

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 ТА АСОРТИМЕНТУ КЕКСІВ
ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ З ЖИТНЬОГО БОРОШНА

Виконав – студент II курсу, групи 22 м-тз
освітньої програми Технології зерна та зернопродуктів
спеціальності 181 «Харчові технології»
Шкворець Сергій Анатолійович

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

УМАНЬ – 2023

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	3
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 Особливості виробництва кондитерських виробів підвищеної біологічної цінності	7
1.1 Особливості хімічного складу та застосування житнього борошна для виробництва борошняних кондитерських виробів. Перспективи збагачення готових виробів	8
1.2 Особливості технології виробництва кексів на хімічних розпушувачах	10
1.3 Особливості технології виробництва кексів на дріжджах	12
1.4 Особливості технології виробництва кексів з борошна житнього без хімічних розпушувачів	13
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	18
2.1 Умови проведення дослідження	18
2.2 Схема досліду	18
2.3 Методика проведення досліджень	20
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	24
РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	40
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ	42
РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	45
ВИСНОВКИ	47
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	49
ДОДАТКИ	55

ANNOTATION

Shkvorets S. A. Improvement of the technology and range of muffins of increased nutritional value from rye flour

Qualifying work for obtaining a master's degree of higher education in the specialty 181 Food technologies OP Technologies of grain and grain products. Uman National University of Horticulture. Uman, 60 p.

In order to create cupcakes of increased nutritional value, the choice of raw components that are not traditionally used in cupcake technology is theoretically justified, and their dosages, % by mass of flour, are experimentally established: dehulled rye flour (100), malt extract (12.5), which allow increase the nutritional value of cupcakes by increasing the content of dietary fiber, polyunsaturated fatty acids, as well as B vitamins, phosphorus, iron and silicon.

It was established that the addition of 10% flour with thick rye sourdough (moisture content 50%) allows you to increase the density of the whipped mass and dough in the production of cakes using chemical leavening agents, due to which the smallness of the finished products is reduced by 18% and the compression % increases compared to the control sample, and the gas-forming capacity of the dough during the proofing process increases by 2.5% during the production of yeast cakes, which improves the quality indicators of the finished products.

The recipe and technology of the cake based on chemical leavening agents of increased nutritional value have been developed, which allows to reduce the duration of the production process by 2 times compared to the traditional technology.

The technology for the production of yeast-based rye flour cake has been developed, which allows to reduce the duration of the production process by 6 times compared to the steamed method of dough preparation and by 1.5 times compared to the non-steamed method. The main parameters of the technological process are established: the duration of the dough blanks is 85–95 minutes.

ВСТУП

Борошняні кондитерські вироби поряд з хлібом і хлібобулочними виробами займають значне місце в харчуванні сучасної людини, що пов'язано зі стабільністю їх споживання населенням України [33, 60].

В останні роки спостерігаються тенденції значного підвищення попиту на борошняні кондитерські вироби в аспекті розвитку ринку кондитерських виробів, у зв'язку з чим простежується збільшення виробництва у вітчизняній промисловості. Ці вироби посідають друге місце за обсягом виробництва в кондитерській промисловості, а також виробляються у значній кількості на підприємствах хлібопекарської галузі [34, 35, 61].

Незважаючи на притаманні кексам привабливий зовнішній вигляд, особливі смакові характеристики та гарну засвоюваність, їх основним недоліком є незбалансований хімічний склад, спричинений надлишком жирів та легкозасвоюваних вуглеводів при незначній кількості незамінних амінокислот, вітамінів, макро- та мікроелементів [53, 62].

Обґрунтування теми дослідження. В останні роки у зв'язку з несприятливою екологічною обстановкою та умовами технічного прогресу, що сприяють гіподинамії, скороченню фізіологічних енерговитрат людей, збільшенню стресових ситуацій, розбалансованості харчування, спостерігається поширення таких захворювань, як ожиріння, атеросклероз, діабет, авітаміноз, подагра, гіпертонічна захворювання шлунково-кишкового тракту та ін [8, 45, 56].

Таким чином, актуальним останніми роками відповідно до державної політики в галузі здорового харчування є виробництво продуктів харчування збалансованого хімічного складу, що досягається шляхом збагачення їх функціональними інгредієнтами, застосування нових нетрадиційних видів сировини, зниження калорійності.

Мета і задачі дослідження. Мета досліджень – удосконалення технології та асортименту кексів підвищеної харчової цінності з житнього борошна

Відповідно до поставленої мети вирішувалися такі задачі:

- дослідити хімічний склад, встановити раціональну кількість та вплив на показники якості готових виробів солодового екстракту, борошна житнього обдирного на якість кексів;

- обґрунтувати застосування закваски з житнього борошна, встановити її раціональну кількість та вивчити вплив на показники якості збитої маси, тіста, готових виробів при виробництві кексів на хімічних розпушувачах та на газоутворювальну здатність тесту в процесі вистоювання, а також показники якості готових виробів при виробництві кексів на дріжджах;

- розробити рецептури та технології кексів на хімічних розпушувачах та на дріжджах підвищеної харчової цінності;

- розрахувати економічну ефективність використання нових видів сировини у виробництві кексів.

Об’єкт дослідження – кексів підвищеної харчової цінності з житнього борошна.

Предмет дослідження – борошно житнє обдирне, солодовий екстракт, хвмічні розпушувачі, дріжджі, кекси.

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

Наукова новизна одержаних результатів.

Наукова новизна роботи полягає в наступному:

- обґрунтований та експериментально підтверджений вибір сировинних компонентів, що традиційно не застосовуються в технології кексів: екстракту солодового, борошна житнього обдирного;

– доведено можливість використання заквасок та заварок у рецептурі кексів з житнього борошна для покращення їх структурно-механічних властивостей у процесі зберігання;

– розрахунковим шляхом встановлено та експериментально підтверджено раціональні дозування солодового екстракту, що сприяють підвищенню харчової цінності готового виробу;

– встановлена залежність щільності збитої маси та тіста від кількості борошна, що вноситься із заквасками та заварками, у технології кексів на хімічних розпушувачах, виявлено їх вплив на тривалість збивання маси та показники якості кексів у процесі зберігання;

– доведено вплив закваски на газоутворюючу та газоутримуючу здатність тесту на дріжджах, а також на тривалість вистоювання тестових заготовок.

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 об'єм роботи. Кваліфікаційну роботу виконано на 60 сторінках комп'ютерного тексту (з них основного тексту – 43 сторінки). Робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, що включає 62 найменування, з яких 35 латиницею та чотирьох додатків. Робота містить 14 таблиць та п'ять рисунків.

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ ПІДВИЩЕНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ

З розвитком науки і техніки все більшого значення набувають питання харчування населення та розроблення технологій харчових продуктів оздоровчого і профілактичного призначення. Їжа має не лише задовольняти основні потреби організму в поживних речовинах, а й сприяти підтримці здоров'я та фізичної форми людини, запобігати й усувати негативні наслідки певних захворювань [14, 18, 41].

Кекси – особлива група борошняних кондитерських виробів, що виготовляються із здобного тіста з високим умістом цукру, жиру та меланжу. Характерна їх особливість – наявність у рецептурі родзинок, фруктів, цукатів, горіхів, що впливають на смакові якості та асортименти виробів. Рецептури кексів включають від 8 до 12 видів сировини та окремих напівфабрикатів. Виробляються, переважно з борошна пшеничного вищого ґатунку, відрізняються високою калорійністю та поживною цінністю [10, 14, 20, 52].

Тісто для кексів є багатофазною структурованою системою, що включає в свій склад повітряну фазу, яка забезпечує пористість готових виробів [6, 14, 19, 46]. Пориста структура кексів забезпечується такими рецептурними компонентами, як хімічні розпушувачі, дріжджі або емульгатори, останні з яких входять до складу сировинних компонентів (яєчний білок, лецитин яєчного жовтка або казеїн молока) [4, 21, 22, 36, 47].

Кекси відповідно до ДСТУ 4505:2005 та залежно від способу приготування і рецептури поділяють на групи [19, 25]:

- на дріжджах;
- на хімічних розпушувачах;
- без хімічних розпушувачів та дріжджів.

1.1 Особливості хімічного складу та застосування житнього борошна для виробництва борошняних кондитерських виробів. Перспективи збагачення готових виробів

Борошно житнє хлібопекарське виробляється чотирьох сортів: сіяне, обдирне, шпалерне і особливе. У виробництві хліба та хлібобулочних виробів широко використовується борошно житнє обдирне, яке порівняно з пшеничною, містить у своєму складі більше незамінних амінокислот (лізину, треоніну та ін.), вітамінів групи В, мінеральних речовин (Fe, Mg, K, Ca, P), а також високомолекулярних пентозанів та харчових волокон, що відносяться до пребіотиків, які не тільки формують структурно-механічні властивості тіста, але й сприяють поліпшенню роботи шлунково-кишкового тракту, адсорбуючи шкідливі речовини та покращуючи перистальтику кишечника [8, 15, 16, 29, 34, 48]. Хімічний склад борошна житнього обдирного в порівнянні з борошном пшеничного вищого сорту представлений у таблиці 1.1

Таблиця 1.1

Порівняльний аналіз борошна пшеничного вищого сорту та борошна житній обдирний [13]

Найменування показників	Борошно пшеничне хлібопекарське вищого сорту	Борошно житнє обдирне
Крохмаль, %	68,5	60,7
Білки, %	10,3	8,9
жири, %	1Д	1,7
Харчові волокна, %	3,5	12,4
Залізо, мг%	1,2	3,5
Магній, мг%	16	60

Калій, мг%	122	350
Кальцій, мг%	18	34
Фосфор, мг%	86	189
Вітамін В1 (тіамін), мг%	0,17	0,35
Вітамін В2 (рибофлавін), мг%	0,04	0,13

В даний час борошно житнє використовується в основному при виробництві хліба. Хліб з житнього борошна відрізняється підвищеною харчовою цінністю і є одним з основних продуктів харчування населення України, Литви, Латвії, Естонії, а також Польщі, Німеччини, Фінляндії, Австрії та ін. Характерний смак та запах житніх, особливо заварних видів хліба підвищує їхню фізіологічну цінність, впливаючи на засвоюваність [49, 50, 57].

