

FLAX SEEDS AS THE PRESCRIPTION COMPONENT OF BAKERY PRODUCTS

Yu. Bondarenko, O. Bilyk, O. Kochubei-Lytvynenko, G. Andronovich
National University of Food Technologies

Key words:

Flax seeds
Wheat bread
Doug,
Grissini bread sticks
Puff yeast dough

Article history:

Received 15.07.2020
Received in revised form
29.07.2020
Accepted 13.08.2020

Corresponding author:

O. Bilyk
E-mail:
bilyklena@gmail.com

ABSTRACT

Today it is relevant to use ingredients in the production of bakery products which give them functional properties. Oil seeds, in particular flax seeds, are an important source of dietary fiber, complete protein, unsaturated fatty acids, minerals and vitamins for enriching various bakery products. The research used the seeds of golden flax.

According to the research results, it was found that it is technologically possible to dose crushed flax seeds to the wheat bread recipe up to 20% by weight of flour, and up to 15% by weight of flour as a whole. With such a dosage, products with developed porosity were obtained with pleasant light yellow coloured crumb and pleasant nutty flavor. The paper considers the possibility of using crushed golden flax seeds in the recipe of bakery products from puff yeast dough. According to the results of laboratory baking and graph-mathematical method of optimization by a complex indicator of quality and integrated score of products, it was established that it is advisable to add up to 15% of crushed flax seeds to the recipe of puff products.

The use of crushed flax seeds as a part of puff products allowed to reduce the amount of margarine for layering dough from 35% to 20% to the weight of the dough and to enrich products with unsaturated fatty acids of flax seeds.

In the technology of lamb products enriched with flax seeds, it is recommended to dose flax seeds in the amount of 15% by weight of flour. Products with such dosing received the highest number of points of a complex indicator of quality and correspond to requirements of regulatory documentation.

The paper considers the possibility of creating organic bakery products of low humidity for special purposes. "Grisini" bread sticks, which were made from organic raw materials, were chosen as the object of enrichment. To increase the nutritional value of bread sticks and enrich them with such physiologically functional ingredients as unsaturated fatty acids, lignans, dietary fiber, it is promising to use flax seeds. It was found that it is advisable to include organic seeds of golden flax in the formulation of bread sticks up to 25% by weight of flour.

НАСІННЯ ЛЬОНУ ЯК РЕЦЕПТУРНИЙ КОМПОНЕНТ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

Ю. В. Бондаренко, О. А. Білик, О. В. Кочубей-Литвиненко, Г. М. Андронович
Національний університет харчових технологій

Сьогодні актуальним є використання у виробництві хлібобулочних виробів інгредієнтів, які надають їм функціональних властивостей. Олійні культури, зокрема насіння льону, є важливим джерелом харчових волокон, повноцінного білка, ненасичених жирних кислот, мінеральних речовин і вітамінів для збагачення хлібобулочних виробів різного асортименту. У дослідженнях використовували насіння льону золотого.

За результатами досліджень встановлено, що технологічно можливе дозування подрібненого насіння льону в рецептурі пшеничного хліба становить до 20% до маси борошна, а цілого — до 15% до маси борошна. За такого дозування отримують вироби з розвинутою пористістю з приємним світло-жовтим забарвленням м'якушки та приємним горіховим присмаком.

У статті також розглянуто можливість застосування подрібненого насіння льону золотого в рецептурі булочних виробів з листкового дріжджового тіста. За результатами лабораторного випікання та графо-математичного методу оптимізації за комплексним показником якості та інтегральним скором виробів встановлено, що в рецептуру листкових виробів доцільно вносити до 15% подрібненого насіння льону. Використання у складі листкових виробів подрібненого насіння льону дає змогу знизити рецептурну кількість маргарину на шарування тіста з 35% до маси тіста до 20% та збагатити вироби ненасиченими жирними кислотами насіння льону.

У технології сушки, збагаченої насінням льону, рекомендовано дозування насіння льону 15% до маси борошна. Вироби за такого дозування отримали найвищу кількість балів за комплексним показником якості та відповідають вимогам нормативної документації.

Встановлено, що для збагачення хлібних паличок фізіологічно активними речовинами насіння льону, в їх рецептуру доцільно включати насіння льону золотого в кількості до 25% до маси борошна. Це забезпечує хороші смакові властивості виробу та підвищує його харчову цінність.

Ключові слова: насіння льону, хліб пшеничний, тісто, хлібні палички «Грісіні», листкове дріжджове тісто.

