

АДАПТАЦІЯ ЛОКАЛЬНОЇ СИРОВИНИ У ТЕХНОЛОГІЮ ШВИДКО-ЗАМОРОЖЕНОЇ ЛАЗАНЬ

Тележенко Л.М., д-тор техн. наук, професор, Іваненко Є.В., аспірант
Одеський національний технологічний університет

Анотація. Розширення асортименту заморожених напівфабрикатів швидкого приготування на сьогодні є актуальним і своєчасним. Резервування практично готових страв протягом тривалого часу дозволить оптимізувати роботу закладів ресторанного господарства, підвищити їх конкурентоспроможність, удосконалити різні форми обслуговування споживачів. Показано, що борошняні кулінарні вироби складають найбільшу частку цього сегменту ринку і уведення до асортименту популярної у багатьох країнах світу лазань надасть додаткову перевагу в організації бізнесу. Виробництво борошняних листів, що складають основу багатошарової композиції страви, доцільно здійснювати на основі локальної сировини, що має певні відмінності. Найбільш характерною відмінністю твердих і м'яких сортів пшениці є склоподібність, що визначає направленість білково-крохмальних процесів у подальшій переробці сировини. За кількістю білка борошно з твердих і м'яких сильних сортів пшениці відрізняється не значно, проте якість і взаємодія білкових структур суттєво впливає на технологічні властивості тіста та готових виробів. Скорегувати трансформацію білкових структур можна шляхом зміни рецептурної композиції і удосконаленням режимів механічної обробки тіста в процесі змішування. Показано, що крупинки крохмалю у борошні, отриманому з пшениці м'яких сортів, містять порівняно більше амілози. Остання має лінійну структуру і молекулярну масу до 10^6 , на відміну від амілопектину, що має сферичну форму і молекулярну масу до 10^8 . Уведення в систему мономолекулярних речовин, які приймають участь в структуроутворенні, дозволяє отримати більш стабільні форми крохмалю. Проведено пошук добавок до рецептури тіста і визначено, які з них дозволяють досягти бажаного результату. Процес заморожування розморожування лазань супроводжується фазовим переходом води і її міграцією з центральних шарів до фронту фазового переходу. Здатність систем зв'язувати воду більше залежить від їх структури, що має особливе значення при заморожуванні продуктів, так як в результаті льодоутворення відбуваються структурні зміни та міграція вологи. Ці перетворення належить дослідити в подальшому.

Ключові слова. заморожені напівфабрикати, лазанья, борошно пшениці з твердих і м'яких сортів, білково-крахмальні перетворення у тісті.

Вступ. Одним із основних напрямків розвитку громадського харчування є виробництво кулінарних напівфабрикатів високого ступеня готовності, з яких внаслідок мінімально необхідних технологічних операцій одержують страви або кулінарні вироби [1]. Така організація технологічного процесу в закладах ресторанного господарства є гнучкою, ритмічною та дозволяє зменшити критичний час виготовлення страв. Також заморожені напівфабрикати можуть бути реалізовані через торгівельну мережу і магазини кулінарії. Темп життя сучасної людини залишає їй все менше часу на рутинні домашні справи, в число яких входить і щоденне приготування їжі. Все більше співвітчизників не мають достатньо часу для самостійного приготування, а купують заморожені напівфабрикати і просто доводять їх до готовності протягом декількох хвилин.

Результати моніторингу ринку заморожених напівфабрикатів в Україні свідчать, що його структура формується переважно за видами продукції: 65% припадає на пельмені, вареники та аналогічні вироби; 19% — на м'ясні напівфабрикати; 12% — на млинці, чебуреки та подібну продукцію; 4% становлять сирні вироби. [2]. Аналіз стану сучасного ринку борошняних напівфабрикатів свідчить про зростання питомої ваги різних видів продукції у цій групі [2, 3].

Незважаючи на складну економічну ситуацію, прогнозується, що ринок напівфабрикатів в Україні у середньостроковій перспективі зростатиме в середньому на 4,5% щороку. Повне відновлення до довоєнного рівня, однак, є малоймовірним. Основними детермінантами розвитку виступають чисельність населення і його купівельна спроможність. За умов тривалих кризових явищ можливе збільшення частки дешевших продуктів — зокрема, за курятини або зі зниженим вмістом сиру [2], а також необхідність постійного оновлення асортименту основних груп продукції.

Літературний огляд. У межах Концепції державної політики щодо формування здорового харчування особлива увага приділяється розробленню інноваційних харчових продуктів із чітко визначеним складом та функціональними властивостями. Виробництво швидкозаморожених напівфабрикатів здійснюється на спеціалізованих харчових підприємствах, у заготівельних цехах ресторанних холдингів, а за потреби — безпосередньо у виробничих підрозділах закладів ресторанного господарства, оснащених відповідним технологічним обладнанням. Створення нових видів продукції є необхідною умовою забезпечення конкурентоспроможності підприємств харчування в сучасних ринкових умовах та відповідає тенденціям розвитку індустрії здорового харчування.

Підхід до створення й виробництва нового асортименту швидкозаморожених борошняних напівфабрикатів ґрунтується на визначенні найбільш популярних світових страв, вивченні особливості їх виготовлення при застосуванні локальної сировини та здатності до заморожування продукції високого ступеня готовності. Таке комплексне дослідження включає вивчення властивостей сировини й компонентів продукту, моделювання рецептур і технологічних процесів виробництва, а також розв'язання питання збереження основних властивостей продуктів під час заморожування, зберігання та розморожування.

Розширити асортимент борошняних та м'ясних напівфабрикатів можна шляхом впровадження у виробництво популярної італійської страви лазанья, яка все більше подобається споживачам в Україні. Такий продукт являє собою багаточасову композицію, основу якої складають борошняні листи, між якими розміщують фарш просочений соусом.

