багато наукових розробок спрямовано на здоров'я людини, вживаються різні заходи з його покращення, однак існує потреба в розширенні асортименту продукції спеціального призначення. [7, 20, 23, 27, 41, 49, 55]. Наші дослідження присвячені вивченню можливості застосування натуральних добавок, а саме борошна амарантового у виробництві виробів макаронних.

Вологість макаронних виробів змінювалась залежно від варіанту досліду (рис. 3.1). Так, найбільшим цей показник був у варіанті контроль – 10,9 %. При додаванні борошна амарантового вологість зменшувалась і становила 10,5% при внесенні 2,5 % борошна амарантового і 9,2% при внесенні 15 %.

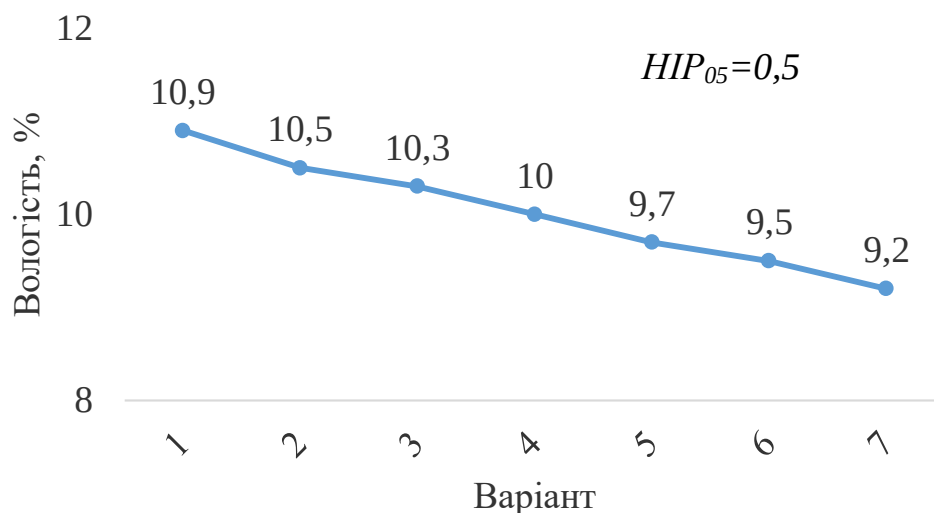


Рис. 3.1 Вологість макаронних виробів залежно від кількості борошна амарантового, %

1 – контроль; 2 – 2,5% борошна амарантового; 3 – 5% борошна амарантового;

4 – 7,5% борошна амарантового; 5 – 10% борошна амарантового; 6 – 12,5% борошна амарантового; 7 – 15% борошна амарантового.

Борошно амарантове 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 1,5 град та був найменшим серед усіх варіантів. Найбільша кислотність макаронних виробів була при додаванні 15% борошна амарантового і становила 3,7 град. У решти варіантах кислотність коливалась в межах 1,9–3,5 град.

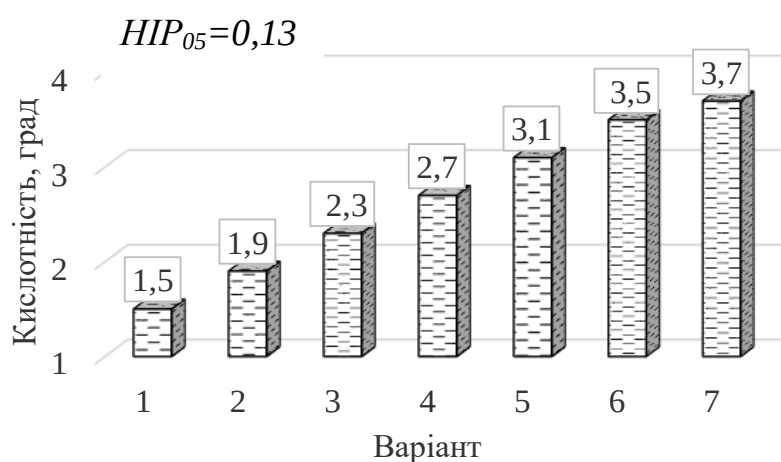


Рис. 3.2 Кислотність макаронних виробів залежно від кількості борошна амарантового, град

1 – контроль; 2 – 2,5% борошна амарантового; 3 – 5% борошна амарантового; 4 – 7,5% борошна амарантового; 5 – 10% борошна амарантового; 6 – 12,5% борошна амарантового; 7 – 15% борошна амарантового.

Тривалість варіння виробів макаронних до готовності коливалась в межах 7,0– 10,0 хв залежно від кількості доданого амарантового борошна (рис. 3.3). У варіанті контроль цей показник був найменшим і становив 6,0 хв., при додаванні борошна амарантового тривалість варіння збільшувалась. Так, при додаванні 2,5% борошна амарантового тривалість варіння становила 6,5 хв, 5% – 7,0 хв, 7,5% – 7,5 хв, 10% – 8 хв, 12,5 % – 8,5 хв, 15 % – 9 хв.

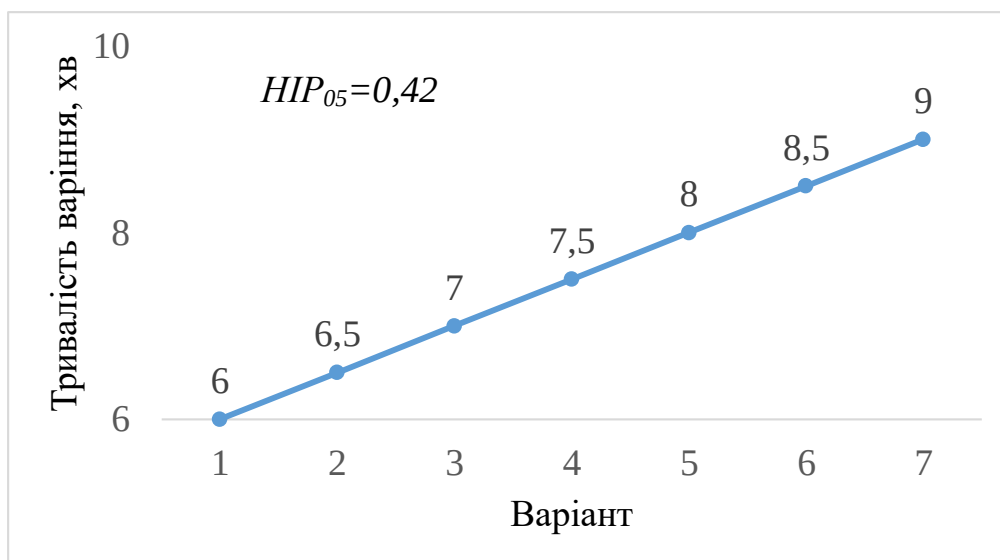


Рис. 3.3 Тривалість варіння макаронних виробів залежно від кількості борошна амарантового, хв:

1 – контроль; 2 – 2,5% борошна амарантового; 3 – 5% борошна амарантового; 4 – 7,5% борошна амарантового; 5 – 10% борошна амарантового; 6 – 12,5% борошна амарантового; 7 – 15% борошна амарантового.

