

ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

УДК 664.6:075.8

Лозова Т. М.,

lozovatm@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4681-5849,

Researcher ID: E-9830-2019,

д.т.н., проф., професор кафедри товарознавства, митної справи та управління якістю, Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів

НАУКОВІ РОЗРОБКИ З ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ НА ОСНОВІ БОРОШНА

Анотація. У статті наведено результати наукових досліджень щодо можливостей поліпшення якості різних харчових продуктів, які виготовляються на основі борошна. Розглянуто можливість вдосконалення якості продукції застосуванням методу комбінування різних видів борошна як основної сировини. Окрім цього, науковцями пропонується використання нетрадиційних натуральних інгредієнтів, зокрема рослинного походження. Наведено результати досліджень вчених різних країн, які займаються проблемою пошуку способів поліпшення показників якості харчових продуктів на основі борошна. Такі продукти включають хліб, макаронні вироби, печиво та інші види. У цій статті наведено огляд поточних сучасних знань про роль ключових компонентів, зокрема білків пшениці, клітковини та ін. Зазначено кілька нових спрямувань у розробці продукції з високою якістю. Зокрема, результати показують, що зв'язування води висівками найбільше впливає на якість хліба. Доведено, що нагрівання борошна з м'якої пшениці за 80°C впродовж 15 хвилин покращує її хлібопекарські характеристики. Експериментальні роботи щодо оцінювання впливу добавки інуліну на реологічні властивості тіста з м'якої пшениці та якість хліба підтвердили збільшення об'єму хліба та поліпшення його якості. Науковцями представлена нова ідея приготування замороженого тіста та парового хліба, за допомогою якого в пшеничне борошно (WF) додають добавку BRF. Науковцями показана можливість застосування різних інгредієнтів у процесі випікання хліба, що здатні забезпечити розвиток безперервної білкової мережі, необхідної для високої якості хліба. Особливий інтерес спрямований на включення біоактивних інгредієнтів, таких як харчові волокна (DF) і фенольні антиоксиданти. Аналіз MOLS показав, що реологія тіста і характеристики печива переважно залежать від складу борошна (в основному від вмісту крохмалю), а не від умов зберігання. Експериментально встановлено зниження акриламідів в безглютеновому печиві з кіноа, збагаченого мікробним декстрином. Досліджені ізолят соєвого білка (SPI), гідролізат соєвого білка (SPH) та текстурований соєвий білок (TSP) для збагачення поживними речовинами і поліпшення реологічних властивостей тіста та якості лошкини.

Ключові слова: борошно, харчові продукти, нетрадиційні натуральні інгредієнти, якість.

Lozova T. M.,

lozovatm@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4681-5849,

Researcher ID E-9830-2019,

Doctor of Engineering, Professor, Professor of the Department of Commodity Science, Customs Affairs and Quality Management, Lviv University of Trade and Economics, Lviv

SCIENTIFIC DEVELOPMENTS ON IMPROVING THE QUALITY OF FLOUR-BASED FOODSTUFFS

Abstract. The article presents the results of scientific researches on the possibilities of improving the quality of various food products made from flour. The possibility of improving product quality by using the method of combining different types of flour as the main raw material is considered. In addition, scientists suggest the use

