МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КАРПИК ГАЛИНА ВІКТОРІВНА

УДК 664.6

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ, ЗБАГАЧЕНИХ ХАРЧОВИМИ ВОЛОКНАМИ

Спеціальність: 05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2014

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В Україні з кожним роком зростає попит на харчові продукти, що містять фізіологічні функціональні інгредієнти. Одними з найбільш важливих функціональних речовин є харчові волокна – незамінні природні компоненти. Дефіцит харчових волокон призводить до порушення обміну речовин, накопичення токсичних елементів в організмі людини і виникнення ряду захворювань.

Теоретичне обґрунтування функціональних властивостей харчових волокон та важливості покриття дефіциту їх вживання за рахунок створення функціональних продуктів дано в працях вітчизняних та зарубіжних вчених Вайнштейна С.Г., Дудкіна М.С., Казакова Є.Д., Смоляра В.І., Черно Н.К. Практичні розробки харчових продуктів, збагачених харчовими волокнами, здійснені Дорохович А.М., Дробот В.І., Ільїною О.А., Корячкіною С.Я., Шнейдер Т.І. та ін.

Широкого використання для створення функціональних харчових продуктів (хліба, кондитерських, молочних виробів) набули зернові продукти, овочеві порошки, препарати клітковини із різних зернових культур, які є концентратами харчових волокон. Останнім часом для створення виробів з підвищеною харчовою цінністю використовують різні види борошна з цільнозмеленого зерна.

На даний час в Україні вкрай вузький асортимент макаронних виробів функціонального призначення. Відомі способи виготовлення макаронних виробів, в рецептуру яких входять препарати харчових волокон – овочеві порошки, пектин, пшенична клітковина, розчинні харчові волокна із зерна ячменю і вівса, які підлягають під час їх виготовлення значній технологічній обробці. Однак ці способи не знайшли широкого застосування в промисловості. Асортимент макаронних виробів функціонального призначення можна розширити за рахунок використання зернових продуктів, у яких максимально збережені біологічно активні речовини периферійних частин зерна.

Ряд підприємств малої потужності виготовляють макаронні вироби з пшеничними висівками, з додаванням ячмінного солоду, з цільнозернового борошна. Але існуючі рецептури цих виробів та технологія їх виготовлення є науково необґрунтованими і потребують вдосконалення. Зокрема, до цього часу не досліджувались технологічні властивості цільнозернового пшеничного борошна як сировини макаронної галузі. Не існує теоретичного обґрунтування технологічних параметрів основних процесів виготовлення макаронних виробів з використанням цих видів сировини. Виготовлення таких виробів ускладнюється тим, що необхідно забезпечити високі варильні властивості продукції. Потребує дослідження зміна якості виробів, збагачених харчовими волокнами, під час зберігання.

Таким чином, розроблення макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами зернових продуктів, та удосконалення технологічних процесів їх виготовлення є одним з пріоритетних завдань макаронної галузі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконувались відповідно до тематики науково-дослідних робіт кафедри технології хлібопекарських та кондитерських виробів «Наукове обґрунтування і вдосконалення технології макаронних виробів у разі перероблення борошна пониженої якості та створення продуктів оздоровчого призначення» № державної реєстрації 0112u004635, яка координується з науковим напрямом Національного уні-

верситету харчових технологій «Розроблення технологій харчових продуктів оздоровчої та профілактичної дії».

Мета і завдання дослідження. Робота присвячена удосконаленню технології макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами пшеничних висівок та цільнозернового борошна, для створення виробів функціонального призначення.