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

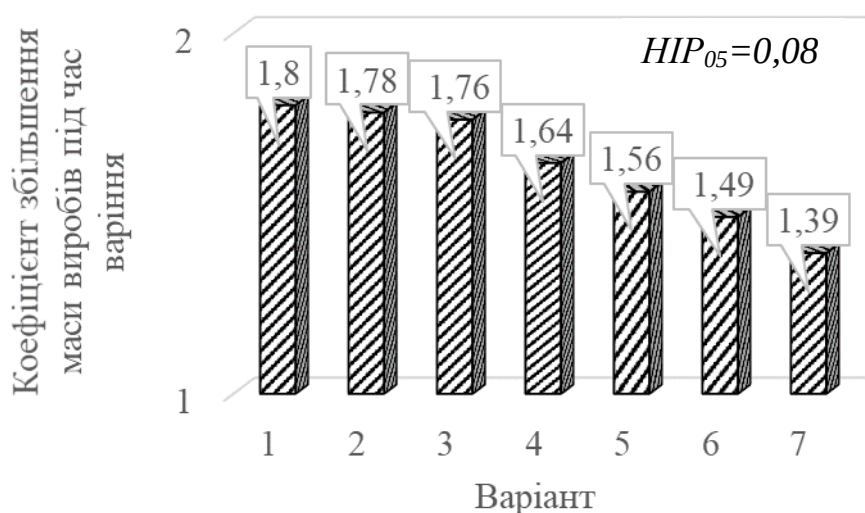


Рис. 3.4 Коефіцієнт збільшення маси виробів під час варіння залежно від кількості борошна амарантового:

1 – контроль; 2 – 2,5% борошна амарантового; 3 – 5% борошна амарантового; 4 – 7,5% борошна амарантового; 5 – 10% борошна амарантового; 6 – 12,5% борошна амарантового; 7 – 15% борошна амарантового.

Найбільший цей показник у варіанті контроль 1,8%, а найменший при внесенні 15% борошна амарантового – 1,39%, що на 27% менше порівняно із контролем, що, ймовірно, пов'язано з щільною структурою борошна амарантового і низькою його водопоглинальною здатністю.

Для макаронних виробів важливим показником є кількість сухих речовин, що перейшли у варильну воду. На вимогу стандарту для макаронних виробів із хлібопекарського борошна показник сухої речовини повинен становити не більше 6,0–9,0 %. У наших дослідженнях всі вироби з добавками вміст сухої речовини у варильній воді у всіх варіантах відповідає встановленим вимогам. Найменше (6,0 %) сухої речовини переходить у варильну воду у варіанті контроль. Як показали наші дослідження, всі добавки знижують втрати сухої речовини з варильною водою не істотно, порівняно з контрольним варіантом.

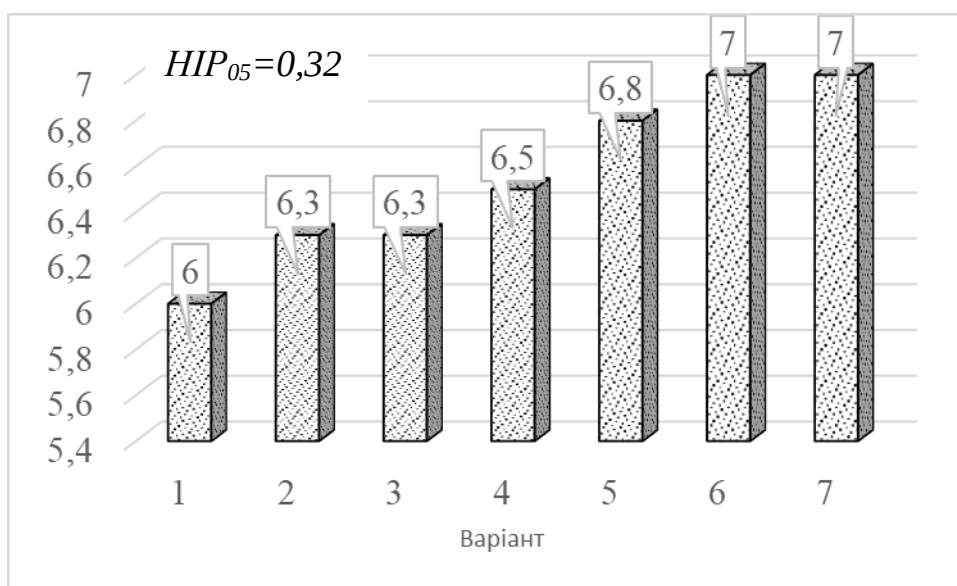


Рис. 3.5 Кількість сухих речовин, що перейшли у варильну воду, %:

1 – контроль; 2 – 2,5% борошна амарантового; 3 – 5% борошна амарантового; 4 – 7,5% борошна амарантового; 5 – 10% борошна амарантового; 6 – 12,5% борошна амарантового; 7 – 15% борошна амарантового.

Показники кулінарної якості змінювались залежно від кількості борошна амарантового (табл. 3.1). Слід відзначити, що колір макаронів до варіння змінювався від кремового без добавляння борошна амарантового до коричневого

за добавляння 15 % його борошна (додаток А, рис. А1). Після варіння кремовий і коричневий колір макаронів не змінювався. При цьому макарони добре тримали форму після варіння – 7 бала. Добавляння борошна амарантового не впливало на форму макаронів після варіння. Проте коефіцієнт розварювання зі збільшенням кількості борошна амарантового знижувався.

Таблиця 3.1

Кулінарна якість макаронів залежно від кількості борошна амарантового

Варіант досліджу	Колір макаронів		Збереження форми, бал	Коефіцієнт розварювання за	
	до варіння	після варіння		масою	об'ємом
Контроль	кремовий	кремовий	7	2,32	1,95
2,5	кремовий	кремовий	7	2,29	1,86
5,0	світло-коричневий	світло-коричневий	7	2,25	1,82
7,5	світло-коричневий	світло-коричневий	7	2,20	1,79
10,0	світло-коричневий	світло-коричневий	7	2,18	1,75
12,5	коричневий	коричневий	7	2,15	1,66
15,0	коричневий	коричневий	7	2,12	1,64
<i>НІР₀₅</i>	—	—	1	0,10	0,09

Встановлено, що з підвищенням кількості борошна амарантового споживний запах і смак макаронів знижувався (табл. 3.2). Найвищою була кулінарна оцінка за добавляння 2,5–7,5 % борошна амарантового. Слід відзначити, що запах і смак амаранта був відсутнім за добавляння 2,5 % борошна амарантового. За добавляння 5,0 % борошна амарантового смак амаранта був відсутнім, а його запах на рівні 7,2 бала.

Таблиця 3.2

Запах і смак макаронів залежно від кількості борошна амарантового

Варіант досліджу	Запах	Смак	Запах	Смак
	споживний		амаранта	
Контроль	9,0	9,0	9,0	9,0
2,5	8,8	9,0	9,0	9,0
5,0	8,5	8,9	7,2	9,0
7,5	8,2	8,9	5,3	7,2
10,0	6,2	7,7	5,0	5,4
12,5	6,0	7,0	5,0	5,0
15,0	5,8	6,2	3,1	3,2
<i>HIP₀₅</i>	0,4	0,5	0,3	0,3

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 2,5–7,5 % борошна амарантового кулінарна якість була дуже високою. За добавляння 10,0–15,0 % борошна амарантового кулінарна якість була середньою.

Враховуючи високу кулінарну якість (8,2–8,9 бала) за добавляння 7,5 % борошна амарантового, для споживачів, які надають перевагу амарантовим продуктам, можна рекомендувати вищий вміст такого борошна. Отже, в технології виробництва макаронів з амарантовим продуктами допустимо добавляти 2,5–5,0 % борошна амарантового. Крім цього, можливе підвищення кількості борошна амарантового до 7,5 %.

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

Встановлено, що основними факторами, що впливають на показники якості макаронних виробів збагачених борошном амарантовим, є:

X_1 – кількість пшеничної крупки, %;

X_2 – кількість борошна амарантового, %;

X_3 – кількість води, %.

Межі зміни вхідних факторів наведені в таблиці 3.3.

Вихідними критеріями оптимізації були:

Y_1 – вологість виробів макаронних, %;

Y_2 – органолептична оцінка виробів макаронних, бал.