Хлібобулочні вироби, вироблені з використанням житнього борошна, належать до групи продуктів здорового харчування деяких країнах Європи. У Фінляндії широкого поширення набули такі вироби, як хвіртки з житнього тіста з різними начинками.

В останні роки спостерігається тенденція розширення асортименту та підвищення харчової цінності як хлібобулочних, так і борошняних кондитерських виробів за рахунок застосування житнього борошна в рецептурі.

Авторами [44] проведено дослідження щодо використання житнього борошна у технології бісквітних напівфабрикатів.

У роботі [50], присвяченій впливу 5-алкілрезорцинів на хлібопекарські властивості житнього борошна, представлені результати досліджень із застосування житнього борошна в рецептурі кексів. Показано її вплив на підвищення харчової цінності готових виробів, однак необхідним є вивчення використання житнього борошна у поєднанні з функціональними інгредієнтами,

що сприяють значному збагаченню хімічного складу кексів. Крім цього, відомо використання житнього борошна у технології пряників, коржиків, коржів.

У деяких країнах розробляються програми, спрямовані на впровадження виробів, виготовлених з використанням житнього борошна, у раціон харчування дітей дошкільного та шкільного віку [59].

1.2 Особливості технології виробництва кексів на хімічних розпушувачах

В якості хімічних розпушувачів тіста використовують карбонат амонію (вуглеамонійну сіль), гідрокарбонат натрію (питну соду), пекарські порошки.

Технологічний процес виробництва кексу на хімічних розпушувачах складається з наступних стадій: підготовка сировини до виробництва; приготування тіста; формування тістових заготовок; випікання та охолодження; оздоблення; пакування. [50, 58].

Приготування тіста. Залежно від передбаченого рецептурою сировини та обладнання розрізняють два способи приготування тіста.

Перший спосіб. Технологія приготування тіста за першим способом включає послідовно проведені операції:

- збивання жиру (вершкового масла, маргарину), при цьому температура жиру 40°C (тривалість збивання 7–10 хв. і залежить від пори року та кількості олії);

- додавання цукру-піску та збивання з жиром (тривалість збивання 5–7 хв.);

- додавання яйцепродуктів;

Загальна тривалість збивання – 20–30 хвилин.

- додавання рецептурних компонентів (родзинки, есенція, хімічні розпушувачі), крім борошна;

– додавання борошна та замішування тіста (тривалість замісу 3–5 хв. – збивальна машина, тривалість замісу 10–15 хв. – тістомісильна машина) [3, 10].

Під час збивання олії з цукром та яйцями відбувається утворення емульсії, стійкість якої забезпечується лецитином яєчних жовтків. Яйцепродукти додаються в масу збитої олії з цукром-піском поступово, що призводить до рівномірного розподілу жиру та диспергування в тісті у вигляді дрібних частинок, кожна з яких включає велику кількість бульбашок повітря, що потрапляє в масу в процесі збивання. Рівномірний розподіл повітря в тісті сприяє утворенню дрібної однорідної пористої структури [52, 53, 60].

Кекс, отриманий з такого тіста легкий, пишний, має великий об'єм та дрібнопористу структуру. Описаний спосіб застосовують, коли готують тісто з використанням меланжу або яєць, у яких погано відокремлюються білки від жовтків. Якщо в рецептуру входить незбиране молоко, то до нього додають частину цукру і кип'ятять до розчинення кристалів. Молочний сироп охолоджують і поступово додають до збитого масла.

Другий спосіб. Технологія приготування тіста за другим способом включає наступні операції:

- збивання яйцепродуктів із цукром-піском упродовж 25–30 хв.;
- розм'якшення та збивання жиру (вершкового масла або маргарину) (тривалість збивання 10–12 хв.);
- додавання до збитого масла всіх рецептурних компонентів, крім борошна;
- додавання в отриману суміш збитої яєчно-цукрової маси;
- додавання борошна та замішування тіста.

Кекс, отриманий другим способом, має рівномірну дрібнопористу структуру, але тісто менш насичене повітрям. При обробці меланжу з цукром у збивальній машині упродовж 25-30 хв. відбувається збільшення об'єму в 2,5–3,0 рази [4, 19].

1.3 Особливості технології виробництва кексів на дріжджах

Технологія виробництва кексів на дріжджах передбачає як опарний, і безопарний способи приготування. Опарний спосіб приготування кексів складається з наступних операцій: підготовка сировини до виробництва; приготування опари; приготування тіста; формування тестових заготовок; вистоювання; випікання та охолодження; оздоблення; упаковка [5, 23, 52].

У теплій воді (температура близько 40°C) розмішують 50% від рецептурної кількості подрібнених дріжджів, частину меланжу, додають борошно (50-60% від рецептурної кількості) і ретельно перемішують з водою. Після закінчення перемішування опару залишають для бродіння (тривалість 4-4,5 години). Початкова температура опари 28° С, кінцева – 32 ° С; вологість – 49–52%. Через 2 години опару обминають і залишають для бродіння. Готовність опари визначають аналітично – за досягненням кінцевої кислотності (3–3,5 град) або органолептично – щодо зміни зовнішнього вигляду поверхні опари [53].

У готову опару завантажують додаткову сировину: попередньо розігріту до 30-40 °С частину меланжу; розтоплене до цієї температури вершкове масло; розчинену у воді сіль; родзинки, цукати, ванільну пудру; воду, що залишилася; поступово, а також невеликими порціями борошно. Упродовж 7–8 хв замішують тісто. Температура замісу – 28-29 °С, вологість – 30–32%. Ретельно вимішане тісто посипають борошном і залишають для бродіння упродовж 1,5–2 годин, проводячи за цей період часу одну - дві обминки задля видалення з тіста діоксиду вуглецю, що утворився при бродінні, і створення оптимальних умов бродіння. Готове тісто має температуру – 30–31 ° С, вологість – 31–32%, кислотність – 3–3,5 град [5, 18].

Готове тісто обробляють на шматки, кожному з яких надають круглу форму шляхом підкочування, розкладають у форми, попередньо змащені маслом або жиром, і залишають для остаточного вистоювання на 1–1,5 години

для збільшення об'єму в 2–2,5 рази. Перед випіканням тістові заготовки змащують яйцем чи меланжем. Перед посадкою в піч тісто в кількох місцях наколюють [32, 39].

Тривалість випікання залежить від маси виробу: кекс масою 200 г випікають 25–30 хв; 500 г – 50 хв; понад 1кг – 60–65 хв при температурі печі 185–210° С. Готовність визначають органолептичним методом. Кекс виймають із печі, залишають у формах для охолодження на 4–5 годин, звільняють від форм, зачищають поверхню [57].

Оздоблення. Поверхню остиглого кексу оформляють різними обробними напівфабрикатами (цукровою пудрою, помадою, цукатами, цукровим сиропом або цукровою глазур'ю) [18, 52, 53].

Технологічний процес виробництва кексу на дріжджах безопарним способом складається з п'яти стадій і виключає стадію приготування опари, що дозволяє скоротити його тривалість, проте показники якості кексів, приготовлених у такий спосіб, поступаються якості кексів, вироблених опарним способом [58, 62].

Охарактеризовані способи приготування кексів на дріжджах характеризуються тривалістю технологічного процесу, що негативно позначається на енерговитратах підприємства під час їх виробництва. Вирішенням цієї проблеми може стати використання нових видів сировини у рецептурі, що сприяють скороченню тривалості окремих стадій технологічного процесу.

1.4 Особливості технології виробництва кексів з борошна житнього без хімічних розпушувачів

Технологічний процес виробництва кексів без хімічних розпушувачів та дріжджів складається з наступних стадій: підготовка сировини до виробництва;

приготування тіста; формування тістових заготовок; випікання та охолодження; оздоблення; пакування [3, 10].

Приготування тіста складається з наступних операцій:

- 1) Розм'якшення жиру (маргарину або вершкового масла) упродовж 5-8 хв.;
- 2) збивання олії з цукром-піском (тривалість 10-12 хв.);
- 3) додавання частинами жовтка та збивання до зникнення кристаликів цукру-піску упродовж 15-20 хв;
- 4) додавання до збитої маси борошна та крохмалю та перемішування упродовж 20-30 с;
- 5) збивання яєчного білка до утворення міцної піни (тривалість 13-17 хв.);
- 6) Змішування збитого білка з основною масою;
- 7) Формування, випікання та оздоблення здійснюються аналогічно до технологічного процесу приготування тіста на хімічних розпушувачах [10].

В останні роки в структурі харчування сучасної людини широко використовуються функціональні інгредієнти, відмінністю яких від традиційних компонентів є те, що вони не тільки мають певні поживні властивості, але й надають цілеспрямовану дію на функціональну активність окремих органів, систем та організму в цілому, стимулюють їхню працездатність. з профілактичною та лікувально-оздоровчою метою. При цьому вони не належать до біологічних добавок та лікарських препаратів [7, 18, 20, 30].

Необхідність їх використання при виробництві продуктів харчування обумовлена результатами численних наукових досліджень, згідно з якими при звичайному раціоні харчування сучасної людини організм недоотримує 40-60% необхідної кількості вітамінів і мінеральних речовин [42], при цьому кількість вуглеводів по відношенню до білків перевищує норму раціонального харчування 2-4 рази [25, 46]. Вирішенням цієї проблеми стала розробка продуктів харчування з використанням різних видів інгредієнтів

функціонального призначення, до яких відносяться як продукти рослинного походження (зернові, олійні, бобові, овочеві, плодові культури та продукти їх переробки) [2, 4, 23], тваринного походження (молочні продукти, яйця, вторинна сировина м'ясної промисловості, продукти переробки морепродуктів) [4, 12, 61], так і добавки мікробного походження (жива біомаса мікроорганізмів та продукти її переробки) та препарати біологічно активних речовин [9, 23, 28].

До деяких видів функціональних інгредієнтів, що використовуються при виробництві різних продуктів харчування, відносяться солодовий екстракт, добавки, що містять омега-3-жирні кислоти. Використання цих продуктів у рецептурі сприяє як підвищенню харчової цінності, а й розширенню асортименту борошняних кондитерських виробів [44, 55].