Для досягнення мети роботи були поставлені наступні завдання:

– визначити вміст та склад харчових волокон у цільнозерновому борошні різних виробників та харчових пшеничних висівках і обґрунтувати доцільність їх використання для збагачення макаронних виробів;

– дослідити технологічні властивості цільнозернового пшеничного борошна та пшеничних висівок як сировини для виробництва макаронних виробів;

– дослідити вплив пшеничних висівок та цільнозернового борошна на якість макаронних виробів, встановити раціональне дозування висівок;

– вивчити закономірності перебігу колоїдних процесів у макаронному тісті, форми зв'язку вологи у ньому, дослідити процеси сорбції-десорбції вологи у макаронних виробах;

– вивчити вплив цільнозернового борошна та висівок на мікроструктуру макаронних виробів;

– дослідити вплив цільнозернового пшеничного борошна та висівок на технологічний процес тістоприготування, встановити оптимальні параметри приготування тіста для виготовлення макаронних виробів;

– дослідити кінетику сушіння макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами, та дати рекомендації щодо технологічних режимів процесу;

– визначити споживчі та функціональні властивості макаронних виробів;

– дослідити зміну якості виробів під час зберігання та встановити рекомендований термін зберігання макаронних виробів;

– розробити та затвердити нормативну документацію та апаратурно-технологічну схему удосконаленої технології макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами пшеничних висівок та цільнозернового борошна;

– обґрунтувати економічну ефективність виробництва макаронних виробів та провести промислову апробацію розроблених макаронних виробів.

Об'єкт дослідження. Технологія макаронних виробів з пшеничними висівками та з цільнозернового борошна.

Предмет дослідження. Цільнозернове пшеничне борошно, пшеничні висівки, макаронне тісто і макаронні вироби з вищезазначеної сировини, фізико-хімічні та технологічні процеси виготовлення макаронних виробів з пшеничними висівками та з цільнозернового борошна.

Методи дослідження. Використовували стандартні та загальноприйняті методи дослідження якості сировини, напівфабрикатів та готової продукції; спеціальні методи дослідження технологічних і фізико-хімічних процесів, експериментально-статистичні методи планування досліджень та оброблення їх результатів із застосуванням сучасних приладів та комп'ютерних технологій.

Наукова новизна одержаних результатів. На підставі визначення хімічного складу, показників якості та технологічних властивостей пшеничних висівок і

цільнозернового борошна різних виробників обґрунтовано доцільність їх використання для створення макаронних виробів функціонального призначення.

Встановлено показники гранулометричного складу, водопоглинальної здатності пшеничних висівок та цільнозернового борошна. Визначено, що крупність висівок більша від рекомендованого розміру гранул макаронного борошна і становить в середньому 360 мкм, середній діаметр гранул цільнозернового борошна становить 139 – 149 мкм і воно є неоднорідним за крупністю.

Доведено, що водопоглинальна здатність висівок більша у 3,7 рази, а цільнозернового борошна – в 1,2 рази порівняно з борошном другого сорту і зростає при збільшенні в ньому вмісту висівкових частинок та кількості клейковини.

Вперше встановлено вплив висівок та цільнозернового борошна на форми зв'язку вологи в макаронному тісті. Показано, що використання пшеничних висівок у кількості 20 % до маси борошна сприяє збільшенню на 4,5 % вологи макро- та мікрокапілярів, на 1,8 % – осмотично зв'язаної вологи та зменшенню адсорбційно зв'язаної води порівняно з тістом з борошна другого сорту. Вміст вологи макро- та мікрокапілярів у тісті з цільнозернового борошна вищий на 2,3 %, осмотично зв'язаної вологи – на 2,7 %, ніж у виробах з висівками. Це сприяє зростанню швидкості сушіння виробів в першому та другому періодах сушіння та скороченню його тривалості на 15 %.

Встановлено закономірності процесів сорбції та десорбції вологи у макаронних виробах з цільнозернового борошна та з пшеничними висівками. Показано, що в них збільшується загальна кількість адсорбованої води на 10 – 20 % порівняно з виробами з борошна другого сорту.

Доведено зростання в макаронних виробах, збагачених харчовими волокнами, вологи моно- та полімолекулярної адсорбції, що пов'язано зі збільшенням сорбційного об'єму пор, їх питомої поверхні та зменшенням середнього діаметра пор в макаронних виробах з використанням висівок та з цільнозернового борошна.

Практичне значення отриманих результатів. На основі проведених досліджень удосконалено технологію макаронних виробів з використанням пшеничних висівок та з цільнозернового пшеничного борошна.

Вивчено вплив висівок та цільнозернового борошна на технологічні процеси макаронного виробництва, обґрунтовано параметри приготування тіста та режими сушіння виробів.