Таблиця 3.3

Межі зміни вхідних 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 борошном амарантовим. Встановлено, що борошно амарантове відіграє має великий вплив на вологість печива та його органолептичну оцінку.

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

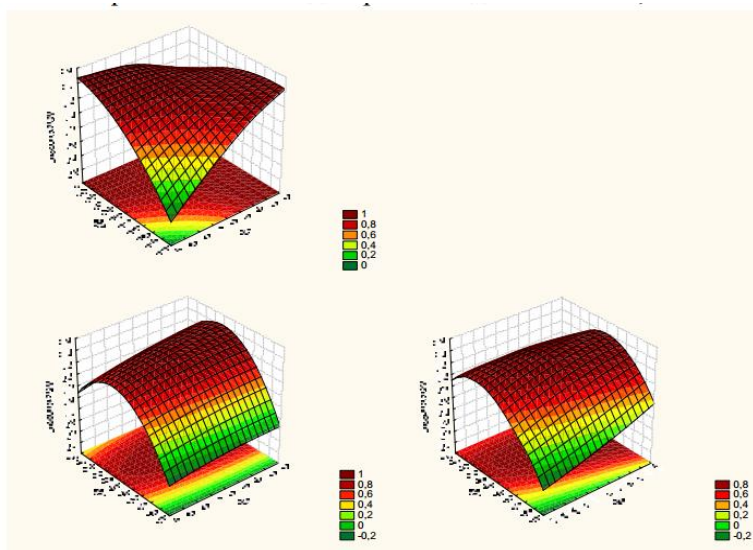


Рис. 3.6 Области рівних значень функції бажаності розглянутих факторів (вологість виробів макаронних)

З рисунку 3.7, видно, що органолептична оцінки виробів макаронних зменшується при додаванні борошна амарантового в кількості 7,5–15,0 %.

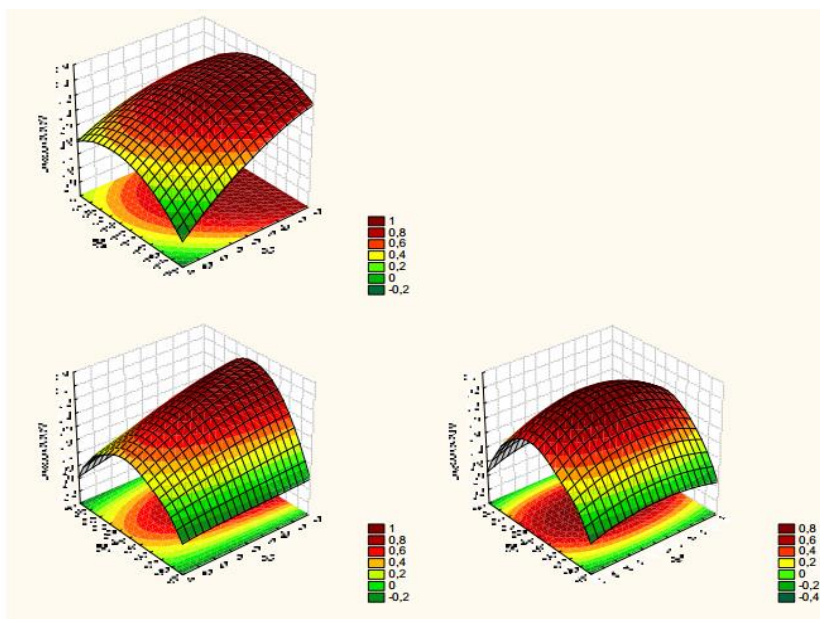


Рис. 3.7 Области рівних значень функції бажаності розглянутих факторів (органолептична оцінки виробів макаронних)

Отже, що оптимальними межами зміни факторів є додавання борошна амарантового в кількості 2,5–5,0 % до маси пшеничної крупки.

Згідно даних представлених у табл. 3.4 встановлено, що при внесенні амарантового борошна в кількості 5 % харчова цінність макаронних виробів

зростає за окремими компонентами: вуглеводи, що не засвоюються в 29 разів, мінеральних речовин: заліза – 140 %, кальцію – 33 %, магнію – 22 % ; вітаміну В1 – 12 %, вітаміну РР – 7%. Виявлено зниження кількості засвоюваних вуглеводів на 3,5 % та енергетичної цінності – на 8 ккал.

При вживанні 100 г макаронних виробів з додаванням амарантового борошна в кількості 5 % задовольняється добова потреба дорослої людини в білках на 12,6 %, жирах – на 1,05 %, засвоюваних вуглеводах – на 17,1 %, незасвоюваних вуглеводах, 6 %, мінеральних речовинах – до 28 %, вітаміні В1 – на 11 %, вітаміні В2 – на 5 %, вітаміні РР – на 7,9 %, енергії – на 11,5 %.

Згідно з визначеннями викладеними у ДСТУ 4518-2008 «Продукти харчові функціональні» функціональним є харчовий продукт для систематичного вживання, що містить фізіологічно функціональний харчовий інгредієнт, що задовольняє добову фізіологічну потребу в ньому від 10 до 50 %. Макаронні вироби з додаванням амарантового борошна в кількості 5 % забезпечують добову потребу у харчових волокнах на 11,6 %.

Таким чином, встановлено, що амарантове борошно доцільно використовувати для підвищення харчової цінності макаронних виробів та надання їм функціональних властивостей за рахунок збагачення функціональними інгредієнтами: харчовими волокнами, мінеральними речовинами та вітамінами.

Таблиця 3.4

Харчова цінність макаронних виробів

Найменування показників	Добова норма	Хімічний склад макаронних виробів з:			
		пшеничного борошна, без добавок		пшеничного борошна з додаванням амарантового борошна 5% в 100 г продукту	
		Добова норма, % в 100 г продукту	Добова норма, %	Добова норма, % в 100 г продукту	Добова норма, %

Вода, г	1750 – 2200	13,0	5,9 – 7,4	13,0	5,9 – 7,4
Білки, г	85	10,8	12,7	10,7	12,6
Жири, г	102	1,1	1,1	1,07	1,05
Вуглеводи засвоювані, г	382	67,7	17,7	65,3	17,1
Вуглеводи незасвоювані, (харчові волокна)	25	0,1	0,4	2,9	11,6
Na, мг	4000	3	0,08	10,7	0,3
K, мг	2500	123	4,9	125,8	5,04
Ca, мг	800	21	2,6	28,3	3,5
Mg, мг	400	16	4,0	19,6	4,9
P, мг	1200	81	6,8	81,9	6,8
Fe, мг	14	1,6	11,4	3,9	27,9
B 1	1,7	0,17	10,0	0,19	11,2
B 2	2,0	0,1	5,0	1.1	5,0
PP	19,0	1,4	7,4	1,5	7,9
Енергетична цінність, ккал	2775	326	11,8	318	11,5

РОЗДІЛ 4

Для виготовлення макаронних виробів використовують поточно-механізовані та повністю автоматизовані технологічні лінії, які включають такі технологічні операції: зберігання харчової сировини, підготовка її до виробництва, приготування тіста, формування сирих виробів, їх оброблення, сушіння, стабілізація та пакування готових виробів (рис. 4.1).