Традиційно італійці при виготовленні тіста для пасти і лазанї застосовують борошно твердих сортів пшениці (*durum*), що забезпечує високу якість готового продукту. Враховуючи напрям України на євроінтеграцію, Міністерство аграрної політики проводить роботи з адаптації методів та стандартів визначення якості та класифікації зерна і затвердило оновлений ДСТУ 3768:2019 «Пшениця. Технічні умови». Відповідно, стандарт набуває європейських норм згідно з ДСТУ ISO6322-1, ДСТУ ISO6322-2, ДСТУ ISO6322-3 [4]. Важливими є такі ознаки: клас, скловидність, показник вологості та натуре, вміст клейковини та білку, наявність сміттєвих домішок, паразитів тощо. Зерно пшениці розділяють на м'які та тверді сорти.

Зерно твердих і м'яких сортів пшениці всіх класів повинно бути здоровим, неушкодженим і містити мінімальну кількість домішок. Одним із ключових показників якості є запах — він має бути властивим зерну, без сторонніх ароматів, а колір — насиченим, жовтуватим. Вміст клейковини є визначальним критерієм для оцінювання технологічних властивостей пшениці. Зерно, уражене шкідниками або мікрофлорою, характеризується зниженням вмісту білкових сполук, що негативно впливає на формування клейковини. У високоякісному зерні частка білка становить у середньому 14–14,5%. На підвищення рівня білка та клейковини істотно впливає застосування азотних добрив у фазі активного росту та колосіння. Не менш важливим показником є склоподібність зерна, що відображає його консистенцію та визначає інтенсивність білково-крохмальних взаємодій під час переробки. Високий ступінь склоподібності свідчить про більшу механічну міцність зерна. Для твердої пшениці характерна склоподібна структура ендосперму, тоді як м'які сорти відзначаються більш різномірною консистенцією. Обидва види пшениці мають високу харчову цінність, проте різняться за мікронутрієнтним складом: тверда пшениця містить більше білка, тоді як м'яка — більшу кількість жирів, вуглеводів, клітковини, а також підвищений вміст вітамінів і мінералів [4]. Показник натуре зерна відображає ступінь його виповненості, що є ознакою завершеності процесів синтезу основних біополімерів — білків, крохмалю та цукрів. Чим більша натура, тим вищий вміст ендосперму, а отже, і запасних поживних речовин, що визначають якість борошна.

Тверді та м'які сорти пшениці мають деякі відмінності у характеристиках (табл. 1 і 2).

Таблиця 1

Деякі характеристики твердої пшениці (за класами)

Показник	Значення за класами				
	1 клас	2 клас	3 клас	4 клас	5 клас
Натура, г/л не менше ніж	750	750	730	710	Без обмежень
Вологість, % не більше ніж	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5
Склоподібність, % не менше ніж	70	60	50	40	Без обмежень
Масова частка білка у перерахунку на суху речовину, % не менше ніж	14	13	12	11	Без обмежень

Таблиця 2

Деякі характеристики м'якої пшениці (за класами)

Показник	1 клас	2 клас	3 клас	5 клас
Натура, г/л не менше ніж	775	750	730	Без обмежень
Вологість, % не більше ніж	14	14	14	14
Склоподібність, % не менше ніж	50	40	Без обмежень	Без обмежень
Масова частка білка у перерахунку на суху речовину, % не менше ніж	14	12,5	11	Без обмежень
Масова частка сирієї клейковини, %	28	23	18	Без обмежень

Тверді сорти пшениці відзначаються щільнішою структурою ендосперму та підвищеним умістом білка порівняно з м'якими. Для них характерна також вища вологоємність за сталого рівня сухих речовин. Зерно твердих сортів має більш жорстку консистенцію і містить більшу кількість амілози, що впливає на формування щільнішої структури крохмальних гранул. Крім того, тверда пшениця вирізняється підвищеним умістом ліпідів, вітамінів та мінералів, які визначають її високу харчову цінність.

Натомість м'які сорти пшениці характеризуються меншою кількістю білка і жиру, м'якішою консистенцією зерна та нижчою щільністю. У порівнянні з твердими сортами, вони містять менше вітамінів і мінера-

льних речовин, а також мають нижчий показник вологості при однаковому вмісті сухих речовин. У борошні з твердих сортів багато клейковини, крохмальні крупинки тверді та маленькі. Для замісу тісту потрібно багато води. З такого злаку роблять усі види пасти та крупи. У борошні з м'якого злаку крупинки крохмалю більше і м'якше, менше клейковини, води потрібно мало. Така пшениця підходить для приготування пишного тіста.

За врожайністю тверді сорти пшениці поступаються м'яким на 2-5 ц/га, але вони менш схильні до хвороб і шкідників і майже не обсіпаються. Через кліматичні особливості, традиційне культивування тощо в Україні вирощують головним чином м'які сорти пшениці. Тож необхідно визначити наскільки незначні відмінності у хімічному складі та особливості структури пшениці м'яких сортів вплинуть на якість швидкозамороженого напівфабрикату лазаньї.

Таким чином, найбільш характерною відмінністю твердих і м'яких сортів пшениці є склоподібність, що визначає направленість білково-крохмальних процесів у подальшій переробці.

За кількістю білка борошно з твердих і м'яких сильних сортів пшениці відрізняється не значно, проте якість і взаємодія білкових структур суттєво впливає на технологічні властивості тіста та готових виробів. Наприклад, дисульфідні зв'язки в білках пшениці відіграють важливу роль так як вони надають клейковині пружних властивостей. Тому при характеристиці білків локальної сировини (табл. 2) наведено ще й масову частку сиріої клейковини.