Визначено вміст харчових волокон, білків, жирів, вуглеводів в досліджуваній сировині. Розраховано харчову цінність макаронних виробів з висівками та з цільнозернового борошна. Встановлено рекомендований термін зберігання макаронних виробів з 20 % неподрібнених та 25 % подрібнених висівок відповідно – 5 і 6 місяців, з цільнозернового борошна – 3 місяці.

Розроблено апаратурно-технологічну схему та нормативну документацію: технічні умови ТУ У 15.8-02070938-159:2013, технологічну інструкцію та рецептури на макаронні вироби, збагачені харчовими волокнами.

Удосконалену технологію виробництва макаронних виробів апробовано у виробничих умовах ФО-П Вартаньян О.А. під ТМ «Мак-Вар Екопродукт».

Особистий внесок здобувача. Автором особисто здійснено огляд наукової літератури та періодичних видань згідно теми дисертації, проведено експеримен-

тальні дослідження в лабораторних та виробничих умовах, підготовлено до публікації результати досліджень, складено заявки на спосіб їх виготовлення, розроблено нормативну документацію, проведено апробацію результатів досліджень на виробництві.

Дериватографічні дослідження проводили на кафедрі фізики Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Вивчення процесів сорбції-десорбції вологи макаронними виробами здійснено зі співробітниками інституту фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України. Мікробіологічні показники готової продукції визначали на кафедрі харчової біотехнології і хімії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Визначення вмісту харчових волокон у пшеничних висівках та борошні проводили на кафедрі хімії Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Гранулометричний склад сировини досліджували в Українському науково-дослідному проектно-конструкторському інституті будівельних матеріалів та виробів. Фаринограми тіста з висівками та з цільнозернового борошна отримували в Українському інституті експертизи сортів рослин. Мікроструктуру макаронних виробів досліджували в Інституті ботаніки ім. М.Г. Холодного НАНУ. Визначення хімічного складу пшеничних висівок і борошна проводили в ДНДКІ ветеринарних та кормових добавок.

Підготовку до експериментальних досліджень, аналіз і узагальнення їх результатів проведено спільно з науковим керівником д.т.н., проф. Юрчак В.Г.

Апробація результатів дисертації. Основні етапи проведених досліджень доповідались та обговорювались на Міжнародній науково-технічній конференції „Сучасні технології та обладнання харчових виробництв” (Тернопіль: ТНТУ, 2011 р.); 78-й, 79-й Міжнародних наукових конференціях молодих учених, аспірантів та студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (Київ: НУХТ, 2012, 2013 рр.); X науково-практичній конференції з міжнародною участю «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты» (Москва: МГУПП, 2012 р.); республіканській науково-практичній конференції молодих вчених «Наука. Образование. Молодежь» (Алмати: АТУ, 2013 р.); Першій Міжнародній науково-практичній конференції «Химия, био- и нанотехнологии, экология и экономика в пищевой и косметической промышленности» (Щелкіно: ХПІ, 2013 р.), Східно-Європейському конгресі NEEFOOD – 2013 (Київ: НУХТ, 2013 р.); II Всеукраїнській науково-практичній конференції "Здобутки, проблеми та перспективи розвитку готельно-ресторанного та туристичного бізнесу" (Київ; НУХТ, 2013 р.).

Публікації. За результатами роботи опубліковано 16 наукових праць: з них 5 статей у фахових виданнях (в тому числі 2 статті в міжнародних, з них 1 стаття у виданні наукометричної бази Index Copernicus), 9 тез доповідей та 2 патенти України на корисну модель.

Структура та обсяг дисертації. Робота складається з вступу, шести розділів, висновків, списку використаної літератури – 263 джерела і 7 додатків. Робота викладена на 157 сторінках основного тексту, містить 38 таблиць та 28 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, визначено мету та завдання досліджень, сформульовані наукова новизна та практичне значення отриманих результатів, подано відомості про особистий внесок автора, апробацію та опублікування результатів досліджень. Наведено структуру та обсяг роботи.

