

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ІЖЕВСЬКА ОРИСЯ ПЕТРІВНА

УДК 644.041

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ
З ВИКОРИСТАННЯМ ШРОТУ НАСІННЯ ЛЬОНУ**

05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів
та харчових концентратів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2017

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Національному університеті харчових технологій Міністерства освіти і науки України.

- Науковий керівник: доктор технічних наук, професор,
член-кореспондент НААН України
Дробот Віра Іванівна,
Національний університет харчових технологій,
професор кафедри технології хлібопекарських
і кондитерських виробів.
- Офіційні опоненти: заслужений діяч науки і техніки України,
доктор технічних наук, професор,
Сирохман Іван Васильович,
Львівський торговельно-економічний університет,
завідувач кафедри товарознавства і технологій
виробництва харчових продуктів,
- кандидат технічних наук, доцент,
Солоницька Ірина Валеріївна,
Одеська національна академія харчових
технологій, доцент кафедри технології хліба,
кондитерських, макаронних виробів і
харчоконцентратів.

Захист дисертації відбудеться « 24 » травня 2017 року о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.06 Національного університету харчових технологій за адресою: 01033, м.Київ-33, вул. Володимирська, 68, аудиторія А-311.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01033, м.Київ-33, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий « ____ » квітня 2017 року.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради, к.т.н.

Ю.В. Камбулова

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Харчування є визначальним фактором здоров'я та тривалості життя людини. Продукти харчування мають не тільки забезпечити організм поживними речовинами, але і сприяти профілактиці та лікуванню захворювань.

Складовою щоденного харчування людини є хліб. За хімічним складом хліб недостатньо збалансований за життєво необхідними інгредієнтами, зокрема амінокислотним складом білків, вмістом харчових волокон, низки вітамінів і мінеральних речовин, тому надання йому властивостей оздоровчого продукту є важливою проблемою сьогодення.

Перспективним напрямом розширення асортименту хлібобулочних виробів з оздоровчими властивостями є включення до їх рецептури вторинних продуктів переробки олійних культур, зокрема шроту насіння льону, що характеризується високим вмістом повноцінних за амінокислотним складом білків, неперетравлюваних полісахаридів, мінеральних речовин і вітамінів.

Проблемі використання нетрадиційної сировини у хлібопеченні з метою підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів, надання їм фізіологічно-функціональних властивостей присвячені роботи вітчизняних та закордонних вчених Дробот В.І., Карнаушенко Л.І., Лисюк Р.Ю., Арсеньєвої Л.Ю., Юргачової К.Г., Пучкової Л.І., Пащенко Л.П., Steigman A.

Проте більшість відомих досліджень стосується використання продуктів переробки зернових, овочевих, молочних продуктів. Даних щодо застосування продуктів переробки олійних культур, зокрема льону, у хлібопекарській промисловості обмаль.

Зважаючи на цінний хімічний склад льону та продуктів його переробки, в тому числі шроту насіння льону, порівняно з пшеничним борошном, необхідні наукові та практичні дослідження щодо впровадження їх у хлібопекарське виробництво.

Тому дослідження щодо використання шроту насіння льону у хлібопеченні з метою збагачення виробів його фізіологічно-функціональними інгредієнтами та розширення асортименту оздоровчих хлібобулочних виробів є актуальними.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Дослідження було виконано відповідно до тематики науково-дослідної роботи кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів № 0112U004633 «Застосування нетрадиційної сировини і добавок з метою покращання хлібопекарських властивостей борошна, інтенсифікації технологічного процесу, надання виробам оздоровчої і профілактичної дії», яка координується з науковим напрямом НУХТ «Розроблення технологій харчових продуктів оздоровчої та профілактичної дії».

Особиста участь автора полягає у проведенні експериментальних досліджень, теоретичному обґрунтуванні результатів досліджень, розробленні нормативної документації, підготовці матеріалів до публікації.

Мета і завдання досліджень. Метою роботи є удосконалення технології хлібобулочних виробів оздоровчого призначення з використанням шроту насіння льону (ШНЛ).

Для досягнення поставленої мети було сформульовано наступні завдання:

- 1) визначити хімічний склад і технологічні властивості шроту насіння льону, порівняно з пшеничним борошном першого сорту;
- 2) дослідити вплив ШНЛ на показники технологічного процесу та якість хліба;
- 3) дослідити перебіг біохімічних і мікробіологічних процесів у тісті з доданням ШНЛ;
- 4) встановити вплив ШНЛ на формування структурно-механічних властивостей тіста;
- 5) визначити та оптимізувати технологічні заходи та рецептурні компоненти, що забезпечують належну якість хліба зі ШНЛ;
- 6) удосконалити технологію хліба з використанням ШНЛ;
- 7) розробити та затвердити нормативну документацію на нові види виробів, збагачені складовими ШНЛ, провести їх виробничу апробацію;
- 8) оцінити споживчі властивості розроблених виробів та їх харчову цінність;
- 9) визначити економічну та соціальну ефективність впровадження нових виробів у виробництво.

Об'єкт дослідження – технологія хлібобулочних виробів.

Предмет досліджень – шрот насіння льону, його хімічний склад і технологічні властивості, мікробіологічні та біохімічні процеси в тісті зі ШНЛ, формування структурно-механічних властивостей тіста зі ШНЛ, показники технологічного процесу та якості хліба зі ШНЛ, технологічні заходи, що забезпечують їх покращання, харчова та споживча цінність хліба зі ШНЛ.

Методи досліджень – органолептичні, хімічні, фізико-хімічні, аналітичні, мікробіологічні методи досліджень з використанням сучасних приладів та інформаційних технологій, математичні методи планування експерименту та обробки результатів досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів.

— Вперше на основі теоретичних та експериментальних досліджень встановлено, що внаслідок вмісту в ШНЛ 37,6 % харчових волокон, які порівняно з борошном мають в 3,2 рази більшу водопоглинальну здатність і утворюють слизі, та 32,6 % білків, з яких 66 % водо- та солерозчинних, а також утворення комплексів складовими ШНЛ і борошна, в тісті зі ШНЛ (в межах дозування 2,5...10 % до маси борошна) зменшується кількість клейковини на 6...41,5 %, підвищується його ефективна в'язкість в 1,7...3,8 рази, знижується еластичність, що зумовлює погіршення газотримувальної здатності тіста на 3,1...8,2 %.

— Доведено, що внаслідок присутності в тісті зі ШНЛ слизів погіршується піддатливість крохмалю амілолізу, в тісті зменшується накопичення цукрів, що зумовлює зменшення бродильної активності дріжджів та інтенсивності бродіння тіста на 5,2...21 %. Це, поряд з погіршенням газотримувальної здатності, негативно впливає на формування об'єму хліба та його органолептичні властивості. Об'єм хліба зменшується на 1,7...20 %.

— Гравіметричним аналізом доведено, що в хлібі зі ШНЛ збільшується вміст зв'язаної вологи, що зумовлено зменшенням ретроградації крохмалю, внаслідок уповільнення під дією слизів утворення асоціатів амілозою і амілопектином клейстеризованого крохмалю і свідчить про затримку процесів

черствіння хліба.

— Вперше дослідженнями *invitro* встановлено, що ШНЛ знижує інтенсивність перетравлення білків хліба як на пепсиновій, так і на трипсиновій стадії гідролізу, що зумовлено інгібуючою дією слизів льону на активність протеолітичних ферментів. Це забезпечує відчуття ситості та запобігає переїданню.

— Базуючись на результатах експериментальних даних щодо закономірностей процесів приготування хліба зі ШНЛ, методом експериментально-статистичного моделювання обґрунтовано, що з метою максимального збагачення хліба складовими ШНЛ та досягнення високої якості виробів доцільно використовувати 7,5 % ШНЛ до маси борошна в композиції із 3 % сирої пшеничної клейковини (СПК), 0,005 % аскорбінової кислоти (АК), 2 % солодового екстракту (СЕ) або ферментованого солоду (ФС).

— Доведено, що за умовидодання в тісто ШНЛ та включення до його рецептури сировини, що поліпшує якість виробів, покращуються споживчі властивості та харчова цінність хліба за вмістом білка на 38...40 %, харчових волокон – на 83 %. Вироби збагачуються Са, Mg, Zn, вітамінами В₁, В₂, фолієвою кислотою та токоферолом, затримується їх черствіння. Тобто хліб набуває оздоровчих властивостей.