Сира клейковина містить приблизно 70 % вологи, а її сухі речовини представлені переважно білковими сполуками. У складі сухої речовини клейковини міститься близько 39–45 % гліадину, 34–40 % глютеніну та 3–7 % глобулінів і альбумінів, які зберігаються навіть після багаторазового промивання. Основні фізичні характеристики сиріої клейковини — пружність, розтяжність і здатність утримувати газ — мають вирішальне значення для формування структури тіста та якості готових борошняних виробів.

Проте не лише властивості сировини впливають на перетворення білків. При замішуванні тіста відбуваються різні процеси, у тому числі окисні перетворення, що призводить до втрати незамінних амінокислот. Наявність у системі антиоксидантів (наприклад, аскорбінової кислоти) [5,6] може ізолювати вільні –SH групи глютатіону (протекторного пептиду) від участі у сульфгідрільно-дисульфідній взаємодії з білками клейковини, що формуватиме якість продукту.

Технологічний процес приготування тіста також впливає на білкові речовини сировини, що призводить до тих чи інших перетворень (агрегації, деструкції білків тощо), в залежності від міри впливу і способу замішування.

Очевидно, що відмінність у структурі крохмалю зерен різних видів, матиме певний вплив на властивості борошна. Крупинки крохмалю у борошні, отриманому з пшениці м'яких сортів, містять порівняно більше амілози. Остання має лінійну структуру і молекулярну масу до 10^6 , на відміну від амілопектину, що має сферичну форму і молекулярну масу до 10^8 . Характеристика основних властивостей цих фракцій крохмалю наведена в таблиці 3.

Таблиця 3

Порівняльна характеристика основних властивостей амілози і амілопектину

Показник	Амілоза	Амілопектин
Розчинність у воді	Розчинна у гарячій воді	Набухає у гарячій воді, утворюючи клейстери
Стабільність розчину при зберіганні	Розчини не стабільні здатні до ретроградації	Залишаються стабільними тривалий час
Будова	Лінійна, молекули утворюють спіралі	Розгалужена, молекули утворюють сфери

Для крохмалів взаємодія з водою залежить від співвідношення у молекулі амілози та амілопектину. Згідно з дослідженнями, проведеними у різні роки [7,8,9] можна стверджувати, що крохмаль з високим вмістом амілози виявляє желуючі властивості. Крохмаль, в якому більше амілопектину характеризується більш високою плинністю. Це необхідно врахувати при адаптації локальної сировини, якою є борошно пшениці м'яких сортів, у технологію лазаньї.

Амілоза крохмалів може утворювати конформації різних видів, що суттєво позначається на структурі гелю [10]. Наявність в системі певних речовин може призводити до утворення більш протягнутої спіралі. В той час як уведення мономолекулярних речовин, які приймають участь в утворенні структури, дозволяє отримати більш стабільні форми крохмалю. Стабілізація відбувається за рахунок водневих містків між сусідніми залишками О-2 та О-3 або іншими елементами структури.

Для того щоб наблизити характеристики тіста з борошна м'яких сортів до характеристик тіста з твердих сортів для виготовлення лазаньї потрібно підвищити міцність клейковинної сітки, відрегулювати крохмальну фазу та вологоутримання.

Виходячи із літературних даних, кукурудзяне борошно містить природні каротиноїдні пігменти (лютеїн, зеаксантин), які забезпечують жовте забарвлення тіста, подібне до продуктів з дуруму. Крім того, більші частинки кукурудзяного борошна надають тілу зернистої текстури, що є характерною для італійських макаронних виробів. Низький вміст білка та відсутність глютену знижують надмірну розтяжність пшеничного тіста, наближаючи його до щільної консистенції, типової для тіста з твердих сортів пшениці.

Для тонкого налаштування співвідношення амілози/амілопектину і в'язко-пружних властивостей крохмальної фази застосовують кукурудзяний крохмаль. Це впливає на набухання, твердість після термообробки та стабільність тіста. Кукурудзяний крохмаль характеризується високим вмістом крохмалю (90–95 %) при мінімальному вмісті білка. Додавання цієї сировини змінює співвідношення крохмалю і білка в пшеничному борошні, зменшуючи надмірну еластичність тіста та підвищуючи його стабільність під час варіння. Таким чином, кукурудзяний крохмаль коригує реологічні показники, зокрема в'язкість та формостійкість, що наближає характеристики тіста до семоліни [15, 16, 17, 18].

Вівсяні висівки містять значну кількість білка (15–17 %) і харчових волокон, особливо бета-глюканів. Вони підвищують водопоглинальну здатність борошна і стабільність тіста, зменшують його розварюваність. Окрім технологічного ефекту, ця добавка підвищує харчову цінність продукту, збагачуючи його білком і харчовими волокнами [19, 20, 21].

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження було визначення можливостей адаптації локальної рослинної сировини (пшеничне борошно м'яких сортів) у технологію швидкозамороженої лазаньї з метою наближення її фізико-хімічних та органолептичних властивостей до виробів із борошна твердих сортів (дурум). Шляхом змішування з додатковими компонентами скоригувати баланс білка, крохмалю та клітковини, а також відтворити характерні реологічні властивості тіста з дуруму (вища пружність, щільність, стабільність при термообробці).

В даній роботі були вирішені наступні завдання:

Провести аналіз сучасного стану ринку заморожених борошняних напівфабрикатів та обґрунтувати актуальність впровадження лазаньї у вітчизняне виробництво.

Дослідити відмінності у фізико-хімічних характеристиках борошна твердих та м'яких сортів пшениці, що впливають на якість тіста.

Визначити вплив додавання сухої пшеничної клейковини, кукурудзяного крохмалю та вівсяних висівок на структуроутворення тіста з пшеничного борошна вищого гатунку.