У першому розділі «Аналіз досвіду та напрямки збагачення макаронних виробів харчовими волокнами» здійснено огляд літератури за темою дисертації. Проведено аналіз хімічного складу харчових волокон та їх фізико-хімічних властивостей. Розглянуто їх фізіологічну дію на організм людини. Опрацьовано публікації щодо дослідження впливу харчових волокон на технологічні процеси виготовлення та якість харчових продуктів. Проаналізовані різні види сировини, що використовуються для збагачення харчовими волокнами продуктів споживання, обґрунтовано доцільність використання з цією метою зернових продуктів, а саме пшеничного цільнозернового борошна та пшеничних висівок. Зроблено аналіз відомих способів виготовлення макаронних виробів функціонального призначення та технології їх виготовлення. Встановлено, що наукова інформація стосовно застосування зернової сировини для збагачення макаронних виробів досить обмежена. На основі огляду наукової літератури сформульовані завдання, спрямовані на досягнення мети дисертаційної роботи.

У другому розділі «Характеристика сировини та методів досліджень» подано характеристику сировини та загальноприйнятих, регламентованих стандартом і спеціальних методів досліджень, що використовувались в роботі. У процесі проведення лабораторних досліджень використовували борошно цільнозернове ВАТ «Добродія», жорнове цілозерне і жорнове цілозерне тонкодисперговане «Екстра» ЗАТ «Жменька» та висівки пшеничні харчові виробництва «Київмлин».

Гранулометричний склад сировини вивчали за допомогою лазерного гранулометра Mastersizer Micro та ситовим методом.

Форми зв’язку вологи досліджували методом термогравіметрії на дериватографі Q-1000, ізотерми сорбції та десорбції отримували на установці Мак-Бена. Кінетику сушіння макаронних виробів досліджували на лабораторній сушильній установці.

Мікроструктуру макаронних виробів досліджували на скануючому мікроскопі JSM – 6060 LA.

В роботі використовували метод експериментально-статистичного моделювання. Оптимізацію параметрів тістоприготування здійснювали за домогою методу Бокса-Уілсона («крутого сходження») для задач типу «Склад – Технологія – Властивість».

Дослідження споживчої цінності макаронних виробів здійснювали за допомогою фізико-хімічних, біохімічних і мікробіологічних методів. Ступінь глікемічності виробів розраховували за методикою, розробленою А.М. Дорохович, що полягає в обчисленні суми добутків значення глікемічного індексу кожного вуглеводу на його кількість в 100 г харчового продукту.

Блок-схема проведення досліджень наведена на рисунку 1.

