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

РОЗРОБКА РЕЦЕПТУР ТА ОЦІНКА ЯКОСТІ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

Виконав – студент ІІ курсу, групи 21 м-тз
освітньої програми Технології зерна та зернопродуктів
спеціальності 181 «Харчові технології»
Скрипник Андрій Олександрович

Науковий керівник – кандидат техн. наук, доцент
Євчук Яна Валеріївна

УМАНЬ – 2023

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ 3
ВСТУП 4
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ 7
1.1. Обґрунтування доцільності виробництва безглютенових борошняних кондитерських виробів 7
1.2 Перспективні види сировини для виробництва безглютенових борошняних кондитерських виробів 12
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 22
РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА 30
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ 32
РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ 36
ВИСНОВКИ 38
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ 40
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 41
ДОДАТКИ 49

ANNOTATION

Skrypnyk A. O. Development of recipes and quality assessment of gluten-free flour confectionery products

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, 52 p.

An increase in the moisture content of cookies is observed with an increase in the percentage content of amaranth flour. So, in the control version, this indicator was 7.0%, when adding amaranth flour in the amount of 5% – 7.4, 10% – 7.8; 15 – 8.0; 20 – 8.2; 25 – 8.5%.

When adding amaranth flour in amounts of 5, 10, 15%, the wettability of gluten-free cookies increased and was 175.2–195.2%, which is 2.1–13.7% more compared to the control. Enrichment of gluten-free cookies with amaranth flour did not significantly affect its baking rate. Thus, baking varied between 0.42–0.48%. The cross-section thickness of gluten-free cookies enriched with amaranth flour ranged from 5.0 to 5.8 mm.

As the percentage of amaranth flour in the recipe of finished products increases, the acidity index also increases. The highest result was obtained by the sample with the addition of 25% amaranth flour (pH=1.4), but all options met the requirements of regulatory documentation.

The control sample and the one with 5% amaranth flour had the highest overall organoleptic score – 25 points. When the amount of amaranth flour increased to 10 and 15%, the overall organoleptic score decreased and amounted to 22 points. Samples with a content of 20 and 25% amaranth flour had the lowest number of points - 16 and 15 points, respectively.

Therefore, it is recommended to enrich corn cookies by adding up to 10–15% amaranth flour, as a result of which the product will be safe for people with celiac disease and enriched with protein, vitamins and minerals.

ВСТУП

Необхідність покращення рівня та тривалості життя населення підтверджує значимість вирішення проблеми забезпечення населення з аліментарно-залежними захворюваннями якісними та безпечними продуктами. Вирішення цих питань базуватиметься на розробці безглютенових продуктів харчування, життєво необхідних для дітей та дорослих з патологією, викликаною провокуванням різних імунологічних реакцій із боку шлунково-кишкового тракту

.**Обґрунтування теми дослідження.** Актуальність розробки безглютенових виробів цільового призначення також підтверджується запитом на забезпечення дітей із спадковими захворюваннями та алергіями у загальноосвітніх організаціях індивідуальним харчуванням [12].

У зв'язку з цим розробка рецептур безглютенових кондитерських виробів застосуванням борошняних композитних сумішей з полівітамінною добавкою, життєво необхідних для дітей та дорослих з патологією, спричиненою провокуванням різних імунологічних реакцій з боку шлунково-кишкового тракту, базуватиметься на споживчих перевагах

Мета і задачі дослідження. Мета досліджень – розробка рецептур та оцінка якості безглютенових борошняних кондитерських виробів .

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити задачі:

– вивчити споживчі переваги щодо безглютенових борошняних кондитерських виробів, призначених для осіб з целіакією, дослідити асортименти, представлені на вітчизняному ринку;

– обґрунтувати вибір зернових культур для борошняних композитних сумішей нових безглютенових продуктів;

– дослідити вплив різного вмісту амарантового борошна на фізико-хімічні властивості безглютенового печива;

– дослідити вплив різного вмісту амарантового борошна на органолептичні властивості безглютенового борошна;

–визначити при якому вмісті амарантового борошна виходить печиво з високими показниками якості;

– оцінити економічну ефективність виробництва ьезглютенового зпечива збагаченого амарантовим борошном.

Об'єкт дослідження – оцінка якості безглютенових борошняних кондитерських виробів.

Предмет дослідження – борошно кукурудзяне, амарантове борошно, безглютенове печиво.

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

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше проведено оцінку якості безглютенового печива з амарантовим борошном. Встановлено, що:

– показник вологості безглютенового печива змінювався залежно від вмісту амарантового борошна та становив 7,0–8,5 %;

– товщина перерізу безглютенового печива коливалась в межаз 5,0–5,8 мм;

– кислотність безглютенового печива зростала при збільшенні вмісту амарантового борошна та становила 0,8–1,4 град;

– збагачення безглютенового печива амарантовим борошном не істотно впливало на показниу його упікання (0,42–0,48%);

– за органолептичними показниками найкраще печиво отримали при додаванні 10,0 та 15,0 % амарантового 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 55 сторінках комп'ютерного тексту (з них основного тексту – 45 сторінок). Робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, що включає 62 найменування, з яких 141 латиницею та двох додатків. Робота містить 15 таблиць та 12 рисунків.

РОЗДІЛ 1
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Обґрунтування доцільності виробництва безглютенових борошняних кондитерських виробів

В даний час стрімко розвивається виробництво спеціалізованих продуктів з інгредієнтами, відсутність яких в продуктах харчування є неприйнятним за певними медичними показниками (алергени, певні види білків, олігосахариди, полісахариди тощо) [8, 15, 23].

Безглютенові продукти є одним з сегментів продовольчого ринку. Вони відрізняються тим, що не містять глютену – рослинного білка.

Безглютенової дієти повинні дотримуватися люди, які страждають хронічним розладом метаболізму, в результаті споживання глютеновмістних продуктів – целіакія, а також індивідуальна непереносимість білка злакових. Споживання глютеновмісних продуктів (пшениці, вівса, ячменю і жита) проявляється у цих людей у вигляді запалення слизової кишечнику. Тільки суворе дотримання безглютенової дієти може захистити від серйозних наслідків, які можуть бути спровоковані непереносимістю глютену [25, 36].

Виробництво функціональних і дієтичних продуктів харчування для цієї категорії населення в нашій країні розвинене на недостатньому рівні. Особливо гостро стоїть проблема забезпечення хворих на целіакію борошняними та 11 кондитерськими виробами, оскільки основним компонентом яких є пшеничне борошно, яке заборонена для вживання [4, 12, 33].

Целіакія (глютенова етеропатія) – хронічна, генетично детермінований аутоімунна Т-клітинопослідовна ентеропатія. Патогенетичною основою целіакії є розвиток атрофічних змін слизової оболонки тонкого кишечника під впливом специфічних білків ендосперму зерна зернових культур. Токсичні для пацієнтів

з целіакією є так звані проламіни. У різних крупах проламіни мають свою назву: в пшениці – гліадин, у житі – секалін, у ячмені – хордеін, у вівсі – авенін. Найвища концентрація проламінів спостерігається в пшениці, ячмені, житі [3, 9, 52, 60].

Всі токсичні для хворих на целіакії білки злакових часто називають «глютен». Єдине лікування целіакії це запобігання його ускладненням, сувора безглютенова дієта протягом усього життя. Важливий елемент дієтичної терапії для хворих на целіакію є використання в харчуванні продуктів з високою харчовою цінністю [5].

У зв'язку з цим вчені стикаються з проблема розробки безглютенових продуктів, які не тільки містять всі мікроелементи, необхідні для людського організму, але і мають гарний смак. На даний час на українському ринку такі така продукція представлена в не широкому асортименті і хворим на целіакію доводиться відмовитися від багатьох продуктів [18, 39].

Останніми роками лідируючі позиції серед сучасних гастротрендів впевнено займає продукція здорового харчування, при розробці якої науковці та виробники намагаються максимально враховувати збалансованість раціону у співвідношенні основних нутрієнтів: білків, жирів, вуглеводів, мікро- та макроелементів, вітамінів, зменшити частку цукру та солі і збільшити кількість харчових волокон у готовій продукції [10, 45].

Крім того, враховують те, що споживачі закладів ресторанного господарства особливу увагу звертають на наявність в асортименті продукції вегетаріанських, безглютенових і безлактозних страв чи виробів [21].

Печиво є улюбленими кондитерськими виробами більшості українців, адже їм властиві привабливий зовнішній вигляд, солодкий смак і приємний аромат. Саме тому вони займають вагоме місце в асортименті кафе-кондитерських, кафе-пекарень, десерт-барів, кількість яких на ринку ресторанного господарства, незважаючи на воєнний стан, лише зростає [13, 40, 44, 53].

У середньому на 100 грамів печива, виготовлених за класичною рецептурою, припадає близько 54 грами вуглеводів, 19 грамів жирів, які представлені насиченими тваринними жирами та 6,5 грама білків. Калорійність – 416 ккал на 100 г виробу, що складає 20% від денної норми. Також з точки зору нутриціології та раціонального збалансованого харчування кекси не можуть бути виробами щоденного вжитку, адже для них характерна низька біологічна цінність через низький вміст білків, харчових волокон, вітамінів і мікроелементів. Вживання таких виробів на постійній основі може призвести до ряду проблем із здоров'ям: розвитку серцево-судинних захворювань, проблем із шлунком, шкірою, ожиріння. Крім того, наявність у рецептурному складі кексів пшеничного борошна обмежує їх споживання людьми хворими на целіакію [47, 56, 61].