На утворення структурно-механічних властивостей житнього тіста впливають процеси набухання крохмалю та гідратації високомолекулярних пентозанів, а також набухання та пептизації білків, що утворюють в'язкий колоїдний розчин. Білки житнього борошна за складом та властивостями відрізняються від білків борошна пшеничного, здатних утворювати клейковину – губчастий каркас тіста. Внаслідок цього пружність та еластичність, властиві пшеничному тісту, не характерні для житнього [5, 50].

Кекси з житнього борошна характеризуються підвищеною крихтістю. Дослідження з вивчення особливостей білково-протеїназного та вуглеводно-амілазного комплексів борошна житнього показали, що великий вплив на утворення житнього тіста робить кислотність. У зв'язку з цим пептизована частина білків утворює в'язку рідку фазу, в якій дисперговані зерна крохмалю, частинки обмежено набряклого білка та борошна, слизу та інші водорозчинні складові [8, 16, 29]. Оскільки до рецептури кексів входить незначна кількість води, утворення комплексів пентозанів з пептизованою частиною білків, що переходять у в'язкий колоїдний розчин є дещо складним. У зв'язку із цим доцільним є використання напівфабрикатів (заквасок, заварок), у яких процес

утворення комплексів відбувається на стадії їх приготування, що впливає на консистенцію тіста, підвищення його густини, а, отже, формування структури готових виробів та зниження їх крихкості. Також доцільним є застосування ферментних препаратів амілолітичної дії, завдяки механізму дії яких забезпечується уповільнення ретроградації крохмалю, збереження свіжості в процесі зберігання та зниження крихкості готових виробів.

У процесі теоретичних досліджень провели порівняльний аналіз різних видів житніх заквасок з метою виявлення можливості їх використання в технології кексів. Встановлено, що застосування рідких заквасок із заваркою (вологість 80-85%) та без неї (вологість 69-75%) обмежено (4-9% борошна у заквасці) їх високою вологістю при зниженій вологості тіста. Кількість концентрованої молочнокислої закваски (вологість 60 або 70%) може бути збільшено до 13% борошна в заквасці, проте в ній не розвиваються дріжджі, необхідні для розпушування тіста [12, 53].

Таким чином, при приготуванні кексів з житнього борошна доцільно використовувати густу житню закваску, вологість якої становить 50 %, кислотність 11-14 град, а підйомна сила – 20-25 хв. Закваску виводять по розводочному циклу з використанням чистих культур молочнокислих бактерій (*L.plantarum*-63, *L.brevis*-5, *L.brevis*-78) та дріжджів (*C.milleri*) [32].

При проведенні порівняльного аналізу заварок з метою застосування в технології кексів були обрані оцукрені заварки (неферментованим солодом і ферментним препаратом амілолітичної дії) як найбільш застосовувані при виробництві хліба. Застосування таких видів заварок, як солоних так гірких, недоцільно при виробництві борошняних кондитерських виробів, оскільки їх використання може негативно впливати на смакові характеристики кексів. Використання збродженого заварювання не є вкрай необхідним при виробництві кексів на хімічних розпушувачах через додаткове внесення дріжджів або молочнокислих бактерій. Застосування високозацукрової

заварки недоцільно, оскільки процес приготування відрізняється високою тривалістю, і основний результат при виробництві таких заварок, як накопичення глюкози, може значно збільшити масову частку цукру в готовому виробі [61].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Умови проведення дослідження

Дослідження проводили на кафедрі харчових технологій у навчально-науковій лабораторії «Оцінювання якості зерна і продуктів його перероблення» Уманського національного університету садівництва. Для дослідження взято борошно житнє, солодовий екстракт, розпушувач та дріжджі різних видів.

2.2 Схема досліджу

Структурна схема досліджень, що відображає суть проведеної роботи, представлена на рис. 2.1

Вибір нових видів сировини з метою збагачення хімічного складу кексів та вдосконалення технології їх виробництва здійснювався на підставі теоретичних досліджень наукової, технічної та патентної літератури.

При додаванні солодового екстракту використовували такі марки ЯСЕ-2, ЯСЕ-3, Munstons DME екстра, Бакмальт, Глофа.

При введенні нових видів сировини до рецептури борошняних кондитерських виробів досліджували кекси, приготовані на хімічних розпушувачах. Як контрольний зразок готували кекс «Столичний». Під час розробки рецептури та технології кексів на дріжджах контрольним зразком служив кекс «Здоров'я».

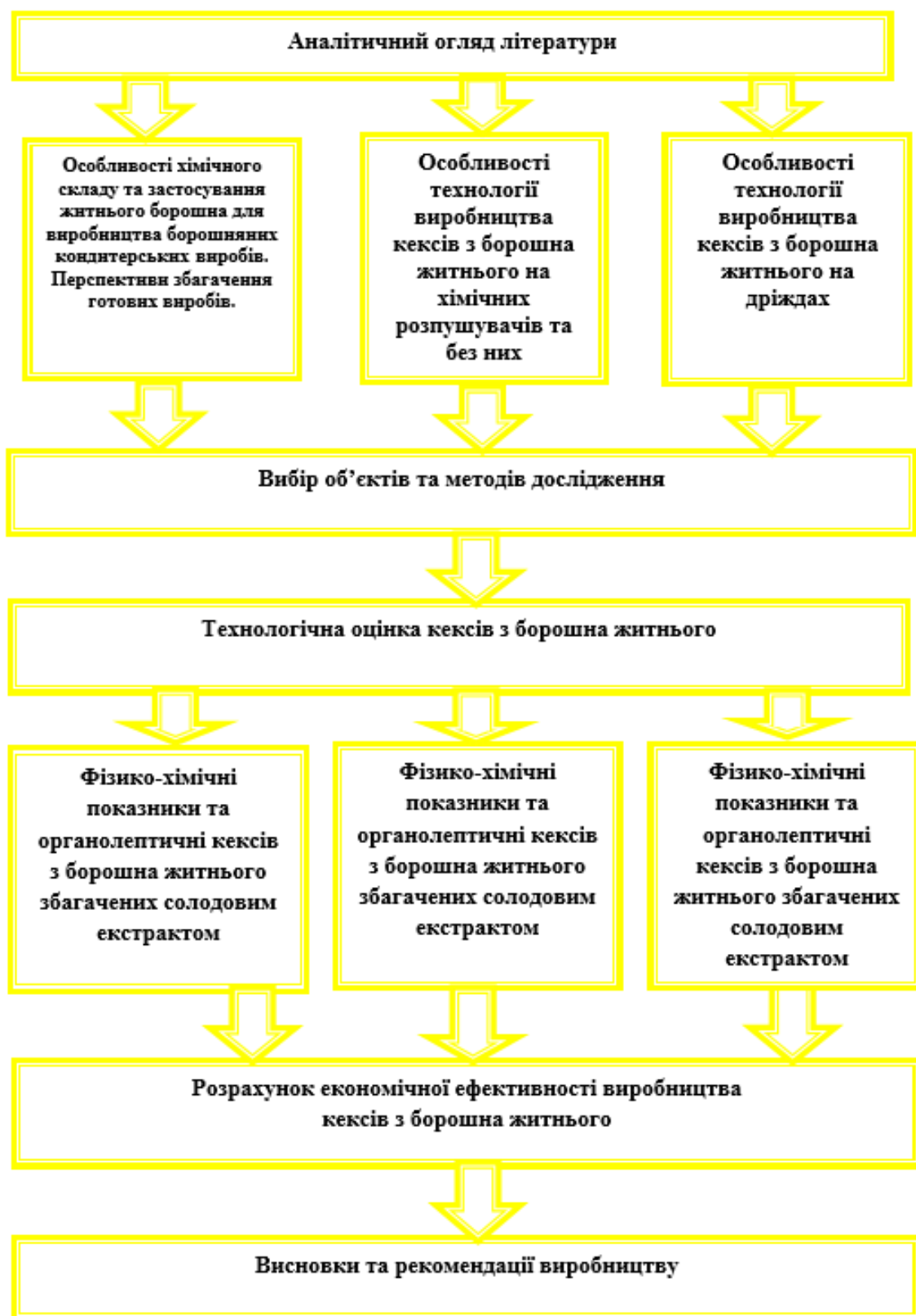


Рис. 2.1 Схема дослідження

2.3 Методика проведення досліджень

При приготуванні кексів на хімічних розпушувачах солодовий екстракт, яйця курячі змішували до утворення однорідної маси, потім додавали цукор, сіль, емульгатор і отриману суміш інтенсивно перемішували 1-2 хв при швидкості обертання місильного органу 140 об/хв, додавали масло, вносили розпушувач, борошно та замішували тісто (рис. 2.2).

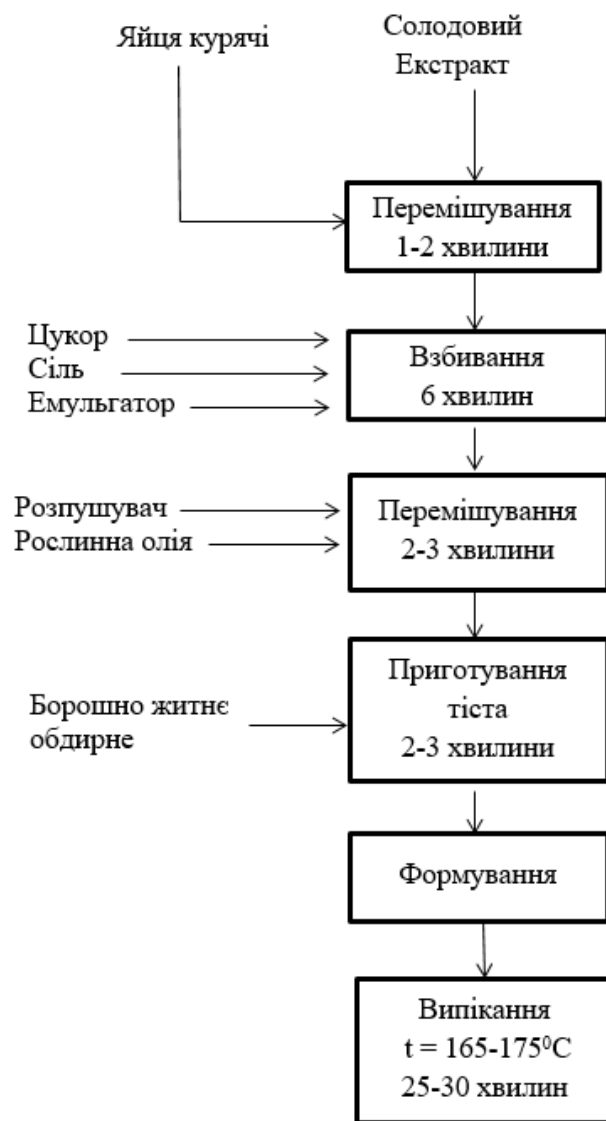


Рис. 2.2 Технологічна схема виробництва кексу з борошна житнього на хімічних розпушувачах

Відразу після замісу тісто розкладали у форми та випікали при температурі 175 ° С протягом 5 хв і при температурі 165 ° С протягом 20-25 хв до готовності. Після випікання кекси охолоджували.

