Наказ Вищого навчального закладу Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

18 квітня 2019 року № 88-Н

***Форма № П-4.04****.*

ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД УКООПСПІЛКИ

«ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ»

**Навчально-науковий інститут харчових технологій, готельно-ресторанного та туристичного бізнесу**

**Форма навчання** \_\_заочна\_\_

*денна, заочна*

**Кафедра технологій харчових виробництв і ресторанного господарства**

|  |
| --- |
| **Допускається до захисту** |
| Завідувач кафедри \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Г.П. Хомич  (підпис) |
| «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020 р. |

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему : \_ \_**Удосконалення технології печива з використанням знежиреного лляного борошна**

***зі спеціальності*** \_\_\_\_\_**181 Харчові технології\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**\_освітня програма «Технології в ресторанному господарстві»**

(шифр та назва)

**\_\_\_\_\_ступеня магістра\_\_\_\_\_**

**Виконавець роботи** ­­­­\_\_**Сушко Юлія Анатоліївна\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

(прізвище, ім'я, по батькові)

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

(підпис, дата)

Науковий керівник ­\_к.т.н., доцент, Ткач Надія Іванівна\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(підпис, дата)

Рецензент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

**ПОЛТАВА** **2020**

**РОЗДІЛ 1.**

**АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ**

**1.1 Світові тенденції у виробництві продукції функціонального призначення**

У сучасному світі, серед цілої низки зовнішніх факторів що негативно впливають на організм людини: погіршення екологічних умов, малорухомий спосіб життя, неправильне харчування, все частіше виникають захворювання пов’язані з нестачею в організмі корисних речовин. Зважаючи на цей фактор, у всьому світі набирає обертів тенденція з розробки продуктів функціонального призначення.

Пріоритетом кожної держави, яка має за мету піклування про здоров’я власного народу повинне бути створення принципово нових технологій, глибокої комплексної переробки сільськогосподарської сировини у продукти високої якості, які мають оздоровчий вплив на організм людини, забезпечують профілактику аліментарно-залежних станів і захворювань, сприяють усуненню дефіциту вітамінів, мікро- і макроелементів, інших ессенціальних речовин. Цим вимогам відповідають оздоровчі продукти – функціональні товари і функціональні інгредієнти, біологічно активні добавки до їжі та інші групи. За допомогою харчової комбінаторики можна послабити негативні наслідки зовнішнього середовища завдяки проектуванню і конструюванню харчових продуктів не лише безпечних для людини, але й таких, що захищають його генетичні структури від пагубного впливу[1].

Згідно із сучасними науковими досягненнями нутріціології, формула харчування людини третього тисячоліття передбачає використання в раціоні функціональних харчових продуктів. Саме результати численних досліджень за останні роки доводять, що дієтичні харчові добавки багаті на білки, полісахариди (альгінати, пектини), вітаміни (токоферол, цианкобаламін, тіамін, рибофлавін, никотинамід, аскорбінова кислота), макро- і мікроелементи (кальцій, фосфор, сірка, йод, селен, залізо, мідь, кобальт), позитивно впливають на обмін речовин в організмі, зменшують нагромадження радіонуклідів стронцію та цезію, солей важких металів (свинцю, ртуті, кадмію), нормалізують стан травної, кровотворної, імунної й ендокринної систем[5].

Функціональні продукти харчування (скорочена назва терміна «фізіологічно функціональні харчові продукти») створюються людиною як продукти з певними властивостями, спрямованими на підтримку здоров'я.

У розвинених країнах світу таких, як Японії, Англії, США, Німеччині, Франції та ін. реалізуються цільові національні програми з оздоровлення населення шляхом розробки і організації виробництва харчових компонентів, коригувальних біохімічний склад продуктів харчування масового споживання.

Наприклад, в Японії виробництво функціонального харчування придбало стратегічну спрямованість. Закордонний ринок функціональних продуктів щорічно збільшується, в середньому, на 15-29%. За прогнозами провідних фахівців світу, в області харчуванняі медицини, в найближчі 15-20 років, частка цих продуктів досягне більше 30% всього продовольчого ринку, витіснивши при цьому на 35-50% зі сфери реалізації багато традиційних лікарських препаратів. В даний час 40-60% північноамериканців і японців, а також близько 32% жителів Західної Європи замість традиційних лікарських препаратів для зміцнення і відновлення здоров'я використовують біологічно активні добавки до їжі і функціональні харчові продукти. Всі продукти харчування можна розділити на дві великі групи. До першої групи належать продукти харчування загального призначення, до другої групи - продукти харчування функціонального призначення. Термін функціональне харчування в науковій літературі з'явився в Японії в 1989 році. В цей час отримало офіційне визнання нове науково-прикладне напрям, який виник на стику медичної і харчової біотехнології. У 1991 році в Япо-нії розроблена концепція «харчові продукти, спеціально використовувані для підтримки здоров'я (Food for specified health use FOSHU - продукти, що містять біфідобактерії, олігосахариди, харчові волокна).

У 1993 році в США зі складу харчових продуктів була виділена спеціальна група харчових субстанцій, вживання яких знижує ризик виникнення захворювань. У 1998 році було встановлено зв'язок між 11-ю харчовими речовинами і певними захворюваннями (кальцій і остеопороз, насичені жирні кислоти, холестерин, жир, харчові волокна і серцево-судинні захворювання, цукор, алкоголі і інші вуглеводи і карієс зубів і т.д.).

У Швеції в 1985 році розроблена концепція про взаємозв'язок мікрофлори травного тракту з різними функціями макроорганизмов (МАС-мікроорганізм - асоційовані характеристики і GAC - характеристики, не пов'язані з мікроорганізмами). Також в Швеції в 1990-1996 роках встановлена ​​взаємодії зв'язок між вживанням вуглеводів і ожирінням, натрію і кров'яним тиском, харчових волокон і запором, кальцію і остеопороз, жиру певного складу і атеросклерозом, легко ферментованих вуглеводів і карієсом зубів, залізом і железодефеіцітной анемією. В СРСР в 1972 році розроблено препарат на основі живих біфідобактерій і встановлена ​​його ефективність для профілактики і лікування гострих кишкових інфекцій.

У 1970-1990 роках запропоновані біопрепарати на основі представників нормальної кишкової мікрофлори для профілактики і лікування гострих і хронічних кишкових інфекцій, запорів, алергії, нейродермітів, внутрішньолікарняних інфекцій, дисбактеріозів різного проісхожденітя. У 1989 році в СРСР видано наказ Міністерства охорони здоров'я про виробництво кисломолочного бифидумбактерина на всіх молочних кухнях для профілактики інфекційних захворювань у дітей раннього віку. В даний час розробка функціональних продуктів здійснюється в руслі концепції державної політики в області здорового харчування населення.

У Брюсселі, в березні 1999 року, Європейська конференція «Технологія виробництва нутрицевтиків» охопила широкий спектр харчових продуктів і напоїв спеціального призначення, що надають позитивний ефект на здоров'я людини (вітамінізовані продукти харчування, дієтичні і лікувальні продукти харчування, продукти і напої для спортсменів, продукти з підвищеним енергетичним потенціалом, спеціальні продукти для осіб, схильних до алергічних реакцій, продукти для літніх людей, для вагітних і годуючих жінок, дитяче харчування і т.д.)[10].

Згідно з визначенням Шюнеман Верена з наукового журналу «Німецька молочна промисловість» під функціональним харчуванням слід розуміти їжу, яка цілеспрямовано відповідає поживно-ізіологічним вимогам специфічних груп населення (наприклад, діти, дорослі, люди похилого віку, етнічні групи, у яких спостерігається незасвоюваність їжі, викликана нестачею ферментів), таким чином, під функціональним харчуванням передбачається мати на увазі наступні продукти харчування:

- продукти харчування з додатковими функціями;

- продукти харчування з корисними поживно-фізіологічними характеристиками.

Найбільш часто використовується наступна спрямованість ФП:

- зміцнення здоров'я;

- сприяють перетравленню;

- високий вміст баластних речовин;

- оздоровлення кишкової мікрофлори;

- підтримання природної рівноваги в організмі;

- активізують аутогенні сили опору організму і позитивно впливають на хороше самопочуття. (Підтримання здоров’я здійснюється за допомогою пре-, при- або сінбіотічних добавок). Основні підходи до визначення функціонального харчування відповідають трьом ознаками:

1. Складати частину щоденного раціону;

2. Компоненти повинні бути натуральними (природного походження);

3. Поряд з харчової повноцінністю повинні сприяти регулюванню будь-якої функції організму[4].

Israel Coldberg запропонував функціональність продуктів визначати 12 класами компонентів, до яких відносяться:

* харчові волокна; олігосахариди;
* поліненасичені жирні кислоти; амінокислоти, пептиди, протеїди, білковий гідролізат;
* глікозиди; алкалоїди;
* Ізопром, вітаміни; холіни;
* молочнокислі бактерії; мінеральні речовини;
* антиоксиданти;
* нутрицевтики.

Міністерство охорони здоров'я Японії розширив перелік продуктів, що відносяться до категорії функціонального харчування і визначило перелік функціональних інгредієнтів, що входять в функціональні продукти основними категоріями: харчові волокна; олігосахаріди; сахороспірти; амінокислоти, пептиди, протеїни; глікозиди; спирти; органічні кислоти; Ізопром, вітаміни; холіни; біфідобактерії та інші молочнокислі бактерії; мінерали; поліненасичені жирні кислоти та інші антиоксиданти; цитаміни; фітопрепарати, рослинні інзіми і ін.

Концепція ФП в Європі почала розвиватися лише з середини 90-х років. У 1995-1998 роках був розроблений підсумковий документ, який отримав назву «Наукова концепція функціональних продуктів харчування в Європі» (Scientific Concepts of Functions Food in Europe). У цьому документі представлено узагальнену думку європейських фахівців з проблеми функціонального харчування, включаючи термінологічні, технологічні аспекти, перспективи розвитку цієї галузі харчової індустрії і т.д. В законі ЄС про харчові продукти дано таке визначення функціонального харчування: «Функціональні харчові продукти будь-які модифікований харчовий продукт або харчовий інгредієнт, який може надавати благотворний вплив на здоров'я людини крім впливу традиційних поживних речовин, які він містить»[9].

Функціональний харчовий продукт - це харчовий продукт, призначений для систематичного споживання в складі харчових раціонів усіма віковими групами здорового населення, що знижує ризик розвитку захворювань, пов'язаних з харчуванням, зберігає і поліпшує здоров'я за рахунок наявності в його складі фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів. З цих позицій до функціональних харчових продуктів можна віднести, по-перше, збагачені продукти (в які додані вітаміни, мікроелементи, харчові волокна і т.п.). По-друге, продукти, з яких видалені певні речовини, які не рекомендовані за медичними показаннями. По-третє, продукти, в яких деякі речовини видалені і замінені іншими компонентами.