Постановка проблеми. Популярним напрямом у сучасному хлібопеченні є використання нетрадиційної сировини для створення хлібобулочних виробів з функціональними властивостями. Одним із видів такої сировини є насіння льону.

Зацікавленість науковців насінням льону як сировиною для збагачення хлібобулочних виробів зумовлена наявністю в ньому таких функціональних речовин, як білки з повноцінним амінокислотним складом, есенціальні поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК) з переважним вмістом ліноленової (ω -3) кислоти, харчові волокна [1; 2]. Насіння льону містить лігнани, які здатні сповільнити поділ злоякісних клітин деяких пухлин [3]. Лігнани покращують функції сечової системи,

допомагають запобігти запаленню нирок. Вживання продуктів, збагачених насінням льону, протягом чотирьох тижнів знижує рівень холестерину в крові.

У виробництві харчових продуктів широко застосовують різні продукти переробки насіння льону: лляну олію, частково знежирене лляне борошно, повністю знежирене лляне борошно, екстракти слизу лляного насіння, оболонки лляного насіння.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У разі використання у виробництві хлібобулочних виробів подрібнених лляних оболонок [4] було відзначено, що поряд з покращанням антиоксидантних властивостей виробу спостерігалось значне зменшення об'єму хліба та погіршення органолептичних показників.

Включення до складу пшеничного хліба шроту насіння льону в кількості 7,5% до маси борошна зумовлює деяке погіршення фізико-хімічних та органолептичних показників якості хліба, зокрема затемнювалася м'якушка виробів [5]. Для покращання якості такого хліба з додаванням шроту насіння льону науковцями було запропоновано застосовувати ряд технологічних заходів, в тому числі додавати такі рецептурні інгредієнти, як суха пшенична клейковина, аскорбінова кислота, солодовий екстракт або ферментований солод [5]. Однак вироби завжди були із затемненою м'якушкою, причиною чого було використання у технології переробки льону саме коричневих сортів насіння льону.

Для розроблення функціонального хліба, збагаченого ненасиченими жирними кислотами ω -3, до складу виробів також включали сире та смажене подрібнене коричневе насіння льону [6]. Однак автори обмежувалися дозуванням подрібненого насіння льону — 10% до маси борошна. Однією з причин цього було використання саме коричневого льону, що затемнював колір м'якушки. В праці [7] було відзначено, що збагачення хліба подрібненим насінням льону, яке попередньо обсмажували, зумовлює зниження перетравлюваності білків виробу, його глікемічного індексу та підвищенню вмісту α -ліноленової кислоти у виробі.

При збагаченні тостового хліба лляним борошном було встановлено закономірності впливу лляного борошна на реологічні властивості тіста, зокрема відзначено, що знижувалася стабільність тіста. Експериментально доведено, що додавання лляного борошна підвищувало вміст у виробах фенольних сполук [8].

Хлібобулочна продукція з листового тіста відноситься до однієї з найбільш популярних груп хлібобулочних виробів. Виготовляють ці вироби в основному з пшеничного борошна. Однак використання як основної сировини борошна пшеничного вищого сорту надає виробам ряду недоліків, таких як низький вміст білків, біологічно активних речовин, незбалансований амінокислотний склад, нехарактерних для інших зернових культур. У зв'язку з цим у [9; 10] були проведені дослідження щодо використання вівсяного борошна у виробництві листових хлібобулочних виробів. Встановлено, що доцільно замінювати пшеничне борошно в технології листових виробів вівсяним у кількості 15%. І. Л. Казанцева і співавтори [11] пропонують у технології прісних листових виробів частково замінити борошно пшеничне вищого сорту на нутове борошно. Авторами виявлено, що зі збільшенням частки нутового борошна зменшується тривалість утворення тіста, але натомість і збільшується швидкість його розрідження. Рекомендованою є заміна пшеничного борошна на нутове в кількості 5%.

У [12] досліджено використання амарантового борошна у виробництві круасанів. Розроблено рецептуру й технологічну інструкцію з приготування круасанів

«Жаклін» з поліпшеним амінокислотним складом і підвищеною біологічною цінністю, збагачених мінеральними речовинами і вітамінами.

У [13] було отримано позитивні результати щодо проведення 100% заміни в рецептурі листових виробів (як дріжджових, так і без дріжджових) пшеничного борошна на полб'яне. Встановлено, що вміст білка у розроблених виробках на 21,0% вищий, ніж у пшеничних. Крім того, нові вироби відрізняються підвищеним вмістом клітковини, мінеральних речовин (фосфору — на 14,2%; магнію — на 20,6%) і вітамінів (В₆ — на 21,1%; В₉ — на 24,4%).

