

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**БОНДАР НАТАЛІЯ ПЕТРІВНА**

УДК 664.644

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ХАРЧОВОГО  
ЛЮПИНУ І РОЗРОБКА СПОСОБІВ ВИКОРИСТАННЯ ЙОГО  
У ХЛІБОПЕКАРСЬКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

05.18.01 – Технологія хлібопекарських  
продуктів та харчових концентратів

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Київ – 2006

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному університеті харчових технологій  
Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник:** кандидат технічних наук, доцент  
**Арсеньєва Лариса Юріївна**  
Національний університет харчових технологій,  
кафедра технології хліба, кондитерських, макаронних  
виробів і харчоконцентратів, доцент

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**Моргун Валентина Олексіївна**  
Одеська національна академія харчових технологій, заві-  
дувач кафедри технології переробки зерна

кандидат технічних наук  
**Каретнікова Людмила Іванівна**

**Провідна установа:** Львівська комерційна академія Укоопспілки,  
кафедра товарознавства продтоварів

Захист відбудеться “22” червня 2006 року о 14<sup>00</sup> год. на засіданні  
спеціалізованої вченої ради Д 26.058.04 Національного університету харчових тех-  
нологій за адресою: 01033, м. Київ, вул. Володимирська, 68, аудиторія А-311.

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

Автореферат розісланий “18” травня 2006 року.

Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради, к.т.н.  
цова

С.І. Ворон-

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** В багатьох країнах світу, в тому числі й в Україні, спостерігається недостатня забезпеченість населення білковими продуктами харчування. Так, дефіцит білка в раціоні населення України становить не менше 25 %. Білковий та амінокислотний дефіцит на фоні несприятливих екологічних умов негативно відбивається на стані здоров'я, працездатності та тривалості життя людей. Проблема дефіциту харчового білка в Україні заслуговує на особливу увагу в зоні радіаційного забруднення у зв'язку з аварією на Чорнобильській АЕС (Житомирська, Київська, Рівненська, Волинська та ін. області). Нестача білка, як і мікронутрієнтів і вітамінів, не тільки негативно впливає на стан здоров'я, ріст і розвиток організму, але й змінює кінетику обміну, збільшуючи всмоктування радіонуклідів у шлунково-кишковому тракті та подовжуючи час їх виведення з організму.

За прогнозами фахівців, спад виробництва продукції тваринництва і нестача традиційного харчового білка залишаться проблемними й у подальшому. Одним з напрямів подолання білкового дефіциту в країні є пошук нових рослинних джерел харчового білка та розробка способів їх використання для збагачення харчових продуктів масового попиту.

Хлібобулочні вироби є продуктом повсякденного вживання, тому за допомогою регулювання їх хімічного складу можна впливати на харчовий раціон і стан здоров'я людини. Хімічний склад більшості хлібних виробів характеризується високим вмістом вуглеводів і незбалансованістю білків за амінокислотним складом. Для підвищення харчової та біологічної цінності хлібобулочних виробів актуальним є застосування багатої на білок сировини, у т.ч. нетрадиційної для хлібопекарської галузі.

Значний внесок у дослідження проблеми біологічної цінності хліба та у розробку наукових і практичних основ нових технологій виробництва хлібобулочних виробів з підвищеним вмістом повноцінного білка внесли роботи Аурмана Л.Я., Ройтера І.М., Дробот В.І., Доценка В.Ф., Карнаушенко Л.І., Козьміної Н.Т., Корячкіної С.Я., Кретовича І.В., Опаріна В.О., Пучкової Л.І., Пашенко Л.П., Циганової Т.Б. та інших дослідників.

Нині одним із перспективних і ефективних способів підвищення біологічної цінності хлібобулочних виробів є пошук і використання нової рослинної білкової сировини, яка б могла успішно конкурувати з білками соєвих бобів, які застосовуються впродовж останніх десятиліть.

Серед значної кількості білоквмісної сировини рослинного походження на особливу увагу заслуговує культура нового покоління – білий безалкалоїдний харчовий люпин. Високий вміст повноцінного білка та жиру, багатого на олеїнову кислоту і  $\alpha$ -токоферол, значна кількість харчових волокон, мінеральних елементів і практично повна відсутність антипоживних речовин – виділяють люпин серед інших бобових культур і ставлять його на провідне місце у групі білкових збагачувачів хліба рослинного походження.

Для найбільш ефективного використання насіння харчового люпину необхідно дослідити хлібопекарські властивості продуктів його переробки, підібрати оптимальний спосіб його технологічної підготовки з метою коригування процесу виробництва хлібобулочних виробів, що забезпечить отримання продукції високої якості. Таким чином, актуальною є розробка технології хлібобулочних виробів підвищеної харчової та біологічної цінності з використанням продуктів переробки харчового люпину, споживання яких сприятиме збалансованості харчових раціонів і вирішенню проблеми повноцінного білкового харчування.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження виконувались відповідно до тематики науково-дослідних робіт кафедри технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів “Розробка технології хлібобулочних виробів і харчоконцентратів оздоровчої дії”, що є розділом теми “Удосконалення технології хліба, борошняних кондитерських, макаронних і харчоконцентратних виробів, використання добавок рослинного і тваринного походження з метою інтенсифікації технологічних процесів, економії сировини, розроблення нових видів виробів підвищеної якості з цілеспрямованими властивостями”, яка координується з науковим напрямом Національного університету харчових технологій “Створення нових ресурсозберігаючих, екологічно чистих, безвідходних і маловідходних технологій харчових продуктів підвищеної біологічної цінності профілактично-лікувального, дієтичного та дитячого харчування з використанням нетрадиційної сировини на основі фізичних методів аналізу”. Автор особисто брав участь у проведенні досліджень, розробці нових видів хлібобулочних виробів з продуктами переробки люпину (ППЛ) і відповідної нормативної документації (НД).

**Мета і завдання дослідження.** Метою роботи є розробка науково обгрунтованої технології хлібобулочних виробів підвищеної харчової, біологічної та споживчої цінності з використанням продуктів переробки харчового люпину.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані такі завдання:

- визначити хімічний склад і дослідити технологічні властивості борошна з цілозмеленого насіння люпину;
- дати оцінку доцільності пророщування та екструдуювання борошна і солоду насіння білого люпину з точки зору змін у хімічному складі отриманих продуктів, їх біологічної цінності та технологічних характеристик як сировини хлібопекарського виробництва;
- вивчити хлібопекарські властивості сумішей пшеничного борошна з ППЛ;
- встановити оптимальне дозування ППЛ, яке забезпечить підвищення харчової та біологічної цінності хліба без погіршення споживчих властивостей;
- дослідити особливості білкового комплексу досліджуваних продуктів і вивчити його вплив на склад білкових речовин тіста та хліба;
- дослідити вплив ППЛ на біохімічні та мікробіологічні процеси в тісті а також на його структурно-механічні властивості;
- розробити рецептури нових виробів з ППЛ, визначити їх харчову, біологічну та споживчу цінність;

- розробити НД на обрані ППЛ і хлібобулочні вироби з ними;
- провести апробацію нових видів виробів у виробничих умовах і визначити техніко-економічну доцільність випуску продукції.

*Об'єкт дослідження* – технологія виробництва хлібобулочних виробів з ППЛ.

*Предмет дослідження* – хлібобулочні вироби з ППЛ.

*Методи дослідження* – органолептичні, фізико-хімічні, експериментально-статистичні, виконані з використанням сучасних приладів і комп'ютерних технологій.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Науково обґрунтовано і експериментально підтверджено технологічну та біологічну ефективність використання у хлібопекарському виробництві продуктів переробки білого харчового люпину. Розроблено нові види хлібобулочних виробів з підвищеним вмістом збалансованого за амінокислотним складом білка,  $\alpha$ -токоферолу, доступних до засвоєння іонів калію, кальцію, магнію; мінімальним вмістом антипоживних складових; вираженою здатністю до зв'язування іонів важких металів.