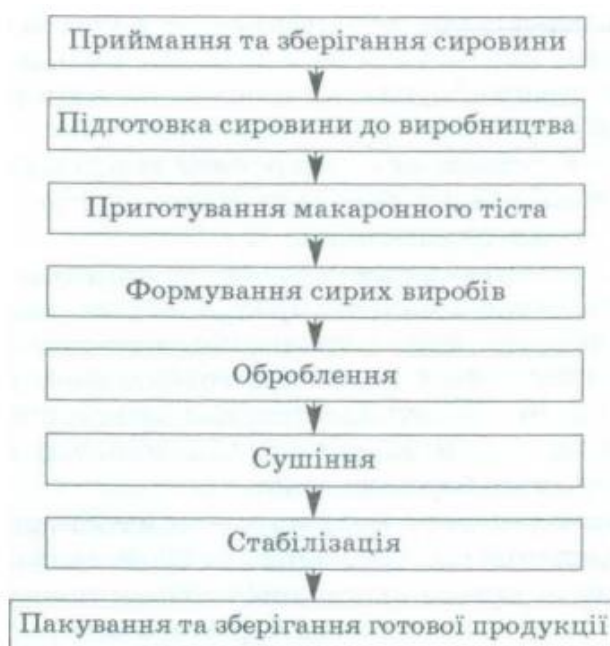


Рис. 4.1. Принципово-технологічна схема виробництва макаронів

Борошно, яке надходить на виробництво просіюють та пропускають через магнітний сепаратор для видалення металоманітних домішок і зважують на вагах. Іноді борошно різних партій, але одного сорту змішують для поліпшення його технологічних властивостей. Вода на макаронні фабрики надходить із міської мережі чи з артезіанської свердловини.

Тісто має найпростішу рецептуру (найбільше виробів виготовляється з борошна і води), не містить хімічних розпушувачів і не бродить. Воно має низьку вологість 28,0–32,5% після замішування становить незв'язану крихтоподібну масу, а після пресування утворює зв'язане щільне тісто. Приготування макаронного тіста включає такі операції: дозування компонентів, замішування тіста, підготовка до формування, яка полягає у вакуумуванні й

обробленні тиском шляхом пресування.

Усі ці операції на сучасних технологічних лініях здійснюються у шнекових макаронних пресах різних конструкцій. Рівномірне зволоження макаронного тіста досягається завдяки безперервній подачі борошна тонким шаром і води у вигляді найдрібніших цівок або брызок. Дозування борошна здійснюється шнековими дозаторами, дозування води – дисковими дозаторами.

Подача борошна і води регулюється зміною частоти обертання вала дозаторів. На першій стадії замішування у макаронному тісті відбуваються такі процеси: змішування компонентів і механічне захоплення повітря, змочування частинок борошна, колоїдні та ферментативні процеси.

Змішування компонентів здійснюється за рівномірного зволоження з утворенням крихтоподібного тіста. Під час замішування забезпечуються рівномірний розподіл компонентів у тісті та його оптимальні фізичні властивості.

Це досягається зміною тривалості й інтенсивності замішування. За вологістю тіста розрізняють три типи замісу: твердий заміс – вологість 28–29%, середній заміс – 29,1–31%, м'який – 31,1–32,5 %. Найпоширенішим є середній заміс. Тісто у цьому разі утворюється дрібногрудкувате, добре заповнює витки шнека, вироби після пресування добре зберігають форму, не мнуться і не злипаються навіть за розкладання в кілька шарів. За м'якого замісу тісто пластичне, легше формується, вироби мають гладеньку поверхню, але довше сушаться. Залежно від технологічних вимог розрізняють: холодний заміс тіста – температура води до 300°C, теплий заміс – температура води 55–65°C, температура тіста у цьому разі становить 35–40°C; гарячий заміс – температура води 75–85°C, температура тіста не повинна перевищувати 55°C.

Підготовка тіста до формування характеризується вакуумуванням та пресуванням. Основною метою цих операцій є одержання щільного тіста, без повітряних включень, достатньої міцності. Тісто ущільнюється у шнековій камері преса завдяки механічному тиску з боку гвинтової лопатки шнека, стає пружно-пластичною і в'язкою масою, звільняється від включень повітря. Цьому

сприяє також вакуумування тіста. Процес вакуумування здійснюється двома способами: у шнековій камері під час пресування або в тістозмішувачах, найчастіше в третьому та другому коритах. Вакуумування тіста в тістозмішувачах є ефективнішим, оскільки дає змогу краще видалити повітря. Завдяки вакуумуванню досягається значний технологічний ефект: зростає міцність виробів, зменшується вміст лому і крихти, кількість мікротріщин, поліпшуються колір виробів, стан поверхні, скловидність, знижуються втрати сухих речовин у варильну воду. Оптимальний режим вакуумування передбачає досягнення залишкового тиску 10–40 кПа, тривалість вакуумування 5–7 хв. Формування макаронних виробів проводять двома способами: шляхом пресування (цим способом формується 98% виробів) та штампуванням. Останній спосіб також пов'язаний із пресуванням – спочатку випресовується тістова стрічка, в якій виштамповуються вироби фігурної форми, наприклад «бантики».

Під час формування виробів пресуванням тісто нагнітається шнеком у головку преса (передматричну камеру). Основним робочим органом, що визначає форму виробів, є матриця. Матриці можуть бути круглими – диск завтовшки 2–6 см із отворами різної форми, або тубусними – прямокутної видовженої форми. Форма отворів матриці визначає вид і тип готової продукції.

Найбільш відповідальним технологічним процесом виготовлення макаронних виробів є сушіння, яке суттєво впливає на якість продукції. Під час сушіння вологість макаронних виробів зменшується з 28,0–32,0% до 12,0–13,0%, форма їх фіксується, вони набувають міцності і можуть довго зберігатися.

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 застосовуються такі методи:

- 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 зберігаються на стелажах або у шафах.

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

Моделювання небезпечних ситуацій

На рисунку 4.1 наведено модель процесу виникнення небезпечної ситуації (НС) в лабораторії під час виробництва макаронів.

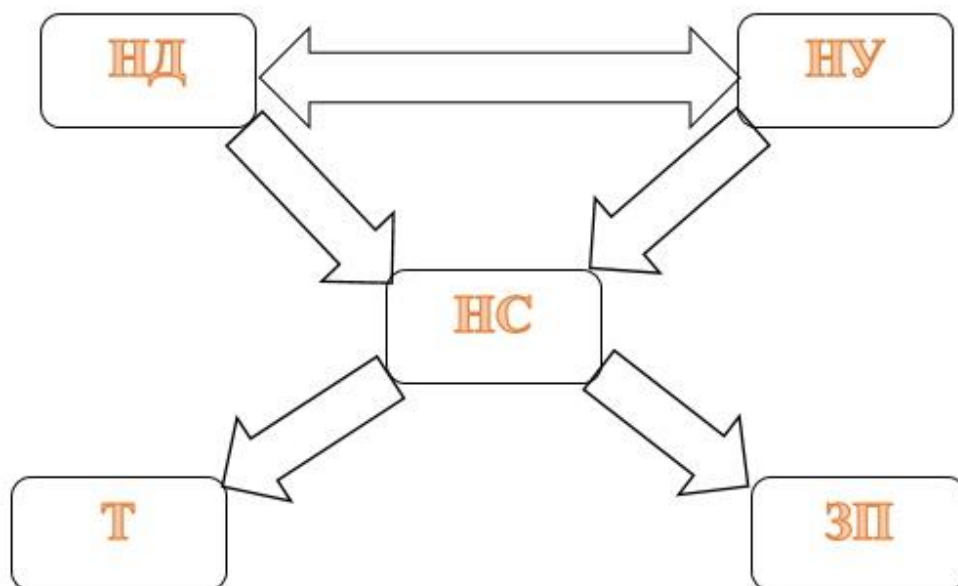


Рис. 5.1 Модель небезпечної ситуації під час виробництва макаронів

Макаронні вироби з додаванням борошна амарантового 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 борошном амарантовим.

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. 4.1.

Таблиця 4.1

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 борошном амарантовим	10	250	2500	320	800

Техніко–економічні показники виробництва представлені в таблиці 4.2. Отже, при додаванні 2,5–5,0% борошна амарантового при виробстві макаронів

термін окупності капіталовкладень становить 1,3 роки з рівнем рентабельності 19,2 %.