О. А. Хлопоніна запропонувала часткову заміну пшеничного борошна на гречане в технологіях листових виробів [14]. Автором встановлені оптимальні співвідношення борошна: для гречаного і пшеничного 30:70 відповідно, що позитивно позначається як на властивостях тістового шару, так і на якості листових виробів. Автором виявлено, що у виробках з додаванням борошна гречаного зростає вміст білків на 7,3%, а також мінеральних речовин (Mn, Cu, P) і вітамінів (В₁, РР).

Найбільшу увагу науковців було звернено на розроблення листового тіста з використанням житнього борошна.

Тож науковці активно збагачують листові вироби нетрадиційними видами сировини. Однак це переважно додавання до пшеничного борошна житнього, гречаного, вівсяного тощо. Немає досліджень щодо застосування в технології листових виробів олійних культур, зокрема насіння льону. Унікальність насіння льону в тому, що воно є джерелом одночасно трьох груп біологічно активних речовин, важливих для здоров'я людини: альфа-ліноленової кислоти (рослинні омега-3 жирні кислоти), лігнанів і розчинних харчових волокон. Оскільки насіння льону є джерелом ряду цінних компонентів, то може використовувати для спрямованого моделювання харчової цінності хлібобулочних виробів.

Серед хлібобулочних виробів зі зниженою вологістю особливу увагу привертають бубличні вироби та хлібні палички. Такі вироби мають термін придатності до декількох місяців.

У виробництві хлібних паличок використовують широкий асортимент сировини для розширення смакових і ароматичних властивостей виробів. Це можуть бути приправи, кунжут, кмин. Для отримання солоних хлібних паличок збільшують дозування солі, для солодких — цукру. Також додають сушені подрібнені овочі, молочні продукти. Але спектр постійно розширюється завдяки напрацюванням науковців. Так, у [15] розроблено рецептури хлібних паличок з додаванням фруктових і овочевих порошоків. Застосовували порошки із яблук в оптимальному дозуванні 5% до маси борошна та із винограду, гарбуза й топінамбуру — 10% до маси борошна. Також досліджено можливість сумісного використання в рецептурі хлібних паличок порошоків гарбуза та яблук в однаковому співвідношенні. При цьому оптимальне дозування цієї суміші становить до 7,5%. Такі хлібні палички рекомендуються в дієтоterapiї для хворих на цукровий діабет 2 типу [15]. У [16] розроблено хлібні палички з насінням кмину, яке додають під час замішування тіста в кількості 1,5% до маси борошна. Розроблені хлібні палички, збагачені поре грибів гливи та харчовим казеїном. Встановлено, що внесення поре гливи та казеїну в кількості 25% та 7% не погіршує якість виробів і підвищує біологічну цінність [17]. А. В. Абрамов, В. М. Калюжин запропонували хлібні палички зернові з додаванням гречки в кількості від 82—84% та

сої — від 16—18%. При споживанні 100 г таких виробів задовольняється добова потреба в білках на 29% [16].

Аналітичний огляд за темою досліджень підтвердив, що дослідження щодо застосування в технології хлібних паличок насіння льону відсутні. Насіння льону є джерелом ряду цінних компонентів і може використовувати для спрямованого моделювання харчової цінності хлібобулочних виробів.

Зважаючи на обмаль напрацювань щодо використання насіння льону, зокрема його сорту золотого, в рецептурі хлібобулочних виробів різного асортименту доцільно визначити технологічно можливі дозування для збагачення виробів його цінними складовими.

Метою дослідження є встановлення технологічно можливого дозування насіння льону у виробництві різного асортименту хлібобулочних виробів, збагачених ним: хліба пшеничного, булочних виробів з дріжджового листкового тіста, бубличних виробів (сушок) і хлібних паличок «Грісіні».

Матеріали і методи. У дослідженнях використовували насіння льону виробництва ТОВ «Біорозторопша» (Україна), сорт золотий. Характерною його ознакою є жовтий колір насіння; в насінні міститься олії — 49,0—51,0% з високим вмістом ліноленової кислоти.

Об'єктами для збагачення льоном було обрано хліб пшеничний, булочні вироби з листкового тіста та вироби зниженої вологості: бубличні вироби (сушки) та хлібні палички «Грісіні».

З метою встановлення технологічно можливого дозування насіння льону для збагачення обраного асортименту хлібобулочних виробів були проведені пробні лабораторні випікання.