Систематизовано та доповнено новими науковими даними відомості про хімічний склад і технологічні властивості борошна з цілозмельеного насіння білого люпину. Проведено порівняльну оцінку складу та властивостей борошна з люпину та сої. Це дало змогу вважати ППЛ перспективною сировиною для хлібопекарської галузі, оскільки за вмістом і біологічною цінністю білка вони не поступаються продуктам переробки сої, а за засвоюваністю перевищують їх.

Вперше запропоновано використання у хлібопекарському виробництві солоду люпину та екструдатів борошна і солоду люпину. Системно вивчено зміни хімічного складу та технологічних властивостей борошна з люпину після пророщування та екструдування борошна і солоду.

Установлено, що в процесі пророщування насіння люпину значно знижується активність інгібіторів травних ферментів людини (для інгібіторів трипсину – до нульових значень). Підтверджено високий ступінь перетравлення білка ППЛ і хліба з ними.

Встановлено, що близько 90 % білкових речовин насіння люпину відносяться до альбумінів і глобулінів. Додавання продуктів з люпину у пшеничне тісто істотно змінює фракційний склад його білків, збільшуючи частки водорозчинної та „проміжної” фракцій і зменшуючи частку клейковини. Це є основним фактором, що лімітує дозування ППЛ кількістю 10 % до маси борошна.

Експериментально доведено, що наявність у складі хлібного тіста продуктів з люпину підвищує активність і здатність до розмноження дріжджових клітин на 3...6 % і 8...18 % відповідно та пригнічує молочнокислі бактерії – у 1,6...2,1 рази знижує їх активність і в 2,5...5,5 рази – ріст.

Обґрунтовано необхідність стадії термічного оброблення (заварювання) ППЛ в технологічному процесі виробництва хліба на підставі порівняльного аналізу активності амілолітичних і протеолітичних ферментів пшеничного борошна та продуктах з люпину. Встановлено, що ППЛ мають у 2...2,5 рази вищу активність  $\alpha$ -амілази, у 5..9 разів вищу активність протеолітичних ізоферментів.

Теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено доцільність використання ферментного препарату амілолітичної дії Fungamyl Super і соєвого лецитину в технології хліба з внесенням 10 % борошна із солоду люпину для поліпшення органолептичних показників готових виробів.

**Практичне значення одержаних результатів.** На основі отриманих даних з хімічного складу, технологічних властивостей харчового люпину і продуктів його переробки розроблено спосіб їх використання у виробництві хлібобулочних виробів підвищеної біологічної цінності.

Розроблено та затверджено НД на “Борошно люпинове харчове” (ТУ У 15.6-14234523-014-2004), “Борошно із солоду люпину” (ТУ У 15.9-02070938-053-2005), та хлібобулочні вироби з ППЛ (ТУ У 15.8-02070938.060-2005).

**Особистий внесок здобувача.** Автором особисто підібрано, систематизовано та проаналізовано вітчизняні й закордонні літературні джерела з досліджуваних питань, проведено експериментальні дослідження з вивчення хімічного складу і технологічних властивостей харчового люпину та продуктів його переробки, з визначення впливу досліджуваних продуктів на біохімічні, мікробіологічні процеси в тісті, структурно-механічні властивості тіста та хліба.

Дослідження жирнокислотного складу ліпідів ППЛ і комплексоутворювальної здатності хліба з ними проведено спільно зі співробітниками Центру оцінки якості сировини та готової продукції НУХТ, амінокислотного складу білків ППЛ і білків хліба з досліджуваними продуктами – спільно зі співробітниками Інституту біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України, вмісту вітаміну Е ( $\alpha$ -токоферолу) в люпинових продуктах і хлібі – спільно зі співробітниками Центру центральної державної лабораторії ветеринарної медицини, форм зв'язку вологи в хлібі з ППЛ – спільно зі співробітниками Інституту колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України.

Підготовку до експериментальних досліджень, аналіз і узагальнення всіх результатів проведено спільно з науковим керівником к.т.н., доц. Арсеньєвою Л. Ю.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційної роботи доповідались, обговорювались і були схвалені на 69 – 71-й наукових конференціях молодих вчених, апірантів і студентів НУХТ (Київ, 2003 – 2005 рр.), науково-технічній конференції “Безпечність продуктів харчування вітчизняного виробництва” (Київ, 2003 р.), X міжнародній науково-технічній конференції “Розроблення та виробництво продуктів функціонального харчування, інноваційні технології та конструювання обладнання для перероблення сільгоспсировини, культура харчування населення України” (Київ, 2003 р.), XI міжнародній науково-технічній конференції “Нові технології та технічні рішення в харчовій та переробній промисловості: сьогодення і перспективи” (Київ, 2005 р.), науково-практичній конференції “Перспективные направления развития пищевой промышленности” (Одеса, 2004 р.).

Результати роботи апробовано та підтверджено у виробничих умовах хлібокомбінату № 11 м. Києва та ТОВ “САВА” (м. Київ).

**Публікації.** Основні результати роботи опубліковано в 16 наукових працях, у тому числі 7 статей у фахових журналах і збірниках наукових праць, 7 тез конференцій, одержано 2 деклараційні патенти України на винахід.

**Структура та обсяг дисертації.** Робота складається зі вступу, семи розділів, висновків, списку літературних джерел з 257 найменувань і 7 додатків. Робота викладена на 148 сторінках основного тексту, містить 27 рисунків і 39 таблиць.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

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

У **першому розділі “СПОСОБИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ БІОЛОГІЧНОЇ НЕПОВНОЦІННОСТІ ХЛІБА”** висвітлено проблему нестачі білка та амінокислот у сучасних екологічних умовах. Проаналізовано наукові праці вітчизняних і закордонних авторів з питання підвищення харчової та біологічної цінності хлібобулочних виробів за рахунок використання традиційної, нетрадиційної та нової для хлібопекарської галузі білоквмісної сировини. Показано перспективи використання у хлібопекарському виробництві продуктів переробки білого харчового люпину для створення нових видів хлібобулочних виробів з підвищеним вмістом збалансованого за амінокислотним складом білка.

У **другому розділі “ОБ’ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ”** наведено характеристику об’єктів і методів аналізу. Об’єктами дослідження були такі ППЛ: борошно з цілозмеленого насіння білого безалкалоїдного люпину (БЛ) сортів “Дієта” і “Володимир” (ТУ 2240-93), борошно з солоду люпину (СЛ), борошно з екструдатів борошна і солоду люпину (ЕБЛ і ЕСЛ); борошно з цілозмеленого насіння сої (БС) сорту “Успіх-2”. Рослинна олія, соєвий лецитин Sternpur PM і ферментний препарат (ФП) амілолітичної дії Fungamyl Super відповідали вимогам чинних стандартів, ТУ або мали гігієнічний висновок МОЗ України. Блок-схема комплексних досліджень представлена на рис. 1.

Показники якості сировини, напівфабрикатів і готових виробів визначали загальноприйнятими та спеціальними методами. Масову частку загального азоту в досліджуваних продуктах визначали модифікованим методом К’ельдаля; амінного азоту – формольним титруванням; амінокислотний склад білків сировини і готових виробів досліджували на амінокислотному аналізаторі Т-339 (“Mikrotechna”, Чехія). Масову частку пектинових речовин в ППЛ визначали за пектатом кальцію, крохмалю – об’ємним методом, жиру – методом Сокслета, жирнокислотний склад ліпідів – на газовому хроматографі “Кристаллюкс-4000” з полум’яно-іонізаційним детектором, нелеткі органічні кислоти

в ППЛ – за методом М.І. Княгинічева і Г.О. Дерновської-Зеленцової, водопоглинальну здатність (ВПЗ) пшеничного борошна та ППЛ – за методом Шоха.