При приготуванні кексів на дріжджах солодовий екстракт, яйця курячі змішували до утворення однорідної маси, потім додавали цукор, сіль, емульгатор і отриману суміш інтенсивно перемішували протягом 1-2 хв при швидкості обертання місильного органу 140 об/хв, додавали масло, вносили дріжджі, борошно та замішували тісто. Відразу після замісу тісто розкладали у форми і тістові заготовки направляли на вистоювання, яке здійснювали в шафі при температурі 34-36°C і відносній вологості повітря 75-80%. Тривалість вистоювання становила 80-90 хв, після чого тістові заготовки випікали при температурі 175 ° С протягом 5 хв і при температурі 165° С протягом 20–25 хв до готовності. Після випікання кекси охолоджували.

Технологічна схема виробництва кексу з борошна житнього на дріжджах представлена на рис. 2.3

Якість готових виробів оцінювали за органолептичними та фізико-хімічними показниками [32, 55, 65].

Відповідно ДСТУ 4505:2005 до органолептичних показників кексу відносяться смак, запах, форма та вид у зламі, що характеризується пропеченістю виробу, які визначали за ДСТУ 4683:2006.

До основних фізико-хімічних показників відносяться масова частка вологи, лужність (для кексу, приготованого на хімічних розпушувачах) або кислотність (для кексу, приготовленого на дріжджах), масова частка загального цукру та масова частка жиру.

Для більш повної характеристики якості кексу визначали додаткові показники, не передбачені стандартами: питомий об'єм, крихкуватість та структурно-механічні властивості кексу: стисливість та загальні, пластичні та пружні деформації.

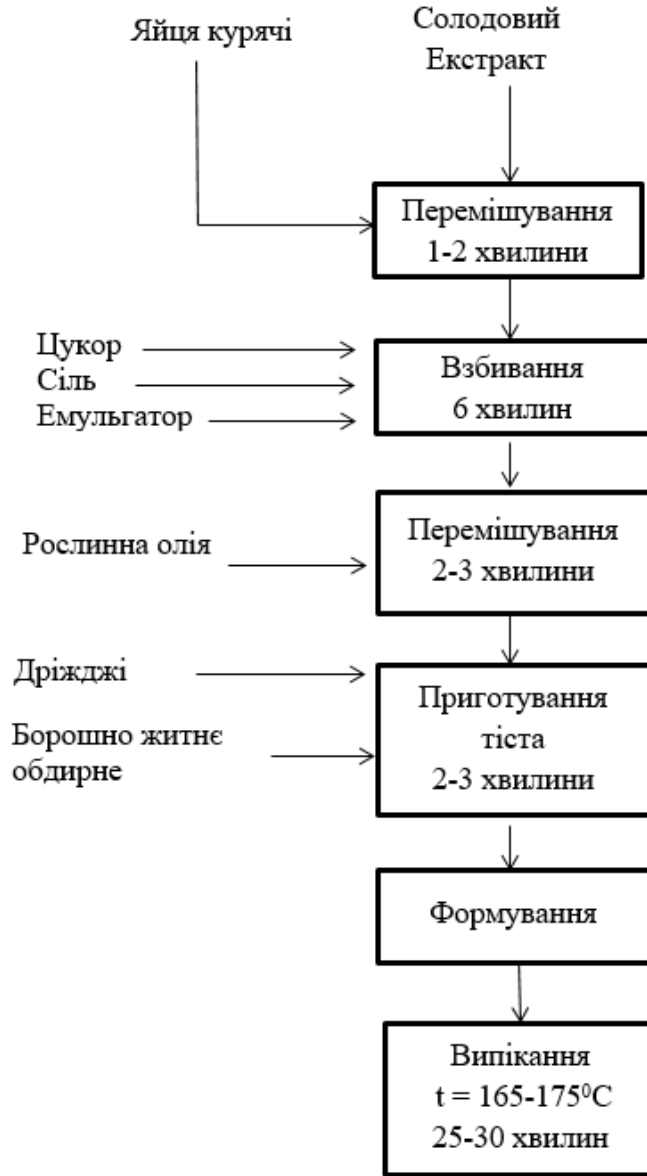


Рис. 2.3 Технологічна схема виробництва кексу з борошна житнього на дріжджах

Фізико-хімічні показники кексу визначали не раніше, ніж через 16 годин після випічки.

Визначення масової частки вологи в кексі проводили за ДСТУ 4683:2006 шляхом висушування подрібненого виробу в електросушильній шафі та

виражали у відсотках.

Кислотність і лужність готових виробів визначали відповідно ДСТУ 5024:2008 методом титрування у присутності фенолфталеїну розчином гідроксиду натрію та у присутності бромтимолового синього розчином соляної кислоти відповідно [31] та виражали в градусах.

Питомий об'єм кексу оцінювали відповідно до методики [91] та виражали у $\text{см}^3/\text{г}$.

Крихкість кексів визначали так: зі зразка кексу вирізали 9 кубиків розміром $25*25*25$ мм, зважували їх, поміщали на кругле сито лабораторне №18 на платформу лабораторного механізованого розсіву Журавльова і закривали кришкою. Потім здійснювали струшування кубиків протягом 15 хвилин при швидкості руху платформи розсіву 19 0об/хв. Залишки кубиків зразка кексу і дрібніші частинки, що залишилися на ситі, зважували. Крихкість кексу обчислювали за формулою:

$$K = (m_1 - m_2) * 100 / m_1$$

де m_1 – вихідна маса кубиків кексу до струшування;

m_2 – маса кубиків і частинок кексу, що залишилися на ситі після струшування.

Крихкість виражали у відсотках.

Дослідження показників якості кексів у процесі зберігання проводили відповідно до ДСТУ 4505:2005. Зразки кексів поміщали в полімерне пакування та зберігали 12 діб у сухому, чистому, добре вентильованому приміщенні при температурі $(18 \pm 3)^\circ\text{C}$ і відносній вологості повітря не більше 75%.

Хімічний склад кексів визначали розрахунковим шляхом за довідковими таблицями вмісту основних харчових речовин та енергетичної цінності харчових продуктів.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Розробка рецептури кексу із використанням нових сировинних компонентів

Вивчення впливу солодового екстракту на якість кексів

Для обґрунтування вибору та вивчення впливу солодових екстрактів на якість кексів при використанні їх у рецептурі замість цукру досліджували 5 зразків солодових екстрактів: ЯСЕ-2, ЯСЕ-3, Munstons DME екстра, Бакмальт, Глофа, що відрізняються між собою технологією виробництва. З метою використання солодового екстракту в технології кексів було проведено їх порівняльний аналіз за показниками вмісту сухих речовин, що редукують, загального цукру та рН (табл. 3.1).

Таблиця 3.1.

Показники якості солодових екстрактів

Назва солоду	Вміст			рН
	сухих речовин, %	загальних цукрів, %	редуючих речовин, %	
ЯСЕ-2	78,6±0,5	53,0±1	46,0±1	5,5±0,1
ЯСЕ-3	79,1±0,5	61,6±1	48,9±1	5,3±0,1
Munstons DME екстра	68,8±0,5	54,7±1	50,8±1	5,0±0,1
Бакмальт	75,9±0,5	72,9±1	50,4±1	5,4±0,1
Глофа	75,3±0,5	70,2±1	58,9±1	5,7±0,1

Враховуючи особливість використання екстракту в рецептурі кексів, яка полягає в частковій заміні цукру-піску, основним критерієм відбору був вміст

загального цукру, який у зразку екстракту «Бакмальт» становив 72,9%, що перевищувало значення цього показника в інших зразках. Результати досліджень показали, що найбільший уміст сухих речовин був у екстракті ЯСЕ-3, а найменший – у екстракті солоду Munstons DME екстра 68,8 %. Проте, істотної різниці у варіантах солоду за вмістом сухих речовин не встановлено. За результати досліджень, поданих у таблиці 3.1 встановлено, що найбільший уміст редукуючих речовин був у зразку солоду Глофа – 58,9 %, що негативно впливало на якість готових виробів, оскільки саме редукуючи цукри беруть активну участь у реакції меланоїдиноутворення в процесі випічки, внаслідок чого утворюються барвники. При високому їх вмісті кірка випеченого виробу (кексу) набувала темного кольору, а м'якуш залишався непропеченим. Таку продукцію відразу відносять до категорії браку.

Таким чином, для проведення подальших досліджень при виробництві борошняних кондитерських виробів функціонального призначення (кексів) нами був обраний зразок солоду ЯСЕ-2. Даний вид солоду був використаний як повноцінний замінник цукру під час приготування кексів. У зв'язку із тим, що даний вид солоду має досить вязку консистенцію, в ході проведення технологічних операцій з приготування данного кондитерського виробу, ми досліджували різні способи внесення: до розм'якшеного маргарину при зупиненому місильному органі, в результаті чого отримували масу тіста неоднорідного кольору та консистенції; до розм'якшеного маргарину при місильному органі, що рухається, внаслідок чого спостерігалися значні втрати компонента через прилипання до місильного органу; попередньо підігрівали екстракт до температури 40°C.

З метою зниження в'язкості і рівномірного розподілу екстракту в масі тіста, а також на наступних етапах досліджень готували суміші з солодового екстракту і олії рослинного, солодового екстракту та меланжу, солодового екстракту, меланжу та емульгатора.

Проведені дослідження показали, що отримання тіста однорідної консистенції досягалося за рахунок введення солодового екстракту у вигляді попередньо приготовленої з нього суміші з меланжем, внесеної в збиту масу маргарину з цукром при безперервному перемішуванні маси на повільній швидкості обертання місильного органу і подальшому збиванні, що дозволило забезпечити рівномірний розподіл рецептурних компонентів

На наступному етапі досліджували можливість заміни цукру в рецептурі кексів на солодовий екстракт.