Таблиця 4.2

Техніко–економічні показники виробництва

Найменування показника	Вироби макаронні збагачені борошном амарантовим
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	1,3

ВИСНОВКИ

1. За проведеним оглядом літературних джерел встановлено, що борошно амарантове має високий вміст високий вміст білка, клітковини вітамінів і мінеральних речовин.

2. В результаті проведених досліджень встановлено, що вологість виробів макаронних змінювалась залежно від вмісту борошна амарантового і становила 9,2–10,9 %.

3. Найбільша кислотність макаронних виробів була при додаванні 15% борошна амарантового та становила 3,6 град, найменша у варіанті контроль – 1,6 град. У решти варіантах кислотність коливалась в межах 1,5–3,7 град.

4. Тривалість варіння виробів макаронних до готовності коливалась в межах 6,0–9,0 хв залежно від кількості доданого борошна амарантового.

5. Коефіцієнт збільшення маси виробів при внесенні добавки зменшується. Найбільший цей показник у варіанті контроль 1,8%, а найменший при внесенні 15% борошна амарантового – 1,39%, що на 27% менше порівняно із контролем, що, ймовірно, пов'язано з щільною структурою борошна амарантового і низькою його водопоглинальною здатністю.

6. На вимогу стандарту для макаронних виробів із хлібопекарського борошна показник сухої речовини повинен становити не більше 6,0–9,0 %. У наших дослідженнях всі вироби з добавками вміст сухої речовини у варильній воді у всіх варіантах відповідає встановленим вимогам. Найменше (6,0 %) сухої речовини переходить у варильну воду у варіанті контроль. Як показали наші дослідження, всі добавки знижують втрати сухої речовини з варильною водою не істотно, порівняно з контрольним варіантом.

7. Показники кулінарної якості змінювались залежно від кількості борошна амарантового. Слід відзначити, що колір макаронів до варіння змінювався від кремового без добавляння борошна амарантового до коричневого за добавляння 15 % його борошна. Після варіння кремовий і коричневий колір макаронів не змінювався. Світло-коричневий колір після варіння змінився на

коричневий. При цьому макарони добре тримали форму після варіння – 7 бала. Добавляння борошна амарантового не впливало на форму макаронів після варіння. Проте коефіцієнт розварювання зі збільшенням кількості борошна амарантового знижувався.

8. Враховуючи високу кулінарну якість (8,2–8,9 бала) за добавляння 7,5 % борошна амарантового, для споживачів, які надають перевагу амарантовим продуктам, можна рекомендувати вищий вміст такого борошна. Отже, в технології виробництва макаронів допустимо добавляти 2,5–5,0 % борошна амарантового. Крім цього, можливе підвищення кількості борошна амарантового до 7,5 %.

9. При додаванні 2,5–5,0% борошна амарантового при виробстві макаронів термін окупності капіталовкладень становить 1,3 роки з рівнем рентабельності 19,2 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В результаті проведених досліджень було створено новий натуральний продукт – макарони з додаванням борошна амарантового, який містить безліч різних корисних компонентів та має високі органолептичні показники.

На макаронних підприємствах рекомендовано додавати борошно амарантове в кількості 2,5–5,0 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бедрій Я. І. Основи охорони праці: навчальний посібник для студентів ВНЗ. Навчальна книга – Богдан. Тернопіль. 2013. 144 с.
2. Білічук, А. В. Шляхи розширення асортименту макаронних виробів профілактичного призначення. Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2008. № 2. С. 30–32.
3. Білічук А.В. Шляхи розширення асортименту макаронних виробів профі-лактичного призначення Хлібопекарська і кондитерська промисловість України.2012. № 2. С. 30–32.
4. Верешко Н. В., Набоков Д. О. Макаронні вироби з підвищеним вмістом каротиноїдів. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. 2011. Вип. 40 (1). С. 179–182.
5. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Мотрич М. М.Охорона праці в галузі. Харчові технології. ЦУЛ. 2020. 376 с.
6. Головка М.П., Чуйко М.М. Вивчення показників якості макаронних виробів із додаванням напівфабрикату кісткового харчового. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2011. Вип. 1. С. 15–21.
7. Голікова Т.П., Орлова О.О. Макаронні вироби з порошком глоду. Патент на корисну модель No 13495. 2017.
8. Головка М.П., Пак А.О., Чуйко М.М. Вивчення гігроскопічних властивостей макаронних виробів, збагачених біоорганічними сполуками кальцію. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2011. Вип. 2. С. 245–250.
9. Гопцій Т. Амарант – культура великих можливостей. Пропозиція. 1997. №10 С. 18–19.
10. Гопцій Т.І. Амарант: біологія, вирощування, перспективи використання, селекція. Харків. 1999. 273 с.

11. Гордієнко, Г. С. Макаронні вироби з функціональними властивостями. Хлібний бізнес. 2012. № 2. С. 62–64.
12. Грибков С. В. Розроблення системи підтримки прийняття рішень для управління макаронним виробництвом: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.06 / Грибков Сергій Віталійович; Національний університет харчових технологій. Київ, 2013. 18 с.
13. Гревцева Н. В., Набоков Д. О. Дослідження механізму взаємодії овочевих кріопаст з компонентами макаронного тіста. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2015. Т. 21. № 5. С. 179–184.
14. Головка М. П., Чуйко М. М. Перспективні шляхи просування на ринок нового виду макаронних виробів, збагачених кальцієм. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2010. Вип. 2 (12). С. 244–249.
15. Гопцій Т.І. та інш. Амарант білонасінний (*A. hypochondriacus*) як вихідний матеріал в селекції зернового амаранту. Вісн. Харків. нац. аграрн. ун-ту. Серія Рослинництво, селекція і насінництво, овочівництво. 2009. № 7. С. 75–80
16. Давидова О.Ю. Організація виробництва (харчова промисловість). 2021. 266 с.
17. Дюкарева Г. І., Стьопін Р. О. Вплив овочевих та ягідних порошків на якість макаронних виробів. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2013. Ч. 2. Вип. 1 (17). С. 122–128.
18. Дуда О. Амарант – культура для фермерів або агрохолдингів? URL: <https://latifundist.com/blog/read/2186-amarant-kultura-dlya-fermerov-ili-agroholdingov> (дата звернення: 18.01.2023).
19. ДСТУ 7043:2020 Вироби макаронні. Загальні технічні умови. Чинний від 2021-01-01. Київ : УкрНДНЦ, 2020. III, 12 с. : табл. (Національний стандарт України). Бібліогр.: с. 11.
20. ДСТУ 7348:2013 Вироби макаронні. Правила приймання і методи

визначання якості Чинний від 2012-08-22. Київ : УкрНДНЦ, 2013. III, 14 с.: табл. (Національний стандарт України). Бібліогр.: с. 13

21. Економіка й організація інноваційної діяльності: підручник. [О.І.Волков, М.П. Денисенко, А.П.Гречан та ін.]. Під ред.. проф.. О.І. Волкова, проф. М.П. Денисенка. К.: ВД «Професіонал». 2004. 960 с.

22. Одарченко М. С., Степанова В. І. Основи охорони праці: підручник. Харків. 2017. 334 с.

23. Патент України на корисну модель № 37166 Україна, МПК А 21 С 15/00. Пристрій для визначення міцності макаронних виробів / М. М. Чуйко, А. М. Чуйко, В. О. Захаренко, М. П. Головка, Н. В. Верешко, Р. Я. Томашевська (Україна). № 200804152; заявл. 02.04.2008; опубл. 25.11.2008, Бюл. № 22. 4 с.

24. Патент України на корисну модель № 36005 Україна, МПК А 21 С 15/00, G 01 N 3/10. Пристрій для визначення міцності фігурних макаронних виробів / М. М. Чуйко, А. М. Чуйко, В. О. Захаренко, В. М. Михайлов, М. П. Головка, Н. В. Верешко (Україна). № 200806114; заявл. 12.05.2008; опубл. 10.10.2008, Бюл. № 19. 4 с.