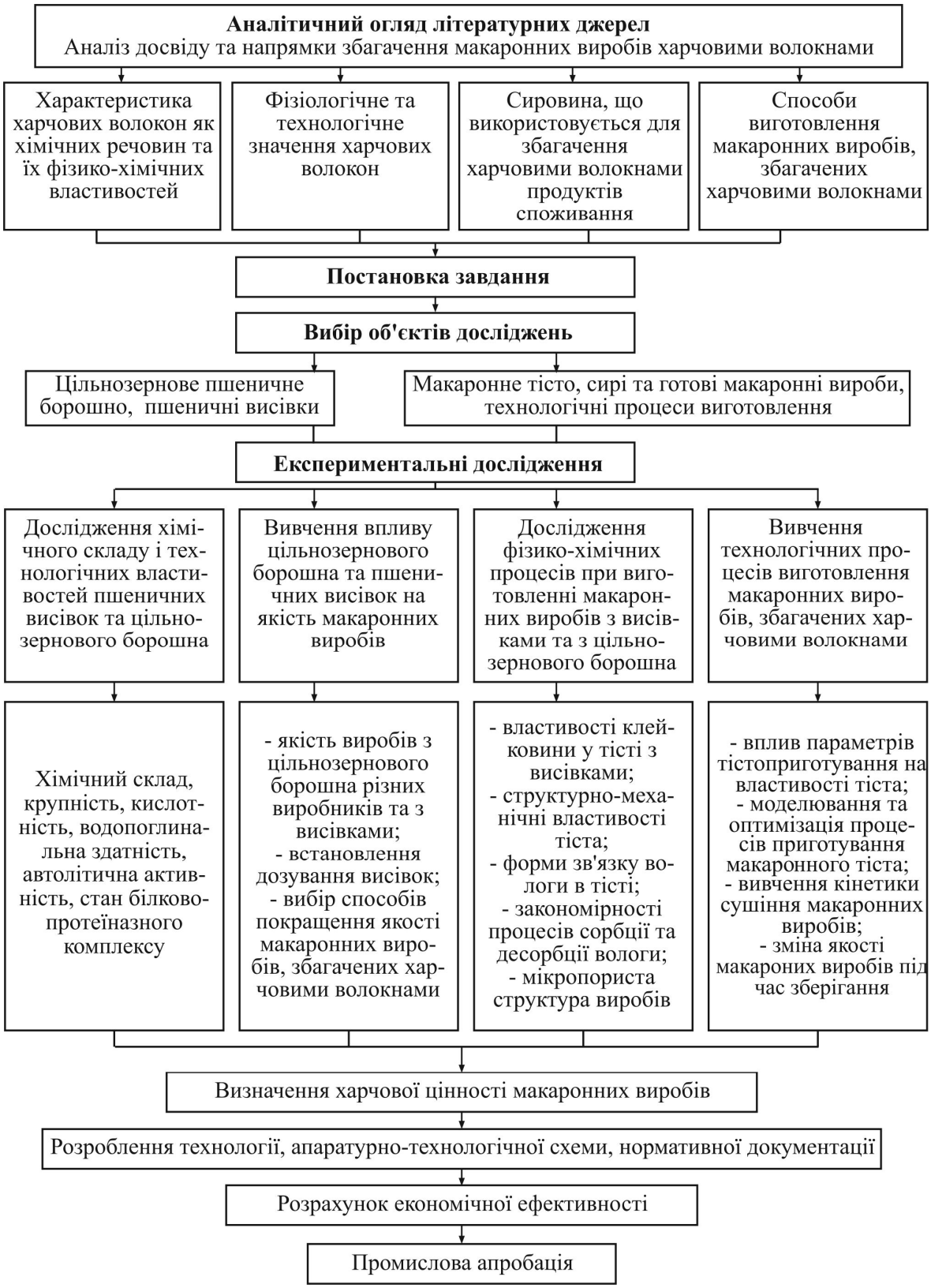

Рисунок 1 – Блок-схема досліджень

У третьому розділі «Дослідження властивостей пшеничних висівок і цільнозернового борошна як сировини для збагачення макаронних виробів харчовими волокнами» визначено вміст і склад харчових волокон у цільнозерно-

вому пшеничному борошні виробництва ВАТ «Добродія», жорновому цілозерному і жорновому цілозерному тонкодиспергованому «Екстра» ЗАТ «Жменька» та в пшеничних харчових висівках і розраховано можливу їх кількість в готових виробах. Досліджено фізико-хімічні та технологічні властивості даної сировини для виготовлення макаронних виробів. Встановлено її вплив на якість виробів.

Визначено, що загальна кількість харчових волокон у борошні цільнозерновому різних виробників становить 8,90 – 11,45 % до СР, найбільший їх вміст в борошні ВАТ «Добродія». Розраховано, що споживання 100 г макаронних виробів з даних видів борошна забезпечує 33,6 – 46,0 % добової норми споживання харчових волокон відповідно. Це дає підстави віднести їх як до функціональних, так і збагачених виробів. Вміст целюлози у всіх зразках цільнозернового борошна є досить високим (2,23 – 2,40 % до СР) і близьким до їх кількості у цілому зерні. Найбільш суттєво різниться борошно різних виробників за вмістом геміцелюлоз: вища їх кількість міститься в борошні ВАТ «Добродія» – 7,81 % до СР борошна, найменша – в тонкодиспергованому «Екстра» – 5,02 % до СР.

Загальний вміст харчових волокон у пшеничних висівках порівняно з цільнозерновим борошном в 3,4 – 5 рази вищий. При цьому вони мають високий вміст клітковини (6,12 % до СР) та геміцелюлоз (30,87 % до СР). Розраховано, що використання висівок у кількості 15 – 20 % до маси борошна дасть змогу наблизити в них вміст харчових волокон до їх кількості у виробах з цільнозернового борошна. Як основну сировину для виготовлення макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами, запропоновано використовувати борошно другого сорту у зв’язку з високим вмістом в ньому харчових волокон – 4,69 % до СР.