Як контрольний зразок готували кекс «Столичний», вироблений за затвердженою рецептурою із вмістом цукру 65% до маси борошна. В експериментальних зразках робили заміну від 25 до 100% цукру на солодовий екстракт у співвідношенні 1:1. Така заміна відповідала вмісту солодового екстракту в рецептурі від 16 до 65% до маси борошна відповідно.

Досліджували вплив заміни на органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні показники якості кексів. Додатково поряд з лужністю визначали кислотність у тісті та кексі на хімічних розпушувачах через використання солодового екстракту, що має слабокисле середовище (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Вплив вмісту солодового екстракту на кислотність та лужність тіста

Показник	Масова частка солодового екстракту, %				
	Контроль (без добавки)	25	50	75	100
Кислотність тіста, град	1,8	2,8	3,1	3,4	3,8
Лужність тіста, град	2,5	2,3	2,9	3,8	4,2

Результати проведених досліджень показали, що кислотність тіста при внесенні добавок (солодового екстракту) дещо збільшувалася і становила від 2,8 град при внесенні добавки у кількості 25 % до 3,8 град . за кількості внесеної

добавки 100 %. Показник лужності тіста, залежно від варіанту, в середньому становив 10,1 град, що в 1,3 рази більше у порівнянні з контрольним варіантом.

У готових виробах також простежувалася динаміка збільшення даних показників (табл. 3.3). За даними таблиці 3.3 можна зробити висновок, що кількість внесеної добавки (солоду) впливала на кислотність та лужність готових виробів. Так, зокрема, у варіантах із внесенням солоду у кількості 25 та 50 кислотність та лужність виробів була майже на однаковому рівні та зовсім неістотно відрізнялася від контрольного зразка обумовлювало відсутність стороннього кислуватий присмаку в готовому виробі. Водночас, при збільшенні відсотку внесеної добавки понад 50% спостерігалось підвищення кислотності готових виробів в 5,2 та в 7 разів порівняно з контролем і становило, відповідно, 2,6 та 3,5 град.

Таблиця 3.3

Вплив вмісту солодового екстракту на кислотність та лужність кексів

Показник	Масова частка солодового екстракту, %				
	Контроль (без добавки)	25	50	75	100
Кислотність кексів, град	0,5	0,6	1,4	2,6	3,5
Лужність кексів, град	0,6	0,8	1,2	1,3	1,5

Однак при збільшенні кількості солодового екстракту більше 50% спостерігалось зростання кислотності в готовому виробі при незначному збільшенні показника лужності, в результаті чого при оцінці органолептичних показників випечених кексів відчувався кислуватий присмак, що посилюється при повній заміні цукру-піску в рецептурі.

Також при збільшенні кількості солодового екстракту від 25 до 100% спостерігалось збільшення щільності тіста та зниження питомого об'єму готового виробу, що пов'язане із зменшенням вмісту цукру-піску в рецептурі,

що виконує функцію структуроутворювача, що впливає на процес збивання всіх рецептурних компонентів за винятком борошна.

Отже, з метою оптимізації технологічного процесу виробництва кексів підвищеної харчової цінності рекомендується вносити солодових екстракт в кількості 50 % на зміну цукру.

3.2 Розробка рецептури кексу на дріжджах з використанням нових сировинних компонентів

Для розробки рецептури кексу на дріжджах з використанням нових сировинних компонентів за основу було прийнято рецептуру кексу на хімічних розпушувачах. Співвідношення рецептурних компонентів по відношенню до маси борошна було збережено. Хімічні розпушувачі (вуглеамонійна сіль, питна сода) були замінені в рецептурі на дріжджі. Відповідно до проведеного аналізу численних рецептур кексів на дріжджах [94], заснованому на вивченні співвідношення кількості дріжджів і вмісту цукру і жиру в рецептурах, було встановлено дозування пресованих дріжджів дорівнює 6% до маси борошна при вмісті цукру 50% до маси борошна 25%. Дозування сухих дріжджів знижували у співвідношенні 1:3.

Досліджували вплив різних видів дріжджів на показники якості кексів та технологічний процес їх виробництва. Використовували дріжджі хлібопекарські пресовані, високоактивні ТМ «Рекорд»; сухі, швидкодіючі ТМ «Львівські дріжджі» для здоби, осмоотолерантні «Саф-Інстант Золотий».

Відомо, що робота з дріжджами потребує певного розуміння процесу їх дії. Зокрема, цукор, що додається, згідно з рецептурою до тіста, метаболізується дріжджами, вивільняє вуглекислий газ. Це призводить до того, що тісто набуває характерної повітряної структури. В свою чергу борошняна клейковини наповнюється цим газом, внаслідок чого тісто підіймається. Проте, не лише дріжджі відповідають за підймання тіста. В цьому процесі також важливу роль

відіграє борошно, яке містить у своєму складі велику кількість білків. Найважливішими є гліадин і глютелін. Після змішування вони перетворюються на клейковину при замішуванні. Клейковина діє як в'язка сітка, яка потім наповнюється вуглекислим газом, в результаті процесу бродіння дріжджів, що, в свою чергу, активізує процес підймання тіста.

В процесі проведення експериментальних досліджень за заданими параметрами технологічного процесу, сухі дріжджі вносили в тісто, попередньо перемішуючи їх з борошном. При цьому спостерігався нерівномірний розподіл дріжджів по масі тіста, розчинення паличкоподібних частинок не відбувалося, у процесі вистоювання тістових заготовок на поверхні були чітко помітні вкраплення цих частинок. Таким чином, об'єм тістових заготовок практично не змінювався в процесі вистоювання, а об'єм кексів після випікання був незначним. Спостерігалася щільна структура кексів, внаслідок чого у подальших дослідженнях використовували пресовані дріжджі. Через високий вміст у рецептурі кексів цукру і жиру, що пригнічують життєдіяльність дріжджів, для подальших досліджень було обрано дріжджі ТМ «Рекорд», які є високоактивні та осмоотолерантні.

Одним із завдань дослідження було вивчення впливу дріжджів на показники якості кексів залежно від тривалості вистоювання. Тістові заготовки кексів, технологія приготування яких передбачала внесення до рецептури 6 % високоактивних дріжджів, поміщали в розстійну шафу, за температури 36-38 та відносної вологості повітря 65-75 %. Заготовки витримували від 60 до 300 хв. з кроком 30 хв., після чого випікали, охолоджували та порівнювали показники якості (дані результатів дослідження наведені в таблиці 3.4).

За даними, наведеними в таблиці 3.4, можна зробити висновок про те, що питомий об'єм кексів, в залежності від тривалості вистоювання тістових заготовок дещо змінювався. Так, зокрема, за тривалості вистоювання 60 хв.,

питомий об'єм був на рівні 1,3 см³/г, тоді як за подовження періоду вистоювання в інтервалі 90–300 хв., даний показник був у межах 1,6 –1,8 см³/г.

Таблиця 3.4

Вплив тривалості розстоювання тіста на показники якості кексів за використання високоактивних дріжджів

Показник	Значення показників якості кексів при тривалості розстоювання тістових заготовок, хв.								
	60	90	120	150	180	210	240	270	300
Питомий об'єм, см ³ /г	1,3	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8
Стиснення, од. пр.	9	11	12	13	14	14	14	15	15
Кислотність, град	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4

Показник стиснення готових виробів, в середньому, становив 13 од. приладу. Найменшим він був за тривалості вистоювання 60 хв – 9 од.пр., а найбільший – 15 од.пр., за тривалості вистоювання 270 і 300 хв.

Показник кислотності кексів залежав від тривалості вистоювання тістових заготовок, проте змінювався незначно. Найменшою кислотністю 2,1–2,3 град., вирізнялися вироби у яких тривалість вистоювання тістових заготовок становила 60–90 хв. Дещо більша кислотність виробів 2,3 –2,4 град відзначена у виробах, тривалість вистоювання яких коливалася в межах 150–300 хв. Таким чином встановлено, що тривале вистоювання тістових заготовок несуттєво вплинуло на збільшення об'єму виробів, у зв'язку із цим нами рекомендовано використовувати у рецептурі приготування даних видів кексів осмоотолерантні дріжджі.

За попередньо проведеними дослідженнями встановлено, що велика тривалість вистоювання тістових заготовок, понад 150 хв., не призводить до

суттєвого підвищення показника об'єму готових виробів. Тому, у варіанті, за використання осмотолерантних дріжджів тривалість вистоювання тістових заготовок для виробництва кексів становила від 60 до 140 хв., з кроком 20 хв. Результати цих досліджень наведені у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Вплив тривалості вистоювання на показники якості кексів за використання осмотолерантних дріжджів

Показник	Значення показників якості кексів при тривалості вистоювання тістових заготовок, хв.				
	60	80	100	120	140
Питомий об'єм см ³ /г	1,6	1,7	1,8	2,0	1,9
Стиснення, од.пр.	15	17	17	16	14
Кислотність, град	1,7	1,9	1,9	2,1	2,3
Крихкість %	48,3	51,6	53,5	57,2	60,8

Як показали результати досліджень, питомий об'єм кексів, при внесенні до їх рецептури осмотолерантних дріжджів, змінювався, залежно від тривалості вистоювання тіста. В середньому, в залежності від варіанту, цей показник становив 7,5 см³/г. Найвищий питомий об'єм був у виробках, за тривалості вистоювання 120 хв., і становив, відповідно, 2,0 см³/г, а найнижчим – 1,6 см³/г у варіанті за тривалості вистоювання 60 хв. Кислотність виробів була на рівні 1,7–2,3 град залежно від тривалості вистоювання тістових заготовок. Найвища кислотність була у виробках за тривалості вистоювання 120 і 140 хв – 2,1 і 2,3 град відповідно, а найнижча – 1,7 і 1,9 град, у варіантах, за тривалості вистоювання 60 і 80 хв.