Для того, щоб встановити оптимальне дозування цілого та подрібненого насіння льону для збагачення пшеничного хліба складовими льону готували зразки тіста з борошна пшеничного першого сорту з додаванням цілого насіння льону золотого в кількості 10,0; 15,0 та 20,0% до маси борошна та зразки з внесенням подрібненого насіння льону в кількості 10, 15, 20 та 25% до маси борошна. Контролем був зразок без внесення насіння льону. Тісто готували безопарним способом. Перед замішуванням тіста ціле або подрібнене насіння льону змішували з пшеничним борошном. Замишували тісто в двошвидкісній тістомісильній машині Escher. Оброблення тіста здійснювали вручну, вистоювання тістових заготовок проводили в термостаті за температури $(38 \pm 2)^\circ\text{C}$ та відносній вологості $(75 \pm 2)\%$ до готовності. Вироби випікали в шафовій печі Sveba-Dahlen за температури 220...240°C.

Для булочних виробів з дріжджового листкового тіста тісто готували з борошна вищого сорту, дріжджів хлібопекарських пресованих, солі кухонної, цукру білого, насіння льону подрібненого, а також води питної. В рецептуру дослідних зразків включали подрібнене насіння льону в кількості 10, 15, 20% до маси борошна. Контролем був зразок без внесення льону. В усіх зразках кількість маргарину на шарування становила 35% до маси тіста. Температура води для замішування тіста становила 4°C. Замишування тіста проводили у двошвидкісній тістомісильній машині Escher. Тісто виброджувало в умовах лабораторії протягом 60...90 хв. Для шарування тіста його розкочували на тісторозкаточній машині до товщини 7 мм, укладали на нього маргарин, який накривали тістом. Після прокатування тіста з маргарином проводили два простих його складання

та розкочування до товщини 4 мм. Після шарування тіста формували тістові заготовки: розрізали на прямокутники розміром 10·13 см, які складали втрое. Готові тістові заготовки вистоювали за температури 34...36°C і відносній вологості 75...80% протягом 60...90 хв. Випікання проводили за температури 200...175°C протягом 15...18 хв.

Для приготування бубличних виробів (сушок) дозування насіння льону становило 5, 10, 15, 20% до маси борошна. Тісто замішували в двошвидкісній тістомісильній машині Escher (Італія) протягом 20 хвилин на першій швидкості. Замішане тісто залишали на 20 хв на відлежування, після чого проводили операцію натирання з подальшим відлежуванням тіста. Тістові заготовки формували вручну та залишали на вистоювання за температури (38±2)°C і відносній вологості (78±2)% до готовності. Перед випіканням тістові заготовки обварювали в гарячій воді з додаванням цукру білого. Вироби випікали в шафовій печі Sveba-Dahlen за температури 230°C 14...18.

Для хлібних паличок «Грісіні» тісто готували безопарним способом. Замішування тіста проводилось на лабораторному міксері «Kenwood». Ціле насіння льону додавали в кількості 15,0; 25,0 та 35,0% до маси борошна. Контрольним був зразок без насіння льону. В усіх зразках перед замішуванням тіста насіння льону ретельно змішувалось з борошном. Оброблення тіста здійснювали вручну. Формували тістові заготовки довжиною 10 см, шириною 2 см, товщиною 0,4 см. Остаточне вистоювання проводилось у термостаті за температури (38±2)°C і відносній вологості (75±2)% 20 хв. Вироби випікали в лабораторній печі Sveba при температурі 200°C 14...16 хв.

Готові вироби аналізували за органолептичними та фізико-хімічними показниками за загальноприйнятими методиками.

Викладення основних результатів дослідження. За результатами досліджень встановлено, що внесення цілого насіння льону в рецептуру пшеничного хліба зумовило зміну органолептичних властивостей готових виробів, зокрема скоринка та м'якушка виробів з насінням льону містять помітні включення насіння, кількість яких зростає відповідно до дозування. Вироби мають приємний горіховий-олійний присмак. Однак у зразку з додаванням 20% насіння льону м'якушка містить багато включень насіння, що погіршує її еластичність і стан пористості, виріб набуває неприємного олійного присмаку. Тож можливим дозуванням цілого насіння льону для збагачення ним пшеничного хліба є дозування до 15% до маси борошна.

Споживачам, які страждають на гастрит і виразкові хвороби, дієтологи рекомендують обмежити вживання виробів з цілим насінням. Тому для надання хлібобулочним виробам функціональних властивостей унаслідок їх збагачення льоном пропонується використовувати в рецептурі подрібнене насіння льону.