25. Павлоцька Л. Ф., Дуденко Н. В., Левітін Є. Я. Фізіологія харчування: підручник. Суми: Університетська книга, 2011. 473 с.

26. Попова Л. О., Мітяєва Т. Л. Дослідження сегментів ринку вермішелі та локшини швидкого приготування в Україні. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг. 2011. Вип. 1 (13). С. 645–650.

27. Рожно О. В., Юрчак В. Г. Створення безглютенових макаронних виробів сприятиме забезпеченню населення України дієтичною продукцією. Хлебный и кондитерский бизнес. 2016. № 10 (43). С. 27–28.

28. Калина В. С., Гола А. В. Макаронні вироби на основі клітковини гречаної Вісник НТУ "ХПІ" № 45 (1321). 2018. С. 160–165.

29. Калина, В. ., Родигін , О. . (2022). МАКАРОННІ ВИРОБИ З АМАРАНТОВОГО БОРОШНА. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, (3(13), 57–62. <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2022.03.09>

30. Карпик Г. В. Удосконалення технології макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами: дис... канд. техн. наук: 05.18.01 / Карпик Галина Вікторівна; Національний університет харчових технологій. Київ, 2014. 205 с.
31. Карпик Г. В. та інш. Технологічна характеристика висівок різної дисперсності та їхній вплив на якість макаронних виробів. Хранение и переработка зерна. 2013. № 8. С. 48–50.
32. Карунський О. Й., Стрілець А. В. Хімічний та амінокислотний склад амаранту. Вісн. держ. агроєколог. ун-ту. 2008. № 2 (23). С. 190–192.
33. Карпик Г. В., Юрчак В. Г., Гордієнко Я. О. Використання пектинів для поліпшення якості макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. Одеса : ОНАХТ. 2012. Т. 1. Вип. 42. С. 242–246.
34. Ковбасюк П. Амарант в інтенсифікації кормовиробництва. Пропозиція. 2002. № 10. С. 38–39.
35. Котов Н.Т., Мірошніченко Л.А., Шаталов Є.П. Кормова культура – амарант. Сучасні аграрні технології. 2012. № 10. С. 14–21.
36. Рожно О.В. Розробка технології безглютенових макаронних виробів : авто-реф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 «Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів» ; Національний університет харчових технологій. Київ, 2018. 22 с.
37. Ринок макаронних виробів в Україні: гості з Європи можуть відчувати себе як вдома. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/rynok-makaronnyh-izdelij-v-ukraine-gosti-iz-evropy-mogut-chuvstvovat-sebya-kak-doma>
38. Сенсорна характеристика цільнозернових та овочевих макаронних виробів. Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі / О.О. Горячова та ін. 2018. № 1 (85). С. 104–113.
39. Мазаракі А.А., Пересічний М.І., Кравченко М.Ф. Технологія харчових про-дуктів функціонального призначення: монографія. Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2012.

40. Kalyna V., Hola A. Макаронні вироби на основі клітковини гречаної. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. 2018. № 45 (1321). С. 160–165.
41. Мартинюк, І. О. Лікувально-профілактичні властивості продуктів з амарантом. Зб. наук. праць Вінн. держ. аграр. ун-ту. 2008. № 34. С. 95–99.
42. Максимов А. М. Ефективність створення високопродуктивних сортів амаранту, як сировини для виробництва національних замінників паливо-мастильних матеріалів, а також широкого спектру харчових, фармацевтичних і кормових продуктів. Зб. наук. праць Вінн. нац. аграр. ун-ту. Серія: Сільськогосподарські науки. 2011. Вип. 9 (49). С. 166–170.
43. Саратовський В. В. Вирощування та засто-сування амаранту на Прикарпатті. Науковий вісник Українського державного лісотехнічного університету. 2004. Вип. 14.8. С. 307-313.6.
44. Чуйко М. М. Формування якості макаронних виробів, збагачених на біоорганічні сполуки кальцію : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Чуйко Марина Миколаївна; Харківський. державний університет харчування та торгівлі. Харків, 2012. 20 с.
45. Шаповаленко О. І, Корж Т. В, Бондар І. П., Янюк Т. І., Грюнвальд Н. В., Назар О. Вплив борошна з амаранту на якість хліба. Одеса: Національний уні-верситет харчових технологій. URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/730/3/1309.pdf> (дата звернення: 18.01.2019).
46. Шаніна О. М., Зверев В. О., Теймурова А. Т. Поліпшення кулінарних достоїнств макаронних виробів із застосуванням ферменту трансглютаміназа. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. 2013. Т. 1. Вип. 44. С. 184–189.
47. Шаповалова Н. П. Макаронні вироби у системі оздоровчого. Sword: сб. науч. трудов. Иваново: МАРКОВА А. Д. 2015. Т. 1, вып. 1 (38). С. 31–38.
48. Юрчак В. Г., Голікова Т. П. Дослідження макаронних властивостей цільнозернового пшеничного борошна. Наукові праці Національного

університету харчових технологій. 2012. № 47. С. 123–128.

49. Atteno Mariangela, et al. The enthesopathy of celiac patients: effects of gluten-free diet. *Clinical Rheumatology*. 2014. Vol. 33. № 4. P. 537–41. doi: 10.1007/s10067-014-2534-1. 2

50. Boukid F., Zannini E., Carini E., Vittadini E. Pulses for bread fortification: A necessity or a choice?. *Trends Food Sci. Technol.* 2019. 88. P. 416–428.

51. Bobryk-Mamczarz A., Kiełtyka-Dadasiewicz A., Racho 'n, L. Usefulness of Hulled Wheats Grown in Polish Environment for Wholegrain Pasta-Making. *Foods*. 2021. 10. P. 458–465.

52. Bchir B. Date, Apple, and Pear By-Products as Functional Ingredients in Pasta: Cooking Quality Attributes and Physicochemical, Rheological, and Sensorial Properties. *Foods* 2022. 11. P 1393–1399.

53. Dodi R. et all Traditional and Non-Conventional Pasta-Making Processes: Effect on In Vitro Starch Digestibility. *Foods*. 2021. 10. P. 921–928.

54. Dziki D. Current trends in enrichment of wheat pasta: Quality, nutritional value and antioxidant properties. *Processes* 2021. 9. P. 1280–1286.

55. Fradinho P., Sousa I., Raymundo A. Functional and thermorheological properties of rice flour gels for gluten- free pasta applications. *International Journal of Food Science & Technology*. 2018. Vol. 54. № 4. P. 1109– 1120. doi: 10.1111/ijfs.14001.

56. Marti A., Pagani M. A. What can play the role of gluten in gluten free pasta?. *Trends in Food Science & Technology*. 2013. Vol. 31. № 1. P. 63–71. doi: 10.1016/j.tifs.2013.03.001.

57. Gimenez M. A., Gonzalez R. J., Wagnerc J., Torres R., Lobo M. O., Samman N. C. Effect of extrusion conditions on physicochemical and sensorial properties of cornbroad beans (*Vicia faba*) spaghetti type pasta. *Food Chemistry*. 2013. № 136. P. 538-545.

58. Marti Alessandra, et al. Cooking behavior of rice pasta: Effect of thermal treatments and extrusion conditions. *LWTFood Science and Technology*. 2013. Vol.

54. № 1. P. 229- 235.

59. Martinez Cristina S., et al. Effect of amaranth flour (*Amaranthus mantegazzianus*) on the technological and sensory quality of bread wheat pasta. *Food Science and Technology International*. 2014. Vol. 20. № 2. P. 127-135.