Показник крихкості готовий виробів істотно залежав від внесення осмотолерантних дріжджів до рецептури нових видів кексів підвищеної харчової цінності. Даний показник певним чином регулює засвоювання організмом людини даного виду борошняного кондитерського виробу. Результати проведених досліджень свідчать про те, що незалежно від тривалості вистоювання тістових заготовок, показник крихкості готових виробів знаходився на досить високому рівні від 48,3 % (за тривалості вистоювання 60 хв) до 60,8 % (за тривалості вистоювання – 140 хв).

Встановлено, що вистоювання тістових заготовок протікало швидше при використанні даного виду дріжджів, що обумовлено подоланням дріжджової клітини осмотичного тиску, викликаного високим умістом цукру та жиру в рецептурі борошняного кондитерського виробу. Проте, встановлено, що при тривалості вистоювання 100 хв. кекс відрізнявся великим об'ємом, але плоскою кіркою та великою пористістю, що не властиво кексам традиційної рецептури (Додаток Б, рис. Б1, Б2).

Вплив заквасок на газоутворювальну здатність тіста та показники якості кексів у процесі зберігання

На великих підприємствах з метою підкислення тіста та інтенсифікації мікробіологічних, біохімічних і колоїдних процесів в ньому традиційно використовують закваски направленої дії – мезофільну, концентровану молочнокислі закваски, пропіоновокислу, ацидофільну тощо. Вони відрізняються технологіями приготування та складом мікрофлори. Традиційна технологія приготування заквасок носить безперервний характер і є довготривалою, оскільки потрібно створювати сприятливі умови для отримання заквасок належної якості.

Для енергійного накопичення кислот та ароматичних речовин в циклі розведення заквасок використовують чисті культури молочнокислих бактерій.

Однак, не кожне підприємство має достатні ресурси для ведення таких процесів. Підприємства малої потужності використовують закваски-підкислювачі. Їх виготовляють на основі висушених борошняних заквасок, харчових органічних кислот, лактобактерину, солодового екстракту тощо. Вартість цих підкислювачів є достатньо високою.

Перспективним напрямом для пекарень середньої та малої потужності є підкислення тіста за допомогою біологічних заквасок спонтанного бродіння, які не тільки інтенсифікують технологічний процес, а й збагачують вироби низкою органічних кислот, водорозчинними білками, вуглеводами, а також ароматичними сполуками, які утворюються в процесі їх бродіння.

Крім того, періодичність процесу ведення закваски спонтанного бродіння дозволяє підлаштувати його до змінного режиму (12-годинного) роботи підприємства та оперативно реагувати на потреби ринку в різних сортах хліба, збільшувати або зменшувати об'єми виробництва в залежності від попиту в різні пори року [2].

Кекси на дріжджах з використанням житнього борошна відрізняються підвищеною крихтістю. Тому, наступний етапом проведення досліджень відповідно до теми наукової роботи стало дослідження впливу заквасок на показники якості кексів у процесі зберігання. Досліджували вплив 10 % борошна, що вноситься із закваскою, на газоутворюючу та газотримуючу здатність тіста. Контрольним зразком служив кекс на дріжджах, приготований за розробленою рецептурою на основі борошна житнього, в якій передбачено внесення дріжджів хлібопекарських пресованих осмотолерантних у кількості 6% до маси борошна в тісті. Дослідний зразок містив 6 % дріжджів даного виду та 10 % борошна у густій житній заквасці.

Загальноприйнято, що на показники якості кексів на дріжджах впливає об'єм тістових заготовок, що збільшується в процесі їх вистоювання в залежності від інтенсивності газоутворювальної та газотримувальної здатності

тіста. Під час проведення дослідження вивчено вплив закваски на реоферментометричні характеристики тіста у процесі його вистоювання (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Реологічні характеристики тіста для кексів на дріжджах

Нацменування показника	Значення показника тіста для кексів на дріжджах	
	Без закваски	Із закваскою
Загальний об'єм CO ₂ , що виділився см ³	123	126
Об'єм утриманого CO ₂ , см ³	122	125
Конфіцієнт газотримання, %	99,2	99,2
Тривалість бродіння, хв	180	180
Температура тіста, °C	28,5	28,5
Маса тіста, г	315	315

Виявлено, що об'єм газу, що виділився у зразку тіста із застосуванням закваски на 2,5 % вище, ніж у контрольному. При цьому коефіцієнт газотримання цих зразках однаковий і становить 99,2%, що свідчить про незначний об'єм втраченого CO₂. При цьому об'єм утриманого газу у дослідному зразку також вищий, ніж у зразку тіста без використання закваски.

Результати досліджень показали, що масова частка води кексів «Житнє диво» та кексу «Здоров'я» не відрізняються між собою (табл. 3.7).

Масові частки цукру та жиру в розроблених зразках кексів нижче порівняно з кексом «Здоров'я» на 12 і 1,6% відповідно, що пов'язано з використанням солодового екстракту та олії рослинної в рецептурі. Кислотність зразків кексів з житнього борошна вища за дані показники кексу «Здоров'я», що пов'язано із застосуванням житнього борошна та закваски, що підвищує кислотність.

Таблиця 3.7

Вплив закваски на показники якості кексів на дріжджах

Нацменування показника	Значення показника тіста для кексів на дріжджах	
	без закваски	із закваскою
Масова частка вологи, %	20,5±0,5	21,0±0,5
Кислотність, град	2,0±0,3	2,3±0,3
Питомий об'єм, см ³ /г	1,8±0,1	1,9±0,1
Стисливість, од.приб.	16±1	17±1
Крихтість, %	50,7±3	43,6±3
Смак та запах	властивий данному виду виробу яскраво виражений смак	
Форма	Відповідає данному виду виробу	
Вид у зламі	Пропечений виріб без нагару та слідів непромісу	

Питомий об'єм кексів знизився на 5-10% порівняно з кексом з пшеничного борошна, що пов'язано з використанням борошна житнього, яке не утворює клейковину (рис. 3.8).

Стиснення кексів з болрошна житнього практично не відрізнялося від пшеничного кексу. Значення крихкості кексів пшеничного та житнього із закваскою практично однакові. При цьому необхідно відзначити, що кекси з використанням житнього борошна відрізняються підвищеною крихкістю у зв'язку з особливостями білково-протеїназного та вуглеводно-амілазного комплексів житнього борошна.

Таблиця 3.8

Фізико-хімічні показники кексів на дріжджах

Назва показника	Значення показників якості кексів на дріжджах		
	«Здоров'я» (з пшеничного борошна)	«Житнє диво» без використання закваски	З використанням густої житньої закваски
Масова частка вологи, %	21,0±0,5	20,5±0,5	21,0±0,5
Масова частка загального цукру, % СВ	31,1±2,5	27,4±2,5	27,4±2,5
Масова частка жиру, % СВ	18,9±2,0	18,6±2,0	18,6±2,0
Кислотність, град	1,5±0,3	2,0±0,3	2,3±0,3
Питомий об'єм, см ³	2,0±0,1	1,8±0,1	1,9±0,1
Стисливість, од.приб.	16±1	16±1	17±1
Крихтість, %	40,6±3	50,7±3	43,6±3

Відповідно до ДСТУ 4505:2005 визначали такі органолептичні показники якості кексів, як смак, запах, форма та вид у зламі, а також колір скоринки та стан поверхні.

Дослідження розблених видів кексів за енергетичною цінністю кексів

В результаті проведених досліджень було встановлено, що комплексне використання солодового екстракту, борошна житнього, олії соняшникової дозволяє збагатити хімічний склад кексів цінними поживними речовинами.

Так, при порівнянні харчової та енергетичної цінності кексів на хімічних розпушувачах (таблиця 3.9) виявлено збільшення вмісту харчових волокон на 77,6 %, поліненасичених жирних кислот – на 67,9 %, вітамінів В1 та В2 – на 50 %, РР – на 44 ,4 %, мінеральних речовин: натрію – на 54,4 %, калію – на 63,9 %,

кальцію – на 30,4 %, магнію – на 74,8 %, фосфору – на 46,9 % та заліза – на 56,5% у дослідному зразку (кекс «Житнє диво») порівняно з контрольним (кекс «Столичний»).

Таблиця 3.9

Харчова та енергетична цінність 100 г кексів на хімічних розпушувачах

Найменування показника	Вміст в зразках	
	Столичний	Житнє диво
Білки, г	6,5	7,2
Жири, г	20,7	14,7
Вуглеводи, г	52,9	48,9
Харчові волокна, г	1,3	5,6
ПНЖК, м	2,5	7,3
в т.ч. Омега-3, г	-	0,16
Енергетична цінність, ккал/100г	424	356
Вітаміни		
А, мкг	53,0	56,1
В1, мг	0,1	0,2
В2, мг	0,1	0,2
РР, мг	0,5	0,9
Мінеральні речовини:		
Na, мг	61,4	118,7
K, мг	78,3	206,9
Ca, мг	21,5	29,4
Mg, мг	8,9	33,7
P, мг	72,5	130,2
Fe, мг	1,0	2,2
Si, мг	-	1,1

Завдяки використанню нових сировинних компонентів розроблений кекс був збагачений кремнієм та омега-3-жирними кислотами. При цьому знизилася калорійність готових виробів на 10,2% та вміст жиру – на 24,6% порівняно з контрольним зразком.

Аналогічний позитивний вплив нових сировинних компонентів відзначений і при порівнянні харчової та енергетичної цінності кексів на дріжджах (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Харчова та енергетична цінність 100 г кексів на дріжджах

Найменування показника	Вміст в зразках	
	Столичний	Житнє диво
Білки, г	7,5	8,1
Жири, г	15,0	15,8
Вуглеводи, г	54,1	52,7
Харчові волокна, г	1,7	6,0
ПНЖК, м	1,6	7,8
в т.ч. Омега-3, г	-	0,16
Енергетична цінність, ккал/100г	386	363
Вітаміни		
А, мкг	35,9	60,3
В1, мг	0,1	0,2
В2, мг	0,1	0,2
РР, мг	0,9	1,3
Мінеральні речовини:		
Na, мг	102,7	128,9

Продовження таблиці 3.10

K, мг	120,4	239,2
Ca, мг	25,2	32,3
Mg, мг	13,4	37,6
P, мг	85,1	151,3
Fe, мг	1,0	2,5
Si, мг	-	1,2

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Технологічний процес приготування кексів включає в себе такі операції:

- приготування тіста;
- формування;
- випікання;
- охолодження;
- обробка поверхні;
- пакування.