Дослідження активності інгібіторів трипсину і хімотрипсину в ППЛ і БС проводили способом спектрофотометричного визначення продуктів розпаду казеїну, що утворюються при відомій концентрації трипсину чи хімотрипсину за умови наявності або відсутності інгібіторів цих ферментів.

Перетравлюваність білкових речовин ППЛ і виробів з ними визначали за інтенсивністю їх гідролізу пепсином і трипсином *in vitro* за методом Ансона. Комплексоутворювальну здатність хліба відносно іонів свинцю визначали методом інверсійної вольтамперометрії на твердому індикаторному електроді за допомогою аналізатора АВА-2.

Пружно-еластичні властивості тіста з ППЛ вивчали за допомогою валориграфа фірми Brabender. Вплив досліджуваних продуктів на процес клейстеризації крохмалю борошняних сумішей досліджували на амілографі Брабендера. Зміну в'язко-пластичних властивостей модельних сумішей аналізували на ротаційному віскозиметрі "Реотест-2". Дослідження форм зв'язку вологи в м'якушці та зміну їх співвідношення в процесі зберігання хліба проводили термогравіметричним методом на приладі "Дериватограф Q-1000". Для встановлення оптимальної кількості ферментного препарату, лецитину та рослинної олії в рецептурі виробів використовували експериментально-статистичний метод.

У третьому розділі **“ВИЗНАЧЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ППЛ”** вивчено питання доцільності пророщування насіння та екструдуювання борошна і солоду люпину з точки зору змін у хімічному складі отриманих продуктів, їх біологічної цінності та технологічних властивостей як сировини хлібопекарського виробництва. Для підтвердження перспективності використання насіння харчового люпину як білкового збагачувача хлібобулочних виробів і його конкурентоспроможності, порівняно з іншими бобовими культурами, у роботі паралельно аналізували борошно з цілозмеленого насіння сої.

Встановлено, що середній вміст білка в БЛ становить 36,6 % до сухих речовин (СР), що в 3 рази перевищує цей показник для пшеничного борошна І сорту і на 2,2 % до СР – для БС. Близько 90 % білкових речовин від загального вмісту в насінні люпину представлено легкозасвоюваними фракціями – альбумінами та глобулінами, в той час як у БС – лише 67 %. Дослідження показали, що пророщування насіння люпину позитивно впливає на харчову цінність продукту – збільшується частка водорозчинних речовин на 16,8 %. Екструзійне оброблення борошна і солоду люпину призводить до значного зменшення вмісту легкозасвоюваних білків і сприяє збільшенню важкорозчинних і нерозчинних фракцій.

Встановлено, що білок сої, порівняно з білком люпину, має вищі амінокислотні скорі за лізином, треоніном, сірковмісними амінокислотами, валіном. Серед чотирьох ППЛ найвищу біологічну цінність білків має солод люпину: в процесі пророщування амінокислотний скор за першою лімітуючою амінокис-

лотою зростає на 4,2 %. У процесі екструдуювання борошна і солоду люпину відбувається кількісне зменшення вмісту практично всіх амінокислот за рахунок їх участі в реакції меланоїдиноутворення.

Борошно з цілозмеленого насіння люпину у своєму складі містить незначну кількість крохмалю – у середньому 3,7 % до СР, масова частка якого в процесах солодоращення та екструдуювання зменшується внаслідок процесів гідролітичного розщеплення та декстринізації. Високомолекулярні некрохмальні полісахариди насіння люпину представлені, головним чином, пектиновими речовинами (11,0 % до СР), пентозанами (12,95 % до СР) і клітковиною (12,68 % до СР). Вуглеводний комплекс насіння люпину порівняно з соєю містить у 3,5 рази менше крохмалю та у 2 рази більше клітковини, розчинних і нерозчинних пентозанів.

Насіння люпину досліджуваних сортів містить 11,9 % до СР жиру, який характеризується значним вмістом олеїнової кислоти. Встановлено, що в процесі пророщування насіння впродовж 6 діб вміст жиру знижується на 5 %, при цьому частка поліненасичених жирних кислот (ЖК) у загальній сумі збільшується переважно за рахунок зменшення часток насичених ЖК і мононенасичених ЖК. Встановлено також, що в борошні з цілозмеленого насіння міститься 2,5 мг/кг СР вітаміну Е ( $\alpha$ -токоферолу), кількість якого в процесі пророщування зростає більше ніж у 10 разів.

Титрована кислотність СЛ в 1,5 рази перевищує цей показник для БЛ і становить 39,0 град. Установлено, що люпинові продукти мають у 1,2...1,9 рази вищу ВПЗ, ніж пшеничне борошно I сорту, що дає змогу підвищити вихід виробів з ППЛ без погіршення їх фізико-хімічних показників.

Дослідження ферментного комплексу ППЛ показали (табл. 1), що останні містять високоактивні протеолітичні ферменти та  $\alpha$ -амілазу. Встановлено, що в СЛ активність  $\alpha$ -амілази та протеїнази у 2,4 та 8,7 разів відповідно вища, порівняно з активністю цих ферментів у пшеничному борошні. Екструдуювання БЛ і СЛ дає змогу значно знизити активність цих ферментів.  $\beta$ -амілаза досліджуваних продуктів у 4...27 разів менш активна, ніж у пшеничному борошні, а фермент фітаза в БЛ і в СЛ в 2,5 і 5 разів відповідно активніше гідролізує фітати з утворенням вільного ортофосфату, порівняно з фітазою пшеничного борошна.

Таблиця 1

### Ферментативна активність ППЛ

Фермент, одиниці активності	Пшеничне борошно	БЛ	СЛ	ЕБЛ	ЕСЛ
$\alpha$ -амілаза, ум.од.	2,02	4,48	4,93	2,67	2,85
$\beta$ -амілаза, мг мальтози/100 г СР	38,95	7,06	9,74	1,42	2,13
Протеїнази, мг азоту/100 г СР	14,23	70,12	123,00	22,44	11,24
Фітаза, мг фосфору/100 г СР	4,04	10,11	19,95	11,00	21,82

Експериментальними дослідженнями підтверджено (табл. 2), що в борошні з цілозмеленого насіння харчового люпину активність інгібіторів протеолітичних ферментів шлунку людини порівняно з соєвим борошном є незначною.

## Активність інгібування протеїназ і “уреазний тест” досліджуваних продуктів

Продукт	Активність інгібування, мкг/мг		Активність уреазы, рН за 30 хв.
	трипсину	хімотрипсину	
БС	7,45	2,82	2,50
БЛ	1,55	1,29	0,05
СЛ	0,00	0,85	0,03
ЕБЛ	0,51	0,42	0,00
ЕСЛ	0,00	0,30	0,00

Пророщування насіння та екструджування БЛ і СЛ сприяють значному зниженню активності інгібіторів протеїназ (інгібітору трипсину – до нульових значень), що підтверджено даними з визначення активності уреазы (табл. 2) та інтенсивності перетравлення білкових речовин ППЛ *in vitro* (рис. 2).