— Набули подальшого розвитку поняття про теорії закономірностей перебігу процесів дозрівання тіста у разі використання нетрадиційної сировини.

Практичне значення одержаних результатів. На основі результатів досліджень удосконалено технологію хлібобулочних виробів з використанням ШНЛ. Розроблено і затверджено об'єднанням підприємств хлібопекарської промисловості «Укрхлібпром» рецептури (РЦУ) та технологічні інструкції (ТІУ) на виробництво хліба зі ШНЛ: хлібець «Покращений зі шротом льону», хлібець «Солодовий зі шротом льону», хлібець «Духмяний зі шротом льону».

Впровадження нових видів виробів сприятиме розширенню асортименту виробів з оздоровчими властивостями, що має важливе соціальне значення.

Результати досліджень використовуються у навчальному процесі в дисциплінах «Технологія хлібопекарського і макаронного виробництва», «Інноваційні технології галузі».

Особистий внесок здобувача полягає у плануванні та проведенні експериментальних досліджень у лабораторних і виробничих умовах, їх обробленні та аналізі, формуванні висновків, підготовці заявок на патент та нормативної документації, підготовці матеріалів до публікації, апробації розробленої технології у виробничих умовах.

Аналіз і узагальнення результатів досліджень проведено спільно з науковим керівником, д.т.н., проф., член-кор. НААН України В. І. Дробот. Хімічний склад вивчено спільно зі співробітниками Центру оцінки якості сировини та готової продукції НУХТ, Інституту продовольчих ресурсів НААН України та Інституту біохімії ім. О.В. Паладіна. Дослідження структурно-механічних властивостей тіста проведено в Державному центрі сертифікації, ідентифікації та якості рослин. Зміну форм зв'язку вологи в хлібі під час його зберігання досліджено спільно зі співробітниками фізичного факультету Національного університету

ім. Т.Г. Шевченка.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися на Міжнародній науковій конференції, присвяченій 130-річчю НУХТ «Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчової промисловості» (м. Київ, 2014 р.); 81-82 Міжнародних наукових конференціях молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті» (м. Київ, 2015-2016 рр.); Міжнародній науково-практичній конференції «Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність» (м. Харків, 2015 р.); Международной научно-практической конференции «Техника и технология. Теоретические и практические аспекты развития современной науки» (м. Познань, 2015 р.); III Міжнародній науково-практичній конференції «Продовольчі ресурси: проблеми та перспективи» (м. Київ, 2015 р.); IV Міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (м. Тернопіль, 2015 р.); VII Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини» (м. Кривий Ріг, 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Технологічні аспекти підвищення конкурентноспроможності хліба і хлібобулочних виробів» (м. Київ, 2016 р.); IV Міжнародній науково-практичній конференції «Інновації в управлінні асортиментом, якістю та безпекою товарів і послуг» (м. Львів, 2016 р.); XVI Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми навчання та виховання людей в інтегрованому освітньому середовищі у світлі реалізації конвенції про права осіб з інвалідністю» (м. Київ, 2016 р.).

Публікації. За результатами роботи опубліковано 16 наукових праць, у тому числі 5 статей у затверджених наукових фахових виданнях України, з них 1 у виданні, що включено до міжнародних наукометричних баз, з наряду за яким підготовлено дисертацію, 11 тез матеріалів конференцій.

Структура дисертації. Дисертація складається з анотації, вступу, шести розділів, висновків, списку використаних літературних джерел із 236 найменувань і додатків. Роботу викладено на 130 сторінках основного тексту, містить 45 таблиць, 25 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, визначено мету та завдання досліджень, охарактеризовано наукову новизну і практичне значення одержаних результатів. Наведено відомості про особистий внесок автора, апробацію та опублікування результатів, структуру та обсяг роботи.

У першому розділі «Фізіологічні та технологічні аспекти виробництва хлібобулочних виробів оздоровчої дії» проведено огляд літератури за темою дисертації. Розглянуто значення функціональних продуктів для оздоровлення харчових раціонів. Обґрунтовано необхідність підвищення фізіологічної цінності продуктів масового харчування, до яких належать хлібобулочні вироби, сировиною, що містить фізіологічно-функціональні інгредієнти. Наведено вимоги до складу функціональних продуктів. Вивчено використання продуктів

перероблення рослинного походження в технології функціональних хлібобулочних виробів. Охарактеризовано насіння білково-олійних культур як концентрованого джерела фізіологічно-функціональних інгредієнтів. Викладено характеристику насіння льону, його хімічного складу та функціональних властивостей. Проаналізовані наукові праці вітчизняних і зарубіжних вчених свідчать, що продукти переробки льону, зокрема шрот, є перспективною нетрадиційною сировиною для виготовлення хлібобулочних виробів оздоровчого призначення. Висвітлено вплив використання нетрадиційної сировини у хлібопеченні на якість виробів, а також викладено способи покращання якості виробів з нетрадиційною сировиною. На основі літературного огляду обрано основні напрями роботи, сформульовано мету і завдання досліджень.

У другому розділі «Характеристика сировини та методів дослідження» наведено характеристику сировини, використаної у роботі: борошна пшеничного першого сорту, шроту насіння льону, одержаного методом «холодного пресування» виробництва НВ ТОВ «Житомирбіопродукт», солоду ячмінного ферментованого, солодового екстракту, кислоти аскорбінової, сухої пшеничної клейковини (СПК) ТМ «Cargill». Усі види сировини відповідали вимогам чинної нормативної документації.

Підібрано методики для визначення хімічного складу та показників якості сировини, напівфабрикатів, готової продукції. Роботу виконано в лабораторних і виробничих умовах з використанням загальноприйнятих і спеціальних методів досліджень.

Хімічний склад пшеничного борошна першого сорту та льону характеризували за вмістом основних речовин: масову частку білкових речовин визначали методом К'ельдаля; склад окремих амінокислот – методом іонообмінної рідинної хроматографії на автоматизованому аналізаторі амінокислот ТТТ339 (Чехія); склад білкових речовин, залежно від їх розчинності – методом Т. Осборна; вміст жиру – методом Сокслета; жирнокислотний склад ліпідів – за ГОСТ 30418–96; масові частки моно- та дисахаридів – за методом високоефективної рідинної хроматографії; харчових волокон – за ГОСТ Р 54014–2010; зольність – за ГОСТ 27494–87; клітковину – методом Кюршнера і Хафера; геміцелюлозу – методом Дрейвуда; вітамін В₁ – методом, що ґрунтується на окисленні тіаміну в тіохромі, екстракції останнього в органічному розчиннику і вимірюванні інтенсивності флуоресценції; вітамін В₂ – методом, що ґрунтується на визначенні рибофлавіну за допомогою рибофлавінзв'язуючого апобілка з білка курячих яєць; вітаміну РР – методом, який полягає у звільненні зв'язаних форм НК гідролізом, очищенні одержаного гідролізату, кількісному отриманні забарвленого похідного глутаконового альдегіду та в коліметричному визначенні його маси порівняно зі стандартним розчином; вітамін Е – методом тонкошарової хроматографії (ТШХ), де як сорбент використовували силікагель марки LS 5/40 мк («Chemapol», Чехія); вміст пентозанів – за ГОСТ 10820–75; вміст окремих мікроелементів методом спектроскопії на рентгенофлуорисцентровому аналізаторі. Технологічні властивості СПК встановлювали за методом ВНДІЗ.

Структурно-механічні властивості тіста досліджували на фаринографі

(«Brabender», Швеція), альвеографі («Chopin», Франція) та ротаційному віскозиметрі «Реотест–2». Мікроструктуру клейковини визначали за допомогою електронного скануючого мікроскопа JEOL JSM-200. Газоутворювальну здатність визначали волюмометричним методом на приладі АГ–1М.

Перебіг біохімічних процесів у тісті оцінювали за кінетикою накопичення цукрів прискореним йодометричним методом, летких кислот – напівмікрометодом ВНХП, нелетких органічних кислот – методом М. Княгинічева і Г. Дерновської-Зеленцової.

Форми зв'язку вологи у м'якушці хліба під час його зберігання визначали термогравіметричним методом на дериватографі Q–1500. Аромат хліба оцінювали за кількістю бісульфітзв'язуючих сполук за методом Токаревої Р.Р. та Кретовича В.Л. Перетравлюваність білкових речовин досліджували за інтенсивністю їх гідролізу пепсином і трипсином *in vitro* за модифікованою методикою Покровського О.О. та Єртанова І. Д. Перетравлюваність вуглеводів досліджували *in vitro* за методом, що ґрунтується на визначенні кількості редукувальних цукрів, які накопичуються в процесі гідролізу м'якушки хліба під дією ферментів шлунково-кишкового тракту.