Основне завдання функціональних харчових продуктів - зміцнення здоров'я людини шляхом впливу на певні фізіологічні реакції організму. Розробка функціональних харчових продуктів - це можливість за допомогою сучасних досягнень науки про харчуванні змінити склад продукту таким чином, щоб вплинути на стан здоров'я людини. Поняття «функціональні харчові продукти» з'явилося в кінці 1980-х рр. в Японії. Зараз в нашій країні іноді вживають назву «функціональне харчування», але воно не зовсім точне. У всьому світі «функціональними» називають саме продукти, а не процес харчування. В Україні такі продукти традиційно поділяються:

• на дієтичні, спрямовані на лікування аліментарно-залежних захворювань людини;

• профілактичні, спрямовані на запобігання поширених захворювань (серцево-судинні, ожиріння і ін.);

• спеціалізовані, вузько спрямовані на будь-які функції організму (для спортсменів; людей, що мають високу фізичну активність, і т. п.);

• збагачені, в які додані або в яких заміщені певні мікронутрієнти;

• БАД до їжі, що містять необхідні людині мікронутрієнти (вітаміни, мінеральні речовини, харчові волокна, пробіотики позитивної дії і т.п.);

• продукти, призначені для харчування дітей і літніх людей.

Всі ці категорії продуктів можна віднести до функціональних. У розвинених країнах світу виробництво функціональних продуктів харчування широко поширене і розвивається дуже активно. У Європі випуск таких продуктів досягає 20% від загального обсягу вироблених харчових продуктів. Незважаючи на більш високу ціну, вони дуже популярні у населення. На упаковці таких продуктів є спеціальне маркування, на ній вказано, які саме компоненти були додані в продукт або видалені з нього. Для того щоб віднести даний продукт до класу «функціональних», необхідно мати доказову базу того, що вироблене має у складі продукту призводить до поліпшення показників здоров'я людини. Назва «функціональний харчовий продукт» міцно вкоренилося як позначення категорії продуктів харчування, хоча поряд з ним ще часто вживаються терміни «дієтичний» або «профілактичний»[11].

При разробці нормативно-технічної документації функціональні продукти часто помилково називають «лікувальними» або «лікувально-профілактичними». Слід розуміти - продукти, що містять фізіологічно функціональні інгредієнти або БАД до їжі, не призначені для лікування. Здорові люди можуть вживати такі продукти в цілях профілактики, зниження ризику розвитку захворювань і обмінних порушень. При повноцінному і профілактичному харчуванні функціональний харчовий продукт виступає в якості дієтичного фону або додатковий елемент живлення до основного раціону.

При лікувальному харчуванні такі продукти служать допоміжними засобами на тлі прийому лікарських препаратів і терапевтичних методів лікування. Додаючи функціональний харчовий інгредієнт до їжі, неможливо хворий орган зробити здоровим, це можуть зробити тільки лікарські препарати, але зменшити фактори ризику того чи іншого захворювання, споживаючи функціональний продукт, можна. Наприклад, завдяки використанню БАД до їжі і функціональних продуктів показник рівня холестерину наводиться до норми. Функціональні продукти харчування виконують такі основні функції:

1) компенсація дефіциту біологічно активних компонентів в організмі;

2) підтримання нормальної функціональної активності органів і систем;

3) зниження ризику різних захворювань, створення дієтичного фону (мова йде про зменшення факторів ризику того чи іншого захворювання);

4) підтримання корисної мікрофлори в організмі людини і нормального функціонування шлунково-кишкового тракту.

Часто функціональні продукти містять в своєму складі функціональні інгредієнти[15].

Фізіологічно функціональний харчовий інгредієнт (physiologically functional food ingredient) — речовина або комплекс речовин тваринного, рослинного, мікробіологічного, мінерального походження або речовини, ідентичні натуральним, а також живі мікроорганізми, що входять до складу функціонального харчового продукту, що володіють здатністю надавати сприятливий ефект на одну або кілька фізіологічних функцій і процеси обміну речовин в організмі людини при систематичному вживанні в кількостях, що становлять від 10 до 50% добової фізіологічної потреби людини в цьому інгредієнті.

На сьогоднішньому етапі розвитку ринку ефективно використовуються сім основних видів функціональних інгредієнтів:

• харчові волокна, розчинні і нерозчинні;

• вітаміни (А, група В, D і ін.);

• мінеральні речовини (кальцій, залізо та ін.);

• поліненасичені жири (рослинні масла, риб'ячий жир, ω-3, жирні кислоти);

• антиоксиданти (β-каротин, аскорбінова кислота, α-токоферол);

• пребіотики (фруктоолігосахаріди, інулін, лактоза, молочна кислота та ін.);

• пробіотики, що включають біфідобактерії, лактобактерії, дріжджі і навіть вищі гриби.

Функціональними інгредієнтами при збагаченні продуктів харчування нутрієнтами є біологічно активні добавки - природні (ідентичні природним) біологічно активні речовини, призначені для вживання одночасно з їжею або введення до складу харчових продуктів. Ділять їх на нутрицевтики - добавки, що володіють харчовою цінністю, і парафармацевтики - добавки, що володіють вираженою біологічною активністю[16].

Продукти функціонального призначення призначаються в першу чергу для харчування дітей, людей похилого віку, спортсменів, осіб, що піддаються значним фізичним та емоційним навантаженням, жителів неблагополучних в екологічному відношенні районів. Все це веде до зростання їхньої популярності серед населення.

Харчові мікронутрієнти

Оптимальна вартість мікронутрієнтів

Оптимальні фізико-хімічні умови мікронутрієнтів

Висока біозасвоювання мікронутрієнтів

Відсутність негативного ефекту

Простота технології внесення мікронутрієнтів

Рис. 1.1. Функціональна роль інградієнтів

Збагачення харчових продуктів відсутніми нутрієнтами продиктовано об'єктивними змінами способу життя людей, набору і харчової цінності використовуваних продуктів харчування. Воно повинно здійснюватися з урахуванням наукових принципів, розроблених Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) (Комісія Codex Alimentarius).

До основних можна віднести наступні наукові принципи.

1. Для створення харчових продуктів здорового харчування слід використовувати ті мікронутрієнти, дефіцит яких реально має місце, поширений і небезпечний для здоров'я. Це перш за все вітаміни С, групи В, в тому числі фолієва кислота, мінеральні речовини (йод, залізо, кальцій), харчові волокна.

2. Додавати мікронутрієнти і біологічно активні речовини слід, перш за все, в продукти масового споживання, доступні для всіх груп дитячого і дорослого населення і регулярно використовувані в повсякденному харчуванні. До них відносяться борошно і хлібобулочні вироби, молоко і кисломолочні продукти, сіль, цукор, напої, продукти дитячого харчування.

3. Регламентоване, тобто гарантується виробником зміст мікронутрієнтів в збагаченому ними продукті харчування повинно бути достатнім для задоволення за рахунок даного продукту 10-50% добової потреби в цих мікронутрієнтів при звичайному рівні споживання збагаченого функціонального продукту.

4. Технологія створення продуктів здорового харчування при додатковому введенні мікронутрієнтів повинна забезпечувати максимальне їх збереженість з урахуванням можливості їх хімічної взаємодії з компонентами продукту.

5. Введення мікроінгредієнти в харчові продукти не повинно погіршувати споживчі властивості продуктів: зменшувати вміст і засвоюваність інших харчових речовин, істотно змінювати смак, аромат, скорочувати термін їх зберігання.

6. Загальний вміст поживних речовин в збагаченому продукті має бути зазначено на етикетці як абсолютній кількості, так і у відсотках до фізіологічної добової потреби в них людини. На жаль, деякі виробники помилково вказують кількість внесеної добавки, а споживачеві важливо знати, скільки тих чи інших поживних речовин він отримає зі збагаченим харчовим продуктом.

7. При виборі харчових функціональних інгредієнтів або природних джерел біологічно активних речовин слід керуватися основними критеріями, розробленими ВООЗ[11].

**1.2 Харчова цінність печива і шляхи підвищення його біологічної цінності**

Печиво – це найпоширеніший вид борошняних кондитерських виробів. В Україні печиво є складовою частиною кондитерського ринку. Він добре структурований, на ньому працює велика кількість виробників. На ринку печива представлені основні типи печива: цукрове, пісочно-виїмне, затяжне, здобне, вівсяне, спеціального дієтичного призначення. Сучасне життя людини супроводжується постійними стресами, негативним впливом довкілля, неповноцінним раціоном харчування, зменшенням фізичного навантаження, що призводить до зниження супротиву організму, послаблення імунітету, поширення неінфекційних захворювань, пов’язаних, насамперед, з порушенням обміну речовин, серед яких доміну є цукровий діабет та ожиріння[2].

Аналіз харчового статусу населення України виявляє значні відхилення від формули збалансованого харчування: завищена калорійність раціону в основному за рахунок тваринних жирів і вуглеводів; дефіцит білків, вітамінів і харчових волокон. Одна з причин такого дисбалансу це виробництво харчовою промисловістю продуктів, які не забезпечують рекомендовані норми раціонального харчування за показниками харчової і біологічної цінності.

Аналіз асортименту кондитерських виробів, що випускається кондитерськими фабриками в Україні, свідчить про його формування, головним чином, за рахунок традиційних видів. На сьогоднішній день у структурі українського асортименту обмежено представлені підвищеної біологічної цінності. За останній час збагачення кондитерських виробів поліфункціональними комплексами, зокрема, харчовими волокнами, вітамінами, макро- та мікронутрієнтами дуже поширене. У зв’язку з цим все більша увага приділяється науковим дослідженням та розробленню способів переробки рослинної сировини з підвищеним вмістом біологічно активних речовин[5].

Результати численних досліджень за останні роки доводять, що дієтичні харчові добавки багаті на білки, полісахариди (альгінати, пектини), вітаміни (токоферол, цианкобаламін, тіамін, рибофлавін, никотинамід, аскорбінова кислота), макро- і мікроелементи (кальцій, фосфор, сірка, йод, селен, залізо, мідь, кобальт), позитивно впливають на обмін речовин в організмі, зменшують нагромадження радіонуклідів стронцію та цезію, солей важких металів (свинцю, ртуті, кадмію), нормалізують стан травної, кровотворної, імунної й ендокринної систем. Для підвищення біологічної цінності пісочно-виїмного печива додають нетрадиційні компоненти: гречане борошно, крохмаль кукурудзяний, молоко згущене, що збільшує біологічну цінність й покращує якість готового виробу.

Аналіз хімічного складу та харчової цінності борошняних кондитерських виробів свідчить, що переважна більшість з них не відповідає вимогам нутріціології. Незбалансованість складу борошняних кондитерських виробів пов'язана з високим вмістом жирів, вуглеводів та відносно низьким – білків, харчових волокон, ненасичених жирних кислот, вітамінів[7].

Однією з причин такого дисбалансу є виробництво харчовою промисловістю продуктів, які не забезпечують відповідність рекомендованим нормам раціонального харчування за показниками харчової та біологічної цінності. Останнім часом дослідження багатьох учених спрямовані на вдосконалення асортименту й технології борошняних кондитерських виробів за рахунок ефективного використання функціональних добавок таких основних груп, як харчові волокна, вітаміни, мінеральні речовини, ліпіди, які вміщують поліненасичені жирні кислоти, антиоксиданти, олігоцукри, молочнокислі бактерії. Крім того, одним із напрямів підвищення харчової цінності та створення борошняних кондитерських виробів заданих складів і властивостей є використання різних видів нетрадиційної сировини[8].