of non-traditional natural ingredients, in particular of vegetable origin. The results of researches by scientists from different countries who are looking for ways to improve the quality of flour-based foods are presented. Such products include bread, pasta, cookies and other types. This article provides an overview of current knowledge about the role of key components, including wheat proteins, cellular tissue, and others. Several new directions in the development of high quality products are indicated. In particular, the results show that the binding of water by bran has the greatest impact on the quality of bread. It has been proven that heating soft wheat flour at 80°C for 15 minutes improves its baking characteristics. Experimental studies to evaluate the effect of inulin supplement on the rheological properties of soft wheat dough and the quality of bread has confirmed an increase in the volume of bread and an improvement in its quality. Scientists have presented a new idea of making frozen dough and steamed bread, with which BRF supplement is added to wheat flour (WF). Scientists have shown the possibility of using different ingredients in the process of baking bread, which are able to ensure the development of a continuous protein network necessary for high quality bread. Of particular interest is the inclusion of bioactive ingredients such as dietary fibers (DF) and phenolic antioxidants. MOLS analysis showed that the rheology of the dough and the characteristics of the cookies mainly depend on the composition of the flour (mainly on the starch content) and not on the storage conditions. The reduction of acrylamide in gluten-free cookies with quinoa enriched with microbial dextrin has been experimentally determined. Soy protein isolate (SPI), soy protein hydrolyzate (SPH) and textured soy protein (TSP) for nutrient enrichment and improving the rheological properties of the dough and the quality of noodles were studied.

Key words: flour, food products, non-traditional natural ingredients, quality.

JEL Classification: L81

DOI: <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2022-29-12>

Постановка проблеми. Якість харчових продуктів є вузловою проблемою для споживачів і тісно пов'язана з сучасним станом науково-технічного забезпечення в агропромисловому комплексі, харчовій промисловості, торгівлі, загалом в економіці. Вагоме місце серед усіх харчових продуктів посідають продукти, які виробляються на основі борошна. Тому науковцями здійснюються новітні фундаментальні дослідження стосовно поліпшення якості харчових продуктів на основі борошна. Ці наукові напрями пов'язані з використанням сучасних інновацій у технології і нових режимів оброблення продовольчої сировини, застосування нових нетрадиційних інгредієнтів тощо. Технічне забезпечення якості харчових продуктів на основі борошна має ґрунтуватися на наукових дослідженнях вчених різних галузей та враховувати досягнення й наукові розробки фахівців різних країн.

З метою підвищення якості зернових продуктів проводяться численні дослідження щодо впливу стану зерна, можливостей використання його складових частин, формування якості борошна та його впливу на якість виробленої з нього продукції.

Хліб, булочки, макаронні та борошняні кондитерські вироби посідають особливе місце в раціоні людини, тому поліпшення їх якості перебуває постійно в полі зору науковців.

Отже, сучасні тенденції потребують від науковців пошуку і нових розробок щодо поліпшення

якості продуктів харчування шляхом застосування новітніх технологій та використання натуральних інгредієнтів із цінними властивостями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У ключовому спрямуванні вченими здійснюються дослідження, які орієнтовані на вдосконалення технології та пошук різних шляхів поліпшення якості багатьох груп харчових продуктів на основі борошна.

У виготовленні хліба вирішальним фактором є якість борошна. Поєднання борошна з сильною пшениці та недозрілого зерна дає можливість суттєво поліпшити якість випеченого хліба.

Для макаронної продукції найбільшої уваги потребує перероблення борошна з низькими технологічними властивостями за кількістю та якістю клейковини, а також із підвищеною здатністю до потемніння. Тривають роботи із вдосконалення технології макаронних виробів швидкого приготування. Важливим спрямуванням є розвиток і наукове обґрунтування асортименту макаронних виробів шляхом використання нетрадиційної сировини (амарант, зернобобові культури, в тому числі пророслі, морепродукти, йодовмісні добавки тощо) і композитних сумішей. Розробляється і впроваджується в практику спосіб коригування борошна для виготовлення макаронних виробів, у тому числі швидкого приготування, дослідження технологічних властивостей пшеничного борошна з метою прогнозування якості готових виробів [1].

Зокрема, дослідженнями вчених [2] вивчався ефект фізичної присутності та зв'язування води пшеничними висівками під час приготування хліба, а також можливі механізми, що лежать в основі цього ефекту. Введення в тісто звичайних висівок і висівок, збагачених навколоплідником (15% сухої речовини), призводило до меншого піднімання зразка дослідного тіста порівняно з контрольним зразком тіста. Об'єм хліба зменшився на 11% та 30% відповідно. Тісто з синтетичними висівками з низькою водозв'язувальною здатністю показало близьке до нормального розпушування та підйом під час нагрівання, що призвело до зменшення об'єму хліба всього на 5% порівняно з контролем. Зменшення розміру частинок звичайних та синтетичних висівок до середнього розміру 200 мкм не вплинуло на якість готового хліба. Результати показують, що зв'язування води висівками найбільше впливає на якість хліба, тоді як стеричні труднощі внаслідок фізичної присутності частинок висівок є менш визначальними.