Кожну серію дослідів виконували у трьох-, п'ятикратній повторності. Для обробки експериментальних даних застосовували методи математичної статистики та методи експериментально-статистичного моделювання.

У третьому розділі «Дослідження хімічного складу, технологічних властивостей шроту насіння льону та його вплив на якість хліба» наведено результати досліджень хімічного складу і технологічних властивостей шроту насіння льону. Встановлено (табл. 1), що в шроті міститься в 2,8 рази більше білка, ніж у пшеничному борошні, жирів – в 7,7 раз, крохмальних полісахаридів – майже в 11 разів. Шрот насіння льону має зольність в 7,6 рази більшу, ніж пшеничне борошно, завдяки вмісту значної кількості оболонкових частинок. Висока зольність ШНЛ корелює з більшим вмістом в ньому кальцію і магнію майже в 10; заліза – в 2,3; цинку – в 3,2 рази, які є дефіцитними у хлібі, що свідчить про здатність його доповнити пшеничне борошно біологічно активними інгредієнтами. За амінокислотним скором білки ШНЛ переважають пшеничні білки і здатні в більшій мірі задовольнити добові потреби організму в незамінних амінокислотах. Лімітуючою амінокислотою в цих білках є лізин, проте амінокислотний скор її кращий (82 % проти 49 % у борошні), а також вони мають високий амінокислотний скор за метіоніном, цистином, фенілаланіном, триптофаном. Білки ШНЛ не утворюють клейковини, в їх складі міститься 66 % альбумінів і глобулінів. У шроті міститься втричі менше, ніж в борошні, насичених жирних кислот, на 21 % менше мононенасичених та на 49,8 % більше поліненасичених жирних кислот, а також значна кількість вітамінів групи В, фолієвої кислоти та токоферолу.

Оцінювання гранулометричного складу показало, що за крупністю шрот насіння льону близький до обойного борошна. Водопоглинальна здатність його у 3,25 рази більша ніж борошна, титрована кислотність – 4,8 град, тоді як борошна – 3,0 град. Тобто ШНЛ здатний збагатити хлібці цінними функціональними речовинами. Проте він, зважаючи на хімічний склад і технологічні властивості,

має суттєво впливати на процес приготування та якість хліба.

**Таблиця 1 – Хімічний склад шроту насіння льону
та пшеничного борошна першого сорту**

Складові	Борошно	Шрот
Білки, %	11,6±0,3	32,6±0,3
Вуглеводи загальні, %	73,3±0,5	40,4±0,5
в т.ч. моно- та дисахариди, %	1,8±0,05	2,5±0,05
крохмаль, %	68,0±0,5	–
харчові волокна, %	3,5±0,3	37,6±0,5
в т.ч. пентозани (слизі), %	2,4±0,1	8,6±0,1
Жири, %	1,35±0,1	10,5±0,1
в т.ч. насичених жирних кислот, %	26,70±0,03	8,30±0,03
мононенасичених жирних кислот, %	20,25±0,03	16,02±0,03
поліненасичених жирних кислот, %	49,61±0,03	74,34±0,03
Зольність, %	0,73±0,05	5,6±0,05
Волога, %	13,0±0,03	11,2±0,03
Мінеральні речовини, мг/100 г		
калій	176	725
кальцій	26	256
магній	49	461
залізо	1,8	4,2
цинк	1,02	3,23
Вітаміни, мг/100 г		
тіамін (В ₁)	0,16	0,58
рибофлавін (В ₂)	0,08	0,31
ніацин (РР)	2,74	3,13
фолієва кислота	0,032	0,048
γ-токоферол	1,8	4,86

Методом пробного випікання встановлено, що додання в тісто 2,5 % ШНЛ до маси борошна практично не впливає на показники якості хліба, внесення 5...10 % ШНЛ до маси борошна зумовлює підвищення кислотності тіста на 0,2...0,8 град., подовження тривалості вистоювання тістових заготовок на 5...20 хв, зменшення питомого об'єму хліба на 8...20 % (табл. 2), подовження терміну збереження виробами свіжості.

Таблиця 2 – Показники якості хліба зі шротом насіння льону

Показник	Контроль	Внесено ШНЛ, % до маси борошна			
		2,5	5,0	7,5	10,0
Питомий об'єм хліба, см ³ /г	2,86	2,81	2,63	2,54	2,29
Пористість, %	72	70	69	67	66
Кислотність, град.	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3
Формостійкість, Н/Д	0,46	0,44	0,42	0,38	0,36

Збереження виробами свіжості через 24 год, %	71	72	74	75	76
--	----	----	----	----	----

З урахуванням максимально можливого збагачення хліба ШНЛ технологічно доцільним його дозуванням є 7,5% до маси борошна, але за умови впровадження певних заходів для збереження традиційних споживчих властивостей виробів.

У четвертому розділі «Перебіг основних процесів у тісті зі шротом насіння льону» з метою виявлення причин зниження якості виробів зі ШНЛ визначали вплив ШНЛ на біохімічні та мікробіологічні процеси в тісті та його структурно-механічні властивості.

Встановлено, що додання ШНЛ в межах 2,5...10,0 % до маси борошна знижує інтенсивність бродіння тіста. За час його дозрівання виділяється на 5,1...20,0 % менше CO_2 . Другий пік газоутворення спостерігається пізніше на

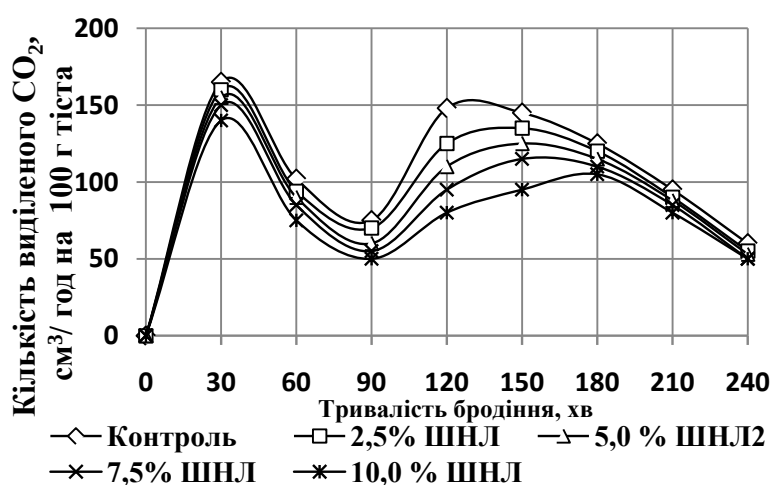


Рисунок 1 – Динаміка виділення CO_2 за використання ШНЛ

30 хв (рис. 1). Це пояснюється зниженням бродильної активності дріжджів, оскільки в присутності слизів зменшується піддатливість крохмалю амілолізу і в тісті накопичується менше цукрів на 2,6...9,7 % (табл. 3) та погіршується доступ поживних речовин до дріжджової мікрофлори, що зумовлює подовження тривалості вистоювання

тістових заготовок і негативно впливає на формування об'єму хліба.

Таблиця 3 – Накопичення і збродження цукрів у процесі бродіння тіста, % на СР

Показники	Контроль (без ШНЛ)	Внесено ШНЛ, % до маси борошна			
		2,5	5,0	7,5	10
Бездріжджове тісто					
Вміст цукрів: після замішування	2,22	2,21	2,23	2,22	2,24
через 4 год ферментації	4,60	4,53	4,51	4,41	4,39
Утворилось цукрів	2,38	2,32	2,28	2,19	2,15
Дріжджове тісто					
Вміст цукрів: після замішування	2,24	2,20	2,23	2,21	2,22
через 4 год ферментації	2,55	2,58	2,70	2,68	2,71
Зброджено цукрів	2,07	1,94	1,81	1,72	1,66

Початкова та кінцева титрована кислотність тіста зі ШНЛ збільшується на 0,2...0,8 град, залежно від кількості його внесення. Значення рН тіста зі шротом

вище, ніж у контролі, що пов'язано з буферністю білків шроту. Це відіграє певну роль у гальмуванні перебігу мікробіологічних і біохімічних процесів тіста зі ШНЛ.

Вміст летких кислот як в тісті, так і в хлібі зі ШНЛ підвищується (рис. 2).