Раніше вважалось, що целіакія – це дуже рідкісне захворювання, на яке хворіють тільки діти. Після того, як всередині XIX ст. з'явилась можливість діагностики целіакії за допомогою спеціальних серологічних досліджень крові, уява про це захворювання суттєво змінилась. Встановлено, що целіакія (глютенова ентеропатія) – достатньо розповсюджене захворювання серед різних груп населення. Ця патологія зустрічається не тільки в дітей, але й у дорослого населення [27, 33, 49].

Целіакія часто виявляється протягом перших двох років життя дитини, післявведення в їжу глютенсодержащих продуктів. Це так звана "класична" форма целіакії. Клінічними симптомами є хронічна діарея, стеаторея, блювання. Однак найбільш небезпечна «латентна» форма целіакії, при якій вищевказані симптоми практично не виявляються, але нормальне функціонування організму порушується аналогічно [7, 15, 29].

Цеалікая це хвороба генетична, отже, вилікувати її неможливо. Єдиним способом поліпшити стан хворого є дотримання довічної безглютенової дієти. Необхідно виключити з раціону всі глютенсодержащие продукти. Небезпека

представляє той факт, що речовини, що містять глютен (пшеничне борошно, суха клейковина), використовуються в багатьох продуктах харчування як харчових добавок з метою поліпшення якості. Тому асортимент продуктів для людей, які страждають на целіакію, дуже обмежений [1, 14, 57].

Оскільки єдиним ефективним методом лікування та профілактики захворювання є дотримання дієти, то одним з актуальних напрямів для закладів ресторанного господарства залишається розробка безглютенових кондитерських виробів [23, 24].

Отже, печиво належать до виробів, в рецептурі яких доцільно замінити пшеничне борошно на альтернативні його види, збагатити білком, зменшити, наскільки це можливо, вміст жирів і цукру та з урахуванням рецептурних компонентів удосконалити їх технологію.

Доцільність використання рисового, гречаного та кукурудзяного борошна в технології бісквітів була доведена рядом досліджень, в яких автори стверджують, що внесення до рецептури рисового борошна не потребує використання по ліпшувачів, оскільки отримані вироби характеризуються високою якістю. У той же час дозування кукурудзяного та гречаного борошна вимагає застосування додаткових компонентів для поліпшення структури печива: кукурудзяного крохмалю для продуктів з гречаного борошна та інуліну BENEOTM ST — для бісквіту з кукурудзяного борошна [19].

Результати проведених досліджень комплексної оцінки якості мафінів шоколадних підтверджують можливість повної заміни пшеничного борошна на кокосове та борошно з коричневого рису в співвідношенні 40:60% відповідно [30].

Також встановлено, що використання в технології хліба рисового борошна з низьким вмістом крохмалю дає змогу отримати готові вироби з високими показники якості без додаткових стабілізаторів [42].

При заміні пшеничного борошна на рисове та мигдальне в печиві підвищується рівень мінеральних речовин, білка та харчових волокон. Також стверджується, що для створення печива з високими сенсорними показниками варто ретельно підібрати співвідношення основної сировини, щоб досягти необхідної структури [56].

При розробці безглютенових виробів на основі композиційної суміші, що складається з кукурудзяного та рисового видів борошна та молочно-білкового концентрату сколотин як збагачувача, було виявлено, що доцільно використовувати саме суміш двох видів борошна. Такі кекси будуть мати вищі органолептичні показники з підвищеною харчовою цінністю [43].

Ряд наукових досліджень технології мафінів на основі безглютенового борошна підтверджує необхідність включення до рецептури мікробних полісахаридів, таких як ксантан, гелан для стабілізації структури м'якуша за відсутності глютену та покращення показників виробів (питомий об'єм, пористість тощо) [4, 16, 22].

Часткова заміна (до 50%) пшеничного борошна на лляне в технології пісочного печива призводить до зміни кольору поверхні та створює тріщинки, але суттєво не погіршує органолептичні показники, тому такі вироби можна допускати до реалізації [30].

В основному, для виробництва борошняних кондитерських виробів застосовується пшеничне борошно, рідше житнє і вівсяне. Але в цих видах борошна міститься глютен – білок злакових культур, токсичний для хворих на целіакію. Ціліакія – захворювання з групи спадкових прогресуючих, при якому порушення засвоєння глютену викликає пошкодження ворсинок тонкого кишечника, що призводить до мальабсорбції (зниженого кишкового всмоктування поживних речовин). У результаті виникають порушення метаболізму та інша патологія (остеопороз, анемія і т.д.), що є наслідком

дефіциту поживних речовин. Тривале вживання глютену представляє серйозну небезпеку для здоров'я хворого [41].

Останніми роками автори наукових публікацій звертаються до питання технології безглютенових виробів задля розширення асортименту цього виду дієтичної продукції. Зокрема, у споживачів попитом серед борошняних кондитерських виробів користуються кекси. Авторами розробок пропонуються кекси як на основі традиційного для безглютенової дієти борошна, а саме рисового, кукурудзяного, гречаного [33], так і з нетрадиційних видів борошна, а саме амарантового [16], кокосового [51], борошняних сумішей. Наприклад, суміш гречаного й сочевичного борошна надає готовому дієтичному виробу неповторного приємного смаку [18].

У рецептуру кексів вводять морквяний та яблучний порошки [60], насіння чіа [32], сухе знежирене молоко, родзинки замінюють на курагу [49] – джерело калію, магнію, феруму, каротинів та харчових волокон.

Вивчення літературних джерел та публікацій вказує на таку проблему, як обмеженість нутрієнтного складу безглютенової продукції, що впливає на забезпечення організму людини, хворої на целіакію, необхідною кількістю та асортиментом поживних та ессенціальних речовин, тому актуальним є розроблення рецептур нових безглютенових виробів з підвищеною біологічною цінністю.

1.2 Перспективні види сировини для виробництва безглютенових борошняних кондитерських виробів

Аналіз наукової та патентної інформації показав, що одним із видів борошняних кондитерських виробів, який користується значним попитом у споживачів, є кекси. На сьогодні вченими широко ведуться роботи з удосконалення рецептур кексів, з точки зору коригування їх харчової та біологічної

цінності. Головними критеріями під час вибору рослинної сировини стали її хімічний склад, фізіологічна дія, доступність і сумісність за одночасного використання. Перспективними інгредієнтами рослинного походження, що характеризу-ються поліфункціональною дією на організм людини, обрано насіння чіа, як безглютенове борошно – рисове та гречане [].

Найбільш розповсюдженими компонентами, які використовуються при виробництві хліба, хлібобулочних та кондитерських виробів є різні види борошна (рисове [32], кукурудзяне [35]) та крохмалю (рисовий [44], кукурудзяний [45], картопляний [36], маніоковий крохмаль [37], пшеничний [38, 39]). Для виробництва безглютенових продуктів, використовують альтернативні види сировини, такі як: безглютенове борошно зі злакових (соргове, просяне, вівсяне) [40, 41], безглютенове борошно з псевдозернових (гречане, амарантове, кіноа) [42, 43]; борошно з коренів та бульб (маніоки, батату) [44], борошно бобових (соя, нут, боби, сочевиця, горох) [45, 46], борошно луб'яних культур (льняне, конопляне, тефі) [47, 48]. Основними відмінностями перерахованих видів борошна є: кількістю та якість білка, характеристиками крохмалю (співвідношенням амілози і амілопектину), дисперсність, текстура і характером впливу на якість готового виробу. Також на якість, органолептичні показники, технологічний процес впливає і сорт борошна [49]. Використання рисового борошна, із-за низького вмісту амілози, призводить до покращення структури виробу [50], як і використання цільнозернового борошна [15]. Кукурудзяний, картопляний та рисовий крохмаль являється компонентом, який найбільш часто використовується для виробництва безглютенових продуктів [27]. Для заміни рисового борошна в безглютеновому хлібі вченими М. Кім та групою співавторів досліджено ефективність використання кукурудзяного, картопляного та тапіокового крохмалю, так як даний компонент сприяє поліпшенню якості безглютенових продуктів. Даний висновок сформовано в результаті заміни 30 % рисового борошна на картопляний крохмаль [53].

Кукурудзяне борошно добре і швидко насичує організм, тому є добрим доповненням до дієтичного харчування. Даний вид борошна є багатофункціональним, та підійде людям, які слідкують за власною вагою, або мають хронічні захворювання такі як діабет, або целіакія В даній зерновій культурі також відсутній глютен, тому при безглютеновій дієті його вживання не заборонено. Кукурудзяне борошно являється джерелом таких речовин як харчові волокна, селен, залізо, фолієва кислота, токоферол, ненасичені жирні кислоти та ін. Перспективним є використання цього виду борошна в сумішах з пшеничним, або заміна йому, в технології хлібобулочних виробів з метою надання їм функціональних властивостей [55].