Розробити кілька рецептур тіста для лазаньї з локальної сировини та визначити їх органолептичні, фізичні та хімічні показники.

Порівняти отримані результати із класичною рецептурою тіста з дуруму та визначити найбільш оптимальні рецептурні композиції для промислового використання

Матеріали і методи досліджень. Для проведення досліджень використовували борошно пшеничне із твердих сортів та борошно пшеничне вищого гатунку з додаванням кукурудзяного крохмалю, кукурудзяного борошна та вівсяних висівок. Дослідження проводились як із сировиною, так і з виготовленими з них зразками тіста для лазаньї.

Методика розробки рецептур. Балансування білково-клейковинного комплексу:

Суша клейковина введена для підвищення вмісту білка і посилення глютенної сітки, адже пшеничне в/г борошно має слабшу клейковину. Діапазон 2,0–4,0 % підібраний за аналогією з роботами з модифікації м'яких сортів пшениці [22,23,24,].

Корекція вмісту крохмалю:

Кукурудзяний крохмаль додавався у межах 1,3–3,3 %. Його роль — знизити надмірну пластичність тіста і зробити його щільнішим. Верхня межа (3,3 %) обрана експериментально як та, що ще не руйнує структуру, але помітно наближає до реології *semolina* [25,26,27,28,29,30].

Підвищення водопоглинання та стабільності:

Вівсяні висівки у кількості 1,3–3,2 % вводилися як джерело харчових волокон і білка. Вони абсорбують воду та знижують розварюваність тіста. Діапазон вибрано за результатами вітчизняних досліджень [31,32,33]

Фіксація вологи:

Вода утримувалася на постійному рівні (34 %), щоб ізолювати вплив саме складу сухої частини та виключити фактор різної гідратації при замісі.

Рецептура 1: мінімальні рівні добавок (контрольна суміш).

Рецептура 2: максимальне збагачення сухою клейковиною (для компенсації слабкої глютенної мережі).

Рецептура 3: підвищена частка кукурудзяного крохмалю (для максимальної щільності).

Рецептура 4: підвищена частка вівсяних висівок (для стабільності та функціональності).

Рецептура 5: збалансований варіант, із середніми рівнями усіх добавок.

Методи дослідження властивостей сировини. Для оцінки якості пшеничного борошна було визначено вологість борошна, вміст сирого протеїну, крохмалю, кислотність борошна та кількість клейковини.

Вологість борошна визначалась за ДСТУ ISO 712:2015 «Зернові та продукти з них. Визначення вмісту вологи. Контрольний метод» (ISO 712:2009).

Вміст сирого протеїну - ДСТУ ISO 20483:2016 «Злакові та бобові культури. Визначання вмісту азоту та сирого протеїну методом К'ельдаля» (ISO 20483:2013, IDT).

Вміст крохмалю - ISO 10520:1997 «Крохмаль нативний. Визначення вмісту крохмалю. Поляриметричний метод Еверса».

Кількість клейковини – ДСТУ ISO 21415-1:2009 «Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Визначання сирової клейковини ручним способом» (ISO 21415-1:2006, IDT).

Методи дослідження тіста. Вологість тіста та формостійкість тіста визначалась згідно з вимогами ДСТУ 4910:2008 «Хліб, булочки та здобні вироби. Методи визначення фізико-хімічних показників».

Водопоглинання тіста визначалось гравіметричним методом: до навішування борошна поступово додають воду, замішуючи до утворення тіста середньої пластичності (не липне до рук, але не розсипається). Вимірюють кількість доданої води та розраховують у відсотках до маси борошна за формулою

$$W = \frac{m_b}{m_g} \cdot 100$$

W — водопоглинання, %

m_b — маса води, доданої до зразка, г

m_g — маса борошна (або суміші сухих інгредієнтів), г

Втрати при варінні визначались за ISO 7304-1:2016 «Манна крупа з твердих сортів пшениці та харчові макаронні вироби — Оцінка кулінарних якостей харчових макаронних виробів за допомогою сенсорного аналізу».

Показник твердості листів для лазань визначався за допомогою органолептичної оцінки.

Результати та їхнє обговорення. Для оцінки якості та порівняння пшеничного борошна вищого гатунку та борошна із твердих сортів пшениці було визначено основні фізико-хімічні показники (Таблиця 4).

Таблиця 4

Фізико-хімічні показники пшеничного борошна із твердих сортів пшениці та борошна вищого гатунку.

Показник	Durum (тверда пшениця)	Пшеничне борошно вищого гатунку (м'яка пшениця)
Вологість, %	13,8	14,2
Сирий протеїн, %	12,6	11,1
Крохмаль, %	74,5	71,2
Клейковина, %	30,3	25,3

За класичною рецептурою тісто для лазань виготовляється із двох компонентів: борошно та вода у співвідношенні 2:1 [22, 23,24]. Для визначення оптимальної рецептурної композиції для виготовлення тіста для лазань із використанням пшеничного борошна вищого гатунку, яка за своїми властивостями та фізико-хімічними показниками буде наближена до тіста із дурум, було розроблено 5 зразків із різним співвідношенням компонентів (Таблиця 5).

Таблиця 5

Рецептурні композиції тіста для лазань із пшеничного борошна вищого гатунку

Компонент,%	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3	Рецептура 4	Рецептура 5
Борошно пшеничне в/г	61,4	58,7	58,7	58,3	58,7
Суха клейковина	2,0	4,0	2,7	2,6	3,3
Кукурудзяний крохмаль	1,3	1,3	3,3	1,9	2,0
Вівсяні висівки	1,3	2,0	1,3	3,2	2,0
Вода	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0

В розроблених рецептурних композиціях та в класичній рецептурі листів для лазань було визначено відсоток сирового протеїну та клейковини, водопоглинання та втрати при варінні (Таблиця 3). Твердість визначали органолептичним методом за допомогою сенсорної шкали 0–5 (де 5 = «al dente» для тіста з дурум) та відносний рейтинг (Рисунок 1).