Дослідженнями показано, що нагрівання борошна з м'якої пшениці за 80 °C протягом 15 хвилин покращує її хлібопекарський потенціал. У цьому дослідженні борошно було фракціоноване для визначення специфічного впливу нагрівання його складових (глютен, крохмаль, ліпіди, водорозчинні речовини). Хоча текстура клейковини стала менш в'язкою після нагрівання, вона значно збільшила стабільність замішування тіста та тривалість утворення ($P < 0,01$). Нагріта водорозчинна фракція, що містить пентозани, частково знижувала стабільність ($P = 0,06$) [3].

Здійснювались експериментальні роботи щодо оцінювання впливу добавки інуліну на реологічні властивості тіста з м'якої пшениці та якість хліба. Використовували три комерційні фруктанові продукти з різним середньочисловим ступенем полімеризації (DPn) (DPn = 10 для інуліну ST; DPn = 23 для інуліну HP і HP-гель). Використовували вміст інуліну від 2,5 до 7,5% на суху речовину (пшеничне борошно плюс інулін). Реологічні властивості тіста досліджували за допомогою фаринографа та динамічних реологічних вимірювань. При додаванні харчових волокон (DF) було зафіксовано значне збільшення часу перемішування і стабільності та зниження водопоглинання. Інулін ST більше впливав на водопоглинання, ніж продукти HP. Інулін із високим ступенем полімеризації (СП) визначає великі зміни лінійних в'язкопружних властивостей тіста. Модуль накопичення (G') поступово збільшувався, і тангенс

δ зменшувався з підвищенням рівня інуліну HP та HP-гелю, які сприяють загальній еластичності та міцності тіста. Підвищення твердості при вмісті ДФ запобігало розширенню пшеничного тіста на стадії ферментації. Істотних відмінностей між зразком HP та HP-гелем не спостерігалось. Збагачення інуліном СТ призводило до менших змін лінійних в'язкопружних властивостей тіста при водопоглинанні фаринографа, ніж інуліном HP. Об'єм хліба був значно зменшений, а твердість м'якушки підвищена за рахунок рівня HP інуліну в діапазоні 5-7,5%. При додаванні інуліну СТ у борошно, придатне для хлібопекарського виробництва, виявлено тенденцію збільшення об'єму хліба зі збільшенням вмісту ДФ.

Здійснюються також й інші дослідження, пов'язані з можливостями поліпшення якості харчових продуктів на основі борошна.

Постановка завдання. Метою статті є дослідження найновіших результатів із проблеми поліпшення якості харчових продуктів на основі борошна.

Виклад основного матеріалу дослідження. Хліб та хлібобулочні вироби вважаються у всьому світі основними продуктами харчування. В цей час багато видів хлібобулочних виробів міцно увійшли до харчових звичок багатьох людей у різних країнах.

Науковцями представлена нова ідея приготування замороженого тіста та парового хліба, за допомогою якого в пшеничне борошно (WF) додають добавку BRF. Вивчено характеристику композиційного борошна (КС), замороженого тіста та запареного хліба. Кореляційний аналіз показав, що додавання BRF може зменшити пошкодження тіста, викликане заморожуванням, це може бути пов'язане з тим, що вода в такому тісті CF була більш стабільною. Вміст замерзаючої води у тісті WF збільшився на 23,48%, а в тісті CF – збільшився на 6,09-12,11% після зберігання в замороженому стані. Зі зменшенням розміру частинок твердість тіста з BP зменшилася, а опір до розтягування і коефіцієнт газотримання збільшилися, питомий об'єм та м'якість м'якушки пропареного хліба з BP збільшилися. Отже, компактний BRF більше підходить для використання у приготуванні парового хліба [4].