60. Kahlon T. S., Chiu M.-C. M. Teff, Buckwheat, Quinoa and Amaranth: Ancient Whole Grain Gluten-Free Egg-Free Pasta. *Food and Nutrition Sciences*. 2015. Vol. 06. № 15. P. 1460–1467. doi: 10.4236/fns.2015.615150.

61. Sindhu R., Khatkar B. S. Thermal, structural and textural properties of amaranth and buckwheat starches. *Journal of Food Science and Technology*. 2018. Vol. 55. № 12. P. 5153–5160. doi: 10.1007/s13197-018-3474-6.

62. Padalino L., Conte A., Del Nobile M. Overview on the General Approaches to Improve Gluten-Free Pasta and Bread. *Foods*. 2016. Vol. 5. № 4. P. 87. doi: 10.3390/foods5040087.

63. Nardo A. E. et al. Amaranth as a Source of Antihypertensive Peptides. *Frontiers in Plant Science*. 2020. Vol. 11. doi: 10.3389/fpls.2020.578631.

64. Caselato Sousa, Valéria Maria, and Jaime Amaya Farfán. State of knowledge on amaranth grain: a comprehensive review. *Journal of Food Science*. 2012. Vol. 77. № 4. P. 93- 104.

65. Lu L., Baik B.-K. Starch Characteristics Influencing Resistant Starch Content of Cooked Buckwheat Groats. *Cereal Chemistry Journal*. 2015. Vol. 92. № 1. P. 65–72.

66. Tarnopolsky M.A., MacDougall J.D., Atkinson S.A. Influence of protein intake and training status on nitrogen balance and lean body mass. *J. Appl. Physiol*. 2008. 64. P. 187–193.

67. Verardo V. et al. Development of functional spaghetti enriched in bioactive compounds using barley coarse fraction obtained by air classification. *J. Agric. Food Chem*. 2011. 59. P. 9127–9134.

68. Vendruscolo R.G., Fagundes, M.B., Jacob-Lopes E. Analytical strategies for using gas chromatography to control and optimize microalgae bioprocessing. *Curr. Opin. Food Sci*. 2019. 257. P. 3–81.

69. Zen C.K., Tiepo C.B.V., Silva R.V. Development of functional pasta with microencapsulated Spirulina: Technological and sensorial effects. *J. Sci. Food Agric.* 2020. 100. P. 2018–2026.
70. Zhu Fan. Buckwheat starch: Structures, properties, and applications. *Trends in Food Science & Technology.* 2016. № 49. P. 121–135.

ДОДАТКИ

Додаток А

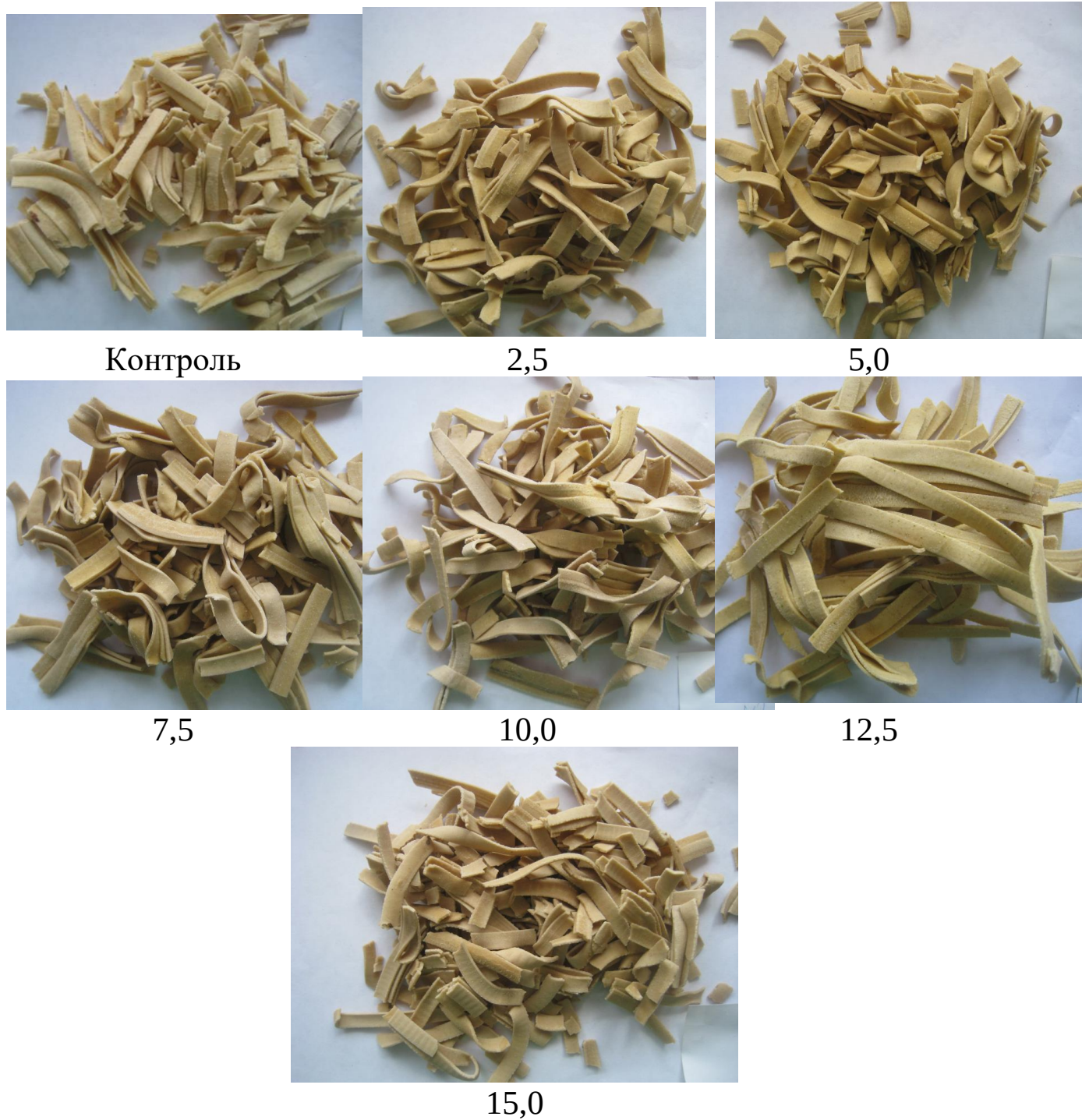


Рис. А.1 Вироби макаронні з додаванням борошна амарантового

Додаток Б

Таблиця Б.1

Період року	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна вологість (%) на робочих місцях – постійних і непостійних	Швидкість руху (м/сек.) на робочих місцях – постійних і непостійних
		Верхня межа		Нижня межа			
		На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях	На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях		
Холодний період року	Легка Іа	25	26	21	18	75	не більше 0,1
	Легка Іб	24	25	20	17	75	не більше 0,2
	Середньої важкості Іа	23	24	17	15	75	не більше 0,3
	Середньої важкості Іб	21	23	15	13	75	не більше 0,4
	Важка ІІІ	19	20	13	12	75	не більше 0,5
Теплий період року	Легка Іа	28	30	22	20	55 – при 28°С	0,2–0,1
	Легка Іб	28	30	21	19	60 – при 27°С	0,3–0,1
	Середньої важкості Іа	27	29	18	17	65 – при 26°С	0,4–0,2
	Середньої важкості Іб	27	29	15	15	70 – при 25°С	0,5–0,2
	Важка ІІІ	26	28	15	13	75 – при 24°С і нижче	0,6–0,5