Амарант – нішева кільтура, основною перевагою якої, є великий вміст білка. У 100 грамах міститься: білка – 14 г., вуглеводів – 65 г., клітковини – 7 г. Насіння амаранту багате мінералами (кальцій, залізо. Магній, фосфор та ін.). Крім того, в ньому присутній ряд корисних і необхідних людині вітамінів групи В: фолієва кислота, рибофлавін, тіамін, пантотенова кислота, вітамін В6. Вітаміни А, С, Е, К – все це також є в амаранті. Також в амаранті багато такої амінокислоти, як лізин, та ненасичених жирних кислот: олеїнову, лінолеву та ліноленову [28].

Вченими А. Яні та Дж. Сусіло А. Запропоновано використовувати сорго, кукурудзу, маніоку та ін., як основне джерело вуглеводів, для заміни основного компоненту – рису, так як попит на споживання даної культури зменшився. В результаті цього вченими розроблено новий борошняний продукт (композитну борошняну суміш з борошна маніоки, батату, кукурудзи і рисових висівок) зі зниженим глікемічним індексом та високою поживною та енергетичною цінністю [42].

Додавання білків суттєво впливає на формування структури багатьох продуктів харчування, безглютенового хліба також [4]. Через відмінні функціональні властивості білків. Вченими [6] досліджено тему розчинності,

водо- та жирозв’язувальної здатності, геле- та піноутворення, емульгуючи властивостей рослинних білків. Білки (соя, горох, яєчний білок та казеїн та ін.) можуть додаватися до основних безглютенових рецептур [17–19]. Вони призводять до підвищення пружності (шляхом зшивання білкової мережі), інтенсифікації кольору, смаку та аромату (в результаті реакції Майєра), покращення структури (геле- та піноутворення) [30]. Додавання протеїнів (соєвого ізоляту, яєчного білка) призводить до збільшення виходу виробу, покращення структури м’якушки та органолептичних показників якості продукту [58].

Оболкіна В. [11] вказує, що при розробці нової технології крекерів підвищеної біологічної цінності застосовували різне дозування амарантового борошна в кількості від 30 до 50% до пшеничного борошна. Фракційний склад борошна з насіння амаранту на 50–70 % складається з альбумінів та глобулінів, що суттєво впливатиме на процес структуроутворення тіста. Внесення амарантового борошна сприяло збільшенню розрідження та зменшенню еластичності тіста, що свідчило про його низькі технологічні властивості. Для коригування структурно- механічних властивостей крекерного тіста застосовували гуміарабік.

Автор статті [12] стверджує, що дослідження показали, що аглютенові види борошна мають суттєвий вплив на формування структурномеханічних характеристик тістових мас. Так, у разі виготовлення здобного пісочного печива кукурудзяне, рисове, гречане борошно зменшують граничну напругу зсуву тіста на 15...20%. Досліди щодо визначення впливу різних видів аглютенового борошна на оптимальні параметри термообробки показали, що інтенсивність термообробки залишається такою, як і при термообробці БКВ на пшеничному борошні, а тривалість термообробки залежить від виду аглютенового борошна. Встановлено, що тривалість термооброблення виробів на рисовому борошні є такою ж, як і у виробах на пшеничному борошні, застосування кукурудзяного та

гречаного борошна збільшує тривалість термообробки, відповідно, на 6...8% та 12...15%.

Авторами [48] показано, що використання суміші гречаного та сочевичного борошна для безглютенового печива дає змогу збагатити готовий виріб ессенціальними компонентами, адже білковий комплекс борошна сочевичного повноцінний за амінокислотним складом, сочевичне борошно є джерелом жирних ненасичених кислот, макрой мікроелементів, має середній глікемічний індекс, а це знижує потреби організму в інсуліні.

Крім розширення асортименту аглютенового борошна для виробництва безглютенової продукції, зокрема печива, дослідниками пропонується збагачення такої продукції нутрієнтами.

Перспективним напрямком розвитку асортименту функціональних борошнистих кондитерських виробів є створення нових видів продукції, в тому числі печиво (хлібці), які можуть бути хорошою альтернативою хлібу, вони можуть бути використані для приготування бутербродів, перекусу та ін.

РОЗДІЛ 2
УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Умови проведення дослідження

Дослідження проводили у навчально-науковій лабораторії «Оцінювання якості зерна і продуктів його перероблення» Уманського національного університету садівництва. Для дослідження взято борошно кукурудзяне та амарантове.

2.2 Схема досліду

В даній роботі, одним із основних задач та аспектів було розробка рецептур і технології безглютенового печива, які не поступаються традиційним продуктам з використанням продуктів переробки зерна пшениці і стане хорошою альтернативою для людей з целіакією. Загальна схема проведення досліджень представлена на рис. 2.1

В таблиці 2.1 представлено склад безгютенового печива.

Таблиця 2.1

Склад безгютенового печива

Сировина	Вміст борошна, %					
Борошно кукурудзяне	100	95	90	85	80	75
Борошно амарантове	–	5	10	15	20	25



Рис. 2.1 Схема проведення досліджень

2.3 Методика проведення досліджень

Технологічну схема виробництва безглютенового печива представлена на рисунку 2.2.

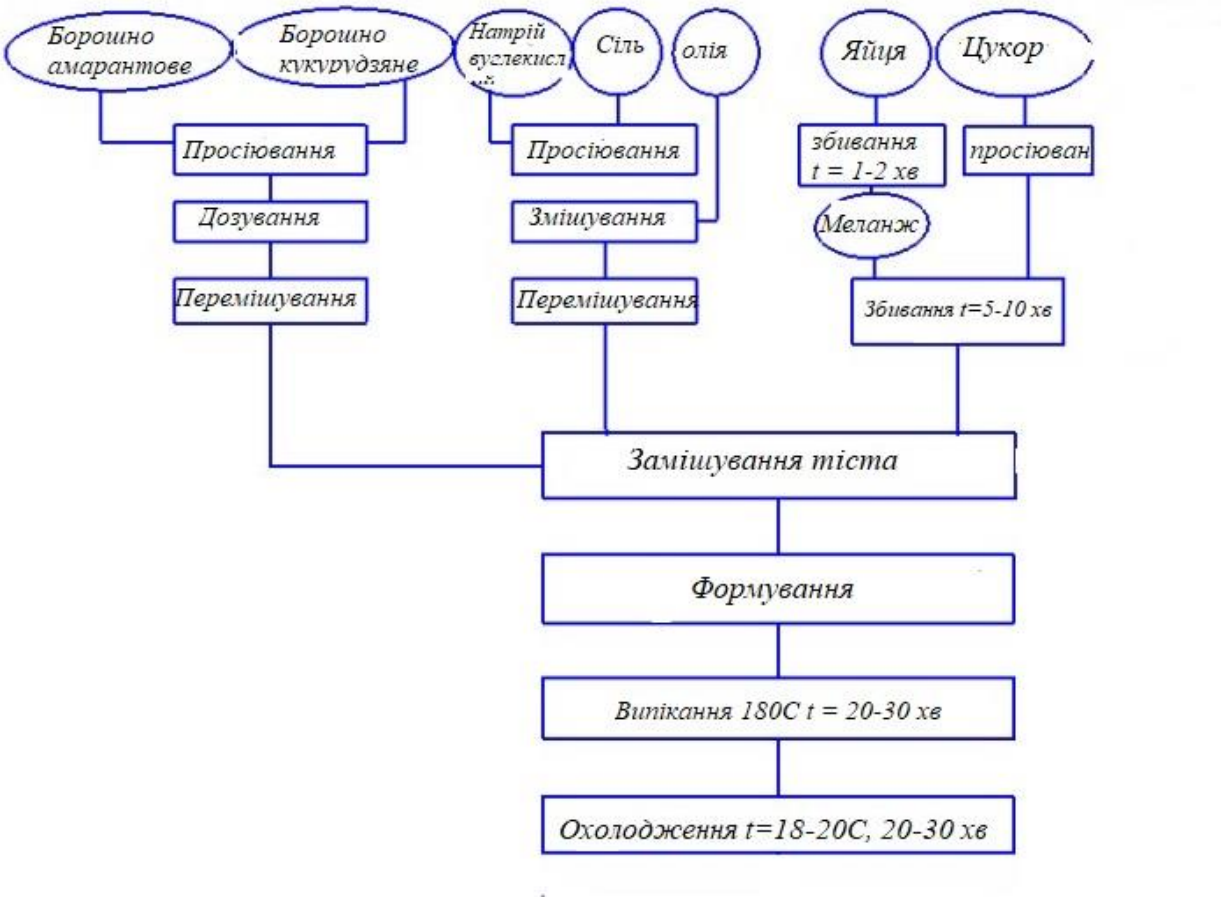


Рис. 2.2 Технологічну схема виробництва безглютенового печива

Борошно та інші сипкі рецептурні спочатку просіювали. Заміс тіста передбачав збивання яєць (отримання меланжу) в подальшому збивання його з цукром (5–6 хв.). Окремо змішували олію, сіль та двовуглекислий натрій. Отриману масу перемішували зі збитою масою меланжу та цукру. Отриману суміш змішали з борошняною сумішшю, яка включала борошна кукурудзяне та амарантове, після чого формували вироби та випікали печиво. Випікання проводили за температури 180 °С протягом 20...30 хв. Готове печиво

охолоджували протягом 20-30 хв, після чого можна переходити до завершальних етапів, а саме: пакування, фасування та транспортування.