Під час створення борошняних кондитерських виробів функціонального призначення основна увага приділяється збільшенню вмісту в них функціональних інгредієнтів (харчових волокон, білків, вітамінів, антиоксидантів) і зниженню енергетичної. Розроблена технологія виробництва здобного печива, пряників, вафель з обсмаженими зародковими пластівцями. Для підвищення харчової цінності борошняних виробів (печиво, кекси, пряники) використовують паростки насіння злакових культур (ячменю, вівса, пшениці), борошно ячмінного солоду, солодові екстракти. Запропоновано використовувати обліпиховий, гарбузячий, лляний шрот та інші нетрадиційні види сировини в якості білково-вітамінної добавки. Перспективним вважається створення борошняних кондитерських виробів, що містять амарант та продукти його переробки[7].

Борошно з волого-термічно обробленого насіння амаранту надає пряникам приємний смак і аромат, печиву затяжному – рівномірну пористість та здатність до намокання. Недостатньо вивчено багатофакторний вплив різних добавок на формування харчової, біологічної, лікувально-профілактичної цінності та збереженості пісочного печива. Рецептура пісочного печива піддається регулюванню, що дає змогу на її основі створювати продукти харчування, які відповідають новим вимогам науки про харчування. Тому подальші наукові дослідження будуть направлені на вивчення та наукове обґрунтування необхідності створення функціональних продуктів на базі пісочного печива за допомогою математичного моделювання з подальшим удосконаленням технології виробництва для отримання високоякісної конкурентоспроможної продукції[9].

Основною сировиною для виробництва борошняних кондитерських виробів є борошно, яке отримують розмелюванням зерен різних культур, зокрема пшениці, полби, жита, гречки, вівса, ячменю, проса, кукурудзи, рису, тритикале, бобових тощо. Основну частку в кондитерському виробництві становить пшеничне борошно, але його енергетична цінність досить висока – 334 Ккал на 100 г (для вищого сорту). Крім того, пшеничне борошно характеризується високим умістом вуглеводів (70,0 г на 100 г). Тому актуальним залишається питання використання альтернативних видів борошна. Науковці шукають борошно з нетрадиційної сировини, а також сумішей різних видів борошна. Наприклад, до недорогої рослинної сировини, що має підвищену біологічну цінність зараховують солоди різних злакових культур (ячменю, пшениці, жита, вівса, кукурудзи) та, відповідно, отримане з них борошно. Так, енергетична цінність кукурудзяного, рисового і вівсяного борошна становить 325, 283 і 287 Ккал відповідно, що значно менше за енергетичну цінність пшеничного борошна. До того ж, установлено, що заміна частини пшеничного кукурудзяним, рисовим і вівсяним борошном для приготування борошнянокондитерських виробів не погіршує споживні властивості готових виробів, проте знижує їх енергетичну цінність. Додавання борошна ячмінного та гречаного у поєднанні з іншими природними добавками зумовлює коригування харчової цінності нового печива. У такому печиві збільшено вміст білка на 27,3–29,4 %, зменшено вміст вуглеводів на 2,0 %, жиру – на 7,0–15,0 %, а також знижено енергетичну цінність на 6–10 Ккал/100 г[9].

У багатьох країнах світу ведуться пошуки альтернативних видів борошна для кондитерської промисловості. Малазійські вчені пропонують продукти, до складу яких входить борошно з оболонки бананів. Встановлено, що це борошно багате на пектини та дієтичну клітковину. Французька фірма «Roquette» розробила борошно з водоростей, що здатне скоротити вміст жиру в продуктах харчування.

Отже, незважаючи на популярність у хлібопекарській і кондитерській промисловостях, пшеничне борошно є надзвичайно калорійним, що впливає на енергетичну цінність готових виробів. Пошуки альтернативних видів борошна доводять, що використання менш калорійних видів борошна у випіканні борошняних кондитерських виробів не погіршує їх споживні властивості, проте зменшує калорійність, а в деяких випадках збагачує мікронутрієнтами. Висококалорійним інгредієнтом борошняних кондитерських виробів є цукор. Уміст вуглеводів у ньому сягає 99,7 г/100 г. Калорійність цукру становить 398 Ккал[6].

Саме тому у багатьох країнах шукають альтернативу цій сировині. До цукрозамінників зараховують: манніт, еритротол, мальтит, мальтитол, ізомальт, лактитол і лактулозу. Деякі з вищезазначених цукрозамінників користуються широким попитом у виробництві кондитерських виробів. Так, російське підприємство ВАТ «Красный Октябрь» розробило печиво «Польза от природы», яке збагачене харчовими волокнами, а в своєму складі замість цукру містить ізомальт. Калорійність одного такого печива становить 9 Ккал. Мальтит і мальтитний сироп відомі як харчова добавка Е 965.

У Великобританії пропонують замінювати сахарозу поліолами (інша назва – цукрові спирти), що дасть змогу знизити енергетичну цінність готових виробів, адже їх калорійність майже вдвічі менша, ніж у цукру. Джерелом поліолів можуть слугувати смоли із соєвої, ріпакової та соняшникової олій.

У США запатентовано спосіб виготовлення борошняних кондитерських виробів із використанням фруктоолігосахаридів. Ці речовини здатні знижувати вміст холестерину і ліпідів у крові. Фруктоолігосахариди містяться у багатьох рослинах, зокрема в бульбах топінамбура, цибулі, спаржі, часнику та корені цикорію.

За кордоном, зокрема у Північній Америці, як природний цукрозамінник використовують кленовий цукор, у складі якого замість глюкозу міститься сахароза. Він є джерелом калію, кальцію та заліза. Його калорійність складає 260 ккал. Як цукрозамінник можна використовувати порошок плодів рожкового дерева, який має назву кероб і отримується унаслідок обжарювання та розмелювання плодів цієї рослини. Використання керобу у приготуванні борошняних кондитерських виробів дозволяє значно скоротити частку цукру та цукрозамінників. Одним із перспективних цукрозамінників є фруктоза. Головною її перевагою є те, що вона належить до інулінонезалежних вуглеводів[7].

Фруктоза міститься у багатьох фруктах і плодах (яблука, груші, томати), входить до складу бджолиного меду, олігосахаридів, рафінози, сахарози, стахіози, інуліну, левану. Як підсолоджувач у борошняних кондитерських виробів можна використовувати екстракт стевії. Солодкість підсолоджувача забезпечують низькокалорійні підсолоджуючі речовини дитерпенові глікозиди – стевіозид і ребаудіозид, які мають унікальні лікувальні властивості та солодші за цукор у 300–400 разів.

Українська компанія «Стевіясан» пропонує сухий і рідкий цукрозамінник на основі стевії для зниження калорійності кондитерських виробів. Висококалорійними складовими рецептури борошняних кондитерських виробів є жир і яйця. Окрім високої енергетичної цінності, ці продукти мають високу вартість, тому вчені розробляють альтернативні технології, менш витратні. Так, для виробництва борошняних кондитерських виробів використовують здебільшого маргарини, які містять гідрогенізовані рослинні жири. Проте ці жири мають низку недоліків, адже містять значну кількість насичених жирних кислот і транс-ізомерів жирних кислот, які гірше засвоює організм людини та може призводити до розвитку діабету та порушень роботи серцево-судинної системи. Так, інститут медицини США оголосив про необхідність зниження споживання транс-ізомерів і насичених жирних кислот до нульового рівня[5].

Розв’язати зазначену проблему можна, замінивши маргаринів під час приготування борошняних кондитерських виробів рідкими рослинними оліями, які практично не містять транс-ізомерів і, на відміну від твердих жирів, мають у своєму складі корисні ненасичені жирні кислоти. Саме тому вчені активно пошукають заміну висококалорійного жиру та яєць низькокалорійними інгредієнтами. Перспективним у цьому напрямку є використання фруктової та овочевої сировини, а також сироваткових продуктів. Варто зазначити, що до рослинної сировини слід зарахувати різноманітні продукти переробки плодів і овочів, у тому числі фруктові пасти та пюре. Доцільно впроваджувати такі технології у виробництво в місцях вирощування або переробки сільськогосподарської сировини. На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що зниження енергетичної цінності борошняних кондитерських виробів можна досягнути за рахунок повної або часткової заміни висококалорійних інгредієнтів на нову нетрадиційну сировину. Виконана низка досліджень щодо заміни борошна, цукру, яєць і жиру. Пшеничне борошно як традиційну сировину у виробництві борошняних кондитерських виробів пропонується замінити іншими, менш калорійними видами борошна, такими як гречане, житнє тощо. Замість цукру доцільно використовувати цукрозамінники, зокрема манніт, еритротол, мальтит, мальтитол, ізомальт, лактитол і лактулозу. Жир і яйця можна заміняти рослинною сировиною. Перспективним є використання сироваткових продуктів. Також планується спрямувати роботу на пошуки рослинної сировини для приготування борошняних кондитерських виробів[8].

**1.3 Хімічний склад лляного борошна. Особливості жирнокислотного та вітамінного складу різних видів борошна**

В даний час в усьому світі спостерігається підвищений інтерес до культури льону, як джерела біологічно цінних речовин, - незамінних амінокислот, харчових волокон, вітамінів, антиоксидантів, ессенціальних поліненасичених жирних кислот. Льон олійний є основною сировиною для масложирової продукції, поруч досліджень встановлена ефективність його використання в інших галузях харчової промисловості (малюнок 1).

Насіння льону - це концентроване джерело ω-3 поліненасичених жирних кислот, які є дефіцитним функціональним харчовим інгредієнтом в раціоні харчування населення. Дослідженнями доведено, що 23 біологічна роль ω-3, ω-6 жирних кислот полягає в участь в синтезі гормонів - простагландинів, які здійснюють регуляцію запальних процесів в організмі, регулюють діяльність серцево-судинної і нервової системи. Високий вміст a-ліноленової кислоти в раціоні надає антистресову та адаптогенну дію, стимулює розумову діяльність і працездатність людини (малюнок 2).

За органолептичними показниками лляне борошно має коричневий відтінок з темними вкрапленнями. Смак солодкуватий з легким гірким присмаком, запах трав’янистий характерний.

Насіння льону

Харчові волокна

ῳ - 3, ῳ - 6 ПНЖК

Незамінні амінокислоти

Лігнани (фотоестрогени)

Вітаміни групи В, Е

Рис. 1.2 Фізіологічно активні речовини насіння льону

Вступники з їжею ПНЖК конкурують за ферменти, що беруть участь в їх обміні, рекомендується дотримуватися науково обгрунтованого співвідношення ω-3, ω-6 жирних кислот, для підтримки гормонального рівноваги в організмі. Згідно з нормами фізіологічних потреб, співвідношення ω -3 до ω-6 має складати 1: 5 (10), середньодобова потреба дорослих в ω-6 ПНЖК становить 8-10 г (5-8% від калорійності раціону), в ω-3 жирних кислотах - 0,8-1,6 г (1-2% від калорійності раціону).

В Україні ще не склалася культура споживання нетрадиційних видів масел, таких як, - лляне, соєва, конопляне, - є найбагатшим джерелом ненасичених есенціальних жирних кислот, тому обгрунтованим є застосування джерел ПНЖК, в т.ч. лляного насіння в складі продуктів харчування масового попиту, - хлібобулочних, кондитерських виробах (малюнок 3).

Особливо цінним є вітамінний склад льняної муки: вітаміни B1, B2, B6, фолієва кислота містяться в значно більших кількостях, в порівнянні з пшеничним борошном. Вітамін Е представлений в лляному насіння переважно γтокоферолом, що є потужним природним біоантиоксидант[5].