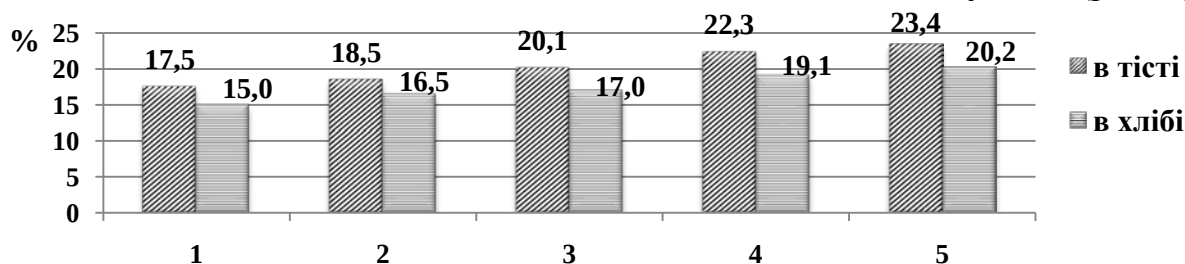


Рисунок 2 – Вміст летких кислот в тісті та хлібі:

1 – без ШНЛ; 2 – 2,5; 3 – 5,0; 4 – 7,5; 5 – 10 % ШНЛ до маси борошна

Поряд з цим, змінюється склад нелетких органічних кислот (табл. 4) порівняно з контролем, збільшується кількість молочної, винної та лимонної кислот, накопичується менше яблучної та бурштинової кислот. Це обумовлено особливістю функціонування молочнокислих бактерій в середовищі зі шротом насіння льону, в умовах підвищеної в'язкості тіста внаслідок присутності водорозчинних білків і слизів ШНЛ.

Таблиця 4 – Вміст нелетких органічних кислот у тісті, мг/100 г

Вид кислоти	Тісто після замішування		Тісто через 4 год бродіння	
	без ШНЛ	з 7,5 % ШНЛ	без ШНЛ	з 7,5 % ШНЛ
Молочна	176,4	198,3	209,0	248,1
Сума яблучної та бурштинової	31,6	37,2	39,6	45,3
Сума винної та лимонної	12,8	13,9	14,3	16,3
Всього кислот	220,8	249,4	262,9	310,7

Відмінності у складі білків шроту і борошна, утворення білок-полісахаридних комплексів зумовлюють значне зменшення азоту клейковини та збільшення у тісті водорозчинної та проміжної фракції азоту, що було встановлено на прикладі тіста з 7,5 % ШНЛ до маси борошна (рис. 3). Значне збільшення у тісті зі ШНЛ цих фракцій призводить до послаблення консистенції тіста, збільшує його пластичність. Зростання вмісту азоту проміжної фракції підтверджує утворення комплексів білків зі складовими шроту, які не переходять у розчин і не утворюють клейковини.

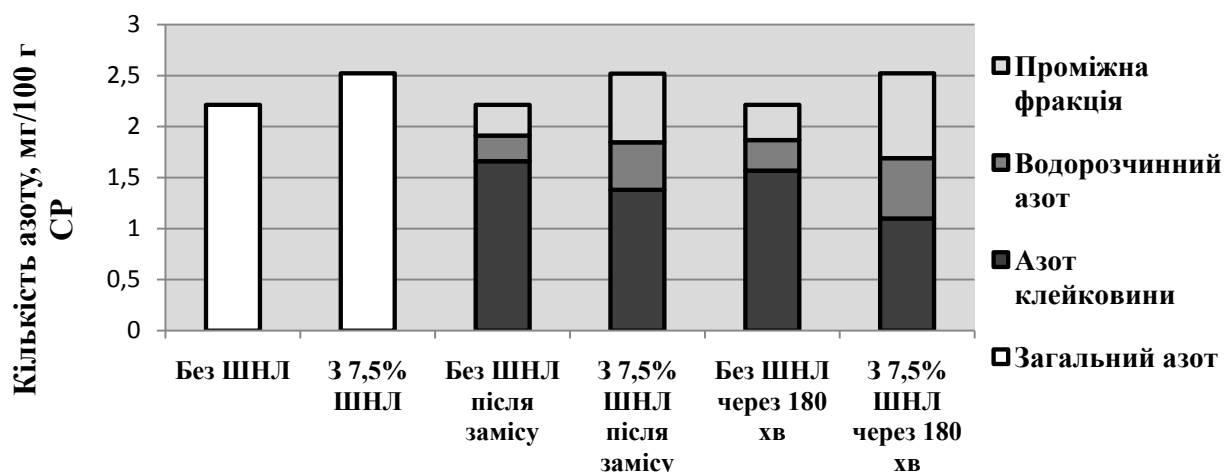


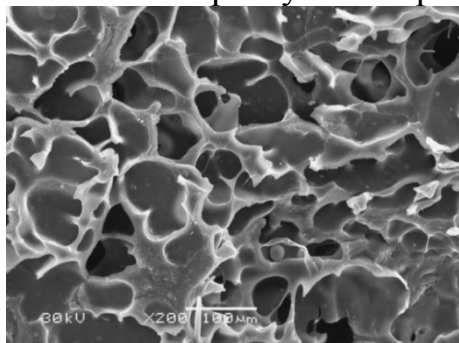
Рисунок 3 – Фракційний склад білкових речовин тіста

Встановлено (табл. 5), що у зразках тіста зі ШНЛ, порівняно з контролем, зменшується кількість сирової клейковини на 1,7...11,9 %, знижується її розтяжність, гідратаційна здатність, збільшується пружність, погіршується еластичність. Очевидно, це пов'язано з високою водопоглинальною здатністю некрохмальних полісахаридів ШНЛ, внаслідок цього клейковинні білки борошна недостатньо набухають, а також з властивістю розчинних харчових волокон утворювати комплекси з білком, які не відмиваються у вигляді клейковини.

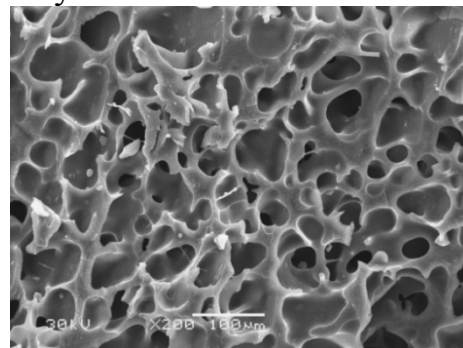
Таблиця 5 – Вплив шроту на кількість і якість клейковини (n=3, p≤0,95)

Показники	Контроль	Внесено шроту, % до маси борошна			
		2,5	5,0	7,5	10
Кількість сирової клейковини, %	28,7	27	25	21,6	16,8
Кількість сухої клейковини, %	8,8	8,5	8,3	7,7	6,8
Гідратаційна здатність, %	198	192	175	155	134
Показник ИДК, од. приладу	73	68	64	60	52
Розтяжність, см	16	15	13	10	7
Еластичність	Хороша	Хороша	Задовільна	Задовільна	Задовільна

Збільшення пружності клейковини у разі внесення ШНЛ підтверджено дослідженнями її мікроструктури (рис. 4), якими встановлено потовщення стінок клейковинного каркасу та погіршення його розгалуженості.



а



б

Рисунок 4 – Мікроструктура клейковини тіста: а – контроль; б – з ШНЛ



Рисунок 5 – Питомий об'єм тіста

Зменшення кількості клейковини та її еластичності обумовлює зниження газоутримувальної здатності тіста, що негативно позначається на розвитку його об'єму (рис. 5).

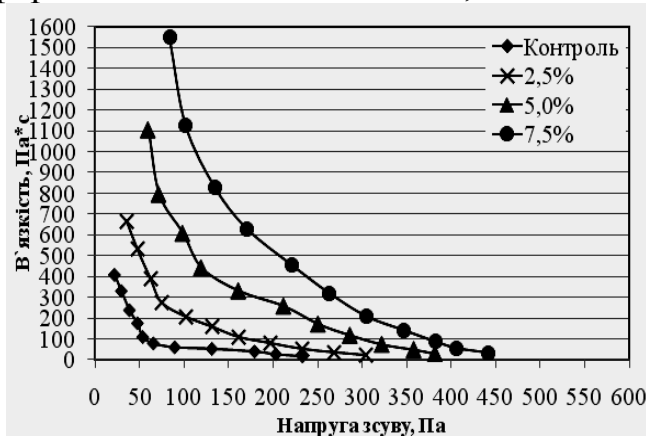
Додання в тісто ШНЛ, за рахунок його високих гідрофільних властивостей зумовлює збільшення, порівняно з тістом лише з борошна, водопоглинальної

здатності тіста на 3,5...20,0 %, подовження тривалості його утворення та зменшує еластичність у процесі замішування. Тісто зі ШНЛ у більшій мірі розріджувалося під дією механічної обробки та протеолітичних ферментів борошна (табл. 6).