Встановлено, що кислотність цільнозернового борошна впродовж терміну зберігання не перевищує 4,5 – 4,7 град. і відповідає вимогам до кислотності обойного борошна. Кислотність висівок з тривалістю зберігання до 1 міс. не перевищує 7 град.

В технології макаронних виробів важливу роль відіграють розмір гранул борошна та їх однорідність. Визначено, що цільнозернове борошно ВАТ «Добродія» та ЗАТ «Жменька» мають дещо нижчий оптимального і приблизно однаковий середній діаметр гранул – відповідно 149 мкм і 145 мкм, але останнє є більш неоднорідним за крупністю. Борошно тонкодиспергованe «Екстра» в більшій мірі наближається до хлібопекарського обойного – середній діаметр гранул становить 139 мкм. Крупність висівок більша від рекомендованого розміру гранул макаронного борошна і становить в середньому 360 мкм. Подрібнення дає змогу отримати висівки з у 2 рази меншим розміром гранул.

Дослідженнями білково-протеїназного комплексу борошна встановлено, що вміст клейковини відповідав вимогам нормативної документації на ці види борошна (20 – 22 %), але був вищим в партіях борошна виробництва ЗАТ «Жменька», відповідно 28 – 29 %. За якістю клейковина характеризувалась як хороша.

Від ступеня дисперсності, кількості та якості клейковини залежить водопоглинальна здатність борошна, яка впливає на процес утворення тіста. Здатність цільнозернового борошна та висівок поглинати воду досліджували за відношенням кількості поглинутої води до маси зразка. Встановлено, що водопоглинальна здатність цільнозернового борошна вища в 1,2 рази порівняно з борошном другого сорту і зростає у разі збільшення в ньому вмісту висівкових частинок та кількості

клейковини. Даний показник висівок більший у 3,7 рази порівняно з борошном другого сорту.

За результатами розшифрування фаринограм встановлено, що найвищу водопоглинальну здатність має борошно ЗАТ «Жменька» і дещо нижчу – борошно ВАТ «Добродія». Це добре корелює з вмістом в ньому клейковини і ступенем дисперсності, які є вищими у борошна жорнового цілозерного ЗАТ «Жменька».

Дослідженнями якості макаронних виробів з цільнозернового борошна встановлено, що найкращу якість за органолептичними показниками мають вироби з борошна ВАТ «Добродія» та «Екстра» ЗАТ «Жменька». Вироби добре зберігають форму після варіння, не злипаються, мають приємний солодкуватий смак. У всіх зразках відмічається значний перехід сухих речовин у варильну воду – 8,9 – 9,7 % до СР. Макаронні вироби з борошна ВАТ «Добродія» мають найменшу міцність, найбільша кількість сухих речовин переходить в варильну воду, що пов’язано з меншою кількістю клейковини в борошні.

Встановлено, що збільшення дозування висівок до 30 % призводить до утворення шорсткої поверхні виробів, борошнистого зламу, зменшення міцності та підвищення кислотності з 3,7 до 4,7 град. У разі дозування висівок 25 % відчутними є включення висівкових часточок при розжовуванні. Тому максимально можливе дозування висівок, яке гарантовано забезпечує прийнятну якість виробів, становить 20 % до маси борошна. Доведено можливість покращити якість макаронних виробів при дозуванні висівок 25 % завдяки підвищенню їх дисперсності у два рази.

Показано, що покращення якості виробів, виготовлених з суміші борошна другого сорту та 20 % висівок, досягається використанням високоетирифікованого пектину в кількості 0,35 % до маси борошна. Добавка сприяє зростанню міцності виробів (на 0,5 Н), суттєво (на 1,0…1,1 %) зменшується перехід сухих речовин у варильну воду.

Встановлено, що для досягнення кращих показників якості макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами цільнозернового борошна та висівок, слід використовувати борошно з вмістом клейковини вищим 25 %.