Відбір і підготовку проб для дослідження проведено згідно єдиною методикою вивчення харчових продуктів відповідно до ДСТУ 4619:2006 [94].

Матеріали дослідження для приготування безглютенового печива відповідали нормативним документам ДСТУ і ТУ. Вимоги до якості компонентів тіста регламентовані відповідно ДСТУ-П 4585:2006 [15].

При розробці рецептури для виробництва безглютенового печива спиралися на методичні вказівки щодо визначення та побудови органолептичної оцінки якості кондитерських виробів відповідно до ДСТУ 3781:2014 [16].

Визначення намочуваності печива проводилося за методикою відповідно до ДСТУ 3781 98 [11].

Вимірювання пористості готових виробів (безглютенового печива) вимірювали за допомогою приладу Журавльова.

Кислотність відповідно до ДСТУ 5024:2008.

Упік відповідно до ДСТУ 4910:2008.

Розрахунок кислотності продукту проводився за формулою:

$$X = \frac{K \cdot V \cdot V_1 \cdot 100}{V_2 \cdot m \cdot 10},$$

де К – поправочний коефіцієнт розчину *NaOH /KOH* молярної концентрації *с (NaOH/KOH*) = 0,1 моль/дм^3, який використовується для титрування;

V – об’єм розчину *NaOH/KOH*, витраченого на титрування, см^3 ;

V_1 – об’єм дистильованої вод, взятий для розчинення наважки, см^3;

V_2 – об’єм фільтрату, взятий для титрування, см^3;

m – маса наважки продукту, г;

10 – коефіцієнт перерахунку розчину *NaOH/KOH* молярної концентрації *с(NaOH/KOH)* = 0,1 моль/дм^3 у 1 моль/дм^3.

Органолептичну оцінку якості готової продукції визначали за 10-бальною шкалою. Контрольовані показники для органолептичної оцінки визначалися за нормативною документацією для борошняних кондитерських виробів. Розрахунок оцінки органолептичних показників з урахуванням критерію важливості здійснюється за формулою:

$$N = \frac{\sum n_i \cdot k_i}{\sum k_i}$$

де N – оцінка з урахуванням критерію важливості;

n – органолептична оцінка за показниками, бал

k – одиничний критерій вагомості.

Конкурентоспроможність виробів оцінювали відповідно до загальноприйнятої методикою.

РОЗДІЛ 3
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В даний час значна увага приділяється впровадженню та розробці рецептур продуктів функціонального значення, в даному випадку безглютенові кондитерські вироби, для людей хворих на целіакію.

У багатьох країнах для пацієнтів з целіакією розроблені і виробляються безглютенові замінники хліба, макаронів, печива, борошна для випічки та ін., ці вироби позначаються на упаковці символом «перекреслений колос». Такі види продукції проходять ретельний контроль рецептури та технології виробництва. Тобто борошно будь-якого виду злакових містить глютен, але безглютеновими являються кукурудза, рис, гречка, це зернові не токсичні для людей, які хворі на целіакію.

Значення показника вологості готових кондитерських виробів, а саме безглютенового печива, коливається в залежності від відсоткового співвідношення амарантового борошна (рис. 3.1).



Рис. 3.1 Вологість безглютенового печива збагаченого амарантовим борошном, %

Збільшення показника вологості спостерігається при збільшенні відсоткового вмісту амарантового борошна. Так, у варіанті контроль цей показник становив – 7,0%, при додаванні борошна амаранту в кількості 5% – 7,4, 10% – 7,8; 15 – 8,0; 20 – 8,2; 25 – 8,5%. Проте, всі вироби не первищували норми стандарту.

Намочуваність безглютенового печива залежно від кількості амарантового борошна представлена на рисинку 3.2. При додаванні амарантового борошна у кількості 5, 10, 15% цей покахник збільшувався і становив 175,2–195,2 %, що на 2,1–13,7% більше порівняно з контролем. Подальше ззбільшення кількості амарантового борошна зменувало намочуваність печива до 169,5%, що на 1,2% менше порівняно з контролем.

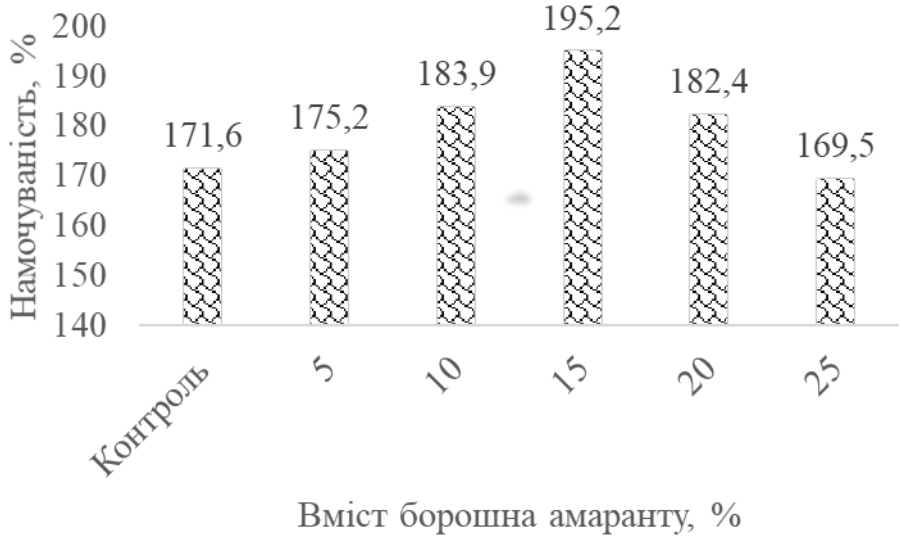


Рис. 3.2 Намочуваність безглютенового печива збагаченого амарантовим борошном, %

Збагачення безглютенового печива амарантовим борошном не істотно впливало на показниу його упікання (рис. 3.3). Так упікання коливалось в межах 0,42–0,48%. При додаванні амарантового борошна цей показник знижувався.

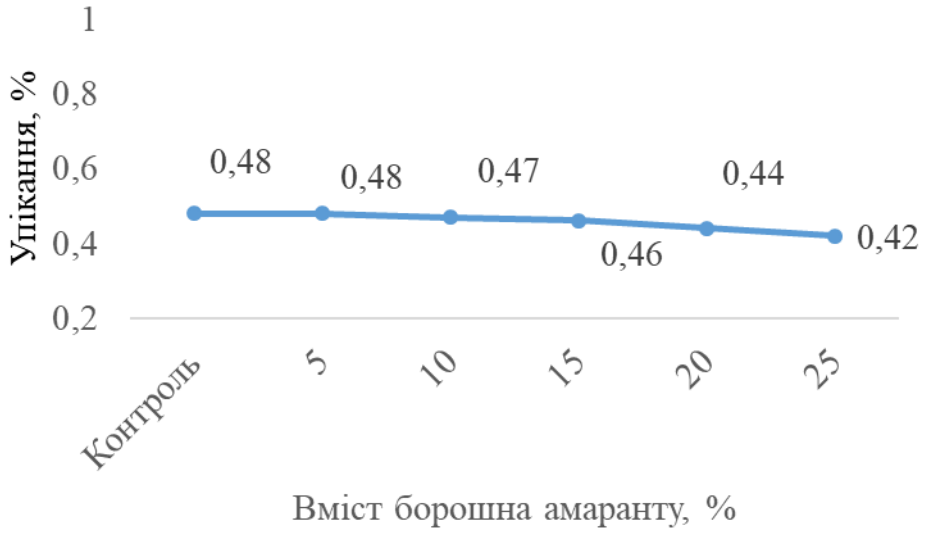


Рис. 3.3 Упікання безглютенового печива збагаченого амарантовим борошном, %

Товщина перерізу безглютенового печива збагаченого амарантовим борошном коливалась в межаз 5,0–5,8 мм (рис. 3.3).



Рис. 3.3 Товщина перерізу безглютенового печива збагаченого амарантовим борошном, мм

Кислотність є важливим параметром в харчовій промисловості. Зростання мікроорганізмів, таких як бактерії і гриби, також залежить від кислотності. Як правило, чим вище кислотність продукту, тим менша ймовірність того, що він буде зіпсований мікроорганізмами. Відносно рівня кислотності можна судити про свіжість продукту та умови його зберігання.

З графіку кислотності видно, що зі збільшенням відсотку амарантового борошна в рецептурі готових виробів, зростає і показник кислотності (рис. 3.4). Найвищий результат отримав зразок з додаванням 25% амарантового борошна (pH=1,4), проте усі варіанти відповідали вимогам нормативної документації.