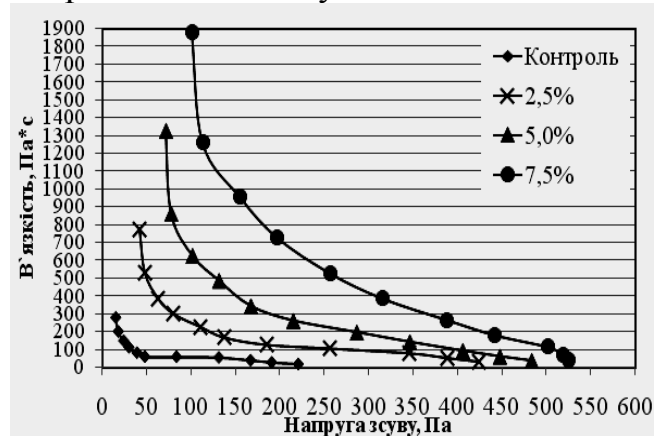
Таблиця 6 – Структурно-механічні властивості тіста за фаринографом (n=3, p<0,95)

Показники	Контроль без шроту	Внесено шроту, %			
		2,5	5,0	7,5	10
Консистенція, од. приладу	500	500	500	500	500
Водопоглинальна здатність, см³/100 г	57,5	59,5	63,1	67,1	70,2
Тривалість утворення, хв	2,5	3,5	4,5	5,0	5,5
Еластичність, од. приладу	140	135	120	110	105
Стабільність, хв	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0
Розрідження протягом замішування 15 хв, од. приладу	40	55	70	90	105

Більша в 3,25 рази водопоглинальна здатність шроту, ніж борошна, у разі його додання, зумовлює підвищення, порівняно з тістом без шроту, в'язкості тіста, збільшує його загущення в процесі ферментації, що встановлено дослідженнями, проведеними за допомогою приладу «Реотест-2» з використанням модельних систем (рис. 6, 7), та корелює з кращою формостійкістю тіста зі ШНЛ, визначеною за розпливанням кульки.

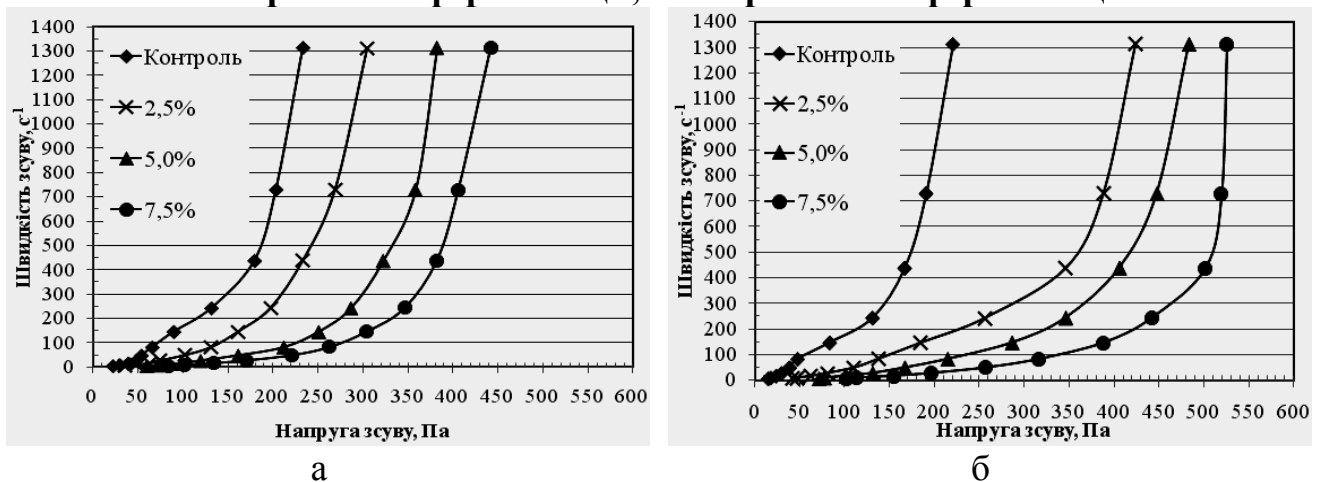


а



б

**Рисунок 6 – Реологічні криві в'язкості:
а – через 20 хв ферментації; б – через 180 хв ферментації**



**Рисунок 7 – Реологічні криві течії:
а – через 20 хв ферментації; б – через 180 хв ферментації**

Так, в'язкість тіста зі ШНЛ після замішування була більшою в 1,7-3,8 рази, порівняно з системою без шроту, а після ферментації внаслідок набухання складових – в 2,8-6,8 раз. Зі збільшенням дозування шроту зростає і напруга зсуву необхідна для руйнування системи, що свідчить про її зміцнення.

У п'ятому розділі «Технологічні заходи та сировина, що покращують якість хліба зі шротом насіння льону» досліджено способи поліпшення споживчих властивостей хліба зі ШНЛ. Розглянуто вплив на якість хліба тривалості замішування тіста, вологості та способу приготування, а також доцільність включення до рецептури СПК, солодового екстракту (СЕ), ферментативного солоду (ФС), цукру білого та олії.

Методом експериментально-статистичного моделювання визначено залежність об'єму виробів від тривалості замішування тіста (X_1), вологості (X_2), дозування шроту (X_3).

У результаті обробки експериментальних даних було отримано адекватне рівняння регресії

$$Y_1 = 234 - 4 \cdot X_1 - 0,3 \cdot X_2 - 3 \cdot X_3 + X_1 \cdot X_2 - 0,1 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,2 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,7 \cdot X_1^2 - 0,2 \cdot X_2^2 + X_3^2.$$

Оптимізація процесу за методом Бокса-Уілсона показала, що максимальне значення питомого об'єму досягається за тривалості замішування тіста 15 хв, вологості – 44,0 %, дозування ШНЛ – 2,5 %.

Оскільки в роботі поставлено за мету максимально збагатити хліб складовими ШНЛ, було у разі дозування ШНЛ 7,5 % здійснено покращання якості виробів використанням СПК (X_1), ФС (X_2), цукру білого (X_3).

В результаті обробки експериментальних даних отримано адекватне рівняння регресії

$$Y_1 = 238 + 4 \cdot X_1 - 2,3 \cdot X_2 + 1,2 \cdot X_3 - 1,1 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,1 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,1 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,1 \cdot X_1^2 - 1,2 \cdot X_2^2 + 4,3 \cdot X_3^2.$$

За результатами оптимізації процесу встановлено доцільність дозування СПК – 3,0 %, ФС – 2,0 %, цукру білого – 3,0 % до маси борошна.

Експериментальними дослідженнями було також доведено доцільність

включення до рецептури виробів зі ШНЛ для покращання їх якості, поряд із СПК аскорбінової кислоти, СЕ, олії.

На основі комплексу проведених досліджень, результатів експериментально-статистичного моделювання та оптимізації розроблено рецептури на нові види виробів: хлібець «Солодовий зі шротом льону», хлібець «Духмяний зі шротом льону», хлібець «Покращений зі шротом льону».

Пробні випікання показали, що зразки хліба, виготовлені за розробленими рецептурами, порівняно з контрольним зразком мали краще забарвлену скоринку, більший об'єм і пористість, кращу формостійкість. У цих зразках м'якушка еластична, пористість середня, рівномірна, тонкостінна. М'якушка зразків з СЕ та ФС мала світло-коричневе забарвлення, приємний солодовий присмак (табл. 7).

Хліб з доданням ШНЛ рекомендовано готувати безопарним способом з використанням КМКЗ або опарним з дозуванням ШНЛ у тісто за наступною апаратурно-технологічною схемою (рис. 8).