Технологічна схема виробництва кексів представлена в додатку В, рис. В1.

Приготування тіста. Масло кімнатної температури збивають на тістомісильній машині (32) спочатку при малій, а потім при великій частоті обертання протягом 5–7 хв. Додаємо підготовлену фруктозу і продовжуємо збивати протягом 5–7 хв. Далі поступово додаємо меланж через дозатор (30) і збиваємо 5–7 хв. Так само повільно додаємо розпушувач за допомогою дозатора (33) і замішуємо тісто. Загальна тривалість замішування тіста складає 25-35 хв.

Формування. Тісто через насос для перекачування Planetmixer (Gorreri) (32) потрапляє з відкатної діжі в дозатори, а звідти дозується в прямокутні форми, що рухаються транспортером (34), попередньо встелені папером, заповнюючи 1/3 форми. Випікання Далі по транспортеру надходять в тунельну піч (35) і випікаються протягом 75-80 хв при температурі 160-200°C. До вологості кексу 12-16%.

Охолодження. Готовий виріб охолоджується при температурі 20-25°C протягом 4 год на вагонетках (37).

Обробка поверхні. Охолоджені вироби в ручну виймають з металевих форм та розміщують на транспортері (44), далі поверхня оздоблюється цукровою

пудрою через дозатор (43).

Пакування та зберігання. Далі по транспортеру (44) вироби надходять до пакувальної машини. Кекси в паперових капсулах пакуються поштучно в поліетиленову упаковку.

Кекси зберігаються в сухих, добре вентильованих приміщеннях за температури $18 \pm 3^{\circ}\text{C}$ і вологості повітря не вище 75%

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

Організація умов охорони праці на робочому місці

В лабоарторії показники мікроклімату відповідають вимогам нормованих величин оптимальної температури для даної категорії робіт, що вказані в додатку Г, табл. Г.1.

Ступінь концентрації отруйних газів, парів та пилу в повітрі даної лабораторії відповідають встановленим нормам [14].

Лабораторія для проведення аналізів обладнана загальнообмінною примусовою вентиляцією відповідно до вимог «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.

Освітлення робочого місця в лабораторії становить 500–1000 лк, що відповідає вимогам «Інженерного обладнання будинків і споруд. Природне та штучне освітлення», які затверджені наказом Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 15.05.2006 № 168. Види виробничого освітлення в лабораторії наведено в додатку Г, табл. Г.2.

Рівень шуму в лабораторії не перевищує 60 дБА, що відповідає нормам [13].

Усе електричне обладнання, а саме корпуси електричних машин, світильників, апаратів, щитів управління, металеві корпуси пересувних, розподільчих щитів має заземлення відповідно до вимог «Правил улаштування електроустановок» [1].

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, вебінари, майстер-класи присвячені заходам боротьби з травматизмом, питанням гігієни праці та ін. [27].

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 [13]:

- 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 лабораторіях розміщене лише необхідне для забезпечення проведення аналізів з якості зерна обладнання, реактиви, тощо які зберігаються у шафах, на стелажах або на стаціонарно встановлених стояках.

Схема заходів та засобів із забезпечення пожежної безпеки в лабораторії наведено в додатку Г, рис. Г. 1

Моделювання небезпечних ситуацій

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

Кекси випікають в духовій шафі при температурі 165°C (НУ), що є небезпечною ситуацією, оскільки людина може випадково доторкнутись до нагрітих елементів духової шафи (НД), які мають високу температуру, в наслідок чого обпекти частину тіла (НС) та отримати травму (Т), а результаті знизиться працездатність людини (ЗП).

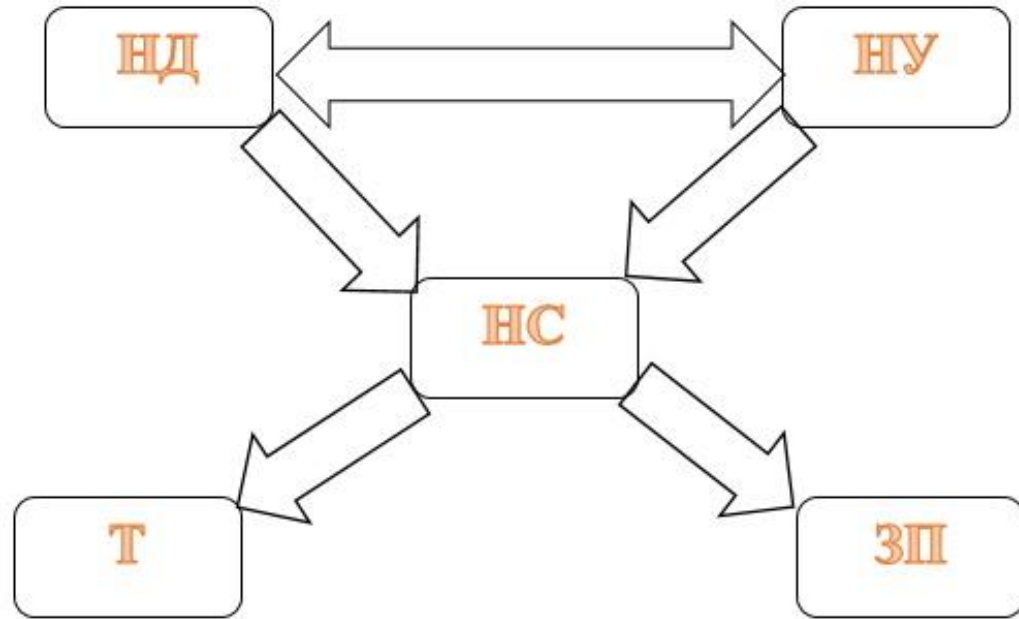


Рис. 5.1 Модель небезпечної ситуації під час
випікання кесів

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

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

У результаті проведених досліджень пропонується ввести у виробництво новий вид кексів з борошна житнього збагачений солодовим екстрактом та може випікатися на хімічних розпушувач та дріжджах.

Розрахунок виробничої потужності підприємства

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; $T_{\text{кр.}} = 30$ діб;

$T_{\text{тр.}}$ – тривалість поточного ремонту, діб; $T_{\text{тр.}} = 8$ діб;

$T_{\text{с.о.}}$ – тривалість санітарної обробки, діб; $T_{\text{с.о.}} = 5$ діб;

$$\Phi_{\text{роб.ч.}} = 365 - (30 + 8 + 5) = 318 \text{ діб.}$$

Для виробництва кексів та їх випічки запроектована ротаційна піч PMDF 50 Porlanmaz.

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 продуктивність, кг/добу	Кількість робочих діб,	Річний виробіток тис. т/рік
Ротаційна піч PMDF 50 Porlanmaz	8	200	1600	318	508,8

Техніко–економічні показники виробництва кексів представлені в таблиці 6.2. Отже, при виробництві кексів житніх з додавання солодового екстракту та виготовленні їх на дріжджах термін окупності становить 1,2 роки з рівнем рентабельності 19,3 % та при виготовленні на хімічних розпушувачах термін окупності становить 1,3 роки з рівнем рентабельності 18,9 %.

Таблиця 6.2

Техніко–економічні показники виробництва

Найменування показника	Кекс на дріжджах	Кекс на хімічних розпушувачах
Виробнича програма, т/рік	508,8	508,8
Товарна продукція, тис. грн/рік	48378,00	49608,00
Повна собівартість, тис. грн	37135,21	39136,12
Прибуток, тис. грн/рік	9589,88	8,986,58
Рентабельність, %	19,3	18,9
Роздрібна ціна, грн/кг	177,00	187,00
Термін окупності, років	1,2	1,3

ВИСНОВКИ

Для створення кексів підвищеної харчової цінності теоретично обґрунтовано вибір сировинних компонентів, що традиційно не застосовуються в технології кексів, та експериментально встановлені їх дозування, % до маси борошна: борошна житнього обдирного (100), солодового екстракту (12,5), що дозволяють підвищити харчову цінність кексів за рахунок збільшення вмісту харчових волокон, поліненасичених жирних кислот, а також вітамінів групи В, фосфору, заліза та кремнію.

Встановлено, що внесення 10% борошна з густою житньою закваскою (масова частка води 50%) дозволяє збільшити щільність збитої маси та тіста при виробництві кексів на хімічних розпушувачах, завдяки чому знижується крихтість готових виробів на 18% і збільшується стиснення % у порівнянні з контрольним зразком, а також збільшується газоутворювальна здатність тесту в процесі вистоювання на 2,5% при виробництві кексів на дріжджах, що покращує показники якості готових виробів.

Розроблено рецептуру та технологію кексу на хімічних розпушувачах підвищеної харчової цінності, що дозволяє скоротити тривалість процесу виробництва у 2 рази порівняно з традиційною технологією.

Розроблено технологію виробництва кексу з житнього борошна на дріжджах, що дозволяє скоротити тривалість процесу виробництва у 6 разів порівняно з опарним способом тістоприготування та в 1,5 рази порівняно з безопарним. Встановлено основні параметри технологічного процесу: тривалість вистоювання тістових заготовок становить 85–95 хв.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для виробництва кексів підвищеної харчової цінності на хлібопекарських підприємствах рекомендовано використовувати у рецептурі: борошно житнє обдирне (100), солодовий екстракт (12,5), % до маси борошна, в результаті чого підвищиться харчова цінність кексів за рахунок збільшення вмісту харчових волокон, поліненасичених жирних кислот, а також вітамінів групи В, фосфору, заліза та кремнію. Рекомендовано виробляти кекси на хімічних розпушувачах за розробленою рецептурою, що скоротить тривалість процесу виробництва у 2 рази порівняно з традиційною технологією, а кекси з житнього борошна на дріжджах, у 6 разів порівняно з опарним способом тістоприготування та в 1,5 рази порівняно з безопарним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Балтук В.А. Охорона праці у галузі. К.: Знання, 2006. 551 с.
2. Бодак М.П., Гирка О.І. Можливості поліпшення вітамінного складу нових виробів. Обладнання та технології харчових виробництв. 2013. № 30. С. 326–331.
3. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці. К.: Каравелла, 2008. 384 с.
4. Давидович О.Я., Лозова Т.М. Нетрадиційні види борошна у кондитерському виробництві. Товарознавство та інновації. 2011. № 3. С. 229–234.
5. Дейниченко В.Г., Юдічева О.П. Біофортифіковані харчові продукти нового покоління: значення для раціонального і безпечного харчування. URL: <http://ukrmap.su/uk-gl1/1371.html> (дата звернення: 14.08.2023).
6. Дзьобайло І. В. Горобина у кондитерських виробках замість штучних консервантів. Продовольча індустрія АПК. 2011. № 2. С. 29–30.
7. Дзюдзя О. В. Технологія кексів функціонального призначення. Modern directions of theoretical and applied researches. 2016. С. 1–10.
8. Журавель Т. О. Роль харчових волокон у харчуванні людини. Молодь: освіта, наука, духовність: тези доп. К.: Університет «Україна», 2007. Ч. II. С. 323–325
9. Іоргачова К. Г., Макарова О. В., Котузаки О. М. Бісквітні напівфабрикати на основі борошна з продуктів переробки гречки. Зернові продукти і комбікорми. 2010. № 4(40). С. 12–15.
10. Калакура М. М., Ніколіна В. В. Дослідження впливу рецептурних інгредієнтів на процес утворення структури бісквітного тіста. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2008. № 25. Ч. 1. С. 109–112.