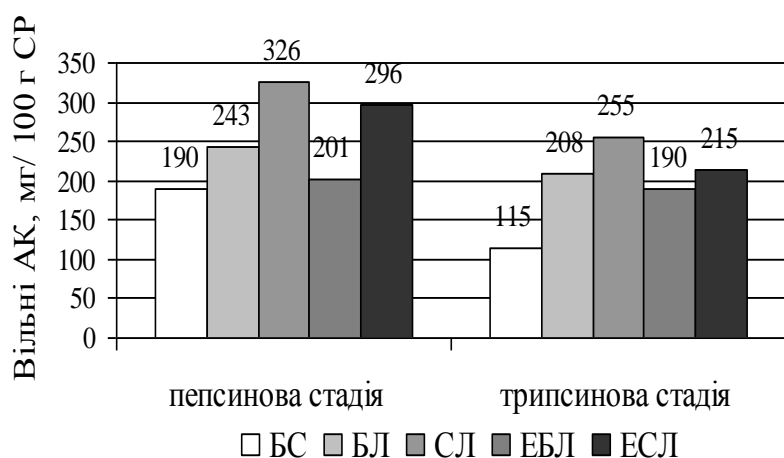


Рис. 2. Накопичення вільних амінокислот у БС та ППЛ під час їх перетравлення *in vitro* впродовж 90 хв., мг/100 г СР

На основі проведених досліджень хімічного складу та технологічних властивостей ППЛ встановлено, що за харчовою та біологічною цінністю перше місце з чотирьох досліджуваних ППЛ займає борошно з солоду насіння. В ньому міститься найбільша кількість легкозасвоюваних речовин білкової та вуглеводної природи та

менший вміст, порівняно з вихідним насінням, антипоживних сполук. Недоліками солоду є висока титрована кислотність і надмірно висока активність ферментного комплексу, дія якого може призвести до погіршення структурно-механічних властивостей тіста та якості готових виробів. Екструджування борошна і солоду люпину внаслідок дії високих температур дає змогу знизити активність амілаз і протеїназ продуктів. Поряд з цим відбувається глибока денатурація білкових молекул, внаслідок чого знижується біологічна цінність білків ЕБЛ і ЕСЛ. Крім того, засвоюваність білкових речовин екструджуваних продуктів є нижчою, порівняно з вихідною сировиною, що ставить під сумнів доцільність її екструджування.

У четвертому розділі “Вплив ППЛ на технологічний процес і якість хліба” встановлено оптимальне дозування ППЛ (10 % до загальної маси борошна), що дає змогу забезпечити належні структурно-механічні властивості тіста та необхідне підвищення біологічної цінності виробів.

З метою зниження надмірної активності ферментного комплексу БЛ і СЛ досліджували доцільність їх заварювання перед внесенням у тісто. Для нейтралі-

зації надмірної кислотності тіста, обумовленої високою кислотністю ППЛ, пропонується використання гідрокарбонату натрію в кількості 0,010...0,015 % до загальної маси борошна. Запропоновані заходи сприяють поліпшенню реологічних властивостей тіста, формостійкості виробів, збільшенню їх питомого об'єму з одночасним покращанням органолептичних показників готових виробів (табл. 3).

Оскільки якість виробів із завареними продуктами не поступається якості виробів з екструдатами, віддали перевагу заварюванню як більш економічному та простому способу поліпшення технологічних і споживчих характеристик вихідних продуктів з люпину.

Таблиця 3

**Вплив заварювання ППЛ і внесення гідрокарбонату натрію на технологічний процес і якість хліба, виготовленого на густій опарі**

Показники	Без добавок (контроль)	З внесенням 10 % до маси борошна			
		БЛ	СЛ	ЕБЛ	ЕСЛ
<b>Опара</b>					
Кислотність, град.: поч.  кін.		2,5 3,5			
Тривалість бродіння, хв.		180			
<b>Тісто</b>					
Вологість, %	43,0	43,0	43,1	42,8	42,9
Кислотність, град.: поч.  кін.	3,0 3,2	3,2 3,6	3,4 3,8	3,2 3,7	3,4 4,0
Тривалість бродіння, хв.	40	40	40	40	40
<b>Хліб</b>					
Питомий об'єм, см <sup>3</sup> /г	2,98	2,83	2,92	2,84	2,92
Формостійкість (Н/Д)	0,41	0,43	0,44	0,43	0,44
Пористість, %	74	71	72	71	72
Кислотність, град.	3,0	3,2	3,3	3,1	3,2
Стан і колір поверхні	гладка, світлокоричнева	гладка, коричнева			
Колір м'якушки	світла	світлий з приемним жовтим відтінком			
Структура пористості	рівномірна тонкостінна	середня нерівномірна			
Смак і аромат	притаманний хлібу, без стороннього присмаку				

Щоб наблизити питомий об'єм зразків з ППЛ до рівня хліба без добавок, досліджували вплив внесення в тісто олії, соєвого лецитину і ФП Fungamyl Super у різних комбінаціях (табл. 4).

## Показники якості хліба з внесенням 10 % СЛ, олією та поліпшувачами

Показники	Без до- бавок (конт- роль I)	З 10 % СЛ з додаванням, % до маси борошна			
		без поліпшу- вачів (конт- роль II)	олія – 1,5 лецитин – 0,7	ФП – 0,0001	олія – 1,5 лецитин – 0,7 ФП – 0,0001
Питомий об'єм, см <sup>3</sup> /г	2,81	2,75	2,95	2,85	3,10
Формостійкість (Н/Д)	0,41	0,4	0,42	0,41	0,42
Пористість, %	76	73	75	74	77
Кислотність, град.	3,0	3,8	3,6	3,6	3,6
Стан і колір поверхні	гладка, золотиста	гладка, світло-коричнева		гладка, темно-коричнева	
Колір м'якушки	світлий	жовтий			
Структура пористості	середня, рівномірна				
Смак і аромат	притаманний хлібу, без стороннього присмаку				

Аналіз результатів свідчить про оптимальні показники якості зразка, в який одночасно вносили олію, лецитин і ФП. Питомий об'єм даного зразка на 3...8 % більший за інші зразки та на 2 % більший за питомий об'єм хліба без добавок (рис. 3).

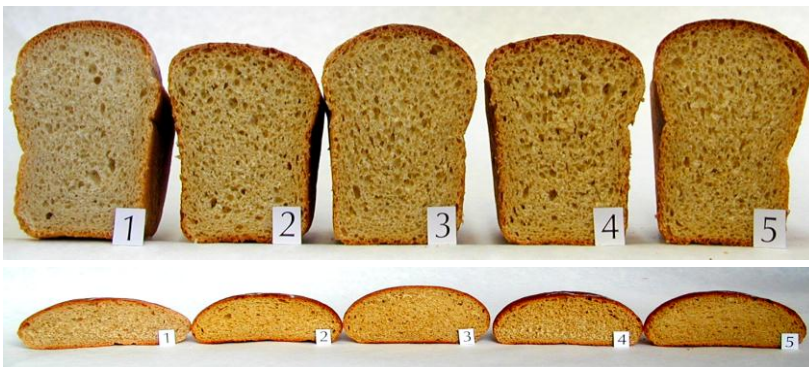


Рис. 3. Фотографії зразків хліба: **1** – без добавок (конт-роль I); **2-5** – з внесенням 10 % завареного СЛ: **2** – без поліпшувачів (контроль II); **3** – з внесенням 1,5 % олії та 0,7 % лецитину; **4** – з внесенням 0,0001 % ФП; **5** – з внесенням 1,5 % олії, 0,7 % лецитину та

За допомогою експериментально-статистичного методу оптимізації встановлено залежність питомого об'єму ( $Y_1$ ) і формостійкості ( $Y_2$ ) хліба з 10 % СЛ від кількості внесеного соєвого лецитину ( $X_1$ ), рослинної олії ( $X_2$ ) і ФП Fungamyl Super ( $X_3$ ).

Результати обробки експериментальних даних дали змогу отримати такі адекватні рівняння регресії (в натуральному вигляді):

$$Y_1 = 2,56 - 0,033 X_1 - 0,092 X_2 - 2402,1 X_3 + 0,241 X_1 X_2 + 1165,4 X_2 X_3 + 8445,5 X_1 X_3 - 2413,5 X_1 X_2 X_3$$

$$\text{та } Y_2 = 0,33 + 0,056 X_1 + 0,003 X_2 + 688 X_3 + 0,025 X_1 X_2 - 32 X_2 X_3 - 253 X_1 X_2 X_3.$$

Максимальне значення питомого об'єму  $Y_1 = 3,15$  і формостійкості  $Y_2 = 0,45$  досягається при  $X_1 = 0,8$  %;  $X_2 = 2,0$  %;  $X_3 = 0,00015$  % до маси борошна.