Аналіз органолептичних показників якості виробів показав, що вироби з додаванням подрібненого насіння льону мали, порівняно з контролем, більш інтенсивно забарвлену й тонку скоринку. М'якушка дослідних зразків за дозування подрібненого насіння льону 10...20% була подібною до контрольного зразка: розвиненою, тонкостінною з приємним світло-жовтим забарвленням. У разі дозування 25% до маси борошна подрібненого насіння еластичність м'якушки погіршувалася, а також за цього дозування вироби мали дуже інтенсивний олійний присмак і запах, тому насіння льону золотого в подрібненому стані можливо вносити в рецептуру пшеничного хліба в кількості до 20% до маси борошна.

Результати досліджень свідчать (табл. 1, рис. 1), що при такому дозуванні цілого та подрібненого насіння льону питомий об'єм виробів знижується порівняно з контролем на 6,5 та 11,7% відповідно, а формостійкість — на 10,7% та 35,7%.

Таблиця 1. Показники якості пшеничного хліба з внесенням цілого та подрібненого насіння льону

Показник	Контроль	Внесено насіння льону, % до маси борошна	
		15 цілого	20 подрібненого
Питомий об'єм хліба, см ³ /г	3,4	3,18	3,0
Формостійкість, h/d	0,56	0,50	0,36



Рис. 1. Фото хліба (зліва направо): контроль; 15% цілого насіння льону; 20% подрібненого насіння льону

Лабораторне випікання булочних виробів з листового дріжджового тіста показало (табл. 2), що зі збільшенням дозування подрібненого насіння льону смакові властивості листових виробів набувають присмаку й запаху льону. Особливо це було відчутно за дозування 20% до маси борошна. Питомий об'єм виробів також зменшувався відповідно до збільшення дозування на 8—29%.

Таблиця 2. Показники якості булочних виробів з листового дріжджового тіста з додаванням подрібненого насіння льону золотого

Показники	Контроль	Кількість внесеного подрібненого насіння льону, % до маси борошна		
		10	15	20
Кількість маргарину на шарування 35% до маси тіста				
1	2	3	4	5
Форма	Правильна, відповідає формі виробу	Правильна, відповідає формі виробу	Правильна, відповідає формі виробу	Правильна, відповідає формі виробу
Колір поверхні	Світло-коричневий, однорідне забарвлення	Коричневий, з видимими краплями льону	Коричневий, з видимими краплями льону	Коричневий, з видимими темними краплями льону
Смак	Приємний, властивий виробу	Приємний зі слабо вираженим присмаком льону	Приємний, виражений присмак льону	Смак льону дуже різко виражений

1	2	3	4	5
Запах	Властивий, без стороннього запаху	Властивий виробу, із приємним запахом льону	Властивий виробу, із вираженим запахом льону	Чітко виражений запах льону
Питомий об'єм, см ³ /г	3,48	3,18	2,9	2,45

Для встановлення оптимального дозування подрібненого насіння льону в рецептурі листових виробів важливо досягти балансу забезпечення показників якості готових виробів і підвищення їхньої харчової цінності. Тому поряд з органолептичним оцінюванням якості виробів застосували графо-математичний метод оптимізації.

Для цього було розраховано комплексний показник якості готових виробів за органолептичними показниками, використовуючи 100-бальну шкалу. Оцінку кожного показника проводили за п'ятибальною шкалою з урахуванням коефіцієнта вагомості цього показника. Якість виробу оцінювали за сумою балів. Величину коефіцієнта вагомості встановлювали методом експертної оцінки. Сума цих коефіцієнтів є постійною величиною і дорівнює одиниці.

Органолептичну оцінку проводили за участю дегустаторів кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ. Результати оброблені методом математичної статистики.

Паралельно було розраховано інтегральний скор (за вмістом білкових речовин) усіх зразків. За отриманими даними будували графік (рис. 2).

З огляду на результати аналізу даних (рис. 2) можна стверджувати, що в рецептуру листових виробів доцільно вносити до 15% подрібненого насіння льону. Збільшення дозування призведе до погіршення якості виробів, хоча інтегральний скор виробів буде зростати.