Таблиця 7 – Показники якості хліба, виготовленого за розробленими рецептурами

Показники якості	Контроль з 7,5 % ШНЛ	Хлібець		
		Солодовий зі шротом льону	Духмяний зі шротом льону	Покращений зі шротом льону
Питомий об'єм, см ³ /г	2,45	2,75	2,64	2,70
Пористість, %	70	75	73	74
Кислотність, град	2,0	2,2	2,2	2,0
Формостійкість, Н/Д	0,36	0,39	0,40	0,43
Характеристика м'якушки	Недостатньо еластична	Еластична		
Характеристика пористості	Нерівномірна, товстостінна	Рівномірна, тонкостінна		
Смак і аромат	Властивий хлібу з доданням ШНЛ	Властивий хлібу, з присмаком солодового екстракту	Властивий хлібу, з присмаком і ароматом солоду	Властивий хлібу

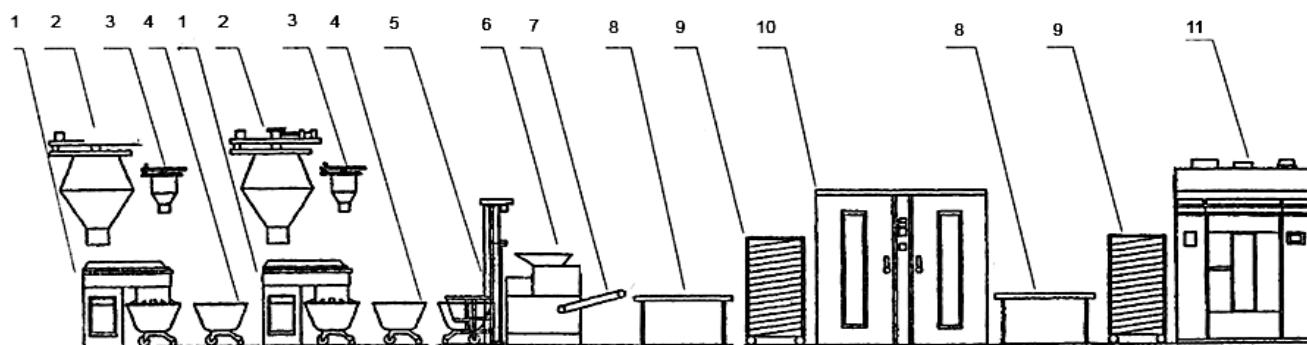


Рисунок 8 – Апаратурно-технологічна схема виробництва хліба зі ШНЛ:
1– тістомісильна машина, 2 – дозатор борошна та сипких компонентів, 3 – дозатор

рідких компонентів, 4 – діжа, 5 –діжеперекидач, 6 – тістоподільник, 7 – транспортер, 8– стіл для оброблення тіста, 9– контейнер з листами, 10– шафа кінцевого вистоювання, 11– хлібопекарська ротаційна піч

У розділі 6 «Споживча та фізіологічна цінність хліба» встановлено, що розроблені вироби, порівняно з пшеничним хлібом, довше зберігають свіжість, що підтверджено меншою кришкуватістю та більшою водопоглинальною здатністю м'якушки.

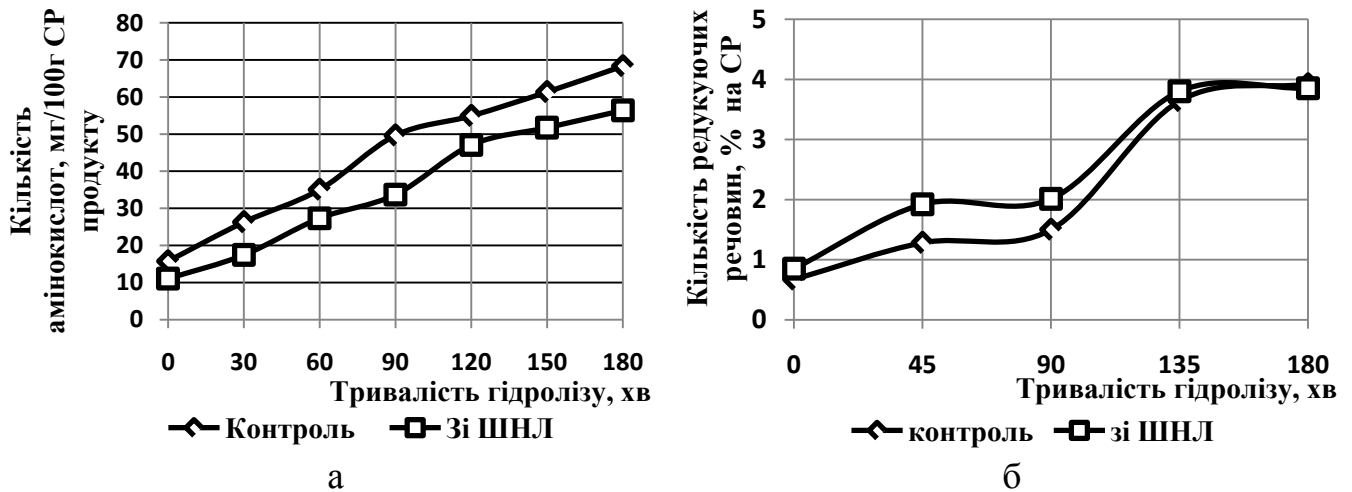
Завдяки вищому вмісту білків і сировини з високою гідрофільністю ці вироби містять більше зв'язаної води і в меншій мірі її втрачають у процесі зберігання, що свідчить про уповільнення процесів черствіння (табл. 8).

Зважаючи на більший вміст білкових речовин та достатню кількість незброджених цукрів, внесених з поліпшуючою їх якість сировиною, розроблені вироби містять більше ароматотворюючих речовин, що зумовлює приємний смак і добре виражений аромат цих виробів.

Таблиця 8 – Втрати зв'язаної води досліджуваними зразками

Зразки	Тривалість зберігання, год	Масова частка води, % до загальної кількості		Втрати зв'язаної води
		вільна	зв'язана	
Хліб пшеничний (контроль)	24	77,2	22,8	5,6
	48	82,8	17,2	
Хліб з вмістом 7,5 % ШНЛ	24	76,3	23,7	4,5
	48	80,8	19,2	
Хлібець «Солодовий зі шротом льону»	24	74,5	25,5	3,6
	48	78,1	21,9	
Хлібець «Покращений зі шротом льону»	24	75,2	24,8	4,3
	48	79,5	20,5	
Хлібець «Духмяний зі шротом льону»	24	74,5	25,1	3,8
	48	78,7	21,3	

Дослідженнями *invitro* встановлено (рис. 9), що використання ШНЛ дещо сповільнює процес перетравлення білкових речовин як на пепсиновій, так і на трипсиновій стадії внаслідок ускладнення доступності ферментів до субстрату, завдяки утворенню білок-полісахаридних комплексів і (за літературними даними) інгібуючої дії шроту на активність протеаз. Уповільнення перетравлення білків продовжує відчуття ситості та запобігає переїданню.



**Рисунок 9 – Швидкість ферментативного гідролізу *invitro*:
а – білкових речовин хліба; б – вуглеводів хліба**

Більше накопичення цукрів внаслідок ферментативного гідролізу вуглеводів хліба зі ШНЛ, очевидно, є наслідком кислотного гідролізу водорозчинних полісахаридів шроту, у складі яких міститься глюкоза, ксилоза, арабіноза, галактоза.

Розрахунковим методом встановлено, що вироби, виготовлені за розробленими рецептурами, порівняно з пшеничним хлібом, містять більше на 38...40 % білка з покращеним амінокислотним складом, на 83...86 % харчових волокон, а також більше як на 70 % Mg, Ca, вітамінів групи B, фолієвої кислоти та токоферолу. Ці вироби в більшій мірі забезпечують добові потреби організму у фізіологічно-функціональних речовинах, тому їх можна віднести до продуктів, що мають оздоровчі властивості та рекомендувати для широкого кола споживачів.

Розрахунок економічних показників виробництва нових сортів хліба показав, що собівартість їх вища за собівартість хліба з пшеничного борошна внаслідок вартості залучених до його рецептури ШНЛ та іншої сировини. Проте виробництво хлібобулочних виробів оздоровчої дії має важливе соціальне значення.

ВИСНОВКИ

На основі аналізу та узагальнення теоретичних даних, експериментальних досліджень і виробничих випробувань розроблено технологію хлібобулочних виробів, збагачених складовими ШНЛ, обґрунтовано доцільність його використання з метою розширення асортименту хліба з оздоровчими властивостями.

1. Системно вивчено хімічний склад ШНЛ та його технологічні властивості.