Таблиця 3

Визначення показників якості розроблених рецептурних композицій

Рецептура	Сирий протеїн, %	Сира клейковина, %	Водопоглинання, %	Втрати при варінні, %
Тісто з дурум (еталон)	13,9	29	52,8	6.3
Рецептура 1	13.2	27	51.5	7.8
Рецептура 2	13.8	29	53.8	6.7
Рецептура 3	13.0	28	51.5	7.3
Рецептура 4	13.0	26	56.2	7.9
Рецептура 5	13,9	28	53.8	6.2

Тісто з дурум (еталон): Твердість - 5,0. Листи пружні, добре тримають форму, характерний ефект «al dente»; втрати при варінні: 6,0–6,5%; вважається оптимальним рівнем для високоякісної пасти відповідно до ISO 7304-1:2006.

Рецептура №1: Твердість - 3,0; структура менш міцна, можливе розривання при формуванні; втрати при варінні 7,5–8,0%, що значно перевищує показники твердих сортів пшениці.

Рецептура №2: Твердість - 4,2; завдяки підвищеному вмісту сухої пшеничної клейковини формується щільна білкова сітка; втрати при варінні: 6,5–7,0%, що ближче до рівня зразка з дуруму.

Рецептура №3: Твердість: 3,6. Поліпшення структури відносно базової рецептури, але нижче, ніж у рецептури 2; втрати при варінні: 7,0–7,5%; додавання кукурудзяного крохмалю частково стабілізує структуру, але ефект обмежений.

Рецептура №4: Твердість - 3,1; листи м'якші, менша пружність через наявність висівок; втрати при варінні: 7,5–8,0%; висівки підвищують водопоглинання, але послаблюють глютену сітку.

Рецептура №5: Твердість - 4,5; найбільш наближений показник до durum, листи добре тримають форму та демонструють «al dente» консистенцію; втрати при варінні: 6,2–6,8%, що практично відповідає еталону.

Найближчі до характеристик тіста з борошна дуруму — рецептури 2 та 5. Рецепттура 3 забезпечує компроміс між твердістю та стабільністю структури. Рецептури 1 і 4 характеризуються підвищеними втратами при варінні та нижчою твердістю.

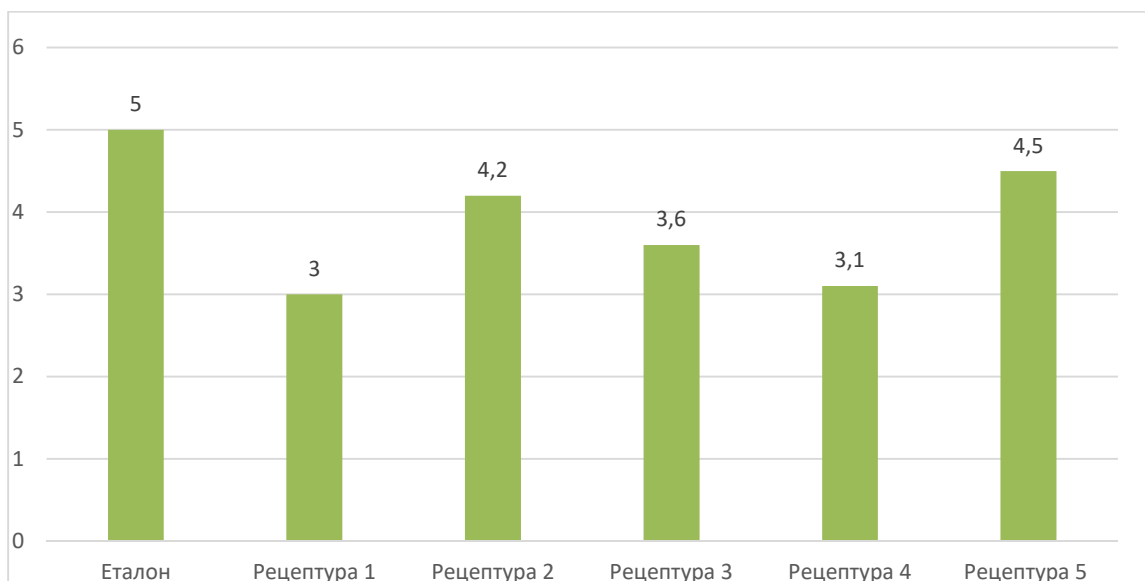


Рис. 1 – Органолептична оцінка твердості листів для лазаньї

Висновки. У ході дослідження підтверджено, що заміна традиційного борошна з твердих сортів пшениці на борошно м'яких сортів у виробництві тіста для лазаньї можлива за умови корекції рецептури. Найбільш суттєвими є відмінності у склоподібності зерна та якісних характеристиках клейковини, що впливають на формостійкість, пружність та кулінарні властивості тіста.

Виходячи із проведених досліджень та досліджень інших авторів встановлено, що введення сухої пшеничної клейковини покращує білковий каркас, підвищує твердість та знижує втрати при варінні. Кукурудзяний крохмаль дозволяє регулювати співвідношення амілози й амілопектину, що забезпечує кращу стабільність тіста після термообробки. Додавання вівсяних висівок сприяє водозв'язуванню та покращує вологоутримувальну здатність тіста, проте у надлишку може знижувати пружність листів.

Порівняльний аналіз показав, що найближчими за показниками до тіста з дуруму є рецептури з підвищеним вмістом сухої клейковини та збалансованою кількістю крохмалю й висівок (рецептури 2 та 5). Вони забезпечили твердість, кулінарні властивості та мінімальні втрати при варінні, максимально наближені до зразка з борошна твердих сортів.