Системно вивчено вплив видалення некрохмальних компонентів на мікроструктуру поверхні, міграцію води та швидкість дифузії глюкози крохмалю гірського ячменю (HBS) з виявленням моделей, що впливають на засвоюваність виробу [5]. Результати скануючої елек-

тронної мікрофотографії, конфокальної лазерної скануючої мікроскопії, перехресної поляризації та розподілу частинок за розмірами показали, що в борошні гірського ячменю існує два діапазони розмірів частинок: великі (73,99-591,90 мкм) і дрібні (<73,9 мкм). Частковий β -глюкан та білки утворюють компактний і безперервний матрикс на поверхні гранул HBS; ліпіди можуть частково адсорбуватися на поверхні гранул HBS, тоді як інші ліпіди, білки та β -глюкан розсіяні навколо гранул HBS. Після видалення некрохмальних компонентів частка великих частинок зменшилася, а гранули крохмалю були оголені, особливо білки та β -глюкан. Результати ядерного магнітного резонансу засвідчили, що швидкість міграції води прискорилася після видалення β -глюкану, а частково вільна вода трансформувалася у слабозв'язану воду, тоді як при видаленні білків та ліпідів спостерігався протилежний ефект. Швидкість дифузії глюкози *in vitro* не змінювалася після видалення ліпідів, тоді як видалення β -глюкану значно прискорювало дифузію глюкози *in vitro*. Це дослідження показує: ефективною моделлю HBS, що інгібується некрохмальними компонентами, є компактний матрикс, утворений в основному білками і β -глюканом на поверхні гранул HBS. Крім того, швидкість дифузії глюкози через стінку тонкої кишки можна розглядати як один із засобів утворення крохмалю, що повільно перетравлюється.

При випіканні хліба використовують різні інгредієнти, щоб забезпечити розвиток безперервної білкової мережі, необхідної для належної якості хліба. Інтерес до включення біоактивних інгредієнтів, таких як харчові волокна (DF) та фенольні антиоксиданти, в популярні продукти харчування, зокрема у хліб, швидко зростає завдяки підвищенню поінформованості споживачів про здоров'я. Додані біологічно активні інгредієнти можуть сприяти або не сприяти утворенню поперечних зв'язків білків. Відповідні перехресні зв'язки між білками пшениці, полісахаридами клітковини та фенольними антиоксидантами можуть бути найважливішим фактором для хлібного тіста, збагаченого DF та фенольними антиоксидантами. Такі поперечні зв'язки можуть впливати на структуру і властивості хлібної системи під час випічки [6].

Ґрунтовні дослідження здійснюються також із поліпшення якості печива [7]. Одним із прикладів може бути традиційне тосканське печиво під назвою *biscotto di Prato*. Незважаючи на те, що було досягнуто великих успіхів у покращенні

подрібнення, замішування та випікання, враховуючи відсутність суттєвих досліджень, необхідно зробити подальші кроки для розуміння впливу тривалості та умов зберігання у навколишньому середовищі, що мотивує дослідження. Досліджено вплив тривалості зберігання з використанням однофакторного дисперсійного аналізу та умов зберігання (температура і вологість навколишнього середовища) з використанням аналізу MOLS на склад борошна, реологію тіста та характеристики печива. Були протестовані сім рівнів тривалості зберігання: T0 (контроль), T1, T2, T3, T4, T5 та T6.