Встановлено, що ШНЛ переважає пшеничне борошно за вмістом повноцінного за амінокислотним складом білка утричі, харчових волокон – у 11 раз, жирів – у 7,7 раз, у складі яких 74 % поліненасичених жирних кислот, а також мінеральних речовин – Ca і Mg – в 10 раз, цинку – в 3,2 рази, вітамінів B₁ та B₂ – більш як утричі, токоферолу – в 6 разів. Це свідчить про доцільність його використання для збагачення хліба фізіологічно значущими есенціальними речовинами.

Доведено, що ШНЛ порівняно з пшеничним борошном, має у 3,25 рази

більшу водопоглинальну здатність, його білки на 66 % водо- і солерозчинні, в ньому втричі більше слизів. Це зумовлює за умови додання його в тісто збільшення розрахункової вологості тіста.

2. Встановлено, що за додання ШНЛ в тісто (в межах 2,5...10,0 % до маси борошна) зменшується інтенсивність бродіння тіста, погіршується його еластичність. Внаслідок цього знижується традиційна якість хліба відповідно до збільшення дозування ШНЛ.
3. Доведено, що причиною зниження інтенсивності спиртового бродіння, що супроводжується зменшенням на 6...21 % виділення діоксиду вуглецю, є зменшення накопичення в присутності слизів шроту продуктів ферментативного гідролізу крохмалю – цукрів на 2,6...9,7 % та підвищення в'язкості тіста, що зумовлює зниження бродильної активності дріжджів, зменшення асиміляції ними цукрів. На інтенсивність молочнокислого бродіння складові ШНЛ не впливають. За час дозрівання в тісті накопичується практично однакова кількість кислот, проте змінюється їх склад. Збільшується накопичення молочної, винної, лимонної, летких кислот, зменшується вміст яблучної та бурштинової, що забезпечує виразний смак і запах хліба.
4. Встановлено, що внесення ШНЛ в тісто підвищує його водопоглинальну здатність на 3,5...20,0 % та в'язкість у 1,7-3,8раз. Внаслідок дегідратації білків борошна в тісті зменшується кількість сирової клейковини на 1,7...11,9 %, підвищується її пружність, зменшується еластичність, внаслідок чого погіршується газотримувальна здатність тіста, що зумовлює зниження питомого об'єму тістових заготовок та готових виробів на 2,1...20,0 %.
5. Проведеними дослідженнями доведено, що технологічно доцільно вносити в тісто ШНЛ в кількості 7,5 % до маси борошна, при цьому якість хліба знижується на 12 %, тобто в межах, за яких застосування технологічних заходів дозволяє покращити хімічний склад хліба за умови забезпечення його доброї якості.

Оптимізовано технологічні заходи, що покращують якість хліба зі ШНЛ. Встановлено доцільність підвищення вологості тіста до 44,0 %, подовження тривалості замішування до 15 хв, приготування тіста опарним способом з внесенням ШНЛ в тісто або безопарним з використанням КМКЗ. Встановлено ефективність додання в тісто зі ШНЛ СПК в кількості 3,0 % в комплексі з 2,0 % солодового екстракту або ферментованого солоду. Покращання якості хліба також сприяє додання поряд з СПК 3,0 % цукру та 2,0 % соняшникової олії до маси борошна.

6. За результатами досліджень удосконалено технологію хліба з пшеничного борошна з використанням ШНЛ, яку апробовано у виробничих умовах в пекарні ТзОВ «Горінь і Т» (м. Львів) та пекарні «Городскойхлеб» (м. Вишгород).
7. Розроблено і затверджено Об'єднанням підприємств хлібопекарської промисловості «Укрхлібпром» рецептури і технологічні інструкції на 3 види хліба зі ШНЛ: хлібець «Солодовий зі шротом льону», хлібець «Духмяний зі шротом льону», хлібець «Покращений зі шротом льону».
8. Встановлено, що розроблені вироби краще зберігають свіжість, що підтверджено меншою втратою міцно зв'язаної вологи під час зберігання,

містять більше ароматичних сполук, ніж хліб з пшеничного борошна.

Ці вироби мають кращий хімічний склад за вмістом білка на 38..40 %, харчових волокон – на 83...86 %, поліненасичених жирних кислот на 92 %, кальцію і магнію – більш як на 70 %, а також вітамінів групи В, фолієвої кислоти та токоферолу, краще забезпечують добову потребу організму в есенціальних речовинах, що дозволяє віднести їх до виробів з оздоровлюючими властивостями.

9. Відпускна ціна розроблених виробів вища на 16,4...20,6 %, ніж у пшеничного хліба, проте їх виробництво має велике соціальне значення, оскільки сприятиме оздоровленню населення.

ПЕРЕЛІК РОБІТ ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Дробот, В.І. Дослідження впливу шроту льону на якість хліба / В.І. Дробот, О.П. Іжевська, Ю.В. Бондаренко // *Зернові продукти та комбікорми*. — 2015. — Т.1, № 57. — С. 42-45.
(Науково-практичний журнал входить до затвердженого МОН переліку фахових наукових видань України з технічних наук)
2. Дробот, В.І. Дослідження структурно-механічних властивостей тіста зі шротом льону / В.І. Дробот, О.П. Іжевська, Ю.В. Бондаренко // *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. — 2015. — № 10 (131). — С. 29-33.
(Науково-практичний журнал входить до затвердженого МОН переліку фахових наукових видань України з технічних наук)
3. Дробот, В.І. Шрот насіння льону в технології хлібобулочних виробів / В.І. Дробот, О.П. Іжевська, Ю.В. Бондаренко // *Харчова наука і технологія*. — 2016. — Т.10, № 3. — С. 76-81.
(Науково-практичний журнал входить до затвердженого МОН переліку фахових наукових видань України з технічних наук, а також включений до міжнародних наукометричних баз: GoogleScholar, IndexCopernicusInternationalIndexCopernicusInternational, DirectoryofResearchJournalIndexing (DRJI), OpenAcademicJournalsIndex (OAJI), DirectoryIndexingofInternationalResearchJournals – Citefactor, Ulrich'sPeriodicalsDirectory, DAII (DirectoryofAbstractIndexingforJournals), DirectoryofOpen Access Journals (DOAJ))
4. Ефективність використання шроту насіння льону у хлібопекарській промисловості / В.І. Дробот, О.П. Іжевська, О.Д. Тесля, Ю.В. Бондаренко // *Продовольчі ресурси : збірник наукових праць Інституту продовольчих ресурсів НААН України*. — К.: ННЦ «ІАЕ», 2016. — № 7. — С. 210-213.
(Науково-практичний журнал входить до затвердженого МОН переліку фахових наукових видань України з технічних наук)
5. Дробот, В.І. Використання шроту насіння льону для надання хлібу оздоровчих властивостей / В.І. Дробот, О.П. Іжевська // *Хранение и переработка зерна*. — 2017. — № 1 (209) — С. 47-49.
(Науково-практичний журнал входить до затвердженого МОН переліку фахових наукових видань України з технічних наук)
6. Іжевська, О.П. Доцільність використання клітковини льону у хлібопеченні / О.П. Іжевська // *Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості: Міжнародна наукова конференція, 13-16 жовтня 2014 р. : тези*