Таким чином, розроблені рецептури на основі локальної сировини можуть бути використані у виробництві швидкозамороженої лазаньї як конкурентоспроможний продукт із покращеними якісними характеристиками, що сприятиме розширенню асортименту українського ринку заморожених напівфабрикатів.

References

1. State Standard of Ukraine. (1999). *Public catering. Terms and definitions (DSTU 3862-99)*. Retrieved from <https://www.tourinfocenter.odessa.ua/dstu-3862-99/#page-content>
2. Pro-Consulting. (n.d.). *Market of semi-finished products in Ukraine: forecasts*. Retrieved from <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/rynok-polufabrikatov-v-ukraine-prognozy>
3. Prylipko, T. M., Semenov, O. M., & Kostash, V. B. (2024). *Optimization of the technology of quick-frozen flour semi-finished products*. *Tavriya Scientific Bulletin*, (3), 128–132. <http://188.190.43.194:7980/jspui/bitstream/123456789/13453/1/Стаття.pdf> <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.3.13>
4. GrowHow Ukraine. (n.d.). *New DSTU standard: Wheat. Technical conditions*. Retrieved from

- <https://www.growhow.in.ua/novyy-standart-dstu-pshenytsia-tekhnichni-umovy/>
5. Koehler, P. (2003). Reaction of oxidized glutathione with reactive thiol groups of wheat gluten proteins. *Cereal Chemistry*, 80(3), 259–263. <https://doi.org/10.1094/CCHEM.2003.80.3.259>
 6. Hrušková, M., & Novotná, D. (2003). Effect of wheat flour supplementation with ascorbic acid on rheological properties of dough. *Czech Journal of Food Sciences*, 21(2), 51–57. <https://doi.org/10.17221/5084-CJFS>
 7. Buliaderis, C. G. (1998). Structures and phase starch polymers. In R. H. Walter (Ed.), *Polysaccharide association structures in food* (pp. 57–168). Marcel Dekker.
 8. Barsby, T. L., Donald, A. M., & Frazier, P. I. (2001). *Starch: Advances in structure and function* (pp. 34–37). The Royal Society of Chemistry.
 9. McKenna, B. M. (Ed.). (2003). *Texture in food. Volume 1: Semisolid foods*. Woodhead Publishing.
 10. Banks, W., & Muir, D. (1980). Structure and chemistry of the starch granule. In *The biochemistry of plants* (Vol. 3, pp. 321–324). Academic Press.
 11. Wang, Y. H., Liu, L. L., Bian, K., Sun, B., & Wang, T. L. (2022). Effect of wheat gluten on surface and quality characteristics of ready-to-cook Chinese fresh noodles during storage. *Food Science & Nutrition*, 10(7), 2132–2142. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2801>
 12. Day, L. (2006). Wheat gluten: Production, properties and application. In B. R. Hamaker (Ed.), *Technology of functional cereal products* (pp. 235–263). Woodhead Publishing.
 13. Krawęcka, A., Sobota, A., & Sykut-Domańska, E. (2020). The influence of xanthan gum and vital gluten supplementation on quality of common wheat pasta. *Journal of Food Science and Technology*, 57(7), 2506–2515. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04300-0>
 14. Emire, S. A., Harki, E., & Ding, E. L. (2015). Effect of wheat gluten addition on technological properties of wheat pasta. *International Journal of Food Science and Technology*, 50(6), 1321–1328. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12774>
 15. Yousif, E. I., Gadallah, M. G. E., & Sorour, A. M. (2012). Physico-chemical and rheological properties of modified corn starches and their effect on noodle quality. *Annals of Agricultural Science*, 57(1), 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2012.03.007>
 16. Mojarrad, L. S., Rezaei, K., Hosseini, H., & Mortazavian, A. M. (2018). Effects of high-amylose corn starch on textural and physicochemical properties of canned noodles. *International Journal of Food Science and Technology*, 53(1), 163–170. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13561>
 17. Xue, Y., Li, C., Zhang, W., & Zhu, F. (2025). Effects of waxy corn starch on the quality of dried fine noodles: Mechanism insights. *Food Hydrocolloids*, 152, 109038. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.109038>
 18. Wang, J., Zhao, S., Lu, W., & Sun, B. (2024). Starch structure and noodle quality: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 260, 130463. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.130463>
 19. Espinosa-Solis, V., Martinez-Bustos, F., Morales-Sanchez, E., & San Martin-Martinez, E. (2019). Cooking quality and physicochemical evaluation of spaghetti enriched with oat bran. *Journal of Food Science and Technology*, 56(2), 864–872. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3513-9>
 20. Padalino, L., Mastromatteo, M., Lecce, L., Spinelli, S., Conte, A., & Del Nobile, M. A. (2011). Optimization of gluten-free spaghetti based on maize flour and oat bran enriched in β -glucans. *Food Science and Technology International*, 17(1), 57–65. <https://doi.org/10.1177/1082013210367042>
 21. Piwińska, M., Woźniak, A., Teterycz, D., Dziuba-Karkowska, A., & Dziki, D. (2023). Effect of ultrafine oat hulls addition on quality and cooking properties of wheat pasta. *Foods*, 12(14), 2690. <https://doi.org/10.3390/foods12142690>
 22. Lucisano, M., Cappa, C., & Fongaro, L. (2021). From semolina to pasta: Influence of raw materials and processing steps on quality. In B. Bhandari, Y. Roos, & A. Ghandi (Eds.), *Chemistry and physics of foods* (pp. 275–296). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-71575-2_14
 23. Sissons, M. (2008). Role of durum wheat composition on the quality of pasta and bread. *Foods*, 2(2), 75–90. <https://doi.org/10.3390/foods2020075>
 24. Nilusha, R. A., Jayasinghe, J. M. S., Perera, O. S., Perera, P. I., Jayawardana, B. C., & Liyanage, R. (2019). Development of pasta products with nonconventional ingredients and their effect on selected quality characteristics: A brief overview. *International Journal of Food Science*, 2019, 6750726.
 25. Witzczak, M., Korus, J., Ziobro, R., & Juszczak, L. (2012). Rheological and thermal properties of gluten-free dough supplemented with modified starches. *Food Hydrocolloids*, 28(2), 418–424.
 26. Dib, A., Agli, A., Saidi, D., Bourekoua, H., & Rosell, C. M. (2018). Effect of hydrothermal treated corn flour addition on the quality of pasta. *BIO Web of Conferences*, 10, 02003.
 27. Xue, Z., Dai, H., Liu, Y., Chen, Y., & Zhang, H. (2025). Effect of waxy corn starch on the quality of dough and fine dried noodles. *International Journal of Food Science and Technology*, 60(1), vvae065.
 28. Scott, M. P., Ohm, J., Manthey, F., & Simsek, S. (2023). Effect of protein–starch interactions on starch retrogradation in wheat-based systems. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 22(6), 4921–4942.
 29. Aviles-Simental, A., Lopez-Cortez, M., Lujan-Acosta, J., De la Torre-Gutierrez, M., & Milán-Carrillo, J. (2024). Impact of corn, bean, and semolina flour blends on quality parameters of pasta. *Cereals*, 4(3), 25.