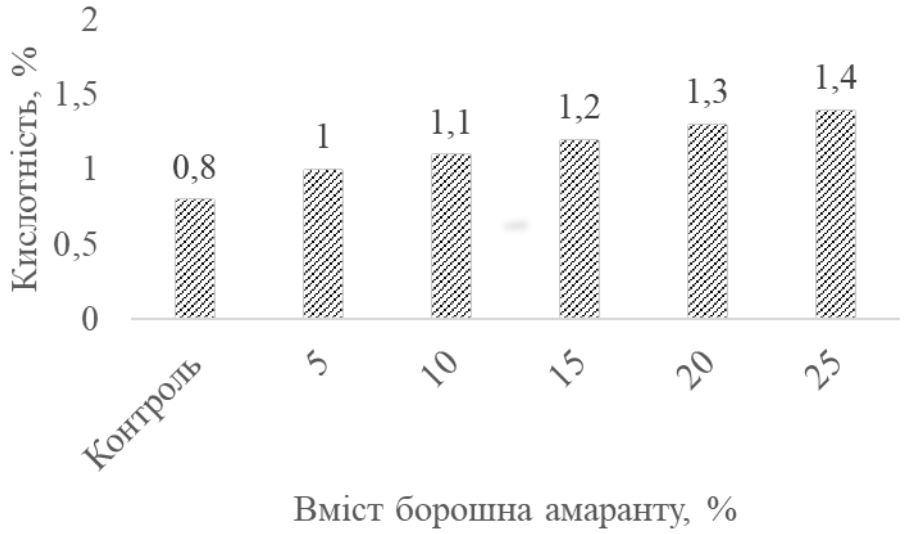


Рис. 3.4 Кислотність безглютенового печива збагаченого амарантовим борошном, %

Встановлено, що використання різного співвідношення кукурудзяного та амарантового борошна до не суттєво впливає на певні органолептичні показники якості борошняних кондитерських виробів, зокрема колір і смак (табл. 3.1). Зміну кольору готового виробу (печива) є не суттєвим недоліком, так як даний показник є суб'єктивним, але смакові та ароматичні показники на доброму рівні, що дозволяє продовжувати експериментальне дослідження безглютенового печива.

Таблиця 3.1

Органолептичні показники безглютенового печива з амарантовим борошном

Показники	Вміст амарантового борошна, %					
	Контроль	5%	10%	15%	20%	25%
Зовнішній вигляд	зовнішній вигляд відповідає вимогам, виріб тримає форму					
Колір	жовтий	жовтий	блідо-жовтий	блідо-коричневий	коричневий	темно-коричневий
Запах	властивий даному виду виробів, без сторонніх запахів, приємний аромат					
Смак	смак приємний, властивий даному виробу	смак приємний, властивий даному виробу, без присмаку добавки	властивий даному виробу з легким присмаком, відповідним до виду борошна	властивий даному виду виробів з легким присмаком, відповідним до виду борошна	властивий даному виду виробів з вираженим присмаком добавки	властивий даному виду виробів з вираженим присмаком добавки
Структура	на зламі однорідна, з рівномірною пористістю, без здуття та наявності слідів не промісу тіста					

Встановлено, що використання різної кількості амарантового борошна суттєво впливає на певні органолептичні показники якості борошняних кондитерських виробів, зокрема колір і смак. Зміну кольору готового виробу (печива) є не суттєвим недоліком, так як даний показник є суб’єктивним, але смакові відмінності можна вважати негативним проявом специфічних властивостей амарантового борошна (зразок 6 – відсоткове відношення амаранту найбільше (25 %), інші зразки отримали хороші результати, що дозволяє розширювати асортимент готової продукції. Проведено розрахунок органолептичної якості отриманих зразків, за такими параметрами, як зовнішній

вигляд, колір, запах, смак та структура (табл. 3.2) та побудовано профілі та гістограму загальної органолептичної оцінки якості готового виробу (рис. 3.10)

Таблиця 3.2

Балова органолептична оцінка якості безглютенового печива

Показники	Вміст амарантового борошна, %					
	Контроль	5%	10%	15%	20%	25%
Зовнішній вигляд	5	5	5	5	3	3
Колір	5	5	4	4	4	3
Запах	5	5	5	5	3	3
Смак	5	5	4	4	3	3
Структура	5	5	4	4	3	3
Загальна органолептична оцінка	25	25	22	22	16	15

Найвищу загальну органолептичну оцінку мали контрольний зразок та з вмістом 5% амарантового борошна – 25 балів (рис. 3.5).

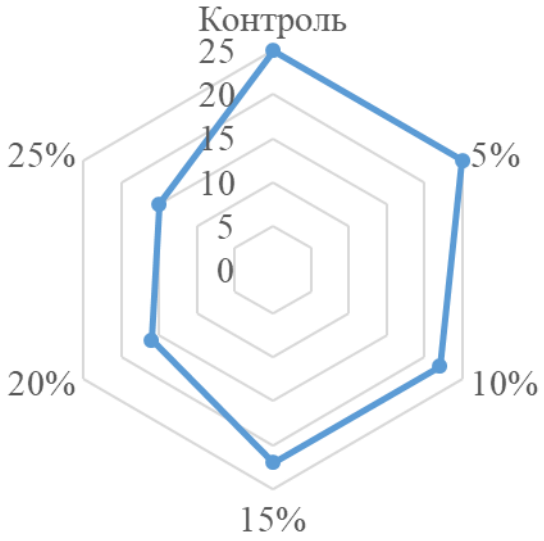


Рис. 3.5 Загальна органолептична оцінка якості безглютенового печива

При збільшенні кількості амарантового борошна до 10 та 15% загальна органолептична оцінка знижувалась і становила 22 бали. Найменшу кількість балів мали зразки з вмістом 20 та 25% амарантового борошнп – 16 та 15 балів відповідно.

Безглютенове печиво з амарантовим борошном, зважаючи на велику кількість компонентів, що входять в рецептуру, відрізняється за хімічним складом і має різну енергетичну цінність (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Поживна та енергетична цінність безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту, на 100 г

Дослідні зразки	Поживні речовини			Енергетична цінність, ккал/100 г
	Білки	Жири	Вуглеводи	
Контроль	8	6	58	325
5	8,2	6,1	58,5	334,5
10	8,5	6,1	59,2	338,4
15	8,9	6,2	60,0	344,1
20	9,5	6,3	60,5	346,2
25	9,8	6,5	61,1	348,7

Вимоги санітарних правил і норм визначають наявність даних про поживну та енергетичну цінність продукції були проведені відповідні дослідження.

В результаті проведення розрахунку поживної та енергетичної цінності безглютенового печива з амарантовим борошном, можна зробити висновок, що зі збільшенням відсоткового вмісту амарантового борошна, зростає кількість білків, в готовому продукті, що являється позитивним фактором, також при цьому енергетична цінність змінюється, що позитивно впливає на збільшення швидкості насичення організму споживача.

РОЗДІЛ 4
ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

На відміну від традиційного способу виробництва борошняних кондитерських виробів розроблена технологія, яка відрізняється тим, що передбачено виключення етапу підготовки дріжджів, бродіння (опари, тіста) та розстоювання, що дозволяє скоротити тривалість тістоведення, покращити структурно-механічні властивості безглютенового тіста та якість готових виробів.

Під час виробничого процесу кукурудзяне борошно із борошняних силосів 4 по транспортним трубам 5 надходить до виробничого бункеру 7. Витрати борошна регулюють за допомогою роторних живильників 3. Потім борошно очищують від сторонніх домішок на просіювачі 8 з магнітним уловлювачем та через автоматичні ваги 10 завантажують у виробничий силос 11. Яйце продукти знаходяться в ємності 13. Натрій вуглекислий розводять теплою водою в ємності 14. Цукор, сіль та смако-ароматичні добавки зберігають у ємкостях 15, 16, 17 та 18 відповідно. Для підготовки, зерна амаранту для активування зернову маси заливають водою температурою 18-20 ℃ для даного етапу призначено ємкості 20,21.

Спочатку готується яєчно-цукрова суміш з добавками-поліпшувачами. Для цього яйцепродукти (меланж) із ємкості 13 та розчин натрію вуглекислого із ємкості 14 через станцію дозування рідких компонентів 24 подається до збивальної машини 25, де з шнекового вібродозатора 23 надходить цукор-пісок та кефір. В результаті збивання цукрово-яєчна суміш насичується повітрям. Для замісу тіста борошно із виробничого силосу 11 та додаткова сировина (сіль, смако-ароматичні добавки) із ємкостей 17,18 через шнековий вібродозатор 23 потрапляє до збивальної машини 25. Зі збивальної машини 25 безглютенове тісто направляється в депозитор 26, що складається з бункеру для тіста та

дозаторних головок, за допомогою яких отримують порції тіста однакової маси.