У п'ятому розділі “ДОСЛІДЖЕННЯ БІОХІМІЧНИХ І МІКРО-БІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ТІСТІ З ППЛ” при вивченні впливу

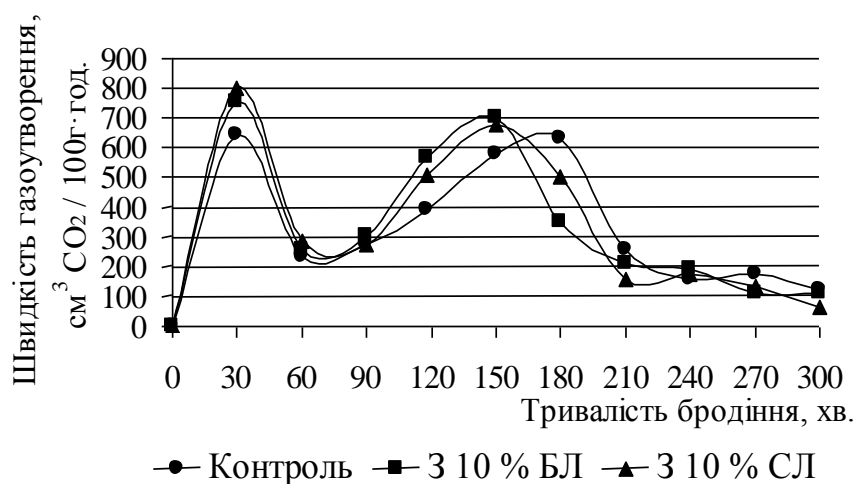


Рис. 4. Вплив ППЛ на динаміку газоутворення в тісті

люпинових продуктів на інтенсивність бродіння тіста встановлено, що вони сприяють підвищенню загального газоутворення в тісті завдяки більшому вмісту водорозчинних речовин, вільних амінокислот, цукрів, вітамінів. При цьому швидкість газоутворення в дослідних зразках більша, ніж

в контрольному, що є підґрунтям для скорочення тривалості бродіння тіста на 30 хв. (рис. 4). Встановлено, що внесення ППЛ в тісто позитивно впливає на активність та розмноження дріжджових клітин – зростає їх підйомна сила та кількість колоній утворюючих одиниць (КУО). На молочнокислі бактерії присутність ППЛ діє негативно: зменшується їх активність і пригнічується розмноження (табл. 5).

Таблиця 5

**Показники активності та життєдіяльності мікрофлори модельних опар**

Опара	Дріжджі		Молочнокислі бактерії	
	ПС, хв.	КУО · 10 <sup>6</sup>	активність, хв.	КУО · 10 <sup>8</sup>
Без добавок (контроль)	66	73	42	104
З борошном люпину	64	79	67	19
З солодом люпину	62	86	89	42

Внесення в тісто ППЛ інтенсифікує ферментативний гідроліз крохмалю пшеничного борошна, внаслідок чого накопичення цукрів за період дозрівання тіста збільшується на 22,0...49,8 %, їх витрати на бродіння – на 28,3...50,2 %, порівняно з тістом без добавок.

Внесення досліджуваних продуктів підвищує вміст загального азоту в тісті на 25 %. В результаті зменшується частка фракції білків клейковини, у 2,5 рази зростає частка проміжної фракції азотовмісних сполук тіста, значно зростає вміст водорозчинного азоту, в тому числі вільних амінокислот, що обумовлено високою активністю ферментного комплексу люпинових продуктів.

У шостому розділі “ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТІСТА З ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРОБКИ ЛЮПИНУ” пружно-еластичні властивості тіста з ППЛ вивчали за допомогою валориграфа. ВПЗ тіста з БЛ і СЛ, порівняно з контролем, підвищується на 2,7 і 4,2 % відповідно, що можна пояснити більш високою ВПЗ люпинових продуктів. При цьому зростає час утворення тіста, його розрідження протягом замісу, знижується стійкість і еластичність. Зниження еластичності зумовлює погіршення здатності білкових плівок утримувати CO<sub>2</sub> у тісті. Саме тому питомий об’єм тіста з 10 % БЛ і СЛ

зменшується на 17,5 і 14,7 % відповідно, що зумовлює зниження питомого об'єму готових виробів.

Вплив ППЛ на в'язко-пластичні властивості модельних водно-борошняних систем вологістю 70 % із заміною 10 % пшеничного борошна на ППЛ вивчали на ротаційному віскозиметрі "Реотест-2". Ефективна в'язкість модельних систем з люпиновими продуктами як на початку, так і через 2 год. ферментації перевищує в'язкість контрольного зразка на 21,7...39,2 % внаслідок високої ВПЗ люпинових продуктів. Це зумовлює помітне укріплення структури тіста, покращання його формостійкості.

Під час вивчення впливу ППЛ на властивості клейковини тіста встановлено, що з тіста з ППЛ відмивається на 1,8...2,9 % менше сирої клейковини як після замішування, так і через 2 год. автолізу тіста. При цьому підвищується її пружність і зменшується розтяжність, що зумовлено дегідратуючою дією добавок. Заварювання ППЛ перед внесенням їх у тісто дає змогу збільшити вміст сирої клейковини та покращити її якість, очевидно, внаслідок зменшення активності ферментного комплексу люпинових продуктів.

**У сьомому розділі "ХАРЧОВА, БІОЛОГІЧНА ТА СПОЖИВЧА ЦІННІСТЬ ХЛІБА З ППЛ. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ НОВИХ ВИДІВ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ З ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРОБКИ ЛЮПИНУ"** вивчено вплив ППЛ на вміст білка в хлібі, його біологічну цінність та засвоюваність. Аналіз вмісту і складу білкових речовин хліба свідчить, що вироби з 10 % БЛ і СЛ мають на 24...31 % вищий вміст білка, порівняно з пшеничним хлібом без добавок, більш високі скорі таких незамінних амінокислот, як лізин, треонін. Першою лімітуючою амінокислотою для усіх зразків є лізин, проте його скор у хлібі з БЛ і СЛ на 11,7 і 13,5 % відповідно вищий, порівняно з контрольним зразком.

Дослідженнями *in vitro* доведено, що ступінь перетравлення білкових речовин хліба з БЛ і СЛ на пепсиновій і трипсиновій стадіях вище, порівняно з контрольним зразком, у 1,5...3,0 і 2,0...4,1 рази відповідно, що свідчить про більш повне та швидке засвоєння поживних речовин хліба з ППЛ.

За рахунок високого вмісту пектинових речовин і клітковини в ППЛ хліб, збагачений ними, здатний виводити із організму людини іони важких металів, наприклад, іонів свинцю – на 56,4 % більше, порівняно з контролем, у той час як з соєвим борошном лише на 11 % (табл. 6).

Таблиця 6

**Комплексоутворювальна здатність хліба до іонів свинцю**

Хліб пшеничний з борошна I сорту	Внесено свинцю, мг/кг хліба	Зв'язано свинцю хлібом	
		мг/кг	% до внесеного
Без добавок (контроль)	300,0	97,5	32,5
З додаванням 10 % продуктів з насіння бобових			
Борошна з люпину	300,0	266,7	88,9
Борошна з солоду люпину	300,0	262,5	87,5
Борошна із сої	300,0	131,3	43,8

ППЛ підвищують споживчі властивості хліба. У процесі зберігання хліб з люпиновими продуктами зберігає свіжість довше, ніж контрольний зразок. Результати досліджень, проведених за допомогою дериватографа, показали, що в хлібі з БЛ і СЛ вміст зв'язаної води на 9...14 % на початку і 11...17 % через 24 год. зберігання більший, порівняно з хлібом без добавок (табл. 7), що можна пояснити більшим вмістом в дослідних зразках білкових речовин і некрохмальних високомолекулярних полісахаридів, які здатні більш міцно зв'язувати воду, що і сприяє сповільненню процесу черствіння виробів з ППЛ.