11. Капрельянц Л. За допомогою біотехнології зернопродуктів одержують поліфункціональні харчові добавки – замітники жиру, цукру, поліпшувачі хліба, стабілізатори смаку та аромату. Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2011. № 3 (76). С. 45–46.
12. Капліна Т. В., Столярчук В. М., Кудрик М. А. Вплив композиційної борошняної суміші з гарбузового насіння та гречки на показники якості кексів. Наукові праці ОНАХТ. 2012. Вип. 42, Т. 1. С. 178–181.
13. Кравченко О. І., Лисюк Г. М., Олійник С. Г. Зміна властивостей пшеничного тіста під впливом дієтичної добавки «Глюкорн-100». Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць. Х. : ХДУХТ, 2011. Вип. 1 (13). С. 180–186.
14. Кобець О., Донець В., Арпуль О. Використання харчових волокон у борошняних кондитерських виробках. Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2015. № 7–8. С. 23–27.
15. Ковальчук Х. І., Ткаченко А. С., Губа Л. М. Розробка нових кексів із внесенням нетрадиційної сировини, збагачених мінеральними речовинами та вітамінами. Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія : Технічні науки. 2020. № 1. С. 38–46.
16. Миколенко С. Ю., Гезь Я. В. Дослідження впливу спельтового і гарбузового борошна на зміну споживчих характеристик хліба. Продовольчі ресурси. 2017. № 9. С. 228–234.
17. Мазаракі А.А., Пересічний М.І., Кравченко М.Ф. та ін. Технологія продуктів функціонального призначення. Монографія. К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т. 2012. 116 с.
18. Лозова Т.М., Сирохман І.В. Наукове обґрунтування поліпшення споживних властивостей борошняних кондитерських виробів з використанням природної нетрадиційної сировини: монографія. Львів. 2017. 328 с.

19. Лебединець В.Т., Багрій Л.М. Збагачення борошняних кондитерських виробів харчовими волокнами. Проблеми формування асортименту, якості і екологічної безпечності товарів: мат. III Міжнародної наук.- практ. конф., Львів, 12 листопада 2015 р. Львів. 2015. С. 242–244.
20. Машир Н. Нетрадиційна сировина в кондитерських výroбах знижує їх калорійність і подовжує термін свіжості. Хлібопекарська та кондитерська промисловість України. 2010. № 2. С. 18–20.
21. Маринець М. В., Дзюндзя О. В. Удосконалення технології кексів за рахунок використання місцевої сировини. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Технічні науки. 2020. Вип. 20. т. 3. С. 208–217.
22. Ощипок І.М. Використання нових харчових добавок з рослинної сировини у харчовій промисловості. Вісник Львівської комерційної академії. Львів : Видавництво Львівської комерційної академії. 2015. Вип. 15. С. 77–82.
23. Пахомова І.В. Вплив нетрадиційних інгредієнтів на харчову цінність вафель. Проблеми формування асортименту, якості і екологічної безпечності товарів: мат. III Міжнародної наук.-практик. конф., Львів, 12 листопада 2015 р. Львів, 2015. С. 165–168.
24. Полякова А.В. Технологія виробів з листкового тіста з добавками порошків сухих ягід. Вісник Донецького національного університету економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського. Сер.: Технічні науки. 2010. № 1. С. 55–60.
25. Пересічний М. І. Технологія продуктів харчування функціонального призначення : монографія. К., 2008. 717 с.
26. Полумбрик М. О. Вуглеводи в харчових продуктах і здоров'я людини. К.: Академперіодика. 2011. 487 с.

27. Павлюченко О.С., Дочинець І.В., Машовець М.Ю.. Доцільність використання сироваткових білків у технології кексів. *Хранение и переработка зерна*. 2017. № 1 (209). С. 5–55.
28. Романченко Н. М., Риндін А. В., Павлюченко О. С. Доцільність використання солоду житнього ферментованого в технології кексів. *Харчова промисловість*. 2019. № 25. С. 39–45.
29. Українець А.І., Емельянова Н.О., Потапенко С.І. Змінення хімічного складу злаків, як сировини для лікувально-оздоровчого харчування в процесі їх солододорощення. *Харчова промисловість*. К.: НУХТ. 2005. №4. С. 73–75.
30. Черевко О.І., Пересічний М.І., Пересічна С.М. та ін.. Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення: монографія. Частина 1. За ред. О.І. Черевка, М.І. Пересічного. 4-те вид., переробл. та допов. Харків: Харківський. держ. унів. харчув. і торгівлі. 2017. 940 с.
31. Abdel-Moemin A. R. Effect of Roselle calyces extract on the chemical and sensory properties of functional cupcakes. *Food Science and Human Wellness*. 2016. Vol. 5 (4). P. 230–237. doi: 10.1016/j.fshw.2016.07.003.
32. Alavi S. H. Gogoi B.K., Khan M. et al. Structural properties of protein-stabilized starch-based supercritical fluid extrudates. *Food Research International*. 2019. № 32. P. 107–118.
33. Albini P.A., Briggs D.E., Wadeson A. Microbial Enzymes and their effects on Extract recoveries from unmalted adjuncts. *Journal of the Institute of Brewing*. 2017. № 93. P. 97.
34. Anamaria Pop, Sevastita Muste, Simona Man et al. Study of Valorification of *Lycium barbarum* (Goji) in Pastry Products. *Bulletin UASVM Food Science and Technology*. 2013. № 70 (2). P. 93–98.
35. Baixauli R., Sanz T., Salvador A., Muffins with resistant starch: Baking performance in relation to the rheological properties of the batter. *Journal of cereal science*. 2008. 47(3). P. 502–509.

36. Bojarczuk A., Skąpska S., Khaneghah A. M. Health benefits of resistant starch: A review of the literature. *Journal of Functional Foods*. 2022. 93. P. 1–11.
37. Birt D. F. et al. Resistant starch: promise for improving human health. *American Society for Nutrition. Adv. Nutr.* 2013. 4. P. 587–601.
38. Caleja C., Barros L., Barreira J. C. M., Ciric A., Sokovic M. Suitability of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) extract rich in rosmarinic acid as a potential enhancer of functional properties in cupcakes. *Food Chemistry*. 2018. Vol. 250. P. 67–74. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.01.034.
39. Davidov-Pardo G., Moreno M., Arozarena I. Sensory and consumer perception of the addition of grape seed extracts in cookies. *J. Food Sei.* 2013. № 77. № 12. P. 430–438.
40. Davydovych O., Turchynyak M., Palko N. Studing of antioxidative action of petals *rosa damascene*. *Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky. – Slovakia*, 2014. Volume 2. № 5. P. 8–11.
41. Dupuis J. H., Liu Q., Yada R. Y. Methodologies for increasing the resistant starch content of food starches: a review. *Comprehensive reviews in food science and food safety*. 2014. 13. P. 1219–1234.
42. Fuentes-Zaragoza E., Riquelme-Navarrete M. J., Sánchez-Zapata E. Resistant starch as functional ingredient: A review. *Food research international*. 2010. 43(4). P. 931–942.
43. Garg N. K., Singh A., Chaudhary D. P. Resistant starch: a potential impact on human health. *International journal of current microbiology and applied sciences*. 2017. 6(5). P. 2046–2057.
44. Johannes Kahl, Aneta Załęcka, Angelika Ploeger et al. Functional Food and Organic Food are Competing Rather than Supporting Concepts in Europe. *Agriculture*. 2012. № 2. P. 316–324.
45. Kayte L. Sweet, savory and scrumptious muffins. *Vegetarian Times*, Sabot Publishing. 2012. № 21. P. 54–59.

46. Maziarz M. P. Resistant starch lowers postprandial glucose and leptin in overweight adults consuming a moderate-to-high-fat diet: a randomized-controlled trial I. *Nutrition journal*. 2017. 16(14). P. 11–20.
47. Naik Deshavath N., Mukherjee G., Goudac V. V. Sastri Pitfalls in the 3, 5-dinitrosalicylic acid (DNS) assay for the reducing sugars: Interference of furfural and 5-hydroxymethylfurfural. *International journal of biological macromolecules*. 2020. 156. P. 180–185.
48. Raungrusmee S., Anal A. K. Effects of lintnerization, autoclaving, and freeze-thaw treatments on resistant starch formation and functional properties of pathumthani rice starch. *Foods*. 2019. 8. P. 1–16.
49. Sanz T., Salvador A., Fiszman S. M. Evaluation of four types of resistant starch in muffin baking performance and relationship with batter rheology. *Eur. Food Res. Technol.* 2008. 227. P. 813–819.
50. Sofi S. A., Ayoub A., Jan A. Resistant starch as functional ingredient: A review. *International journal of food science and nutrition*. 2017. 2(6). P. 195–199.
51. Weinstein B., Scarbrough Mark. *The Ultimate Muffin Book: More Than 600 Recipes for Sweet and Savory Muffins*. Bruce Weinstein. London: HarperCollins, 2012. 272 p.
52. Yadav K., Yadav B., Dhull N. Effect of incorporation of chickpea flours on the quality characteristics of biscuties. *Food Sei. and Technol.* 2012. 49. № 2. P. 207–213.