Харчові волокна - це не перетравлюються компоненти їжі, які є субстратом для корисної мікрофлори кишечника, визнані незамінним фактором харчування, надають позитивний вплив на обмінні процеси, попереджають ряд захворювань травного тракту, ожиріння, діабет, судинні захворювання серця, тромбози судин. продукти переробки насіння льону характеризуються високим вмістом як розчинних (фракції геміцелюлози, слизу), так і нерозчинних (целюлоза, геміцелюлоза, лігніни) харчових волокон.

Попередження розвинення метаболічних та серцево-судинних захворювань

Активізація синтезу протизапальних ейкозаноїдів

Регуляція жирового обміну, зниження липопротеїдів низької щільності

ῳ-3, ῳ-6

ПНЖК

Зниження агрегації еритроцитів, стимуляція розслаблення стінок серцевих судин

Нормалізація реологічних властивостей і мікроциркуляції крові

Регуляція діяльності імунної, нервової систем

Рис. 1.3 Механізм дії ῳ - 3, ῳ - 6 в організмі людини

Рис. 1.4 Вміст ессенціальних ПНЖК у різних видах олій.

Так авторами встановлено, що в лляної борошні вміст харчових волокон в 4,9-6,1 разів вище, а засвоюваних вуглеводів (Крохмалю і цукрів) в 8,0-8,2 рази нижче, ніж в традиційних видах борошна.

Рис. 1.5 Зміст основних поживних компонентів у різних видах борошна (г на 100 г продукта)

Відмінною рисою насіння льону олійного є високий вміст лігнанов, які відносяться до класу фітоестрогенів, речовин рослинного походження, що проявляють естрогеноподібні активність в організмі людини. Лігнано сприяють профілактиці гормонозалежних видів раку (рак молочної залози, рак простати, рак щитовидної залози), ряду інших захворювань (атеросклероз, остеопороз, діабет і т.д.). дослідженнями доведено антиалергенні властивості, антиоксидантну дію лігнанов. Встановлено вплив лігнанов на клітинні процеси: зростання і проліферацію, синтез сполучної тканини, запалення і «окислювальний стрес»[4].

Порівняльний аналіз хімічного складу борошна злакових культур, наведений в таблиці 2 показує, що лляна мука має низьку калорійністю, але високим вмістом харчових волокон, білка і жиру.

Таблиця 1.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид борошна | Білки, % | Вуглеводи, % | Жири, % | ПР, % | Калорійність, ккал |
| Лляне | 36,0 | 9,0 | 10,0 | 32,2 | 270 |
| Вівсяне | 13,0 | 64,9 | 6,8 | 4,5 | 306 |
| Житнє обдирне | 8,9 | 61,8 | 1,7 | 12,4 | 298 |
| Пшеничне вищий гатунок | 10,3 | 70,6 | 1,1 | 3,5 | 334 |
| Пшеничне перший гатунок | 10,6 | 69,0 | 1,3 | 4,4 | 330 |
| Гречане | 13,6 | 71,9 | 1,2 | 2,8 | 353 |

Лляне борошно володіє унікальним хімічним складом, що дозволяє вважати її корисною для здоров'я людини, так як вона містить рослинний білок, вітаміни Е, B1, B2, B6, фолієву кислоту, цинк, магній, натрій і калій, антиоксиданти і ῳ-3 - і ῳ-6 жирні кислоти.

Таблиця 1.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Види борошна | Вміст мінеральних речовин і вітамінів, мг | | | | | | | |
| Na | Ca | K | P | Fe | B1 | B2 | PP |
| Житнє обдирне | 2 | 34 | 350 | 60 | 189 | 0,35 | 0,13 | 1,0 |
| Вівсяне | 21 | 56 | 280 | 350 | 350 | 0,35 | 0,10 | 1,0 |
| Лляне | 33 | 236 | 831 | 431 | 706 | 1,8 | 0,18 | 3,34 |
| Гречане | 3 | 42 | 130 | 48 | 250 | 0,40 | 0,18 | 3,31 |

Таблиця 1.3

Хімічний склад

|  |  |
| --- | --- |
| Найменування складової | Вміст компонента |
| 1 | 2 |
| Білки, г | 36 |
| Жири, г | 10 |
| Вуглеводи, г | 9 |
| Харчові волокна, г | 30 |
| Вітамін В1 (тіамін), мг | 1,80 |
| Вітамін В2 (рибофлавін), мг | 0,18 |
| Вітамін В5 (пантотенова), мг | 1,08 |
| Вітамін В6 (піридоксин), мг | 0,52 |
| Вітамін В9 (фолієва), мг | 95,70 |
| Вітамін С, мг | 0,66 |
| Вітамін К (філохінон), мкг | 4,73 |
| Вітамін РР (ніациновий еквівалент), мг | 3,34 |
| Холін, мг | 86,60 |
| Кальцій, мг | 280,50 |
| Магній, мг | 431,20 |
| Натрій, мг | 33,00 |
| Калій, мг | 894,30 |
| Фосфор, мг | 706,20 |
| Залізо, мг | 6,30 |
| Цинк, мкг | 4,80 |

Порівняння вміст незамінних амінокислот в знежиреному лляному і пшеничному борошні.

Таблиця 1.4

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Найменування амінокислот | Вміст, мг на 100 г продукта | | | |
| Ллляне борошно | Пшеничне борошно | | |
| Вищий гатунок | Перший гатунок | Другий гатунок |
| Валін | 2109 | 471 | 510 | 525 |
| Ізолейцин | 1764 | 430 | 530 | 650 |
| Лейцин | 2433 | 806 | 813 | 840 |
| Лізин | 1695 | 250 | 265 | 330 |
| Треонін | 1508 | 311 | 318 | 365 |
| Триптофан | 583 | 100 | 120 | 130 |
| Метіонін та цистин | 1397 | - | - | - |
| Фенілаланін та тірозин | 2855 | - | - | - |
| Метіонін | - | 153 | 160 | 170 |
| Фенілаланін | - | 500 | 580 | 595 |

Таким чином, хімічний склад продуктів переробки насіння льону характеризується високою концентрацією фізіологічно активних компонентів, есенціальних структур, необхідних для функціонування органів і систем. ω-3, ω-6 поліненасичені жирні кислоти, вітаміни, харчові волокна, лігнано, здійснюють регуляторні функції в організмі, володіють іммунопротекторнимі, імуномодулюючими властивостями, сприяють нівелювання наслідків запальних і стресових станів.

**1.4 Використання продуктів переробки льону**

Лляне борошно використовується як при виробництві хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів, так і при виробництві продуктів громадського харчування. Воно являє собою сипучий порошок коричневого кольору з темними вкрапленнями незруйнованих оболонок насіння, солодкувате на смак, з легкою гіркуватістю, має легкий властивий трав'янистий запах. Органолептичні, фізико-хімічні показники лляного борошна дозволяють розглядати можливість його використання в якості добавки в виробництві хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів з пшеничного борошна[9].

Випічка з додаванням лляного борошна набуває корічневатого відтінку, має злегка горіховий присмак, який надає насіннєва оболонка і приємний аромат. Хлібобулочні вироби займають одне з важливих місць в раціоні харчування людей. Збагачення хліба вітамінами, білками, харчовими волокнами, мінеральними речовинами та іншими харчовими компонентами є одним з таких способів підвищення біологічної цінності продуктів харчування. Лляне борошно є одним з еффектівних способів збагачення хліба[12].

Лляне борошно, використовується в якості добавки до традіційної сировини, при виробництві хліба, булочок і хлібців. Додавання цільного насіння в рецептуру приготування хлібобулочних виробів може змінити смакові відчуття готового продукту. Тому найчастіше при виробництві використовують лляне борошно, в якому містяться фосфатиди і поліненасичені жирні кислоти, що мають властивість запобігати утворенню холестеринових бляшок на стінках судин і тим самим забезпечують безперебійне функціонування кровоносної системи організма людини. Лляне борошно в якості основної сировини при виробництві хлібобулочних виробів використовується обмежено і в невеликих кількостях до маси пшеничного борошна, так як в його білковому комплексі практично відсутні проламіни -белкі клейковини, які складають основу структури тісту, тим самим погіршуючи зовнішній вигляд продукції, що виробляється. Кількість внесеної добавки лляного борошна при виробництві хлібобулочних виробів становить від 2 до 5% .

Лляне борошно за своїм хімічним, технологічним і функціональним значенням відрізняється від пшеничного борошна, застосовуваного для виробництва борошняних кондитерських виробів, так як в своєму складі воно не містить крохмалю, характеризується більш високою кислотністю і в ньому присутні сильно розбухаючи у воді вуглеводи-слизи. В процесі виробництва борошняних кондитерських виробів використання лляного борошна дозволяє значно скоротити потребу в жирі і маслі. Колькість жиру і масла зменшують на 30% від ваги, що додається лляного борошна.

Лляне борошно застосовується в якості додаткової добавки в борошняних кондитерських виробах, таких як, наприклад, мафіни, кекси, вівсяне печиво, крекери, халва. В процесі приготування тіста для маффінів використовують лляну борошно в поєднанні з пшеничним борошном, при цьому потреба в жирі може бути скорочена на 30% , тим самим зменшивши калорійність виробів, що випускаються, що є вельми важливим в наш час. Заміна лляного борошна на пшеничне становить 55% від усієї маси борошна. Дана рецептура приготування мафінів є більш переважною в порівнянні з традиційною. Мафіни з додаванням льняної муки є джерелами не тільки білків, поліненасичених жирних кислот, але і джерелами вітамінами, харчових волокон і мінеральних речовин. Лляне борошно також застосовують в технології приготування кексів, які мають високу харчову і енергетичну цінність, але при всьому, при цьому бідні вітамінами, мінеральними речовинами і харчовими волокнами[7].

В якості корисного компонента для збагачення кексів, виступає лляне напівзнежирене борошно, отримане шляхом холодного віджиму з макухи очищених насіння льняного масла. Таке борошно відрізняється високим вмістом кількості білка і низькою калорійністю. Для приготування кексів на стадії замісу пшеничне борошно замінюють лляним в кількості 10% від загальної маси борошна, що йде по рецептурі. Така заміна дозволяє поліпшити якість готових виробів. Отриманий продукт містять підвищену кількість білків і харчових волокон при одночасному зниженні частки вуглеводів та енергетичну цінність, що робить їх хімічний склад більш збалансованим з точки зору нутриціології.

Для приготування вівсяного печива використовують насіння олійного льону ЛМ-95, які попередньо обсмажують при температурі 70-75 ºС протягом 5 ... 6 хв в подрібненому вигляді, в кількості 13% від загальної маси вівсяної муки. Крім печива вівсяного також виготовляють печиво діабетичне «корисне», але тільки вже з додаванням в рецептуру масла лляного і лляного семені. Ці обидва види печива мають високу біологічну активність, а також лікувально-профілактичних дією, а саме знижують запальні процеси. Використання насіння льону і лляної олії покращують смакові властивості печива.