У четвертому розділі «Дослідження колоїдних процесів при виготовленні макаронних виробів» для обґрунтування раціональних режимів приготування тіста та сушіння макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами, вивчено закономірності перебігу колоїдних процесів на різних стадіях їх виготовлення.

Дослідженнями впливу висівок в кількості 10 – 20 % на білково-протеїназний комплекс борошна встановлено підвищення на 1,3 – 2,7 % вмісту сирої клейковини, незначне збільшення вмісту сухої клейковини, зростання її гідратаційної здатності. Висівки, включені в структуру клейковини, спричиняють збільшення пружності та зниження її розтяжності. Аналогічна залежність спостерігається при використанні подрібнених висівок.

Водопоглинальна здатність суміші борошна і висівок в кількості 10 % та 20 %, визначена за співвідношенням кількості поглинутої води до маси наважки, зростає на 7 – 16 %. Подрібнення висівок практично не впливає на водопоглинальну здатність суміші їх з борошном. За даними фаринограм, для забезпечення необхідної консистенції тіста з висівками необхідне підвищення його вологості та збільшення тривалості замішування.

Для обґрунтування технологічних параметрів процесу сушіння макаронних виробів важливе значення мають форми зв'язку вологи з матеріалом. За даними дериватограм встановлено, що використання пшеничних висівок у кількості 20 % до маси борошна другого сорту сприяє збільшенню на 4,5 % вмісту вологи макро- і мікрокапілярів та на 1,8 % – осмотично зв'язаної вологи. Кількість адсорбційно зв'язаної води у виробах з висівками зменшується на 3,1 %. У макаронних виробах з цільнозернового борошна міститься більше на 2,3 % вологи макро- та мікрокапілярів, на 2,7 % осмотично зв'язаної вологи, ніж у виробах з висівками, та ще в більшій мірі зменшується кількість адсорбційно зв'язаної води.

Одним з найбільш інформативних методів визначення форм зв'язку вологи з активними поверхневими центрами харчових продуктів є аналіз ізотерм сорбції-десорбції парів води. Дані аналізу ізотерм сорбції-десорбції води виробами, одержані вакуумно-статистичним методом на установці Мак-Бена (рис. 2), свідчать, що використання висівок і цільнозернового борошна призводить до зростання загальної кількості адсорбованої вологи. Вироби з висівками поглинають на 20 % більше води, ніж вироби з борошна другого сорту – 0,330 г/г СР і 0,270 г/г СР відповідно (табл. 2).