На основі проведених розрахунків хімічного складу хліба з люпиновими продуктами встановлено, що внаслідок заміни 10 % пшеничного борошна на БЛ і СЛ вміст білків в хлібі збільшується на 23,6...31,2 %. Покриття добової потреби організму в білку за рахунок вживання середньодобової кількості (близько 300 г) виробів з ППЛ складає 57,9...61,4 %. Застосування ППЛ дає змогу збагатити хліб не лише повноцінним білком, а й дефіцитними для сучасних раціонів біологічно активними речовинами: пектином, клітковиною, мінеральними елементами, вітамінами, в тому числі  $\alpha$ -токоферолом.

У роботі запропоновано апаратурно-технологічну схему виробництва хлібобулочних виробів з ППЛ для періодичного способу тістоприготування (рис. 5).

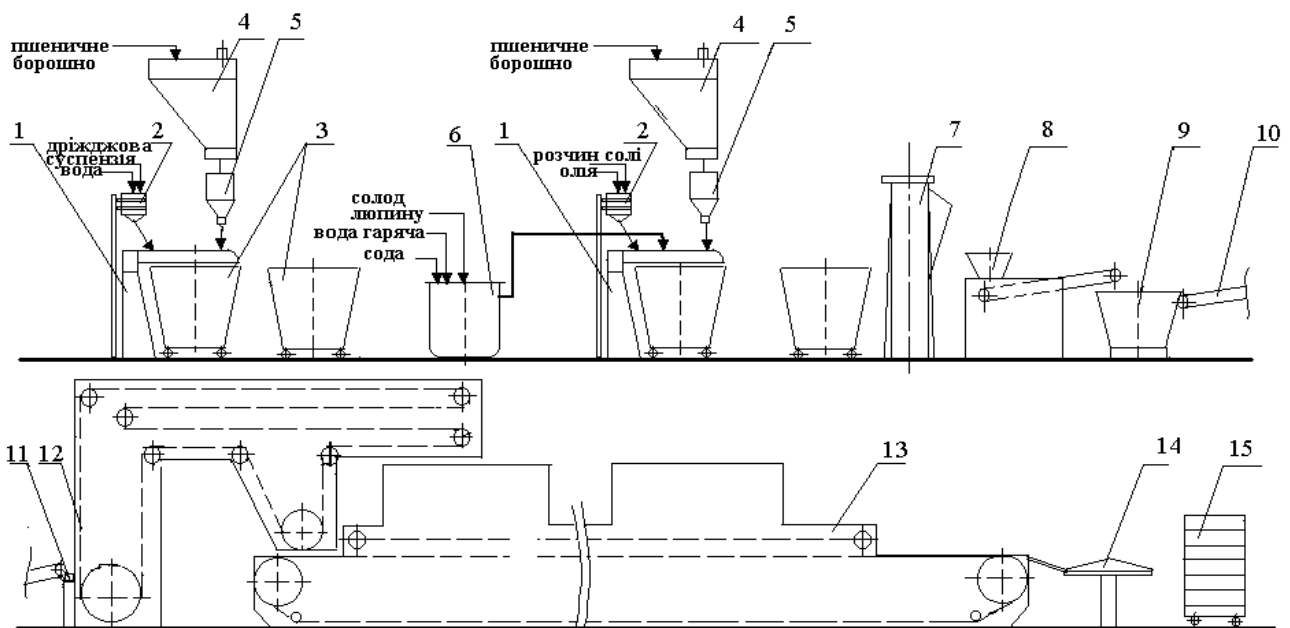


Рис. 5. Апаратурно-технологічна схема виробництва подового хліба з СЛ: 1 – тістомісильна машина А2-ХТБ; 2 – дозатор рідких компонентів Ш2-ХДБ; 3 – діжа; 4 – виробничий бункер; 5 – дозатор борошна А2-ХДА; 6 – ємність для заварювання солоду; 7 – діжеперекидач ПО-1; 8 – тістоподільник; 9 – округлювач ХТО; 10 – транспортер; 11 – посадчик тістових заготовок; 12 – вистійна шафа Т1-ХРЗ-140; 13 – піч БН-50; 14 – циркуляційний стіл; 15 – контейнер ХКЛ-18.

## ВИСНОВКИ

1. На основі проведених теоретичних і експериментальних досліджень обґрунтовано доцільність і перспективність використання продуктів переробки харчового люпину для підвищення харчової і біологічної цінності хлібобулочних виробів.

Встановлено, що основними перевагами насіння харчового люпину, порівняно із соєю, є низький вміст інгібіторів протеолітичних ферментів шлунку людини; високий вміст легкозасвоюваних фракцій білка і, відповідно, інтенсивність його перетравлення *in vitro*; вдвічі більший вміст харчових волокон.

2. Поглиблено вивчено хімічний склад і технологічні властивості продуктів переробки харчового люпину, досліджено основні закономірності їх зміни в процесах технологічної підготовки насіння (пророщування, екструдювання).

Встановлено, що у солоді люпину, порівняно з вихідним насінням, зростає частка водорозчинних білкових речовин і ступінь їх засвоєння; знижується активність інгібіторів протеїназ (інгібітору трипсину – до нульових значень); підвищуються амінокислотні скори: за лізином на 4,9 %, валіном – на 4,6 %, ізолейцином – на 9,7 %, сірковмісними амінокислотами – на 4,2 %; зменшується вміст олігосахаридів; зростає активність ферментного комплексу, в т.ч. фітази, та вміст  $\alpha$ -токоферолу в 10,8 раз. Це свідчить про підвищення харчової та біологічної цінності насіння люпину в процесі солодоращення.

3. Досліджено хлібопекарські властивості борошняних сумішей пшеничного борошна з ППЛ. Встановлено, що поряд з підвищеною активністю протеолітичних ферментів,  $\alpha$ -амілази і фітази, низькою активністю  $\beta$ -амілази, ППЛ мають високий вміст нелетких органічних кислот, серед яких переважає молочна і, відповідно, високу титровану кислотність.

4. Визначено закономірності впливу ППЛ на найважливіші параметри технологічного процесу і якість хліба. Встановлено, що оптимальним з точки зору забезпечення належних структурно-механічних властивостей тіста та необхідного підвищення біологічної цінності хліба є дозування ППЛ не більше 10 % до загальної маси борошна.

Для приготування хліба з ППЛ встановлено доцільність використання опарного способу тістоприготування з внесенням досліджуваних продуктів у тісто. Обґрунтовано необхідність стадії термічного оброблення (заварювання) ППЛ у технологічному процесі виробництва хліба.

5. Методами експериментально-статистичного моделювання та оптимізації встановлено оптимальні дозування добавок для виробництва пшеничного хліба з внесенням 10 % СЛ: олії – 2 %, соєвого лецитину – 0,8 %, ФП Fungamyl Super – 0,00015 % до маси борошна.

6. Встановлено вплив ППЛ на перебіг мікробіологічних і біохімічних процесів у тісті. Доведено, що продукти з люпину підвищують на 3...6 % активність і на 8...18 % здатність до розмноження дріжджових клітин та пригнічують ріст і активність молочнокислих бактерій у 2,5...5,5 і 1,6...2,1 рази відповідно. Внаслідок високої активності ферментного комплексу ППЛ активізується гідроліз крохмалю та білків у тісті, збільшується накопичення цукрів і водо-

розчинного азоту, що зумовлює прискорення швидкості газоутворення, скорочення тривалості дозрівання тіста.