У харчовій промисловості також виготовляють крекери з використанням насіння олійного льону ЛМ-95. Спосіб приготування починається з того, що спочатку готують жирову суміш, що складається з розплавленого маргарину, лецитину соєвого в кількості 6-7% до масі борошна, води, харчовох кухонної солі, цукрової пудри і пресованих хлібопекарських дріжджів. Після чого замішують тісто з борошна вищого гатунку змішаного з насінням олійного льону ЛМ -95 в кількості 14 -15% від загальної маси борошна, соди питної і заздалегідь приготовленої суміші. Тісто прокочують на ламинаторі, обробляють і випікають[9].

Отриманий продукт має високу біологічну цінність, за рахунок збагачення його білками і мінеральними речовинами, в застосуванні з лецитином соевим. Окрім насіння льону і лляного борошно в борошняному кондитерському виробництві застосовують і лляну олію, яка входить в рецептуру приготування м'яких вафель. Ця олія в своєму складі містить есенціальні жирні кислоти ω-3, ω-6 і ω-9, які позитивно впливають на серцево-судину систему організму людини і підвищують метаболічну активність печінки. Спосіб приготування вафель полягає в тому, що лляну олію додають разом з пальмовою в співвідношенні 1: 9 заздалегідь розігрітими до температури 30-35 ºС до основних інгредієнтів, що дозволяє в кращому ступені зв'язати всі компоненти в тесті між собою, і тим самим стабілізувати окислювальні і гідролітичні процеси. За рахунок додавання лляної олії м'які вафлі мають найменшої калорійністю і відносяться до профілактичних продуктів через зміст у їх складі харчових волокон. Насіння льону також знаходить застосування при виробництві цукристих кондитерських виробів, таких як халва[16].

Технологія приготування заснована на тому, що білкова маса готується не з традиційних олійних інгредієнтів (соняшникове насіння, арахіс, кунжут), з додаванням карамельної маси, а з насіння льону або лляної макухи, або суміші їх з іншими олійними насінням (мускат, волоський горіх і ін.). Така халва є корисним харчовим продуктом, цілюще-профілактичні властивості за рахунок використання в її складі природних сполук, що підсилюють дію цих властивостей. Вона корисна при цукровому діабеті і ожирінні, при хронічній печінкової недостатності, а також при гострих і хронічних захворюваннях шлунково-кишкового тракту і т.д.

Такий продукт містить в своєму складі велику кількість біологічно активних речовин таких як: білки, лігнани, вітаміни і поліненасичені жирні кислоти. Володіє цілюще-профілактичними властивостями і розширює асортимент товарів, що випускаються. Крім халви в кондитерському виробництві насіння льону знаходять застосування в технології приготування козинак і батончиків «Мюслі», в якості наповнювача, що дозволяє більшою мірою розширювати асортимент кондитерських виробів. Дані вироби мають приємний смаком і запахом, є високопоживними харчовими продуктами з підвищеним вмістом білка, що знижує ризик білкового дефіциту організму людини[9].

Широко використовується в харчовій промисловості слиз насіння льону. Є відомий спосіб приготування житньо-пшеничного хліба з застосуванням настою насіння льону. Настой з насіння льону та води готують з розрахунку 60 г сухого насіння льону на 1 л води. Готове тісто розділюють на заготовки і випекають прі 200 ºС протягом 35 хв. Додавання настою збільшує питомий об'єм хліба практично в 2 рази. Це пояснюється внесенням з настоєм додаткових гігроскопічних комплексів, які сприяють збільшенню водопоглинальної здатності тіста, що відбивається на показниках порістості, еластичності м'якушки і поліпшенні формостійкості. Що в свою чергу дозволяє значно уповільнити процес черствіння. Все це пов'язано з гарними гелеутворюючими, емульгуючими і стабілізуючими властивостями слизу насіння льону, що особливо важливо при отриманні хліба з високими показниками питомої обсягу і розвиненою пористістю. Технологія виробництва житньо-пшеничного хліба нового виду не вимагає істотної зміни технологічного процесу, а використання настою з насіння льону дозволяє отримати виріб підвищеної харчової цінності, з хорошими споживчими показниками[11].

Як вологоутримуючий агент і текстуратор слиз насіння льону використовується при виробництві томатного кетчупу. Результати доводять, що лляний і ксантановий слизу можуть бути використані для зменшення втрат в сироватці томатного кетчупу і поліпшенню консистенції. Концентрація слизу льону грає вирішальну роль в обох випадках, сповільнюючи синерезис сироватки кетчупу. У наш час все більша увага приділяється не тільки якістю харчових продуктів, а й його вливу на стан здоров'я. Виробник, в свою чергу, зацікавлений в економічності і екологічності виробництва[6].

Ці факти зумовлюють актуальність використання побічної молочної сировини і компонентів насіння льону, які збагачують інгредієнти для розширення галузевого асортименту. Технологія приготування молочного продукту полягає в тому, що на початковому етапі готуватися лляний слиз (пропорція 1: 2 насіння льону і води, вміст сухих речовин 3,4% і показник pH 5,6). Далі отриманий слиз додається в підігріте молоко і перемішується перед внесенням закваски. Отриманий кисломолочний продукт при тривалому систематичному прийомі може привести до зниження активності запалення в слизовій оболонці шлунка. Може використовуватися як в лікуванні загострення хронічного гастриту, так і в профілактиці розвитку рецидиву захворювання, за рахунок вмісту в ньому слизу насіння льна. Насіння льону є джерелом біологічно активних речовин і функціональних харчових інгредієнтів, які можуть надавати істотний оздоровчий ефект на організм людини.

Лляна макуха відома своїми дієтичними властивостями. Приблизно на 30% даний продукт складається з дієтичних харчових волокон: це целюлоза, пектини, геміцелюлоза, лінгін. У распаренном вигляді продукт утворює слиз, як і льон в процесі варіння. Фітоестрогени льону потенційно мають здатність впливати на механізми, відповідальні за процеси репродукції. Крім цього, лляна макуха може похвалитися високою енергетичною цінністю.

1 кг продукту міститься 1.27 к. Од., 13.73 МДж, а це можна порівняти за цінністю з 1.3-1.4 кг вівса. Більш того, варто відзначити, що лляна макуха багата протеїном - 287 г на 1 кг продукту.

Лляна макуха багата і якісними лігнанов. Лігнани - це природні фенольні сполуки, відомі своїми естрогенними властивостями. Вони прискорюють ріст і продовжують життя тварин.

Лляна макуха має прекрасний амінокислотний склад і добре засвоюється організмом людини. Крім усього іншого в склад макухи льону входять вітаміни групи B, ніацин, пантотенова кислота, біотин, вітамін Е, фолієва кислота. Продукт відомий і високим вмістом калію, магнію, фосфору. До складу продукту входить і залізо, нікель, молібден, натрій, марганець, цинк, а також інші макро і мікроелементи.

Залишкові жири, що входять до складу лляноъ макухи, відрізняються високою якістю і мають ті ж властивості, що й натуральне лляна олія. Унікальна властивість цього продукту, як відомо, полягає у високому вмісті омега-3 і інших ненасичених жирних кислот. За показниками лляна олія в два рази перевершує риб'ячий жир[9].

**Висновки до розділу 1**

1. Сучасні наукові досягнення нутріціології це формула харчування людини передбачає використання в раціоні функціональних харчових продуктів.
2. У розвинених країнах світу таких, як Японії, Англії, США, Німеччині, Франції та ін. реалізуються цільові національні програми з оздоровлення населення шляхом розробки і організації виробництва харчових компонентів, коригувальних біохімічний склад продуктів харчування масового споживання.
3. Дослідження багатьох учених спрямовані на вдосконалення асортименту й технології борошняних кондитерських виробів за рахунок ефективного використання функціональних добавок таких основних груп, як харчові волокна, вітаміни, мінеральні речовини, ліпіди, які вміщують поліненасичені жирні кислоти, антиоксиданти, олігоцукри, молочнокислі бактерії. Крім того, одним із напрямів підвищення харчової цінності та створення борошняних кондитерських виробів заданих складів і властивостей є використання різних видів нетрадиційної сировини.
4. Останніми дослідженнями встановлено, що насіння льону і продукти його переробки мають винятково багатий біологічно активний потенціал і повинні широко впроваджуватися у виробництво харчових продуктів.
5. Аналіз літератури показав, що використання продуктів переробки льону у технології кондитерських виробів є доцільним, оскільки це сприяє значному покращенню вмісту в ньому фізіологічно активних інгредієнтів, які забезпечують оздоровчі властивості. Завдяки проведеним дослідженням можливе подальше включення лляного борошна до різних рецептур.

**РОЗДІЛ 3.**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗНЕЖИРЕНОГО ЛЛЯНОГО БОРОШНА НА ПРОЦЕС ТІСТОУТВОРЕННЯ І ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ПІСОЧНОГО ПЕЧИВА**

Великим попитом у населення користуються борошняні кондитерські вироби, проте вони є висококалорійними з великим вмістом цукру та низьким вмістом харчових волокон, вітамінів, полі ненасичених жирних кислот тощо. Причиною дефіциту корисних речовин є використання для виготовлення кондитерських виробів очищеної сировини: борошно вищого сорту з низьким вмістом зольних компонентів, рафінований цукор, жири. Тому ці вироби необхідно насичувати спеціальними компонентами оздоровчого призначення, збагачувати необхідними для організму людини речовинами, які характеризуються підвищеною харчовою цінністю, збільшеним вмістом харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин, протеїнів, антиоксидантів.

Нетрадиційним джерелом корисних харчових речовин є насіння льону, яке можна застосовувати (у вигляді як знежиреного, так і не знежиреного борошна) у харчовій промисловості для підвищення харчової цінності виробів. Лляне борошно містить багато поживних і корисних речовин: рослинний білок, вітаміни групи В, макро- і мікроелементи (калій, магній, цинк, манган, залізо, молібден, мідь, селен та ін.), харчові волокна, антиоксиданти (лігнани), тощо.

**3.1 Аналіз вихідної сировини**

Дослідження потенціалу використання знежиреного лляного борошна для виробництва борошняних кондитерських виробів як джерела харчових волокон, органічних кислот, вітамінів, фенольних речовин це великий крок до здорового способу життя.

Пісочно-виїмне печиво користується стійким попитом серед широких верств населення, його полюбляють і дорослі і діти. Але калорійність печива висока, тому що воно містить значну кількість вуглеводів і жирів. Для зменшення цього показника і підвищення біологічної цінності печива доцільно замінити частину пшеничного борошна лляним знежиреним борошном.

За результатами визначення у пшеничному борошні більше вологи, ніж у знежиреному лляному борошні.Це пов’язано зі структурою борошна та особливостями, що притаманні певному виду борошна. У пшеничного борошна дрібна структура, у лляного знежиреного борошна більша структура та наявність слизових речовин, які набухають лише при наявності певної кількості вологи.

Результати визначення вмісту вологи у вихідних зразках борошна наведені у табл. 3.1

Таблиця 3.1

**Вміст вологи у вихідних зразках борошна**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Назва показника | Одиниці виміру | Борошно | |
| пшеничне | знежирене лляне |
| Масова частка вологи | % | 10,6 | 7,2 |

При визначенні водопоглинальної здатності зразків борошна слід відмітити особливі властивості знежиреного лляного борошна. За рахунок вмісту пектинових речовин і слизових білків воно добре поглинає воду. Результати аналізу водопоглинальної здатностіпшеничного, знежиреного лляного борошна та суміші обох з вмістом знежиреного лляного борошна 10, 20 та 30% наведено в рис. 3.1

Рис. 3.1 Водопоглинальна здатність у вихідних зразках борошна і їх суміші

Отже за результатами дослідження встановлено, що зі збільшенням процентного вмісту знежиреного лляного борошна водопоглинальна здатність суміші підвищується порівнянно з пшеничним борошном на 127,31…155,65%.