30. Romano, A., Marti, A., & Cecchini, F. (2021). New ingredients and alternatives to durum wheat semolina for pasta making. *Trends in Food Science & Technology*, 112, 543–553.
31. Pisarets, O., & Holinka, I. (2015). Corn flour: Chemical composition and technological properties, structural and mechanical properties of dough from wheat-corn mixture. *Scientific Works of the National University of Food Technologies*.
32. Yudina, T. (2020). Technological properties of cereal flours. *Innovative Pedagogy*, 25(1), 144–147.
33. Kobyakov, S. M. (2020). Prospects for the use of corn flour in bakery production. *Scientific Works of Kherson State Agrarian and Economic University*.

ADAPTATION OF LOCAL RAW MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF QUICK-FROZEN LASAGNA

Telezhenko L.M., Doctor of Technical Sciences, Professor, Ivanenko E.V., postgraduate student
Odesa National University of Technology

Abstract. Expanding the range of frozen convenience foods is relevant and timely today. Long-term storage of practically ready-to-eat meals will optimize the operations of catering establishments, increase their competitiveness, and improve various forms of customer service. It is shown that flour-based culinary products occupy the largest share of this market segment, and the introduction of lasagna, popular in many countries, will provide an additional advantage for business development. The production of flour sheets, which form the basis of the multi-layer composition of the dish, is advisable to use local raw materials, which have certain differences. The most characteristic difference between hard and soft wheat varieties is vitreousness, which determines the direction of protein-starch processes during further processing of the raw materials. Flour from hard and soft wheat varieties does not differ significantly in terms of protein content, but the quality and interaction of protein structures significantly affect the technological properties of dough and finished products. The transformation of protein structures can be controlled by varying the composition of the recipe and improving the mechanical processing modes of the dough during kneading. It is shown that the starch grains of soft wheat flour contain relatively more amylose. The latter has a linear structure and a molecular weight of up to 10^6 , unlike amylopectin, which is spherical and has a molecular weight of up to 10^8 . The introduction of monomolecular substances involved in structure formation into the system allows for the production of more stable forms of starch. A search for additives to the dough recipe was conducted, and which ones achieve the desired result was determined. The process of freezing and thawing lasagna is accompanied by a phase transition of water and its migration from the central layers to the phase transition front. The ability of systems to bind water largely depends on their structure, which is particularly important during freezing, as ice formation results in structural changes and moisture migration. These transformations require further study.

Keywords: frozen semi-finished products, lasagna, durum and soft wheat flour, protein-starch transformations in dough.

Список використаної літератури

1. ДСТУ 3862-99. Громадське харчування. Терміни та визначення [Internet]. Available from: <https://www.tourinfocenter.odessa.ua/dstu-3862-99/#page-content>
2. Pro-Consulting. Ринок напівфабрикатів в Україні: прогнози [Internet]. Available from: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/rynok-polufabrikatov-v-ukraine-prognozy>
3. Приліпко ТМ, Семенов ОМ, Косташ ВБ. Оптимізація технології швидкозаморожених борошняних напівфабрикатів. Таврійський науковий вісник. 2024;(3):128–32. Available from: <http://188.190.43.194:7980/jspui/bitstream/123456789/13453/1/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%8F.pdf> doi:10.32782/tnv-tech.2024.3.13
4. Новий стандарт ДСТУ: пшениця. Технічні умови [Internet]. Available from: <https://www.growhow.in.ua/novyuy-standart-dstu-pshenytsia-tekhnichni-umovy/>
5. Koehler P. Reaction of oxidized glutathione with reactive thiol groups of wheat gluten proteins. *Cereal Chem.* 2003;80(3):259–63. doi:10.1094/CCHEM.2003.80.3.259
6. Hrušková M, Novotná D. Effect of wheat flour supplementation with ascorbic acid on rheological properties of dough. *Czech J Food Sci.* 2003;21(2):51–7. doi:10.17221/5084-CJFS
7. Buliaderis CG. Structures and phase starch polymers. In: Walter RH, editor. Polysaccharide Association Structures in Food. New York: Marcel Dekker; 1998. p. 57–168.
8. Barsby TL, Donald AM, Frazier PI. Starch: Advances in Structure and Function. Cambridge: The Royal Society of Chemistry; 2001. p. 34–7.
9. McKenna BM, editor. Texture in food. Volume 1: Semisolid foods. Cambridge: Woodhead Publishing Limited; 2003. 472 p.
10. Banks W, Muir D. Structure and chemistry of the starch granule. In: The biochemistry of plants. Vol. 3. New York: Academic Press; 1980. p. 321–4.