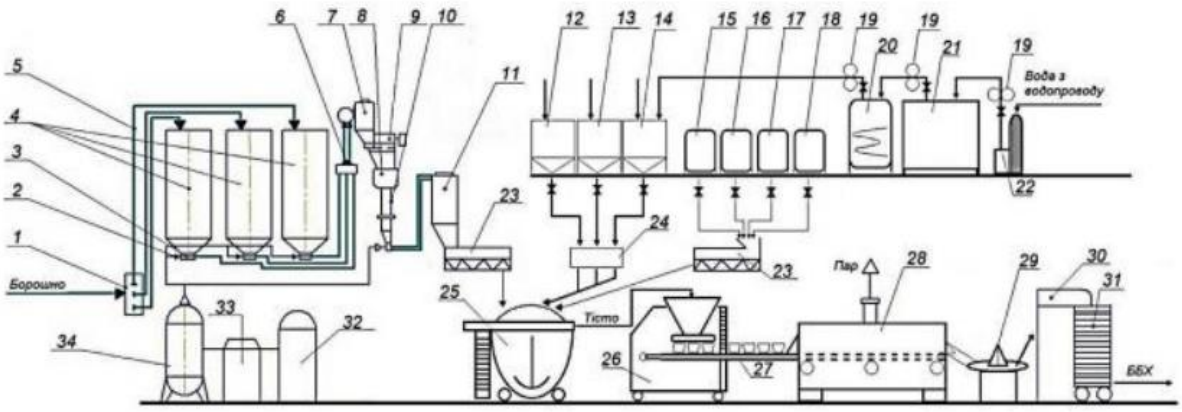


Рис. 4.1 Апаратурно-технологічна схема виробництва безглютенового печива з борошном амаранту:

1 – приймальний щиток; 2 – ультразвукові сопла; 3 – роторний живильник; 4 – борошняні силоси; 5 – транспортні труби; 6 – перемикач напрямку; 7 – виробничий бункер; 8 – просіювач борошна; 9 – проміжний бункер; 10 – автоматичні ваги; 11 – виробничий силос; 12, 13, 14 – ємкості для кефіру, меланжу, розчину натрій вуглекислого відповідно; 15,16,17,18 – ємкості для цукру-піску, солі, смако-ароматичних добавок відповідно; 19 – насос; 20, 21 – ємкості для підготовки, підігріву та тимчасового зберігання води, 22 – хімводоочисна установка; 23 – шнековий вібродозатор; 24 – дозатор рідких компонентів; 25 – збивальна машина; 26 – депозитор; 27 – транспортер; 28 – піч; 29 – циркуляційний стіл; 30 – укладач; 31 – контейнер для зберігання; 32 – повітряний фільтр; 33 – компресор; 34 – ресивер.

Порції тіста у формах для випікання спрямовують транспортером 27 до печі 28 для випікання. Випікають вироби протягом (30…35) ×60 с за температури 165…185 °С. Випечені вироби по жолобу спускного пристрою готової продукції потрапляють на циркуляційний стіл 29, укладальник за допомогою укладача 30 завантажує їх до контейнера 31 для охолодження та зберігання.

РОЗДІЛ 5
ОХОРОНА ПРАЦІ

Організація умов охорони праці на робочому місці

Показники мікроклімату в робочій зоні не виходять за межі нормованих величин оптимальної температури для лабоаторії та представлені в додатку А, табл. А.1.

Лабораторія для проведення досліджень обладнана загальнообмінною примусовою вентиляцією відповідно до вимог [8] Правил з безпечної експлуатації систем вентиляції у хімічних виробництвах, затверджених наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 05.10.2009 № 164.

Мінімальний загальний рівень освітлення для д аної лабораторії становить – 250-500 лк. Освітлення робочого місця – близько 500–1000 лк, яке відповідає вимогам []. Види виробничого освітлення наведено в додатку А, табл. А.2.

Усе електричне обладнання (корпуси електричних машин, світильників, щитів управління, металеві корпуси пересувних, розподільчих щитів, апаратів, переносних електроприймачів та інш.) має заземлення відповідно до вимог розділів «Правил улаштування електроустановок» [26].

Для зниження рівня впливу небезпечних факторів студент повинен бути забезпечений наступними засобами індивідуального захисту: - халат лабораторний; - взуття з закритим носком; - рукавиці; - головний убір; - захисні окуляри. Усі робочі місця і проходи до них повинні мати достатній рівень освітлення.

Розробка заходів з охорони праці

Усім студентами проводиться вступний інструктаж з охорони праці та

ознайомлює з існуючими правилами, стандартами, нормами, положеннями, інструкціями та іншими нормативними актами.

Первинний інструктаж проводиться до початку роботи безпосередньо на робочому місці з працівником індивідуально або з групою осіб однієї спеціальності. Повторний інструктаж проводиться на робочому місці індивідуально з окремим студентом або групою студентів, які виконують досліди. Для інформування студентів стосовно правильності виконання дослідів при цьому враховуючи та контролюючи безпечність їх виконання. Позаплановий інструктаж проводиться зі студентами на робочому місці або в кабінеті завідувача науково-виробничою лабораторією при введенні в дію нових або переглянутих нормативно-правових актів з охорони праці, а також при внесенні в них змін, при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації обладнання, пристроїв та інструментів, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, які можуть впливати на стан охорони праці.

Цільовий інструктаж проводиться при виконанні разових робіт, які не пов’язані безпосередньо з основними дослідами студентів. При виконанні дослідних робіт, які оформлюються та затверджуються допуском або письмовим дозволом.

Студенти в лабораторії в необхідній кількості забезпечені необхідними засобами індивідуального захисту, залежно від виду дослідних робіт, які виконуються. На кожне робоче місце в лабораторії складена карта умов праці. Карта складається в двох екземплярах, які зберігаються у завідуючого лабораторією та завідуючого кафедрою

До самостійної роботи з електродуховою шафою допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли інструктаж з охорони праці, стосовно правил використання та роботи з лабораторним устаткуванням.

Студенти зобов'язані проходити наступні інструктажі з охорони праці: а) вступний – перед виконанням дослідів; б) первинний – на робочому місці; в)

повторний – не рідше одного разу на 3 місяці; г) позаплановий – при порушенні вимог безпеки праці, що призвело чи могло призвести до аварії або нещасного випадку; при зміні технологічного процесу чи діючих нормативних актів про охорону праці; при перерві в роботі за фахом більше 60 календарних днів.

Моделювання небезпечних ситуацій

На рисунку 5.1 наведено модель процесу виникнення небезпечної ситуації (НС) в лабораторії при випіканні безглютенового печива.

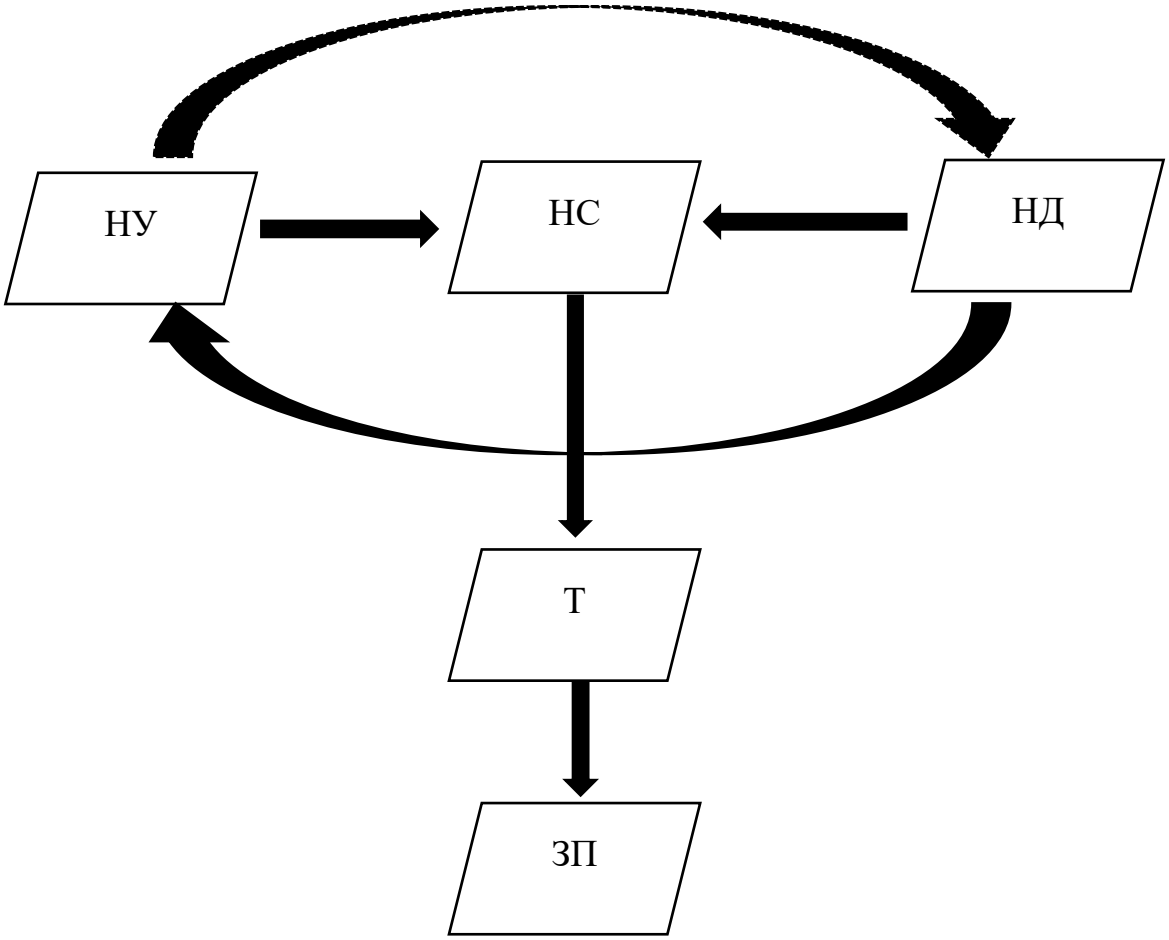


Рис. 5.1 Модель небезпечної ситуації під час випікання безглютенового печива

Безглютенове печиво випікають в духовій шафі при температурі 180–200°С (НУ), що супроводжується небезпечною ситуацією, оскільки можливе випадкове торкання елементів шафи (НД), які нагріті до високої температури та

обпекти руку (НС), в результаті чого виникне травма (Т) та знизиться працездатність (ЗП).