Результати показали, що тривалість зберігання борошна значно збільшила міцність тіста (P) та коефіцієнт конфігурації кривої (P/L) та зменшила об'єм печива (найкраще за T0). Однак 2-3 тижні зберігання виявили значне збільшення енергії деформації (Wt), важливого параметра альвеограми, що тісно пов'язаний із технологічним успіхом дріжджових продуктів. Цей оптимум, знайдений для W, можна розглядати як великий крок вперед у розумінні впливу часу зберігання, підтверджуючи, що борошно пшениці може досягти своїх оптимальних характеристик після двох-трьох тижнів зберігання, зокрема для W. Більше того, ця інформація може бути корисна не тільки для виробництва печива, але і для хліба та хлібобулочних виробів (і, таким чином, для всієї хлібопекарської промисловості). Аналіз MOLS показав, що реологія тіста і характеристики печива переважно залежать від складу борошна (в основному від вмісту крохмалю), а не від умов зберігання.

Мікробний декстран (МД) як природний бактеріальний гідроколоїд використовували для інгібування акриламідів (AA) в безглютенному печиві з кіноа. Європейська рада схвалила використання МД як безпечну функціональну добавку в хлібобулочних виробках. АК довільно утворювався під час випікання бісквітного тіста, що складається зі 100% кіноа, кількість якого склала (2142 ± 3) мкг/кг сухого печива. Ця кількість АК у печиві з лободи була приблизно вдвічі вищою, ніж зареєстрований максимальний вміст АК у хлібобулочних виробках (1044 мкг / кг) у деяких попередніх дослідженнях, та у 6 разів вищою, ніж рекомендований контрольний рівень АК відповідно до правил Європейської Комісії для печива (350 мкг/ кг). Вплив МД на інгібування АК було вперше вивчено при чотирьох рівнях концентрації (1, 3, 5 та 7% за обсягом) у тісті з лободи. Дослідження проводили за допомогою інфрачервоної спектроскопії з перетворенням

Фур'є (FT-IR), ¹³C ядерного магнітного резонансу (¹³C ЯМР) та ¹H ЯМР. Цікаво, що 5% (об./об.) розчин MD, доданий у тісто з лободи, успішно застосовувався для інгібування утворення АК на рівні 89,1% (до 233±6 мкг/кг сухого печива) без погіршення якості готового виробу. Це перший підхід до зниження вмісту АА у печиві з лободи, з досяжним результатом, що становить приблизно половину рекомендованого в ЄС еталонного рівня АА. Це зменшення АА може бути пов'язане зі здатністю MD утримувати молекули води під час випікання. Крім того, наявність гідроксильних груп у полімері MD може зшивати АК за допомогою водневих зв'язків. Таким чином, печиво з кіноа, збагачене MD, може бути корисним для здоров'я харчовим продуктом із низьким вмістом акриламідів [8].

Метою нових досліджень є виробництво печива, збагаченого молочною сироваткою, шляхом додавання концентрату солодкої сироватки до пшеничного борошна на різних рівнях заміни та оцінка харчової якості і стабільності продукту під час зберігання. З різною кількістю сироватки (25, 50, 75 і 100%) було створено контрольну та чотири експериментальні проби. Визначали хімічний склад усіх експериментальних проб та контрольної проби. Результати показали, що А4> А3> А2> А1> СО був рейтингом хімічного аналізу для вмісту вологи, вмісту білка та вмісту жиру. На основі отриманих даних було зроблено висновок, що печиво із заміненою водою на різні концентрації сироваткового молока збагатило всі випробувані сенсорні оцінки (колір, зовнішній вигляд, смак, запах, текстура, а також загальна прийнятність) проб. У підсумку використання молочної сироватки замість води у виробництві печива покращує показники білка та жиру, зберігаючи високу сенсорну оцінку, одночасно збільшуючи термін зберігання продукту [9].