11. Wang YH, Liu LL, Bian K, Sun B, Wang TL. Effect of wheat gluten on surface and quality characteristics of ready-to-cook Chinese fresh noodles during storage. *Food Sci Nutr.* 2022;10(7):2132–42. doi:10.1002/fsn3.2801
12. Day L. Wheat gluten: Production, properties and application. In: Hamaker BR, editor. *Technology of functional cereal products.* Cambridge: Woodhead Publishing; 2006. p. 235–63.
13. Krawęcka A, Sobota A, Sykut-Domańska E. The influence of xanthan gum and vital gluten supplementation on quality of common wheat pasta. *J Food Sci Technol.* 2020;57(7):2506–15. doi:10.1007/s13197-020-04300-0
14. Emire SA, Harki E, Ding EL. Effect of wheat gluten addition on technological properties of wheat pasta. *Int J Food Sci Technol.* 2015;50(6):1321–8. doi:10.1111/ijfs.12774
15. Yousif EI, Gadallah MGE, Sorour AM. Physico-chemical and rheological properties of modified corn starches and their effect on noodle quality. *Ann Agric Sci.* 2012;57(1):19–27. doi:10.1016/j.aos.2012.03.007
16. Mojarrad LS, Rezaei K, Hosseini H, Mortazavian AM. Effects of high-amylose corn starch on textural and physicochemical properties of canned noodles. *Int J Food Sci Technol.* 2018;53(1):163–70. doi:10.1111/ijfs.13561
17. Xue Y, Li C, Zhang W, Zhu F. Effects of waxy corn starch on the quality of dried fine noodles: Mechanism insights. *Food Hydrocoll.* 2025;152:109038. doi:10.1016/j.foodhyd.2024.109038
18. Wang J, Zhao S, Lu W, Sun B. Starch structure and noodle quality: A review. *Int J Biol Macromol.* 2024;260:130463. doi:10.1016/j.ijbiomac.2024.130463
19. Espinosa-Solis V, Martinez-Bustos F, Morales-Sanchez E, San Martin-Martinez E. Cooking quality and physicochemical evaluation of spaghetti enriched with oat bran. *J Food Sci Technol.* 2019;56(2):864–72. doi:10.1007/s13197-018-3513-9
20. Padalino L, Mastromatteo M, Lecce L, Spinelli S, Conte A, Del Nobile MA. Optimization of gluten-free spaghetti based on maize flour and oat bran enriched in β -glucans. *Food Sci Technol Int.* 2011;17(1):57–65. doi:10.1177/1082013210367042
21. Piwińska M, Woźniak A, Teterycz D, Dziuba-Karkowska A, Dziki D. Effect of ultrafine oat hulls addition on quality and cooking properties of wheat pasta. *Foods.* 2023;12(14):2690. doi:10.3390/foods12142690
22. Lucisano M, Cappa C, Fongaro L. From semolina to pasta: influence of raw materials and processing steps on quality. In: Bhandari B, Roos Y, Ghandi A, editors. *Chemistry and physics of foods.* Cham: Springer; 2021. p. 275–96. doi:10.1007/978-3-030-71575-2_14
23. Sissons M. Role of durum wheat composition on the quality of pasta and bread. *Foods.* 2008;2(2):75–90. doi:10.3390/foods2020075
24. Nilusha RA, Jayasinghe JMS, Perera OS, Perera PI, Jayawardana BC, Liyanage R. Development of pasta products with nonconventional ingredients and their effect on selected quality characteristics: A brief overview. *Int J Food Sci.* 2019;2019:6750726.
25. Witczak M, Korus J, Ziobro R, Juszcak L. Rheological and thermal properties of gluten-free dough supplemented with modified starches. *Food Hydrocoll.* 2012;28(2):418–424.
26. Dib A, Agli A, Saidi D, Bourekoua H, Rosell CM. Effect of hydrothermal treated corn flour addition on the quality of pasta. *BIO Web of Conferences.* 2018;10:02003.
27. Xue Z, Dai H, Liu Y, Chen Y, Zhang H. Effect of waxy corn starch on the quality of dough and fine dried noodles. *Int J Food Sci Technol.* 2025;60(1):vvae065.
28. Scott MP, Ohm J, Manthey F, Simsek S. Effect of protein–starch interactions on starch retrogradation in wheat-based systems. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2023;22(6):4921–4942.
29. Aviles-Simental A, Lopez-Cortez M, Lujan-Acosta J, De la Torre-Gutierrez M, Milán-Carrillo J. Impact of corn, bean, and semolina flour blends on quality parameters of pasta. *Cereals.* 2024;4(3):25.
30. Romano A, Marti A, Cecchini F. New ingredients and alternatives to durum wheat semolina for pasta making. *Trends Food Sci Technol.* 2021;112:543–553.
31. Писарець О, Голінка І, та ін. Кукурудзяне борошно, його хімічний склад і технологічні властивості, структурно-механічні властивості тіста з пшенично-кукурудзяної суміші. *Наукові праці НУХТ.* 2015.
32. Юдіна Т. Технологічні властивості борошна круп'яних культур. *Інноваційна педагогіка.* 2020;25(1):144–147.
33. Коб'яков СМ. Перспективи використання кукурудзяного борошна у хлібопекарському виробництві. *Збірник наукових праць ХДАЕУ.* 2020

Отримано в редакцію 29.06.2025
Прийнято до друку 02.09.2025

Received 29.06.2025
Approved 02.09.2025