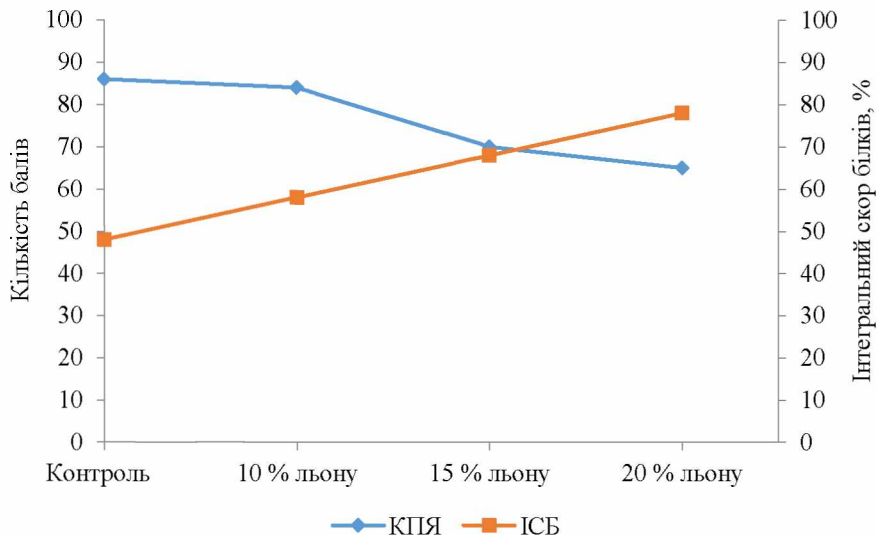


Рис. 2. Криві комплексного показника якості (КПЯ) та інтегрального скору білків (ІСБ) виробів для контрольного і дослідних зразків

Рецептурою листових виробів передбачено значний вміст маргарину на шарування, який може бути джерелом трансізомерів, тому доцільно проводити дослідження щодо зменшення його вмісту у виробках. Оскільки лляне насіння має високий вміст жиру (40...52%), багатого ненасиченими жирними кислотами, запропоновано провести дослідження щодо зниження вмісту жиру на шарування за рахунок того, що разом з насінням льону в тістову систему потраплятиме певна кількість жиру. Можливо, це дасть змогу знизити кількість жиру на шарування. Всі зразки містили кількість льону 15% до маси борошна та різну кількість маргарину на шарування: контроль — 35% маргарину на шарування, дослідні — містили, відповідно, 30, 20, 15% до маси тіста. Результати аналізу виробів наведено в табл. 3.

Таблиця 3. Показники якості листових виробів з подрібненим насінням льону та різною кількістю жиру на шарування

Показники	Кількість внесеного маргарину на шарування, % до маси тіста			
	Контроль	Дослідні зразки		
	35%	30%	20%	15%
Кількість подрібненого насіння льону 15% до маси борошна				
Форма	Правильна, прямокутна, відповідає формі виробу	Правильна, прямокутна, відповідає формі виробу	Правильна, прямокутна, відповідає формі виробу	Правильна, прямокутна, відповідає формі виробу
Колір поверхні	Коричневий, з видимими краплями льону	Коричневий, з видимими краплями льону	Коричневий, з видимими краплями льону	Коричневий, з видимими краплями льону
Смак	Приємний, чітко виражений смак льону, дуже різкий смак жиру	Приємний, чітко виражений смак льону, жирність менш виражена	Приємний, чітко виражений смак льону, смак жиру ледь відчувається	Приємний, чітко виражений смак льону, смак жиру слабо відчутний
Запах	Властивий виробу, із приємним запахом льону	Властивий виробу, із приємним запахом льону	Властивий виробу, із приємним запахом льону	Властивий виробу, із приємним запахом льону
Питомий об'єм, см ³ /г	2,80	2,87	2,64	2,46

За результатами органолептичного оцінювання встановлено, що зменшення кількості жиру на шарування дає змогу отримати вироби належної якості, які мають приємні смакові властивості, необхідну шарувату структуру. Однак зменшення кількості маргарину до 15% до маси тіста зумовлювало зниження питомого об'єму виробів на 12%, тому можна рекомендувати максимальне зниження кількості жиру на шарування до 20% до маси тіста, при цьому зниження об'єму виробів становить 5,7%.

Результати збагачення бубличних виробів (сушок) насінням льону золотого свідчать, що вироби з 5% до маси насіння льону мали дещо неприємний присмак сирого насіння. Збільшення дозування насіння сприяє формуванню у виробках приємного оригінального присмаку смаженого насіння. Готові вироби з

льоном мали включення насіння на поверхні. У разі збільшення дозування насіння льону готові вироби набувають інтенсивнішого забарвлення поверхні та стають більш крихкими порівняно з контролем. У разі дозування 20% насіння льону до маси борошна поряд з формуванням приємних смакових властивостей дещо погіршується їхня розжовуваність.

За результатами органолептичного оцінювання готових виробів розраховували комплексний показник якості.