Ізолят соєвого білка (SPI), гідролізат соєвого білка (SPH) та текстурований соєвий білок (TSP) використовували для збагачення поживними речовинами борошна, а також визначали реологічні властивості тіста і якість локшини. Соеві білки збільшували пікову в'язкість борошняної пасти [10]. Тісто, збагачене TSP, також продемонструвало більш тверду поведінку з найвищим модулем пружності, тоді як тісто, збагачене SPH, показало найнижчий модуль пружності. Соеві білки в локшині збільшують втрати під час варіння. Втрата білка локшиною SPH-W сягала 32,0%, що набагато вище, ніж у пшеничної локшини (13,3%), тоді як втрата білка локшиною

TSP-W становила лише 14,3%. Три типи соєвих білків послаблювали глютену мережу на різних рівнях. Більші білкові молекули TSP зв'язуються з глютеніном і утворюють більш високомолекулярні полімери, врівноважуючи послаблювальні ефекти, які виникають через втручання в глютенін-глютенінові зв'язки. Отже, TSP більше підходить для використання в локшині.

Тритикале є високоврожайним злаком, однак низький вихід борошномельного помелу перешкоджає його використанню як альтернативи пшениці в продуктах із переробленого борошна. Дослідженнями вивчалася роль твердості, розміру зерна та вологості за різних умов. Повторні зразки трьох сортів тритикале, вирощених у двох середовищах із м'якою пшеницею, подрібнювали при п'яти значеннях вологості. Вихід борошна при помелі, зольність збільшувалися зі зменшенням вологості в усіх генотипів. Вихід помелу і вміст білка в борошні тритикале можна поліпшити шляхом темперування тритикале, зниження вмісту вологи за умови, що високий вміст золи в кінцевому продукті не вважається неприйнятним [11].

Науковцями здійснено огляд і аналіз впливу найпоширеніших гідроколоїдів на різні аспекти виробництва пшеничного хліба [12]. До них належать екструдат камеді, камедь морських водоростей, модифікована целюлоза, пектини, галактоманнани насіння бобових та екзополісахариди мікробної ферментації. Гідроколоїди використовуються для покращення показників тіста, характеристик хліба та органолептичних якостей. Їх також додають, щоб мінімізувати небажані зміни текстури м'якушки під час зберігання (ефект опору).

У технологіях випікання (заморожене тісто, випікання хліба) вони можуть допомогти зберегти структуру від пошкоджень шляхом заморожування, тим самим роблячи продукти прийнятними. Нарешті, покращені поживні суміші з пшеничного та іншого борошна можуть отримати переваги від додавання гідроколоїдів, щоб компенсувати погіршення якості.

Через обмежене використання борошна з насіння півонії в харчовій промисловості було досліджено вплив різних цукрів на структурні та смакові властивості продуктів реакції Майяра (ПЗМ) з гідролізатів борошна з насіння півонії (PSH) [13]. Було помічено, що вплив рибози, ксилози та глюкози на структуру MRP більший, ніж мальтози та ксилоолігосахаридів. MRP, приготовлені з використанням рибози та ксилози, пока-

зали велику інтенсивність потемніння, ступінь заміщення (DS) та інтенсивність флуоресценції. Розподіл молекулярної маси (MM) (500-1000 Так, 1000-3000 Так і >3000 Так) був значно збільшений у всіх MRP. Часткова регресія найменших квадратів (PLSR) показала, що розподіл молекулярної маси, вільних амінокислот та летких сполук значною мірою сприяв сенсорним характеристикам MRP. Борошно з насіння півонії є чудовим нетрадиційним джерелом рослинного білка. В сучасній харчовій промисловості зростає попит на рослинні білки в порівнянні з білками тваринного походження у різних продуктах для здоров'я.

Науковими розробками створено ароматизатор із використанням білка борошна з насіння півонії за допомогою реакції Майяра (MR). Було досліджено вплив типів цукру на зміну кольору, характеристики структури та формування смаку MRP. Поліпшення MRP після кон'югації з різними типами цукру може підвищити їхній промисловий потенціал як підсилювач смаку.