- доповідей. — К.: НУХТ, 2014. — С. 71.
7. Іжевська, О. Дослідження впливу суспензії з насіння льону на якість пшеничного хліба / О. Іжевська, Н. Теодорович, Ю. Бондаренко // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 81 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 23-24 квітня 2015 р.: тези доповідей. — К.: НУХТ, 2015. — Ч.1. — С. 117.
 8. Іжевська, О.П. Використання шроту з насіння льону для збагачення пшеничного хліба / О.П. Іжевська, Ю.В. Бондаренко, Г.П. Ющенко // Розвиток харчових виробництв ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: Міжнародна науково-практична конференція, 14 травня 2015 р.: тези доповідей. — Харків: ХДУХТ, 2015. — Ч. 1. — С. 58.
 9. Дробот, В.І. Фізіологічні та технологічні аспекти використання шроту насіння льону у хлібопеченні / В.І. Дробот, О.П. Іжевська, Ю.В. Бондаренко // Inżynieria i technologia. Teoretyczne i praktyczne aspekty rozwoju współczesnej nauki: konferencja międzynarodowej naukowo-praktycznej, 30 września 2015 r. - 01 października 2015 r.: zбірник наукових праць. — Warszawa: Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2015. — С. 13-20.
 10. Іжевська, О.П. Використання шроту насіння льону у хлібопеченні / О.П. Іжевська, А.Ю. Цикало // Продовольчі ресурси: проблеми і перспективи: III Міжнародна науково-практична конференція, 4 листопада 2015 р.: збірник наукових праць. — К.: Інститут продовольчих ресурсів НААН України, 2015. — С. 130-131.
 11. Іжевська, О.П. Дослідження впливу шроту льону на технологічні властивості тіста / О.П. Іжевська, Ю.В. Бондаренко // Актуальні задачі сучасних технологій: IV Міжнародна науково-технічна конференція молодих учених та студентів, 25-26 листопада 2015 р.: тези доповідей. — Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2015. — Т.2. — С. 139.
 12. Іжевська, О. Дослідження впливу розчинних харчових волокон шроту льону на якість пшеничного хліба / О. Іжевська, Я. Білас, Ю. Бондаренко // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 82 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 13-14 квітня 2016 р.: тези доповідей. — К.: НУХТ, 2016. — Ч.1. — С. 139.
 13. Дробот, В.І. Заходи, що покращують якість хліба зі шротом насіння льону / В.І. Дробот, О.Д. Тесля, О.П. Іжевська // Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини: VII Міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 30-31 травня 2016 р.: тези доповідей. — Кривий Ріг: ДНУЕТ ім. М. Туган-Барановського, 2016. — С. 11-12.
 14. Іжевська, О.П. Вплив шроту насіння льону на технологічний процес та якість хліба / О.П. Іжевська // Технологічні аспекти підвищення конкурентноспроможності хліба і хлібобулочних виробів: Міжнародна науково-практична конференція, 13 вересня 2016 р.: тези доповідей. — К.: НУХТ, 2016. — С. 40-41.
 15. Іжевська, О.П. Технологічні заходи, що покращують якість хліба зі шротом насіння льону / О.П. Іжевська, В.І. Дробот // Інновації в управлінні асортиментом, якістю та безпекою товарів і послуг: IV Міжнародна науково-

практична конференція, 24 листопада 2016 р.: тези доповідей. — Львів: ЛТЕУ, 2016. — С. 94-95.

16. Іжевська, О.П. Вплив способу приготування тіста зі шротом насіння льону на якість хліба/ О.П. Іжевська, В.І. Дробот//Актуальні проблеми навчання та виховання людей в інтегрованому освітньому середовищі у світлі реалізації конвенції про права осіб з інвалідністю: XVI Міжнародна науково-практична конференція, 23-24 листопада 2016 р.: тези доповідей. — К.: ВМУРЛ «Україна», 2016. — Ч. 2. — С. 260-262.

Особистий внесок здобувача: проведення літературного пошуку та експериментальних досліджень, підготовка матеріалів до публікації [1, 3-4, 6, 9]; проведення експериментальних досліджень, участь в обговоренні, опрацюванні та узагальненні результатів, підготовка матеріалів до публікації [2, 5, 7-8, 10-16].

АНОТАЦІЯ

Іжевська О.П. Удосконалення технології хлібобулочних виробів з використанням шроту насіння льону. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2017.

Робота присвячена використанню шроту насіння льону у хлібопеченні з метою збагачення виробів його фізіологічно-функціональними інгредієнтами та розширення асортименту оздоровчих хлібобулочних виробів. Доведено, що за хімічним складом ШНЛ переважає пшеничне борошно за вмістом повноцінного за амінокислотним складом білка, харчових волокон, поліненасичених жирних кислот, мінеральних речовин і вітамінів.

Встановлено, що у разі додання ШНЛ в тісто, внаслідок вмісту в ньому слизіві водорозчинних білків зменшується інтенсивність бродіння тіста, погіршується його еластичність, що знижує якість хліба. Доведено, що з урахуванням максимально можливого збагачення хліба ШНЛ, технологічно доцільно вносити в тісто ШНЛ в кількості 7,5 % до маси борошна, але за умови застосування технологічних заходів для збереження традиційних споживчих властивостей.

Методом математичного моделювання оптимізовано технологічні заходи, що покращують якість хліба зі ШНЛ, та розроблено і затверджено нормативну документацію на три нові вироби зі ШНЛ.

Ключові слова: шрот насіння льону, борошно пшеничне, хлібобулочні вироби, фізіологічно-функціональні інгредієнти, якість хліба.

АННОТАЦИЯ

Ижевская О.П. Усовершенствование технологи хлебобулочных изделий с использованием шрота семян льна. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01 – Технология хлебопекарных продуктов, кондитерских

изделий и пищевых концентратов – Национальный университет пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Киев, 2017.

Работа посвящена использованию шрота семян льна (ШСЛ) в хлебопечении с целью обогащения изделий его физиологически-функциональными ингредиентами и расширения ассортимента оздоровительных хлебобулочных изделий. Доказано, что по химическому составу ШСЛ превосходит пшеничную муку по содержанию белка с полноценным аминокислотным составом, пищевых волокон, полиненасыщенных жирных кислот, минеральных веществ и витаминов.

Установлено, что в случае внесения ШСЛ в тесто, уменьшается интенсивность брожения теста, ухудшается его эластичность, газодерживающая способность, что снижает качество хлеба. Отмеченное влияние ШСЛ обусловлено содержанием в нем пищевых волокон, которые по сравнению с мукой имеют большую водопоглотительную способность и образуют слизи, а также белков, большая часть из которых водо- и солерастворимы. Вследствие присутствия в тесте соШСЛ слизей ухудшается податливость крахмала амилолизу, в тесте уменьшается накопление сахаров, что обуславливает снижение бродильной активности дрожжей и интенсивности брожения теста. Это, наряду с ухудшением газодерживающей способности, отрицательно влияет на формирование объема хлеба и его органолептических свойств.

Доказано, что с учетом максимального обогащения хлеба составляющими ШСЛ, технологически целесообразно вносить в тесто шрот в количестве 7,5 % к массе муки, но при условии применения технологических мероприятий для сохранения его традиционных потребительских свойств. Методом математического моделирования обосновано, что при этом для достижения высокого качества изделий целесообразно использовать шрот в композиции с СПК, аскорбиновой кислотой, солодовым экстрактом или ферментированным солодом.

Разработана и утверждена нормативная документация на три новых изделия со ШСЛ. Доказано, что при добавлении в тесто ШСЛ и включении в его рецептуру сырья, повышающего качество изделий, улучшаются потребительские свойства и пищевая ценность хлеба по содержанию белка, пищевых волокон. Изделия обогащаются Са, Mg, Zn, витаминами B1, B2, фолиевой кислотой и токоферолом. Разработанные изделия лучше сохраняют свежесть вследствие увеличения содержания связанной влаги, что обусловлено уменьшением ретроградации крахмала, вследствие замедления под действием слизей образования ассоциатов амилозой и амилопектином клейстеризованного крахмала, они также содержат больше ароматических соединений.

Выпуск новых видов изделий будет способствовать расширению ассортимента изделий с оздоровительными свойствами, что имеет важное социальное значение.

Ключевые слова: шрот семян льна, мука пшеничная, хлебобулочные изделия, физиологически-функциональные ингредиенты, качество хлеба.

ANNOTATION

Izhevskaya O.P. Improvement of the technology of bakery foods by using flax seed meal. – Manuscript.

The thesis for the candidate's degree of the technics, specialty number 05.18.01 – Technology of bakery foods, confectionery and food concentrates – National University of Food Technology of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2017.

The work is dedicated to the use of flax seed meal in baking of bread to enrich bakery products its physiologically functional ingredients and to expand the range of health-improving bakery foods. It is proved that the chemical composition of flax seed meal dominates wheat flour because of containing full, according to amino-acid, protein composition, dietary fibers, polyunsaturated fatty acids, mineral substances and vitamins.

It is determined that in case of adding in dough the flax seed meal, because of content in it mucuses and water-soluble proteins, the intensity of its fermentation decreases, its elasticity worsens that reduce the quality of bread.

It is found that with a glance of the maximal possibility to enrich the bread by flax seed meal, technologically reasonable to add in dough flax seed meal in the amount of 7.5% by weight of flour, but subject to the application of the technological measures for preservation of traditional consumer qualities.

With the help of the method of mathematical modeling it is optimized the technological measures to improve the quality of bread with flax seed meal, developed and approved normative documentation for three new products with flax seed meal.

Keywords: flax seed meal, wheat flour, bakery foods, physiologically functional ingredients, quality of bread.