Результати розрахунку комплексного показника органолептичних показників якості контрольних та дослідних зразків показали (рис. 3), що дозування 15% насіння льону до маси борошна, поряд зі збагаченням виробу фізіологічно-функціональними інгредієнтами льону, сприятиме формуванню органолептичних показників, що задовольняють масового споживача.

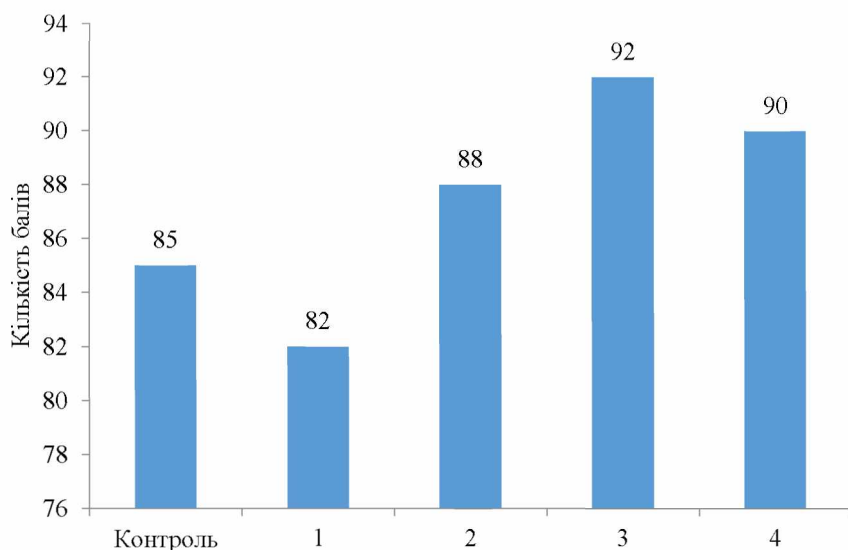


Рис. 3. Комплексний показник якості виробів з додаванням насіння льону золотого:
 1 — 5% до маси борошна; 2 — 10% до маси борошна; 3 — 15% до маси борошна;
 4 — 20% до маси борошна

Аналіз виробів за фізико-хімічними показниками показав (табл. 4), що внесення насіння льону не впливає на кислотність готових виробів. Масова частка води виробів у разі зростання дозування насіння дещо знижується, напевно, внаслідок вищої водопоглинальної здатності насіння.

Таблиця 4. Фізико-хімічні показники сушок з додаванням насіння льону

Показник	Контроль	Зразки з внесенням насіння льону, % до маси борошна			
		5	10	15	20
Масова частка води сухарів, %	12,5	12,3	12,0	11,4	11,0
Кислотність, град	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5
Коефіцієнт набування	4,3	4,0	3,8	3,5	3,0

Відзначено, що коефіцієнт набухання сушок з льоном зменшується відповідно до зростання дозування. Це, напевно, пов'язано з тим, що в готових виробках однакової маси в разі зростання дозування льону вміст борошна буде зменшуватися при збільшенні частки насіння льону.

Внесення насіння льону в рецептуру хлібних паличок «Грісіні» також зумовило зміну органолептичних властивостей готових виробів, зокрема скоринка та м'якушка виробів із внесенням насіння містять помітні включення насіння, кількість яких зростає відповідно до дозування. Вироби набували приємного горіхового та попкорнового присмаку. Проте у зразку з додаванням 35% насіння льону м'якушка містить багато включень насіння, що погіршує її еластичність і стан пористості, виріб набуває неприємного присмаку. Тож для збагачення насінням льону хлібних паличок «Грісіні» рекомендованим є його дозування до 25% до маси борошна.

Висновки

Отже, для збагачення пшеничного хліба фізіологічно-функціональними інгредієнтами льону технологічно можливе дозування насіння льону золотого в подрібненому стані становить до 20% до маси борошна, а в цілому — до 15% до маси борошна.

У технології листкових виробів можливе їх збагачення подрібненим насінням льону, при цьому його оптимальне дозування повинно становити до 15% до маси борошна. Використання в рецептурі листкових виробів подрібненого насіння льону дало змогу знизити рецептурну кількість жиру на шарування до 20% до маси тіста проти 35%.

Встановлено, що в рецептуру хлібних паличок «Грісіні» доцільно включати до 25% до маси борошна органічного насіння льону. Це забезпечує хороші смакові властивості виробу та підвищує його харчову цінність.