Лабораторія кафедри харчових технологій «Оцінки якості зерна та зернопродуктів» Уманського НУС забезпечена усім необхідним та відпові дає вимогам з без пеки охорони праці.

РОЗДІЛ 6
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

У результаті проведених досліджень пропонується ввести у виробництво новий вид безглютенового печива збагаченого амарантовим борошном

Розрахунок виробничої потужності підприємства

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

Розрахунок фонду робочого часу:

$Ф_{роб.ч.} = 365 – (Т_{к.р.} + Т_{т.р.} + Т_{с.о.})$, де

$Т_{к.р.}$ – тривалість капітального ремонту, діб; $Т_{кр.} = 25$ діб;

$Т_{тр.}$ – тривалість поточного ремонту, діб; $Т_{тр.} = 5$ діб;

$Т_{с.о.}$ – тривалість санітарної обробки, діб; $Т_{с.о.} = 5$ діб;

$Ф_{роб.ч.} = 365 – (25 + 5 + 5) = 330$ діб.

Для виробництва безглютенового печива та його випікання запроектована тунельна піч ВТА 025 (500).

План виробництва та реалізації продукції наведено в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

План виробництва та реалізації

Основне обладнання	Кількість робочих годин	Норма продуктивності, кг/год	Добова продук-тивність, кг/добу	Кількість робочих діб,	Річний виробіток тис. т/рік
Тунельна піч ВТА 025 (500)	8	150	1200	330	396

Техніко–економічні показники виробництва представлені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2

Техніко–економічні показники виробництва

Найменування показника	Безглютенове печиво збагачене амарантовим борошном
Виробнича програма, т/рік	396
Товарна продукція, тис. грн/рік	28504,00
Повна собівартість, тис. грн	19136,12
Прибуток, тис. грн/рік	8461,88
Рентабельність, %	19,55
Роздрібна ціна, грн/кг	172,00
Термін окупності, років	1,2

Отже, при додаванні амарантового борошна в кількості 15%, при виробництві безглютенового печива термін окупності становить 1,2 роки з рівнем рентабельності 19,55 %.

ВИСНОВКИ

Проведено аналіз якості тіста та готових виробів – безглютенового печива з різним співвідношенням амарантового борошна.

В результаті проведення досліджень, збільшення показника вологості печива спостерігається при збільшенні відсоткового вмісту амарантового борошна. Так, у варіанті контроль цей показник становив – 7,0%, при додаванні борошна амаранту в кількості 5% – 7,4, 10% – 7,8; 15 – 8,0; 20 – 8,2; 25 – 8,5%.

При додаванні амарантового борошна у кількості 5, 10, 15% намочуваність безглютенового печива збільшувалась і становила 175,2–195,2 %, що на 2,1–13,7% більше порівняно з контролем.

Збагачення безглютенового печива амарантовим борошном не істотно впливало на показник його упікання. Так упікання коливалось в межах 0,42–0,48%. Товщина перерізу безглютенового печива збагаченого амарантовим борошном коливалась в межаз 5,0–5,8 мм.

Зі збільшенням відсотку амарантового борошна в рецептурі готових виробів, зростає і показник кислотності. Найвищий результат отримав зразок з додаванням 25% амарантового борошна (pH=1,4), проте усі варіанти відповідали вимогам нормативної документації.

Найвищу загальну органолептичну оцінку мали контрольний зразок та з вмістом 5% амарантового борошна – 25 балів. При збільшенні кількості амарантового борошна до 10 та 15% загальна органолептична оцінка знижувалась і становила 22 бали. Найменшу кількість балів мали зразки з вмістом 20 та 25% амарантового борошнп – 16 та 15 балів відповідно.

Також, проведено розрахунки поживної та енергетичної цінності дослідних зразків, в яких спостерігається те, що зі збільшенням відсоткового вмісту амаранту та кефіру, збільшується кількість білків, жирів та вуглеводів.

Аналізуючи властивості готових виробів (органолептична оцінка, намокання, вологість, кислотність та ін.) отримано значення, які дають змогу обрати оптимальну рецептуру для виробництва безглютенових борошняних виробів з підвищенною харчовою цінністю.

Отже, рекомендовано збагачувати кукурудзяне печиво додаючи до 10–15% амарантового борошна, в результаті чого вийде продукт безпечний для людей з целіакією та збагачений білком, вітамінами та мінеральними речовинами.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В результаті проведених досліджень розроблено рецептур безглютенових борошняних кондитерських виробів, в складі чких входять борошно кукурудзяне та амарантове. Отже, рекомендовано збагачувати кукурудзяне печиво додаючи до 10–15% амарантового борошна, в результаті чого вийде продукт безпечний для людей з целіакією та збагачений білком, вітамінами та мінеральними речовинами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Баль-Прилипко Л. В., Слива В. Якість та безпека продуктів харчування – запорука здоров'я та довголіття. Хлебопекарское и кондитерское дело. 2010. № 1 (28). С. 8–11

2. Григоренко О. М. Продуктові інновації як засіб збалансування раціону харчування людини. Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг. 2013. Ч. 1. С. 137–138.

3. Гребенюк М. Сучасна концепція здорового та раціонального харчування - складова системи забезпечення продовольчої безпеки України. Підприємництво, господарство і право. 2013. № 6. С. 41–45.

4. Дробот В. І. та інш. Харчові добавки та цукристі речовини в технології хлібобулочних виробів : монографія. Міністерство освіти і науки України, Національний університет харчових технологій. Київ: АртЕк. 2017. 253 с.

5. Дробот В.І., Михонік Л.А., Грищенко А.М. Вплив структуроутворювачів на якість безглютенового хліба із суміші рисового та кукурудзяного борошна. Наукові праці Національного університету харчових технологій, 23, № 6, 2017, 169–175.

6. Дітріх І.В., Приступа В.А. Кокосове борошно як нетрадиційна сировина для виготовлення кексу спеціального призначення. Харчова промисловість. 2018. № 24. С. 23–31.

7. Дуденко Н. В., Нутриціологія: навч. Посібник. Світ книг. 2013. 560 с.

8. Кулініч В.І., Гавриш А.В., Доценко В.Ф. Рисове борошно – перспективна сировина для безглютенових продуктів. Наукові праці Одеської

національної академії харчових технологій. 2013. № 44 (1). С. 175–178.

9. Медвідь І.М., Шидловська О.Б., Доценко В.Ф.Перспективи використання амілолітичних ферментів у технології рисового хліба для хворих на целіакію. Збір-ник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», № 3, 2017. С. 154–154.

10. Мацук Ю. А. Обґрунтування технології безглютенових кексів із додаванням насіння чіа. Серія: Технічні науки. 2019. № 1. С. 8–14.

11. Новікова О.В. Технолгія виробництва хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів: навчальний посібник. Київ: Ліра-К. 2017. 540 с.

12. Лисюк Г.М. Технологія борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів: навчальний посібник. Суми: Університетська книга. 2017. 464 с.

13. Полумбрик О. М. Безпека застосування харчових добавок. Технічні науки: стан, досягнення і перспективи розвитку м'ясної, оліємасложирової та молочної галузей. 2012. С. 12–13.

14. Рушай О. С. Дослідження показників мікробіологічної безпеки заквасок хліба функціонального призначення. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2013. № 49. С. 53–56.

15. Рибалка О. У цивілізованому світі добре розуміють харчову цінність натуральних продуктів здорового харчування. Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2011. № 3 (76). С. 7–16.

16. Скуріхіна Л. А. Загальні підходи до регулювання якості харчової продукції. Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг. 2013. Ч. 1. С. 109–110.

17. Федулова І. В. Принципи збалансування продовольчої безпеки: монографія. Національний університет харчових технологій. Київ: Кондор. 2014. 380 с.

18. Хвесик М. А. Продовольча безпека України: монографія. НАН України, Рада по вивченню продуктивних сил України. Київ. 2008. 159 с.

19. Христенко А.С. Хлібобулочні вироби з пониженим вмістом алергенів. Вісник студентського наукового товариства «ВАТРА» Вінницького торговельно-економіч-ного інституту КНТЕУ. Вінниця: Редакційно-видавничий. 2020. Вип. 98. С. 137–145.

20. Челябієва В. М., Симко А. О. Використання чаю матча в технології безглютенових кексів. Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки. 2021. Вип. 26. С. 65–70.

21. Шеманська Є. І. Шляхи збагачення харчового раціону людини есенціальними жирними кислотами. Харчова промисловість. 2016. Вип. 20. С. 80–85.

22. Шеманська Є. І. Фосфоліпідні жирові продукти функціонального призначення. Харчова наука і технологія. 2012. № 1. С. 28–30.

23. Юдіна Т. І. Дослідження впливу концентрату сколотин на якість безглютенових кексів. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2019. Вип. 207. С. 189-195.