У зв’язку з такою водопоглинальною здатністю борошна необхідно було дослідити, як вплине заміна частини пшеничного борошна на знежирене лляне борошно на кількість і якість клейковини. Для дослідження цього приготували зразки суміші з заміною 10, 20, і 30 % пшеничного борошна на лляне. Показники кількості і якості клейковини визначали за стандартними методиками (Рис.3.2, 3.3, 3.4)

Рис. 3.2 Зміна вмісту клейковини в залежності від вмісту лляного борошна.

Рис. 3.3 Зміна розтяжності клейковини в залежності від вмісту знежиреного лляного борошна.

Під час додавання знежиреного лляного борошна кількість клейковини суттєво зменшилась, вірогідно, через ії крихкість і складнощі зі збирання. Вміст клейковини зменшився на 83,3…16,7 %. Клейковина стала крихкою и погано відмивалася, вочевидь за рахунок набухання слизових речовин. Визначення вмісту клейковини відкрило проблему зменшення клейковини у наслідку збільшення процентного вмісту знежиреного лляного борошна.

Рис. 3.4 Зміна пружності клейковини в залежності від вмісту лляного борошна.

Пружність клейковини збільшилася на 50,0 …143,5 % , а еластичність та розтяжність погіршилися, особливо у зразку з 30 % лляного борошна.

Визначення кислотності пшеничного та знежиреного лляного борошна показало певну здатність знежиреного лляного борошна до нейтралізації лугу. Це пов’язано з хімічним складом, що включає речовини з кислотними властивостями. В технології печива це може позитивно відбитися на лужності печива і сприяти кращому розрихленню структури тіста (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Кислотність пшеничного та знежиреного лляного борошна**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Назва показника | Одиниця виміру | Пшеничне борошно | Знежирене лляне борошно |
| Кислотність | ºН | 4,8 | 5,2 |

Отже, за даними досліду, кислотність знежиреного лляного борошна складає 5,2 ºН, що на 8,33 % вище, порівняно з пшеничним борошном. В зв’язку з цім заміна частини пшеничного борошна на лляне може частково знизити показник лужності пісочного печива і покращити пористість і крихкість печива.

За контрольний зразок була прийнята основна рецептура № 182 д. «Печиво «Пісочне»

Для приготування тіста згідно з рецептурою була використана наступна сировина:

- борошно пшеничне вищого ґатунку за ДСТУ 46.004-99;

- пудра цукрова ДСТУ 4623-2006;

- маргарин ДСТУ 4465:2005;

- меланж ДСТУ 8719:2017;

- есенція ДСТУ 4716:2007;

- борошно лляне знежирене (клітковина з меленого насіння льону) ДСТУ ISO 5985:2004;

- сода харчова ГОСТ 2156-76.

Таблиця 3.3

**Фізико-хімічні показники сировини**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Назва показника | Одиниці виміру | Вид сировини | | | | | | |
| Пшеничне борошно в/г | Знежирене лляне борошно | Цукрова пудра | Маргарин вершковий | Меланж | Есенція | Сода харчова |
| Масова частка вологи | % | 10,60 | 7,2 | 0,15 | 16,00 | 75,0 | 80,0 | 0,7 |
| Вміст клейковини | % | 30,56 | - | - | - | - | - | - |
| Еластичність | см | 12,0 | - | - | - | - | - | - |
| Пружність | ум. од. | 62,00 | - | - | - | - | - | - |
| Масова частка жиру | % | - | - | - | 82 | - | - | - |
| Температура плавлення | °С | - | - | - | 27…32 | - | - | - |
| Масова частка соди | % | - | - | - | - | - | - | 0,3…0,5 |
| Кислотність | ºН | 4,8 | 5,2 | - | 2,5 | - | - | - |

Дослідження проводились з використанням стандартних методів аналізу. Якість готових виробів контролювалась за органолептичними та фізико-хімічними показниками.

**3.2 Дослідження впливу знежиреного лляного борошна на процес тісто утворення**

Дослідження впливу заміни частини пшеничного борошна на знежирене лляне проводили для здобного пісочного тіста.

За контрольний зразок була прийнята основна рецептура № 182 д. «Печиво «Пісочне».

Печиво відноситься до групи пісочно-виїмного. Має різноманітну форму. Може бути вкрите шоколадом і посипане горіхами. У 1 кг містить 110 шт. Вологість готового продукту – 2,84 ± 1,0%. Рецептура печива наведена у табл. 3.4

Таблиця 3.4

**Рецептура № 182 д. «Печиво «Пісочне» (контрольний зразок)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Найменування сировини | Витрати сировини г/кг | |
| У натурі | У сухих речовинах |
| Борошно пшеничне в/г | 516,23 | 441,38 |
| Меланж | 103,23 | 27,87 |
| Пудра цукрова | 309,72 | 309,26 |
| Маргарин вершковий | 258,11 | 216,81 |
| Сода харчова | 5,17 | 2,58 |
| Есенція | 1,55 | - |
| Вода | - | - |
| Вихід | 1000,0 | 950,0 |

Розрахунок кількості води, потрібної для замішування тіста:

Вихід тіста:

G = Mсв.рец.\*100/100 - Wтіста (3.1)

Загальна маса води у тісто:

Gводи = G - Gкомпонентів (3.2)

де Мсв.рец. – маса компонентів у сухих речовинах, кг;

Wтіста – вологість тіста, %.

G =

G = 1187 – 1194,01 = - 7 г

За даними розрахунку кількості води, потрібної для замішування тіста, визначено, що вода не потрібна.

Для дослідження було виготовлено контрольний і 3 експериментальні зразки масою 200 г із заміною пшеничного борошна на знежирене лляне у кількості 10, 20 і 30 %. Рецептури закладки сировини для контрольного і дослідного зразків наведені у табл. 3.5

Таблиця 3.5

**Рецептура експериментальних зразків печива**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Найменування сировини | Витрати сировини на 200 г готового виробу, г | | | |
| К | 10% | 20 % | 30% |
| Борошно пшеничне в/г | 103,25 | 92,95 | 82,65 | 72,35 |
| Борошно лляне | - | 10,3 | 20,6 | 30,9 |
| Пудра цукрова | 61,9 | 61,9 | 61,9 | 61,9 |
| Маргарин вершковий | 51,6 | 51,6 | 51,6 | 51,6 |
| Меланж | 20,6 | 20,6 | 20,6 | 20,6 |
| Сода харчова | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Есенція | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 |
| Вихід тіста | 234,15 | 234,1 | 233,6 | 233,0 |

Перед замішуванням тіста сировина проходила попередню підготовку. Пшеничне борошно, знежирене лляне борошно, пудру цукрову просіювали, маргарин зачищали і доводили до температури 18 °С для набування пластичності.

Замішування тіста проводили вручну. Сировину змішували у такий послідовності: до маргарину кімнатної температури додають цукрову пудру та ретельно перемішують 10-18 хвилин до однорідного кремоподібного стану. Потім додається меланж і есенція, перемішується 4-8 хв. В останню чергу частинами додається борошно, в яке раніше внесли харчову соду. Всі компоненти ретельно перемішуються. Тісто відстоюється 20 хв. і зберігаємо у холодильнику до формування. В отриманих зразках тіста визначали органолептичні і фізико-хімічні показники.

Експериментальні зразки тіста після замішування відрізнялися за своїми органолептичними і фізико-хімічними показниками.

Тісто контрольного зразка було світло-жовтого кольору з приємним ароматом. Консистенція тіста пружна, еластична.

Тісто з додаванням знежиреного лляного борошна набуло сіруватого відтінку, який підсилювався зі збільшенням його кількості - 10, 20 і 30%. Консистенція тіста більш крихка порівняно з контрольним зразком.

Після замішування визначили вихідні показники зразків. Вологість тіста наведена на рис. 3.5

Рис. 3.5 Зміна вмісту вологи у пісочному тісті в залежності від вмісту лляного борошна

Вологість тіста поступово зменшувалася на 1,2 … 5,1 % зі збільшенням кількості знежиреного лляного борошна і склала: у контрольному зразку 18,0%, у 10% зразку - 16,8%, у 20% зразку - 14,2%, у 30% зразку - 12,9%. Втрата вологи відбувається через набухання слизових речовин, що містяться у складі знежиреного лляного борошна.

**3.3 Дослідження впливу лляного борошна на органолептичні показники зразків печива**

Після замішування і витримки тіста були сформовані зразки печива розміром 8 х 8 см та 0,5 см товщиною.

Випікання проводилося при температурі 200°С протягом 5 хвилин. Після випікання вироби охолоджувалися на листах для випікання. Вироби легко відділилися від пергаменту.

Зовнішній вигляд печива після випікання наведений на рис. 3.6



Рис. 3.6 Зовнішній вигляд зразків печива після випікання.

Оцінювання за органолептичними показниками відбувалось комісією експертів відповідно до вимог ДСТУ 4589:2006. Оцінці підлягали смак, запах, колір, форма виробів, поверхня і вид на зламі (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

**Органолептична оцінка зразків печива**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Назва показника | Зразки | | | |
| к | 10% | 20% | 30% |
| Смак і запах | Смак і запах пісочного печива, без сторонніх присмаків. Відповідає ДСТУ | Без сторонніх присмаків, легкий горіховий аромат | Смак і запах горіховий, яскраво виражений | Горіхов-кавовий аромат, кавовий присмак |
| Колір | Рівномірний жовтуватий колір | Кава з молоком | Сірувато-коричневий | Сіро-коричневий |
| Форма | Відповідає ДСТУ | Відповідає ДСТУ | Відповідає ДСТУ | Відповідає ДСТУ |
| Поверхня | Гладка, без тріщин | Помітні темні включення | Зморшкувата поверхня (злегка) з темними включеннями | Поверхня вкрита неглибокими тріщинами з темними включеннями |
| Вид на зломі | Без відхилень від ДСТУ | Нема пустот, слідів непромісу, рівномірний малюнок темних включень | Більш крупна пористість, далі без відхилень | Щільна структура с темними включеннями |

При оцінюванні органолептичних показників комісія експертів заносила свої оцінки до таблиці. Узгодження поглядів дегустаторів визнають через коефіцієнт конкордації Кендела. За його результатами зрозуміло, чи узгоджені погляди мають дегустатори. Якщо узгодженості нема, зразки переробляють. Значення коефіцієнту 0,73 вказує на велику узгодженість поглядів дегустаторів (табл. 3.7)

Таблиця 3.7

**Дані результатів дегустаційної оцінки зразків експертами**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Дегустатори | Зразки | | | |
| К | 10% | 20% | 30% |
| 1 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| 2 | 3 | 3 | 4 | 3 |
| 3 | 2 | 4 | 3 | 4 |
| 4 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| Сума рангів | 13 | 15 | 13 | 14 |
| Різниця суми рангів | 3 | 5 | 3 | 4 |
| Різниця суми рангів у квадраті | 9 | 25 | 9 | 16 |
| Сума значень | 59 | | | |
| Коефіцієнт конкордації | 0,73 | | | |

Аналіз органолептичних показників показав, що зі збільшенням вмісту знежиреного лляного борошна вироби стають більш щільними, колір суттєво затемнюється, змінюється аромат печива та смак. Діаграма узгодженості поглядів зображена рис. 3.7

Рис. 3.7 Узгодженість поглядів дегустаторів

За узгодженими показниками експертів було виділено печиво з вмістом знежиреного лляного борошна 20 %. Експерти відмітили збалансований смак та аромат печива з легким горіховим присмаком. Було відмічено щільну структуру печива та зберігання форми печивом після випікання.