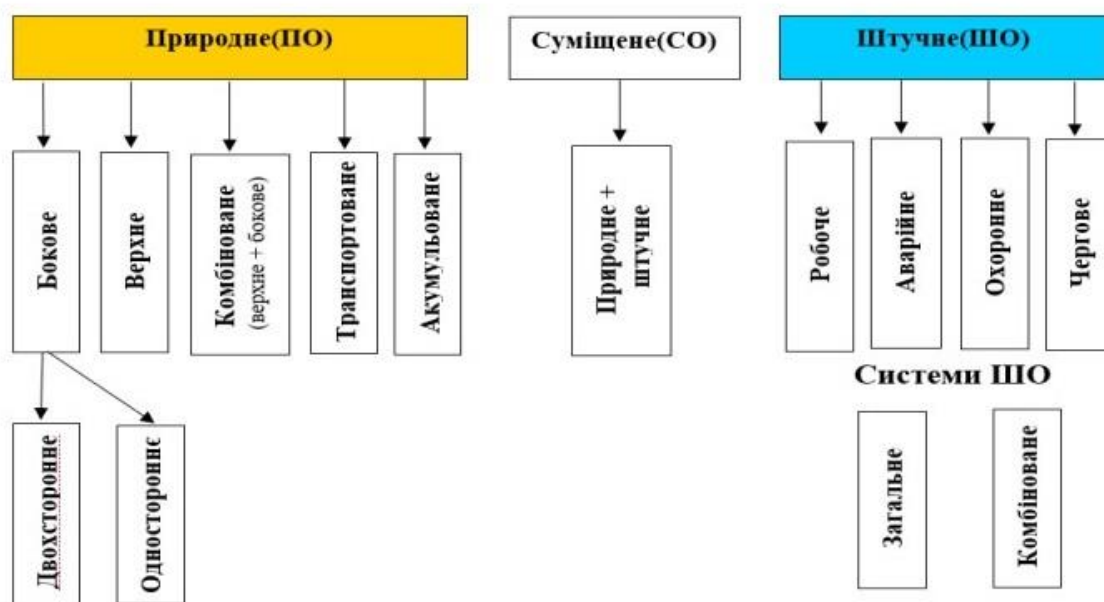


Рис. Б1 Класифікація видів і систем виробничого освітлення

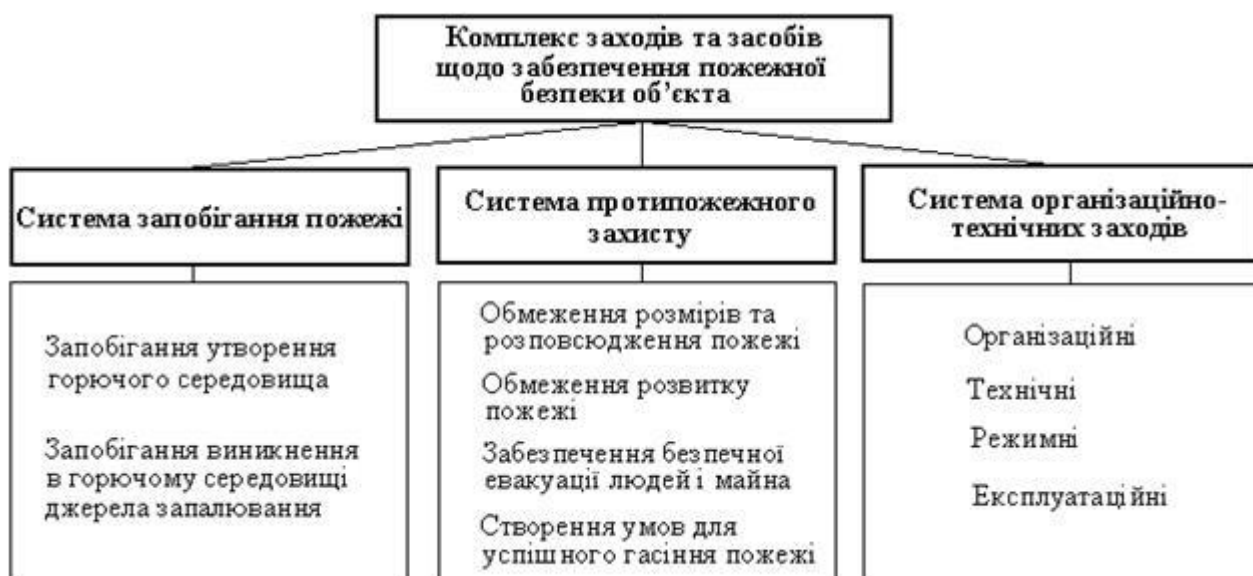


Рис. Б2 Схема комплексу заходів і засобів щодо забезпечення пожежної безпеки в лабораторії

Додаток В

Таблиця В.1

**Матеріально–технічне забезпечення виробництва макаронних виробів з
додаванням борошна габузового**

Назва сировини	Ціна, тис. грн/т	Норма витрати сировини, %	Потреба в сировині, т/рік	Вартість сировини, тис.грн/рік
Борошно пшеничне (крупка)	22	69,4	55,5	1221
Борошно амарантове	65	7,6	6,1	396,5
Вода	44,8	23,0	18,4	824,3
Разом	—	100	—	2441,8
Транспортні витрати	—	—	—	366,3
Разом	—	—	—	2808,1

Таблиця В. 2

Витрати на газ

Вид виробу	Річна виробнича потужність, т/рік	Норма витрати газу, м ³ /т	Потреба в газі, м ³ /рік	Ціна за одиницю газу, грн/м ³	Вартість газу тис.грн/рік
Вироби макаронні	800	120	96000	17,49	1679

Таблиця В.3

Витрати на електроенергію

Вид виробу	Річна виробнича потужність, т/рік	Норма витрати електроенергії, кВт×год/т	Потреба в електроенергії, кВт×год/рік	Ціна за одиницю електрое- нергії, грн/ кВт×год	Вартість електрое- нергії тис.грн/рік
Вироби макаронні	800	150	120000	5,0	600

Таблиця В.4

Витрати на воду

Вид виробу	Річна виробнича потужність, т/рік	Норма витрати води, м ³ /т	Потреба у воді, м ³ /рік	Ціна за одиницю води, грн/м ³	Вартість води тис.грн/рік
Вироби макаронні	800	0,4	320	44,8	14,3

Таблиця В.5

**Склад бригади і тарифні ставки робітників, річна загальна заробітна плата
промислово-виробничого персоналу**

Професія робочого	Професійний розряд	Кількість робочих на вироблення виробів в 1 зміну	Тарифна ставка 1 робітника за 1 год, грн.
Начальник зміни	6	1	115
Головний технолог	5	1	85
Дозувальник	4	2	85
Укладчик	3	2	75
Черговий слюсар	5	1	95
Черговий електрик	5	1	95
Експедитор	5	1	95
Вантажник	3	1	70
Разом на всіх робочих, грн			1045

Таблиця В.6

Калькуляція витрат на виробництво виробів макаронних

Статті калькуляції	Витрати на 800 т/рік	Витрати на 1 т продукції
Вартість сировини з транспортними витратами, тис. грн	2808,1	2,8
Вартість води, тис. грн.	14,3	0,14
Вартість електроенергії, тис. грн.	600	0,6
Вартість газу, тис. грн.	1679	1,67
Оплата праці робітників, тис. грн	2084,3	2,02
Страхові внески, тис. грн	2896,5	0,28
Загальнозаводські витрати, тис. грн.	10082,2	10,0
Інші витрати, тис. грн.	1008,22	1,0
Позавиробничі витрати, тис. грн.	1556,9	1,5
Повна собівартість, тис. грн.	12647,32	12,6

Таблиця В.7

Планування цін

Найменування показника	Вартість
Оптова ціна за 1 т., тис.грн.	50
Торгова націнка за 1т., тис.грн.	14,2
Роздрібна ціна за 1 т, тис.грн.	54,2
Роздрібна ціна за 1 кг, грн.	54,2