7. Визначено вплив борошна з цілозмеленого насіння та борошна з його солоду на структурно-механічні властивості тіста. Встановлено, що внесення ППЛ у тісто підвищує його водопоглинальну здатність на 2,7...4,2 % і в'язкість на 21,7...39,2 %, укріплює клейковину. Підвищення в'язкості тіста затримує розвиток деформації текучості, що зумовлює зменшення його розпливання. Оскільки для такої структури характерні низькі пружно-еластичні деформації, це призводить до зменшення об'єму тістових заготовок і готових виробів.

8. Внесення продуктів з люпину у пшеничне тісто істотно змінює фракційний склад його білків, збільшуючи частки водорозчинної та "проміжної" фракцій і зменшуючи частку клейковини. Термічне оброблення (заварювання) ППЛ дає змогу збільшити вміст сирової клейковини та покращити її якість.

9. Показано, що ППЛ збагачують хліб не лише збалансованим за амінокислотним складом білком, а й біологічно-активними речовинами: пектином, клітковиною, пентозанами, органічними кислотами,  $\alpha$ -токоферолом, мінеральними елементами, що підвищує ступінь забезпечення добової потреби організму людини в цих речовинах і поширює можливості такого хліба як функціонального харчового продукту. При внесенні 10 % ППЛ до загальної маси борошна середньодобове вживання хліба (близько 300 г) забезпечує покриття добової потреби організму в білку на 57,9...61,4 %. У хлібі з БЛ і СЛ скор за першою лімітуючою амінокислотою лізином на 11,7 та 13,5 % відповідно вищий, порівняно з хлібом без добавок.

10. *In vitro* доведено, що швидкість перетравлення білкових речовин хліба з БЛ і СЛ на пепсиновій і трипсиновій стадіях вище, порівняно з контрольним зразком, у 1,5...3,0 і 2,0...4,1 рази відповідно.

11. Дослідами з визначення комплексуювальної здатності хліба відносно іонів свинцю встановлено, що хліб, збагачений люпиновими продуктами, здатний на 56,4 % більше, порівняно з контролем, зв'язувати та виводити із організму людини токсичні речовини, що можна пояснити високим вмістом пектинових речовин і клітковини в ППЛ.

12. Показано, що в хлібі з 10 % БЛ і СЛ вміст адсорбційно зв'язаної води на 8,6...13,9 % більший, ніж у хлібі без добавок, що пов'язано з внесенням з досліджуваними продуктами низькомолекулярних речовин і некрохмальних високомолекулярних полісахаридів, здатних міцно зв'язувати воду, що і зумовлює сповільнення процесу черствіння хліба з ППЛ.

13. У результаті проведених досліджень розроблено і затверджено нормативну документацію на "Борошно люпинове харчове", "Борошно із солоду люпину" та нові види хлібобулочних виробів з борошном із солоду люпину: хліб "Жовтневий" і булочку "Сонячну". Технології нових видів виробів пройшли апробацію у виробничих умовах.

14. Розрахунок очікуваної економічної ефективності використання борошна із солоду люпину при виробництві хлібобулочних виробів з підвище-

ним вмістом білка показав, що порівняно з виробами, збагаченими молочним білком, хліб з СЛ має меншу виробничу собівартість, за рахунок чого економія складе 107,60 грн. на 1 т готової продукції.

### **ПЕРЕЛІК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

1. *Арсеньєва Л.Ю., Бондар Н.П., Головченко О.В.* Використання насіння люпину для виробництва високобілкових харчових продуктів // Вісник ДонДУЕТ. 2003. – № 1 (17). – С. 79 – 83.

2. *Ферментативна активність та хлібопекарські властивості борошна з насіння бобових культур та їх солодів / Л.Ю. Арсенъєва, О.В. Борисенко, В.М. Махинько, Н.П. Бондар, О.Л. Карнаушенко // Вісник ХДТУСГ. – Вип. 22. – Харків. – 2003. – С. 189 – 195.*

3. *Склад і перетравлюваність білкових речовин продуктів перероблення бобових / Л.Ю. Арсенъєва, О.В. Борисенко, Н.П. Бондар та ін. // Наукові праці НУХТ. – 2004. – № 15. – С. 51 – 54.*

4. *Перспективи та безпечність використання насіння білого люпину для виробництва харчових продуктів / Г.О. Богданов, О.В. Головченко, Л.Ю. Арсенъєва, Н.П. Бондар // Вісник аграрної науки. – 2004. - № 11. – С. 57-60.*

5. *Оцінка харчової цінності та безпечності використання борошна з насіння бобових / Л.Ю. Арсенъєва, Н.П. Бондар, В.Ф. Доценко, О.В. Головченко // Хранение и переработка зерна. – 2004. – № 5 (59). – С. 48 – 50.*

6. *Дослідження фракційного складу білкових речовин продуктів переробки насіння бобових та тіста з цими продуктами / Л.Ю. Арсенъєва, О.В. Борисенко, Н.П. Бондар, В.М. Махинько, Б.І. Хіврич, В.Ф. Доценко // Вестник НТУ “ХПИ”. – 2004. – № 29. – С. 78 – 84.*

7. *Арсеньєва Л.Ю., Бондар Н.П., Усатюк С.І.* Комплексоутворювальна здатність хліба з продуктами переробки люпину // Хранение и переработка зерна. – 2005. – № 6 (72). – С. 56 – 58.

8. *Пат. 70705 А України, МПК<sup>7</sup> А21D8/02.* Спосіб виробництва пшеничного хліба / Л.Ю. Арсенъєва, Н.П. Бондар, В.М. Махинько, О.В. Борисенко – № 20031212249; Заявл. 24.12.2003. Опубл. 15.10.2004, Бюл. № 10.

9. *Пат. 62463 А України, МПК<sup>7</sup> А21D8/02.* Спосіб виробництва пшеничного хліба з підвищеним вмістом білка / Л.Ю. Арсенъєва, Н.П. Бондар, О.В. Головченко, В.Ф. Доценко – № 2003032653; Заявл. 27.03.2003; Опубл. 15.12.2003, Бюл. № 12.

10. *Ферментативна активність борошна з насіння бобових культур та їх солодів / Л.Ю. Арсенъєва, О.В. Борисенко, В.М. Махинько, Н.П. Бондар, Б.І. Хіврич // Харчова промисловість. Додаток до журналу № 3. – 2004. – С. 90 – 91.*

11. *Антиаліментарні складові насіння бобових культур та продуктів їх переробки у складі хліба / Л.Ю. Арсенъєва, Б.І. Хіврич, В.М. Махинько, Н.П. Бондар, О.В. Борисенко // Матеріали науково-техн. конф. “Безпечність продуктів харчування вітчизняного виробництва” – К. – 2003. – С. 52 – 54.*

12. *Бондар Н.П., Арсеньева Л.Ю.* Перспективність використання продуктів переробки білого люпину в хлібопекарському виробництві // Програма і матеріали 69-ї наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів. – Ч. II – К.: НУХТ. – 2003. – С. 59.

13. *Визначення* вмісту антипоживних речовин продуктів переробки насіння бобових у складі хліба / О.В. Борисенко, В.М. Махинько, Н.П. Бондар, Л.Ю. Арсеньева // Програма і матеріали 70-ї наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів. – Ч. II – К.: НУХТ. – 2004. – С. 55.

14. *Бондар Н.П., Борисенко О.В., Арсеньева Л.Ю.* Визначення комплексуютьовальної здатності харчових волокон продуктів рослинного походження // Програма і матеріали 71-ї наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів. – Ч. II – К.: НУХТ. – 2005. – С. 53.