Для забезпечення потреб людей зі специфічною алергією на пшеницю або з генетичною схильністю до глютенної хвороби дослідники харчової промисловості розробили високоякісний безглютеновий хліб. Оскільки якість пшеничного хліба значною мірою залежить від в'язкопружних властивостей глютену, для моделювання його ефектів використовувалися різні інгредієнти, такі як гідроколоїди, трансглютамінази та протеази [13]. Недавні спроби включали використання регулювання окиснювально-відновного потенціалу, а також піни, стабілізованої частинками. Поточні досягнення у розробці безглютенового хліба в лабораторії передбачали особливу увагу до хлібу на основі рису.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Таким чином, виконаний огляд нових наукових розробок продемонстрував практичні можливості щодо поліпшення якості харчових продуктів на основі борошна. Більший акцент робиться на таких продуктах, як хліб, локшина, печиво, борошно. Дослідження показують позитивну дію нових способів у виготовленні зазначених продуктів, а також сприятливий вплив від застосування рослинних добавок на поліпшення показників якості тіста, зокрема реологічних характеристик та сенсорних показників. Окрім цього, їхнє додавання дозволяє подовжити збереження якості продукції. Отримані результати та нові спрямування у цій галузі слугують обґрунтуванням для подальших досліджень і розробок.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Сирохман І.В., Лозова Т.М. Якість і безпечність зерноборошняних продуктів. Київ : Центр навчальної літератури, 2006. 384 с.
2. Hemdane, S., Langenaeken, N. A., Jacobs, P. J., Verspreet, J., Delcour, J. A., & Courtin, C. M. Study of the role of bran water binding and the steric hindrance by bran in straight dough bread making. *Food Chemistry*. 2018. Vol. 253. Pp. 262–268.
3. Gelinas, P., & McKinnon, C. M. Effect of flour heating on dough rheology. *Lebensmittel-Wissenschaft+Technologie*. Vol. 37(1). Pp. 129–131.
4. Feng W., Ma S., Wang F., Wang X. Effect of black rice flour with different particle sizes on frozen dough and steamed bread quality. *Food Science+Technology*. 2022. Vol. 1. Pp. 235–249.
5. Yang Y., Jiao A., Liu Q., Ren X., Zhu K., Jin Z. The effects of removing endogenous proteins, β -glucan and lipids on the surface microstructure, water migration and glucose diffusion in vitro of starch in highland. *Food Hydrocolloids*. 2021. Vol. 127. Pp. 521–542.
6. Sivam, A. S., Sun-Waterhouse, D., Quek, S. Y., & Perera, C. O. Properties of bread dough with added fiber polysaccharides and phenolic antioxidants: a review. *Journal of Food Science*. 2010. Vol. 75(8). Pp. 1163–1174.
7. Cappelli, A., Bini, A., Cini, E. The Effects of Storage Time and Environmental Storage Conditions on Flour Quality, Dough Rheology, and Biscuit Characteristics: The Case Study of a Traditional Italian Biscuit (Biscotto di Prato). *Foods*. 2022. Vol. 11. Pp. 209–217.
8. Mousa Ahmed Mousaa. Inhibition of acrylamide in gluten-free quinoa biscuits by supplementation with microbial dextran. *International Journal of Food Properties*. 2022. Vol. 25(1). Pp. 11–23.
9. Emad M. El-Kholie, Seham A. Khader, Mohamed M. Ragb. Utilization of Whey Milk by-Product for the Production of Biscuits. *JHE*. 2022. Vol. 32(1). Pp. 142–150.
10. Yingying Zhang, Xingfeng Guo, Haoran Xiong, Tingwei Zhu. Effect of modified soy protein isolate on dough rheological properties and noodle qualities. *Food Processing and Preservation*. 2022. Vol. 1. Pp. 172–186.
11. A. L. Dennett, R. M. Trethowan. Milling efficiency of triticale grain for commercial flour production. *Journal of Cereal Science*. 2013. Vol. 57(3). Pp. 527–530.
12. Cristina Ferrero. Hydrocolloids in wheat breadmaking: A concise review. *Food Hydrocolloids*. 2017. Vol. 68. Pp. 15–22.
13. Ya-Fang Shang, Heng Cao, Chao-Kun Wei, Kiran Thakur, Ai-Mei Liao, Ji-Hong Huang, Zhao-Jun Wei. Effect of sugar types on structural and flavor properties of peony seed derived Maillard reaction products. *Food Processing and Preservation*. 2020. Vol. 44(3). Pp. 156–164.