24. Arribas C., Cabellos B., Cuadrado C. The effect of extrusion on the bioactive compounds and antioxidant capacity of novel gluten-free expanded products based on carob fruit, pea and rice blends. Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2019. №52. P. 100–107. doi: https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.12.003

25. Akimov O., Penzev P., Marynenko D., Saltykov L. Identification of the behavior of properties of a cold-hardening glassliquid mixture with propylene-carbonate different in dosing components. Technology Audit and Production Reserves. 2018. № 2 (3 (46)). P. 4–9. doi: https://doi.org/10.15587/2312-8372.2019.169748

26. Brites L. T. G. F., Schmiele M., Steel C. J. Gluten-Free Bakery and Pasta Products. Alternative and Replacement Foods. 2018. P. 385–410. doi: https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811446-9.00013-7

27. Belmer S., Khavkin A. Gluten intolerance and indications for gluten-free diet. 2011. Vrach № 5. P.17-21.

28. Batsukova N. L., Borushko N. V., Novikov P. G. Mikrobiologicheskiy kontrol' za kachestvom pischevyh produktov i sanitarnym rezhimom na pischevyh predpriyatiyah. Minsk: BGMU. 2011. P.47.

29. Chibichik O., Sil'chenko K., Zemliachenko D. et al. Investigation of the response surface describing the mathematical model of the effects of the Al/Mg rate and temperature on the Al-Mg alloy castability. ScienceRise, 2017. № 5 (2). P. 42–45. doi: https://doi.org/10.15587/2313-8416.2017.101923

30. Dorosh A. P., Gregirchak N. N. Antagonistic properties of dough sour with directed cultivation and evaluation of microbiological characteristics of bread produced on its basis. Tekhnika i tekhnologiya pischevyh proizvodstv. 2015. № 37 (2). P. 10–15.

31. Domina O. Features of finding optimal solutions in network planning. EUREKA: Physics and Engineering. 2020. № 6. P. 82–96. doi: https://doi.org/10.21303/2461-4262.2020.001471

32. Domina O. Selection of alternative solutions in the optimization problem of network diagrams of project implementation. Technology Audit and Production Reserves. 2020. № 4 (4 (54)). P. 9–22. doi: https://doi.org/10.15587/2706-5448.2020.210848

33. Demin D. Investigation of structural cast iron hardness for castings of automobile industry on the basis of construction and analysis of regression equation in the factor space «carbon (C) - carbon equivalent (Ceq)». Technology Audit and Production Reserves. 2018. № 3 (1 (41)). P. 29–36. doi: https://doi.org/10.15587/2312-8372.2018.109097

34. Demin D. Adaptive modeling in the problem of searching for the optimal control of the thermal treatment of cast iron. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2013. № 6 (4 (66)). P. 31–37. doi:

35. Domina O. Solution of the compromise optimization problem of network graphics on the criteria of uniform personnel loading and distribution of funds. Technology Audit and Production Reserves. 2021. № 1 (4 (57)). P. 14–21. doi: https:// doi.org/10.15587/2706-5448.2021.225527

36. Di Cairano M., Condelli N., Cela N. et al. Formulation of gluten-free biscuits with reduced glycaemic index: Focus on in vitro glucose release, physical and sensory properties. 2022. LWT. P. 154. 112–119. doi: https:// doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112654

37. Domina O., Lunin D., Barabash O. et al. Algorithm for selecting the winning strategies in the processes of managing the state of the system "supplier – consumer" in the presence of aggressive competitor. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. № 6 (3 (96)). P. 48–61. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.152793

38. Demin D. Synthesis of nomogram for the calculation of suboptimal chemical composition of the structural cast iron on the basis of the parametric description of the ultimate strength response surface. ScienceRise. 2017. № 8. P. 36–45. doi: https:// doi.org/10.15587/2313-8416.2017.109175

39. Eckerson J. M. The Effect of a Protein-Rich Egg White Breakfast and an Isocaloric Toaster Pastry Breakfast on Satiety and Dietary Intake in Normal-Weight College-Age Women. 2015. Vol. 115. Issue 9. P. A17. doi: 10.1016/j.jand.2015.06.048 141

40. Fernandes S. S., Salas-Mellado M. M. Addition of chia seed mucilage for reduction of fat content in bread and cakes. Food Chem. 2017. № 227. P. 237–244.

41. Frolova L. Identification provision of energy saving on the basis of audit process moulding machines shaking. Technology Audit and Production Reserves.

2011. № 2 (2 (2)). P. 8–13. doi: https://doi.org/10.15587/2312-8372.2011.4859

42. Horstmann S., Lynch K., Arendt E. Starch Characteristics Linked to Gluten-Free Products. Foods. 2017. № 6 (4). P. 29. doi: https:// doi.org/10.3390/foods6040029

43. Kudinov P. I., Schekoldina T. V., Slizkaya A. S. Current status and structure of vegetable protein world resources. Izvestiya vysshih uchebnyh zavedeniy. Pischevaya tekhnologiya. 2012. № 5–6. P. 7–10.

44. Kroes-Nijboer A., Venema P., Bouman, J. Influence of Protein Hydrolysis on the Growth Kinetics of β-Lg Fibrils. Langmuir 2011. 27. P. 5753–5761.

45. Knowles T.P.J.; Mezzenga R. Amyloid Fibrils as Building Blocks for Natural and Artificial Functional Materials. Adv. Mater. 2016. 28. P. 6546–6561.

46. Makarenko D. Investigation of the response surfaces describing the mathematical model of the influence of temperature and BeO content in the composite materials on the yield and ultimate strength. Technology Audit and Production Reserves. 2017. № 3 (3 (35)). P.1 3–17. doi: https://doi.org/10.15587/2312-8372.2017.104895

47. Minchenko L. A., Andreenko L. V., Spivak M. E. Microbiological analysis of flour when used in baking. Tekhnologii pischevoy i pererabatyvayuschey promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya. 2021. № 4. P. 86–88. doi: https://doi. org/10.24412/2311-6447-2021-4-85-88

48. Nasabi M., Naderi B., Akbari M. et al. Physical, structural and sensory properties of wafer batter and wafer sheets influenced by various sources of grains. 2021. P.149. 111826.

49. Naseer B., Naik H. R., Hussain S. Z. et al. Effect of carboxymethyl cellulose and baking conditions on in-vitro starch digestibility and physico-textural characteristics of low glycemic index gluten-free rice cookies. 2021. P. 141. 110885. doi: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.110885

50. Lendel C., Solin N. Protein Nanofibrils and Their Use as Building Blocks of Sustainable Materials. RSC Adv. 2021. 11. P. 39188–39215.

51. Ling B., Cheng T., Wang S. Recent developments in applications of radio frequency heating for improving safety and quality of food grains and their products: A review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2019. № 60 (15). P. 2622–2642. doi: https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1651690

52. Omaraliyeva A., Botbayeva Z., Agedilova M. et al. Determining the optimal parameters of ultrahigh-frequency treatment of chickpeas for the production of gluten-free flour. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. № 5 (11 (113)). P. 51–60. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.241877

53. Oboroceanu D., Wang L., Magner E. Fibrillization of Whey Proteins Improves Foaming Capacity and Foam Stability at Low Protein Concentrations. J. Food Eng. 2014. 121. P. 102–111.

54. Peng D., Yang J., Li J. Stabilized by β-Lactoglobulin Amyloid Fibrils: Effect of PH. J. Agric. Food Chem. 2017. 65. P. 10658–10665.

55. Popov S., Frolova L., Rebrov O. et al. Increasing the mechanical properties of structural cast iron for machine-building parts by combined Mn – Al alloying. EUREKA: Physics and Engineering. 2022. P. 118–130. doi: https://doi.org/10.21303/2461-4262.2022.002243

56. Rodriguez-Garcia J., Ding R., Nguyen T. H. T. et al. Soluble fibres as sucrose replacers: Effects on physical and sensory properties of sugar-reduced short-dough biscuits. 2022. LWT. P. 167. 113837.

57. Schmelter L., Rohm H., Struck S. Gluten-free bakery products: Cookies made from different Vicia faba bean varieties. 2021. Future Foods. P. 4 100038. doi: https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100038

58. SHalagina YU. A. Izmenenie obema krupy pri SVCh obrabotke. Evraziyskiy Soyuz Uchenyh (ESU). 2016. № 4 (25). P. 49–52.

59. Shelepina N. V., Guseynova N. E. Ispol'zovanie razlichnyh

strukturoobrazovateley v proizvodstva pischevyh produktov. Nauchnye zapiski OrelGIET. 2010. № 2. P. 429–431.

60. Turabi E., Sumnu G., Sahin S. Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend. Food Hydrocolloids. 2008. № 22 (2). P. 305–312.

61. Vasenko Y. Wear resistance of titanium doped simulation of iron on the data passive experiment. Technology Audit and Production Reserves. 2011. № 2 (2 (2)). P. 3–8. doi: https://doi.org/10.15587/2312-8372.2011.4858

62. Xu J., Zhang Y., Wang W., Li Y. (2020). Advanced properties of gluten-free cookies, cakes, and crackers: A review. Trends in Food Science & Technology. 2020. № 103. P. 200–213. doi: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.07.017

ДОДАТКИ