15. *Підвищення* ефективності використання насіння бобових у продуктах харчування / Л.Ю. Арсеньева, В.М. Махинько, Н.П. Бондар та ін. // Сб. науч. стат. ОЦНТЭИ. – Одесса: ОЦНТЭИ – 2004. – С. 10 – 15.

16. *Комплексоутворювальна* здатність хліба з продуктами переробки люпину / Л.Ю. Арсеньева, Н.П. Бондар, О.В. Борисенко, С.І. Усатюк // матеріали ІХ міжн. науково-техн. конф. “Нові технології та технічні рішення в харчовій та переробній промисловості: сьогодні і перспективи” – К.: НУХТ, 2005. – С. 107 – 108.

#### *Особистий внесок:*

1) участь у проведенні аналітичного огляду літературних джерел, експериментальних досліджень, узагальненні результатів, підготовці матеріалів до публікації [1, 4];

2) участь у проведенні патентного пошуку, підготовці формули винаходу, проведенні експериментальних досліджень, обробці результатів і написанні заявки на винахід [5, 6];

3) участь у проведенні експериментальних досліджень, обробленні результатів, підготовці матеріалів до публікації [3, 7, 8, 11, 14, 15, 16];

4) участь у проведенні експериментальних досліджень, обробці результатів [2, 9, 10, 12, 13].

### **АНОТАЦІЯ**

**Бондар Н.П.** Дослідження технологічних властивостей харчового люпину і розробка способів використання його у хлібопекарській промисловості. - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів та харчових концентратів. – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2006.

Дисертаційна робота присвячена розробці науково обгрунтованої технології хлібобулочних виробів підвищеної харчової, біологічної та споживчої цінності з використанням продуктів переробки харчового люпину (ППЛ).

Вивчено хімічний склад і технологічні властивості борошна з цілозмеленого насіння люпину; проведено оцінку доцільності пророщування та екструдкування борошна і солоду люпину з точки зору змін у хімічному складі отриманих продуктів, їх біологічної цінності та технологічних характеристик як сировини хлібопекарського виробництва. Досліджено вплив ППЛ на технологічний процес і якість хлібобулочних виробів, на біохімічні, мікробіологічні процеси в тісті, його структурно-механічні властивості. Встановлено, що ППЛ підвищують в'язкість і формоутримувальну здатність, погіршують еластичність тіста і його газоутримувальну здатність. Експериментально підтверджено, що хлібобулочні вироби з ППЛ здатні виводити із організму токсичні речовини.

Розроблено і затверджено НД на ППЛ та хлібобулочні вироби з ними.

*Ключові слова:* білий харчовий люпин, солод люпину, харчова цінність, біологічна цінність хлібобулочних виробів.

## АННОТАЦІЯ

**Бондарь Н.П. Исследование технологических свойств пищевого люпина и разработка способов его использования в хлебопекарной промышленности. - Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01 – Технология хлебопекарных продуктов и пищевых концентратов. – Национальный университет пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Киев, 2006.

Диссертация посвящена разработке научно обоснованной технологии хлебобулочных изделий повышенной пищевой, биологической и потребительской ценности с использованием продуктов переработки пищевого люпина (ППЛ).

Детально изучен химический состав и технологические свойства муки из цельносмолотого зерна люпина. Сравнительный анализ состава и свойств люпиновой и соевой муки позволил сделать вывод о перспективности и конкурентоспособности люпина как сырья хлебопекарной промышленности, так как по содержанию и биологической ценностью белка он не уступает сое, а по степени переваривания значительно превосходит соевый белок.

Дана оценка целесообразности проращивания зерна люпина и экструдирования муки и солода люпина с точки зрения изменений в химическом составе полученных продуктов, их биологической ценности и технологических характеристик как сырья хлебопекарного производства.

Исследованы закономерности влияния ППЛ на технологический процесс и показатели качества хлеба. Оптимальной дозировкой люпиновых продуктов является 10 % к массе пшеничной муки. Установлено, что внесение в тесто ППЛ приводит к повышению кислотности теста, сокращению времени брожения, уменьшению объема и пористости хлеба и повышению его формоустой-

чивости. Вследствие высокой активности протеолитических ферментов и  $\alpha$ -амилазы муки и солода люпина необходимой является стадия их заваривания перед внесением в тесто. Для нейтрализации избыточной кислотности теста и готовых изделий предложено использование гидрокарбоната натрия в количестве 0,010 – 0,015 % к общей массе муки.

Экспериментально-статистическим методом оптимизации получены математические модели, адекватно описывающие влияние растительного масла, соевого лецитина и ФП Fungamyl Super на качество хлеба с солодом люпина. Установлено, что максимальное значение удельного объема и формоустойчивости хлеба может быть получено при дозировании растительного масла – 2 %, соевого лецитина – 0,8 % и ФП Fungamyl Super – 0,00015 % к общей массе муки.

Показано, что в тесте с ППЛ увеличивается содержание общего азота на 25 %, значительно возрастает количество водорастворимого азота, в т.ч. свободных аминокислот, и уменьшается содержание фракции белков клейковины; в 2,5 раза возрастает содержание промежуточной фракции азотистых веществ, служащей стабилизатором структуры теста.

Установлено, что присутствие ППЛ в тесте положительно влияет на развитие и активность дрожжевых клеток и угнетает молочнокислые бактерии.

Изучено влияние ППЛ на реологические свойства теста. Установлено, что мука и солод люпина повышают вязкость и формоудерживающую способность, ухудшают эластичность теста, его газоудерживающую способность, что способствует снижению объема и пористости хлеба.

Доказано, что ППЛ замедляют процесс черствения хлеба. Методом термометрического анализа показано, что причиной этого является изменение соотношения форм связи влаги в хлебобулочных изделиях в сторону повышения содержания связанной воды. Показано, что ППЛ обогащают хлебобулочные изделия не только полноценным белком, но и пищевыми волокнами, пектином, минеральными веществами, витаминами, в т.ч.  $\alpha$ -токоферолом, что повышает степень обеспечения суточной нормы организма человека в этих биологически активных веществах, обуславливает функциональные свойства изделий.

Установлено, что хлеб с ППЛ обладает комплексообразующей способностью по отношению к тяжелым металлам.

Теоретические и практические аспекты использования ППЛ положены в основу разработки технологии хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности. Разработана и утверждена НД на ППЛ и новые виды хлебобулочных изделий с ними. Технология новых видов хлебобулочных изделий прошла апробацию в производственных условиях.

*Ключевые слова:* белый пищевой люпин, солод люпина, пищевая ценность, биологическая ценность хлебобулочных изделий.

## ANNOTATION

**Bondar N.P. The researching of technological properties of food lupin and developing of ways of lupin using in bread-making. – Manuscript.**

The dissertation for obtaining of degree of Candidate of Technical Sciences in specialty 05.18. 01 – Technology of bread-making products and food concentrates. – National University of Food Technology, Kyiv, 2006.

The dissertation is dedicated to the developing of scientifically grounded technology of bread of increased food, biological as well as consumer value with using of products of lupin processing (PLP).

The chemical content and technological properties of flour from wholegrinded lupin grain have been determined; the estimation of expedience of germinating and extruding of flour and malt of lupin has been made as change in chemical content of ready product as well as their biological value and technological characteristics as raw of bread-making show. The influence of PLP to biochemical, microbiological processes in dough and their structural-mechanical properties has been researched. It has been proven that PLP increase viscosity and formholding property along with changing for the worse of dough elasticity, its gasholging property that causes the reducing of bread volume and its porosity. Experimentally grounded that bread products with PLP are able to take out from organism the toxic substances.

The normative documentation for the PLP and bread products with PLP has been developed and approved.

*Keywords:* white food lupin, malt of lupin, food value, biological value, bake-ry products.