14. Yano, H. Recent practical researches in the development of gluten-free breads. *NPJ Science of Food*. 2019. Vol. 3(7). Pp. 321–328.

REFERENCES:

1. Syrokhman, I. V., Lozova, T. M. (2006), Yakist' i bezpechnist' zernoboroshninykh produktiv. K. : Tsentri navchal'noi literatury. 384 s.
2. Hemdane, S., Langenaeken, N. A., Jacobs, P. J., Verspreet, J., Delcour, J. A., & Courtin, C. M. (2018), Study of the role of bran water binding and the steric hindrance by bran in straight dough bread making, *Food Chemistry*, vol. 253, pp. 262-268.
3. Gelinas, P., & McKinnon, C. M. Effect of flour heating on dough rheology, *Lebensmittel-Wissenschaft+Technologie*, vol. 37(1), pp. 129-131.
4. Feng W., Ma S., Wang F., Wang X. (2022), Effect of black rice flour with different particle sizes on frozen dough and steamed bread quality, *Food Science+Technology*, vol. 1, pp. 235-249.
5. Yang Y., Jiao A., Liu Q., Ren X., Zhu K., Jin Z. (2021), The effects of removing endogenous proteins, β -glucan and lipids on the surface microstructure, water migration and glucose diffusion in vitro of starch in highland, *Food Hydrocolloids*, vol. 127, pp. 521-542.
6. Sivam, A. S., Sun-Waterhouse, D., Quek, S. Y., & Perera, C. O. (2010), Properties of bread dough with added fiber polysaccharides and phenolic antioxidants: a review, *Journal of Food Science*, vol. 75(8), pp. 1163-1174.
7. Cappelli, A., Bini, A., Cini, E. (2022), The Effects of Storage Time and Environmental Storage Conditions on Flour Quality, Dough Rheology, and Biscuit Characteristics: The Case Study of a Traditional Italian Biscuit (Biscotto di Prato), *Foods*2022, vol. 11, pp. 209-217.
8. Mousa Ahmed Mousaa. Inhibition of acrylamide in gluten-free quinoa biscuits by supplementation with microbial dextran (2022), *International Journal of Food Properties*, vol. 25 (1), pp. 11-23.
9. Emad M. El-Kholie, Seham A. Khader, Mohamed M. Ragb. (2022), Utilization of Whey Milk by-Product for the Production of Biscuits, *JHE*, vol. 32(1), pp. 142-150.
10. Yingying Zhang, Xingfeng Guo, Haoran Xiong, Tingwei Zhu. (2022), Effect of modified soy protein isolate on dough rheological properties and noodle qualities, *Food Processind and Preservation*, vol. 1, pp. 172-186.
11. A. L. Dennett, R. M. Trethowan. (2013), Milling efficiency of triticale grain for commercial flour production, *Journal of Cereal Science*, vol. 57 (3), pp. 527-530.
12. Cristina Ferrero. (2017), Hydrocolloids in wheat breadmaking: A concise review, *Food Hydrocolloids*, vol. 68, pp. 15-22.
13. Ya-Fang Shang, Heng Cao, Chao-Kun Wei, Kiran Thakur, Ai-Mei Liao, Ji-Hong Huang, Zhao-Jun Wei. (2020), Effect of sugar types on structural and flavor properties of peony seed derived Maillard reaction products, *Food Processind and Preservation*, vol. 44 (3), pp. 156-164.
14. Yano, H. (2019), Recent practical researches in the development of gluten-free breads, *NPJ Science of Food*, vol. 3 (7), pp. 321-328.

Стаття надійшла до редакції 11.12.2021