У технології сушки, збагаченої насінням льону, рекомендовано дозування насіння льону 15% до маси борошна. Вироби за такого дозування отримали найвищу кількість балів за комплексним показником якості та відповідають вимогам нормативної документації.

У подальшому доцільно провести дослідження щодо підбору раціональних способів і параметрів приготування тіста для запропонованого асортименту виробів, збагачених насінням льону, що дасть змогу підвищити якість виробів і знизити технологічні затрати на виробництво.

Література

1. Ganorkar, P. M., Jain R. K. Flaxseed — a nutritional punch. *International Food Research Journal*. 2013. № 20(2). P. 519—525.
2. D. Rodriguez-Leyva, W. Weighell, A. L. Edel, R. La Vallee, E. Dibrov, R. Pinneker, et al. Potent antihypertensive action of dietary flaxseed in hypertensive patients. *Hypertension*. 2013. № 62. P. 1081—1089. doi: <http://doi.org/10.1161/hypertensionaha.113.02094>.
3. Touré A., Xueming X. Flaxseed lignans: source, biosynthesis, metabolism, antioxidant activity, bio-active components, and health benefits. *Institute of Food Technologists*. 2010. № 9(3). P. 261—269. doi: <http://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00105.x>.

4. Łukasz Sęczyk, Michał Świeca, Dariusz Dziki, Andrzej Anders, Urszula Gawlik-Dziki. Antioxidant, nutritional and functional characteristics of wheat bread enriched with ground flaxseed hulls. *Food Chemistry*. 2017. № 214. P. 32—38.
5. Дробот В. І., Іжевська О. П., Бондаренко Ю. В. Шрот насіння льону в технології хлібобулочних виробів. *Харчова наука і технологія*. 2016. Т. 10, № 3. С. 76—81.
6. Pandurang Marpalle, Sachin K. Sonawane, Shalini Subhash Arya. Effect of flaxseed flour addition on physicochemical and sensory properties of functional bread. *LWT - Food Science and Technology*. 2014. № 58(2). P. 614—619.
7. Sachin K. Sonawane, J. G. LeBlanc, S. S. Arya. Nutritional characterization and oxidative stability of α -linolenic acid in bread containing roasted ground flaxseed. *LWT - Food Science and Technology*. 2015. № 61(2). P. 510—515.
8. Pourabedin M., Aarabi A., Rahbaran S. Effect of flaxseed flour on rheological properties, staling and total phenol of Iranian toast. *Journal of Cereal Science*. 2017. № 76. P. 173—178.
9. Семенкина Н. Г., Тюрина О. Е., Никитин И. А., Фадеева Я. С. Изучение возможности применения овсяной муки в производстве дрожжевых слоеных изделий. *Хлебопечение России*. 2017. № 5. С. 29—32.
10. Крылова Е. И., Ильина О. А. Композитные смеси для слоеных изделий повышенной пищевой ценности. *Пищевая промышленность*. 2002. № 11. С. 58—59.
11. Казанцева І. Л., Кулеватова Т. Б., Злобина Л. Н. К вопросу применения муки из зерна нута в технологи мучных кондитерських изделий. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2018. № 1(25). С. 76—81.
12. Семенкина Н. Г., Тюрина О. Е., Никитина И. А., Филатова Е. В. Использование амарантовой муки в производстве хлебобулочных изделий. *Хлебопродукты*. 2018. № 3. С. 42—45.
13. Головенцов Є., Запаренко Г. В. Технологія борошняних кондитерських виробів із використанням полб'яного борошна. *Розвиток молодіжної науки в Україні: інновації, проблеми, перспективи: Збірник тез доповідей Всеукраїнської студентської наукової-практичної інтернет-конференції, 22—23 березня 2018 р.* Харків: РВВ ХТІ КНТЕУ, 2018. С. 153—154.
14. Хлопонина О. А. Опыт применения альтернативных видов муки в производстве мучных кондитерских и хлебобулочных изделий. *Пищевая промышленность*. 2015. № 8. С. 58—59.
15. Веселова А. Ю. Влияние овощных и фруктовых порошков на органолептические показатели хлебных палочек диабетического назначения. *Хлебопечение России*. 2014. № 5. С. 18—20.
16. Абрамов О. В., Калужина В. М. Комплексная оценка качества экструдированных продуктов функционального назначения. *Нива Поволжья*. 2010. № 2. С. 1—6.
17. Яценко В. С., Арсеньєва Л. Ю., Іванов С. В. Перебіг основних процесів у тісті з білковими збагачувачами в умовах підвищеного тиску. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2013. № 9(106). С. 6—9.