**3.4 Дослідження впливу знежиреного лляного борошна на фізико-хімічні показники зразків печива**

Зі збільшенням кількості знежиреного лляного борошна збільшення виходу печива видно у зразках з 10 % та 20%. В інших зразках визначається втрата ваги. Це обумовлено тим, що зі збільшенням лляного борошна підвищується вологопоглинальна здатність тіста, але при випіканні волога втрачається, відбувається висушування слизових речовин, які слабше утримують вологу, порівняно з білками пшеничного борошна. Довести ці властивості може ламкість печива, що підвищується з підвищенням вмісту лляного борошна[].

Таблиця 3.8

**Вихід продукції після випікання**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показник | Одиниці  виміру | Зразки, % | | | |
| К | 10 | 20 | 30 |
| Маса тіста | г | 234,15 | 234,1 | 233,6 | 233,0 |
| Маса виробу | г | 196,02 | 204,82 | 202,01 | 191,87 |
| Вихід | % | 83,71 | 87,49 | 86,48 | 82,35 |

Порівняльні дані маси тіста і маси виробів приведені у рис. 3.8

Рис. 3.8 Порівняльна характеристика маси тіста і маси виробів

За вимогами нормативних документів пісочне печиво має низьку вологість і крихку консистенцію. Визначення вологи у зразках печива допомогло визначити динаміку втрати вологи. За цими даними вбачається, що зміст у складі знежиреного лляного борошна надає печиву зменшення вологи.

Результати визначення вмісту вологи у вихідних зразках печива наведені у рис. 3.8

Рис. 3.8 Вміст вологи у вихідних зразках печива

Застосована для розпушування печива харчова сода має лужну реакцію. Вимірювання лужності зразків печива надало інформацію про динаміку змін у печиві, пов’язану зі збільшенням проценту знежиреного лляного борошна. За результатами досліджень лужність печива падає. Ось чому застосування лляного борошна рекомендується при хворобах шлунка з підвищеною кислотністю[розділ 1].

Рис. 3.9 Визначення лужності зразків печива

Лужність зменшується порівняно з контрольним зразком зі зростанням вмісту знежиреного лляного борошна у рецептурі прямо пропорційно його вмісту: у зразку з 10% на 0,5 ºН, у зразку 20 ºН на 0,7 ºН, у зразку 30% на 0,75 ºН.

Визначення намочування за вказаною у ДСТУ 10114-80 методикою дало результати, що зі збільшенням у складі печива знежиреного лляного борошна збільшується процент намочування печива. Як відомо з дослідження знежиреного лляного борошна окремо, воно має великий процент вбирання вологи. Слід це урахувати при створенні умов для зберігання печива.

Результати визначення вмісту вологи у вихідних зразках печива наведені у рис. 3.10

Рис. 3.10 Вплив кількості знежиреного лляного борошна на намочуваність зразків печива

Намочуваність печива змінилась у сторону збільшення вбирання вологи відповідно до контрольного зразка: у печиві з 10 % лляного борошна на 23,55 %, у 20 % зразку на 25,35 %, у 30 % зразку на 26,68 %.

Загальні результати по визначенню фізико-хімічних показників експериментальних зразків здобного пісочного печива наведені у табл. 3.9

Таблиця 3.9

**Фізико-хімічні показники зразків печива**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показник | Одиниці  виміру | Зразки, % | | | |
| К | 10 | 20 | 30 |
| Масова частка вологи | % | 8,3 | 7,5 | 6,8 | 6,1 |
| Лужність | ºН | 0,8 | 0,3 | 0,1 | 0,05 |
| Намочуваність | % | 209,43 | 232,98 | 234,78 | 236,11 |

За рельтатами досліджень проглядається суттєве змінення фізично-хімічних властивостей зразків печива.

Масова частки вологи прямо пропорційно змінюються у бік зменшення вологи. Відносно контрольного зразка печива: у 10% зразку - на 9,6 %, у 20% зразку - на 18,07%, у 30% зразку - на 26,5%.

Лужність печива зі збільшенням знежиреного лляного борошна зменшується відповідно до контрольного зразка: у 10% зразку на 0,5 ºН, у 20% зразку на 0,7 ºН, у 30% зразку на 0,75 ºН.

Намочуваність печива збільшується відповідно до контрольного зразка: у 10% зразку на 11,2%, у 20% зразку на 12,1%, у 30% зразку на 12,7%

Ці зміни пов’язані з хімічним складом знежиреного лляного борошна та наявністью у ньому слизових речових. Дані наведені у першому розділі п. 1.3

**3.5 Дослідження впливу знежиреного лляного борошна на структурно-механічні показники пісочного печива**

За ДСТУ 5897-90 пісочне печиво має певні геометричні розміри, які після випікання істотно не змінюються. Проведення замірів дало загальну картину присутності незначних змін.

Результати визначення зміни розмірів вихідних зразків печива наведені у табл. 3.10

Таблиця 3.10

**Вплив кількості знежиреного лляного борошна на геометричні розміри зразків**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Зразок | Геометричні розміри | |  |
| до випікання | після випікання | Результати |
| К | 8х8 см,  h 0,5 см | 8,5 х 9,0 см,  h 1,4 см | Печиво тримає форму,  без деформації |
| 10% | 8х8 см,  h 0,5 см | 8,5 х 9,0 см,  h 1,3 см | Печиво тримає форму,  без деформації |
| 20% | 8х8 см,  h 0,5 см | 8,0 х 9,5 см,  h 1,4 см | Печиво тримає форму,  є незначна деформація |
| 30% | 8х8см,  h 0,5 см | 8,5 х 9,5 см,  h 1,5 см | Печиво тримає форму,  є незначна розпливчатись,  незначна деформація |

При вимірюванні розмірів печива особливих змін не було. Печиво добре тримає форму за рахунок обмеженої кількості води та гарного поглинання вологи. Зміни в об’ємі печива пов’язані з більшою кислотністю лляного борошна і, як наслідок, з підвищенням виділення СО2 при взаємодії з содою харчовою.

Рис. 3.11 Вплив кількості знежиреного лляного борошна на формостійкість зразків печива

Визначення формостійкості важливе для урахування впливу температури на печиво та складу тіста. Печиво контрольного зразка та з додаванням знежиреного лляного борошна формостійке.

Печиво можна вважати формостійким. Лише зразок з вмістом лляного борошна 30 % дещо змінив форму і відбулася незначна деформація.

Печиво здобне пісочне характеризується специфічною розсипчастістю, здатністю розсипатися на дрібні крихти при прикладанні зусиль. Дослідження ламкості проводили на експериментальному приладі, конструкція якого була розроблена співробітниками кафедри.

Результати визначення впливу лляного борошна на ламкість зразків печива наведені у рис. 3.12

Рис. 3.12.Вплив кількості знежиреного лляного борошна на ламкість зразків печива

При невеликому проценті знежиреного лляного борошна потрібно більше зусиль для зламання печива. При 30 % печиво ламається як і контрольний зразок, тобто стає більш ламке. Це зумовлено тим, що при невеликій кількості лляне борошно зв’язує печиво за рахунок набухання слизових елементів. Тобто рівновага води і сухих речовин покращується. При великій кількості лляне борошно забирає всю вологу і печиво стає крихким. Заміна пшеничного борошна на знежирене лляне змінило показники ламкості. Відповідно вона змінюється у процентному відношенні до контрольного зразка: у 10 % зразку на 62,95 %, у 20 % зразку на 23,56 %, у 30 % зразку на 7,96 %. Тобто з процентної різниці ми бачимо, що різкі зміни відбуваються у печиві з 10 % знежиреного лляного борошна. У підвищенні процента лляного борошна показники ламкості вказують на її підвищення.

Щільність – це показник  відношення маси речовини до її об’єму, є фізичною характеристикою будь-якої речовини з якої складається тіло.

Рис. 3.13 Вплив кількості знежиреного лляного борошна на щільність печива

За результатами дослідження було виявлено, що щільність печива зменшується при підвищенні проценту знежиреного лляного борошна. Пісочне печиво вважається не щільним, вище 0,64 г/см3 щільність вважається поганою.

Щільність печива динамічно зменшується зі збільшенням проценту знежиреного лляного борошна. Відповідно до контрольного зразка: у 10 % зразку 0,20 г/см3, у 20 % зразку на 0,21 г/см3, у 30 % зразку на 0,36 г/см3. это надо уточнить

Зведені структурно - механічні показники наведені у табл. 3.11

Таблиця 3.11

**Структурно-механічні показники зразків печива**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Назва показника | Одиниця виміру | Зразки | | | |
| К | 10% | 20% | 30% |
| Формостійкість | - | 0,84 | 0,84 | 0,844 | 0,79 |
| Ламкість | 10 5 Н/м2 | 0,144 | 0,234 | 0,178 | 0,155 |
| Щільність | г/см3 | 1,10 | 1,30 | 1,31 | 1,46 |

Зміни у структурно-механічних показниках зразків печива вказують на деякі зміни до збільшення крихкості.

Формостійкість 10% зразка однакова з контрольним, 20% зразок порівняно з контрольним змінився на 0,004, 30% зразок менший за контрольний на 0,05.

Ламкість печива зменшується у 10% зразку на 0,09 \* 105 Н/м2. У 20% і 30% зразках ламкість збільшується відповідно на 0,034 \* 105 Н/м2 і 0,011 \* 105 Н/м2.

Щільність зразків печива зменшується відповідно до контрольного зразка: у 10 % зразку 0,20 г/см3, у 20 % зразку на 0,21 г/см3, у 30 % зразку на 0,36 г/см3.

Усі дані вказують, що зменшення вологи у печиві негативно впливає на його структурно-механічні показники. Печиво стає більш крихким.

**Висновки до розділу 3**

1. Згідно аналізу сировини визначили, що знежирене лляне борошно має такі показники: масова частка вологи 7,2 %, кислотність 5,2**°**Н, водопоглинальну здатність 937 %. Слід відмітити, що водопоглинальна властивість знежиреного лляного борошна перевищує пшеничне, тому це слід враховувати при створенні умов для зберігання печива.

2. Заміна частини пшеничного борошна на знежирене лляне показало що вміст клейковини в тісті зменшується. Це змінило ламкість печива. Зі збільшенням проценту лляного борошна ламкість підвищується.

3. При додаванні знежиреного лляного борошна кислотність зразка підвищується, що свідчить про більшу кількість цукрів у суміші.

4. Після випікання готові вироби мали майже ніяких змін у формостійкості порівняно з контрольним зразком. З наведених даних можна зробити висновок, що найкращою формостійкістю володіє зразок з 30 % вмістом знежиреного лляного борошна лляного борошна.

5. За сукупністю фізико-хімічних, органолептичних показників і структурно-механічних показників кращим визнано зразок із додаванням 10% лляного борошна і його прийнято за основу у розробці рецептури і технології нового борошняного кондитерського виробу.

**РОЗДІЛ 4.**

**РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗНЕЖИРЕНОГО ЛЛЯНОГО БОРОШНА**

**4.1 Розроблення рецептури і технології кондитерських виробів з використанням знежиреного лляного борошна**

За результатами досліджень, проведених у розділі 3, дійшли до висновку, що кращим за фізико-хімічними і структурно-механічним показниками є зразок з заміною пшеничного борошна на 10% знежиреного лляного борошна. Це також підтвердила і органолептична оцінка зразків після виготовлення. Враховуючи отримані результати, була розроблена рецептура для виробництва нового виду кондитерського виробу з використанням знежиреного лляного борошна, за основу якої прийнято рецептуру № 182 д. Печиво «Пісочне»

Розроблена рецептура наведена у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

**Рецептура контрольного зразка печива**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Найменування сировини | Витрати сировини г/кг | | | |
| Контрольний зразок | | Експериментальний  Зразок | |
|  | У натурі | У сухих речовинах | У натурі | У сухих речовинах |
| Борошно пшеничне в/г | 516,23 | 441,38 | 464,61 | 397,24 |
| Знежирене лляне борошно | - | - | 51,62 | 47,90 |
| Меланж | 103,23 | 27,87 | 103,23 | 27,87 |
| Пудра цукрова | 309,72 | 309,26 | 309,72 | 309,26 |
| Маргарин вершковий | 258,11 | 216,81 | 258,11 | 216,81 |
| Сода харчова | 5,17 | 2,58 | 5,17 | 2,58 |
| Есенція | 1,55 | - | 1,55 | - |
| Вода | - | - | - | - |
| Всього | 1194,01 | 997,0 | 1194,01 | 1001,66 |
| Вихід | 1000,0 | 950,0 | 1000,0 | 838,89 |

На основі проведених досліджень (розділ 3) було розроблено вдосконалену технологію виробництва пісочно-виїмного тіста з заміною частини пшеничного борошна на знежирене лляне борошно у кількості 20%.

Технологічна схема виробництва печива «Ранок» наведена на рис. 4.1

Маргарин

t 18ºC

Цукрова пудра

Знежирене лляне борошно

Борошно пшеничне в/г

Зачищення

Просіювання

Просіювання

Сода харчова

Перемішування цукрової пудри з маргарином 10 – 18 хв.

Перемішування 4 – 8 хв.

Меланж

Есенція

Додавання борошна частинами та ретельне перемішування

Вистоювання тіста 20 хв.

Охолодження тіста 20 хв.

Розкатування тіста

Формування виробів

Випікання при t 200 ºС 5 хв.

Охолодження після випікання

Упаковка

Зберігання

Реалізація

Рис.4.1 Технологічна схема виробництва печива «Ранок»

Рис. 4. 1. Технологічна схема виробництва здобного пісочно-виїмного печива «Ранок» зі знежиреним лляним борошном

За основу була прийнята виробнича технологічна схема виробництва пісочного тіста, яка включає традиційні стадії та операції.

Тісто готують поступово, тобто всі продукти передбачені рецептурою, замішують почергово.

Замішування тіста проводиться у тістомісильних машинах періодичної дії. Сировина завантажується в такій послідовності: маргарин і цукрову пудру змішують 10-18 хвилин до утворення однорідної кремоподібної маси, після додається меланж та есенція та вимішується 4-8 хвилин. Суміш обох видів борошна і соди додається поступово та ретельно перемішується.

Після вимішування тісто стоїть 20 хвилин. Далі відбувається охолодження тіста у холодильнику 20 хвилин.

Готове тісто викладають на посипаний борошном стіл і розкатують пластом 0,5 см і розділяють на вироби різної форми певні шматки відповідного розміру. Після формування печиво відправляють у розігріту духовку електричну пекарську камеру на 5 хвилин і випікають при температурі 200°C.

Після випічки вироби охолоджують на листах і направляють на фасування, упакування і зберігання.

**4.2 Дослідження показників якості кондитерського виробу здобного пісочно-виїмного печива «Ранок» зі знежиреним лляним борошном**

Після випікання і охолодження при кімнатній температурі провели органолептичну оцінку готового печива. Оцінку проводили згідно вимог стандарту ДСТУ 3781:2014. «Печиво. Загальні умови».

Результат оцінки наведені на рис. 4.2. та у табл. 4.2.



Рис. 4.2. Загальний вигляд готових зразків після випікання

К – контрольний зразок; 10%, 20 %, 30 % - зразки з відповідним вмістом знежиреного лляного борошна.

Аналіз зразків показав, що додавання знежиреного лляного борошна до складу зразків печива вплинуло на колір готового виробу. Після випічки зразки з додаванням знежиреного льняного борошна змінили колір – стали темнішими, особливо зразки з додаванням 20 % та 30 % знежиреного лляного борошна (рис. 4.2 та табл. 4.2).

Зі збільшенням кількості знежиреного лляного борошна в рецептурі форма зразків печива особливо не змінюється.

Таблиця 4.2

**Органолептична оцінка готових зразків**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Назва показника | Зразки | | | |
| К | 10% | 20% | 30% |
| Смак і запах | Смак і запах пісочного печива, без сторонніх присмаків. Відповідає ДСТУ | Без сторонніх присмаків, легкий горіховий аромат | Смак і запах горіховий, яскраво виражений | Горіхов-кавовий аромат, кавовий присмак |
| Колір | Рівномірний жовтуватий колір | Кава з молоком | Сірувато-коричневий | Сіро-коричневий |
| Форма | Відповідає ДСТУ | Відповідає ДСТУ | Відповідає ДСТУ | Відповідає ДСТУ |
| Поверхня | Гладка, без тріщин | Помітні темні включення | Зморшкувата поверхня (злегка) з темними включеннями | Поверхня вкрита неглибокими тріщинами з темними включеннями |
| Вид на зломі | Без відхилень від ДСТУ | Нема пустот, слідів непромісу, рівномірний малюнок темних включень | Більш крупна пористість, далі без відхилень | Щільна структура с темними включеннями |

За смаком присутність лляного борошна не відчувається, але в ароматі з'являється легка нотка, він стає більш насиченим, горіховим.

К – контрольний зразок; 10% , 20%, 30% - зразки з відповідним вмістом знежиреного лляного борошна

Після випікання печива була проведена експертна дегустаційна оцінка якості отриманих зразків.

Результати експертної оцінки наведені у табл. 4.3 - 4.6. оцінка нижче. Оцінка 4 вважається найвищою.

Таблиця 4.3

**Дегустаційна оцінка контрольного зразка, бали**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показник | Експерт | | | | Середня оцінка |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Зовнішній вигляд | 4,0 | 3,0 | 2,0 | 4,0 | 3,3 |
| Консистенція | 4,0 | 2,3 | 2,0 | 4,0 | 3,2 |
| Колір | 4,0 | 2,7 | 1,8 | 4,0 | 3,1 |
| Аромат | 4,0 | 3,5 | 2,0 | 4,0 | 3,2 |
| Смак | 4,0 | 3,5 | 2,2 | 4,0 | 3,43 |
| Загальна оцінка | 4,0 | 3,0 | 2,0 | 4,0 | 3,25 |

Таблиця 4.4

**Дегустаційна оцінка зразка 1 (10 %), бали**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показник | Експерт | | | | Середня оцінка |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Зовнішній вигляд | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 3,8 |
| Консистенція | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 3,7 |
| Колір | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 3,55 |
| Аромат | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 3,9 |
| Смак | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 3,8 |
| Загальна оцінка | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 3,75 |

Таблиця 4.5

**Дегустаційна оцінка зразка 2 (20 %), бали**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показник | Експерт | | | | Середня оцінка |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Зовнішній вигляд | 3,0 | 4,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| Консистенція | 3,0 | 4,0 | 3,0 | 3,0 | 2,3 |
| Колір | 3,0 | 4,0 | 3,0 | 3,0 | 2,0 |
| Аромат | 3,0 | 4,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| Смак | 3,0 | 4,0 | 3,0 | 3,0 | 2,7 |
| Загальна оцінка | 3,0 | 4,0 | 3,0 | 3,0 | 2,6 |

Таблиця 4.6

**Дегустаційна оцінка зразка 3 (30 %), бали**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показник | Експерт | | | | Середня оцінка |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Зовнішній вигляд | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 3,0 | 2,7 |
| Консистенція | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 3,0 | 2,2 |
| Колір | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 3,0 | 2,1 |
| Аромат | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 3,0 | 4,0 |
| Смак | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 3,0 | 3,0 |
| Загальна оцінка | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 3,0 | 2,8 |

Рис.4.3 Органолептична оцінка експериментальних зразків здобного пісочно-виїмного печива із додаванням знежиреного лляного борошна

Аналіз результатів дегустації показав, найвищу загальну оцінку експертів отримав зразок печива з вмістом 10 % знежиреного лляного борошна – 3,75 бали. Зразок з 30 % знежиреного лляного борошна отримав середню оцінку – 2,8 бали. Дещо нижче оцінка зразка з 20 % знежиреного лляного борошна – 2,6 балів. Найкращий за зовнішніми ознаками зразок з 10 % - отримав максимальні 3,75 бали. Зразок з 10 % стабільний у всіх показниках і кращий за запахом і кольором. Необхідно відмітити, що всі зразки, включаючи контрольний, отримали високу оцінку за смаком і запахом. За результатами органолептичної оцінки кращим визнано зразок 1 з вмістом знежиреного лляного борошна 10 %.

Після проведення органолептичної оцінки визначили фізико-хімічні показники експериментальних зразків і порівняли їх із показниками ДСТУ 3781:2014 «Печиво. Загальні технічні умови»

Результати аналізу наведені у табл. 4.7 та 4.8

Таблиця 4.7

**Фізико-хімічні показники готових експериментальних виробів**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показник | Одиниці  виміру | Зразки, % | |
| К | 10 |
| Масова частка вологи | % | 8,3 | 7,5 |
| Лужність | ºН | 0,8 | 0,3 |
| Намочуваність | % | 209,43 | 232,98 |

Таблиця 4.8

**Фізико-хімічні показники готових виробів за ДСТУ 3781:2014**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показник | Одиниці  виміру | Норма для печива з борошна пшеничного вищого сорту |
| Масова частка вологи | % | 10,0 |
| Лужність | ºН | 2,0 |
| Намочуваність | % | 150,0 |

Порівнюючи показники готових виробів із стандартом ми бачимо, що показники вологості та лужності готових виробів відповідають стандарту, показник намочуваності готових експериментальних виробів більше в усіх зразках порівняно з контрольним зразком на 11,2 % … 12,7 %, однак це не суперечить стандарту, тому що пропонується виготовляти печиво «Ранок» масою 40 г.

Одною із задач дослідження було збагачення готового продукту біологічно активними речовинами, оскільки знежирене лляне борошно є джерелом поживних і корисних речовин: рослинний білок, вітаміни групи В, макро- і мікроелементи (калій, магній, цинк, манган, залізо, молібден, мідь, селен та ін.), харчові волокна, антиоксиданти (лігнани). Отже, присутність знежиреного лляного борошна у рецептурі дасть змогу збагатити печиво поживними і біологічно цінними речовинами.