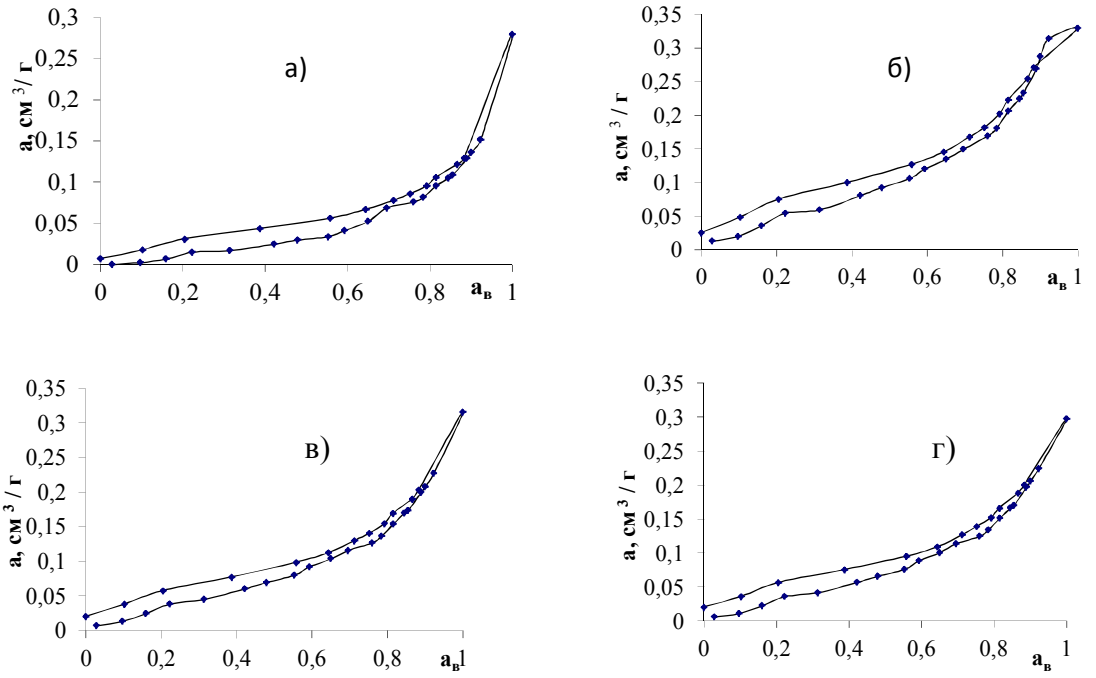

Рисунок 2 – Криві сорбції-десорбції води макаронними виробами з: а) борошна другого сорту; б) суміші борошна другого сорту і 20 % висівок; в) борошна цільнозернового ВАТ «Добродія»; г) борошна цілозерного тонкодиспергованого «Екстра» ЗАТ «Жменька».

Вироби з борошна ВАТ «Добродія» та тонкодиспергованого «Екстра» ЗАТ «Жменька» адсорбують води більше порівняно з виробами з борошна другого сорту на 16 % і 10 %. Встановлено, що збільшення загальної кількості адсорбованої води відбувається за рахунок суттєвого збільшення вологи мономолекулярного та полімолекулярного шару (див. табл. 2).

Кількість адсорбованої води та швидкість її видалення визначається не лише енергією взаємодії води з компонентами тіста, а й, зокрема, його структурою.

Встановлено (табл. 3), що внесення до борошна другого сорту 20 % висівок сприяє збільшенню у виробах кількості пор, при цьому зростає сорбційний об'єм пор, більш як в 3 рази збільшується їх питома поверхня – з 61 до 192 $м^2/г$.

Таблиця 2 – Вплив висівок та цільнозернового борошна на сорбцію вологи макаронними виробами

Макаронні вироби з борошна	Кількість адсорбованої вологи							
	мономолекулярного шару		полімолекулярного шару		гігроскопічного стану		загальна	
	г/г СР	% до загальної кількості води	г/г СР	% до загальної кількості води	г/г СР	% до загальної кількості води	г/г СР	% до контролю
другого сорту	0,025	9,0	0,080	28,7	0,174	62,3	0,279	100
другого сорту та 20 % висівок	0,055	16,6	0,095	28,8	0,180	54,5	0,330	120
цільнозернового ВАТ «Добродія»	0,039	12,3	0,088	28,0	0,189	59,8	0,316	116
цілозерного тонкодиспергованого ЗАТ «Жменька»	0,036	12,1	0,098	33,1	0,163	54,9	0,297	110

Таблиця 3 – Характеристика пористої структури макаронних виробів

Макаронні вироби з борошна	Питома поверхня пор S, $м^2/г$	Сорбційний об'єм пор Vs, $см^3/г$	Середній діаметр пор, нм
другого сорту (контроль)	61	0,28	10,4
другого сорту і 20 % висівок	192	0,33	6,9
цільнозернового ВАТ «Добродія»	161	0,32	6,9
цілозерного тонкодиспергованого «Екстра» ЗАТ «Жменька»	162	0,30	7,4

У макаронних виробах з цільнозернового борошна також відмічається збільшення питомої поверхні пор (161 – 162 $м^2/г$), їх сорбційного об'єму та зменшення середнього діаметра пор. Завдяки цьому макаронні вироби поглинають значну кількість води. Зміна пористої структури макаронних виробів з висівками та з цільнозернового борошна може спричиняти швидше їх висушування, а підвищена сорбційна здатність – негативно вплинути на їх вологість при тривалому зберіганні.

За даними електронної мікроскопії отримано інформацію про мікроструктуру макаронних виробів з висівками та з цільнозернового борошна (рис. 3). Встановлено, що висівки та цільнозернове борошно призводять до утворення менш щільної структури висушених макаронних виробів, але сприяють зниженню розмірів пор, зменшенню кількості мікротріщин в порівнянні з виробами з сортового борошна.

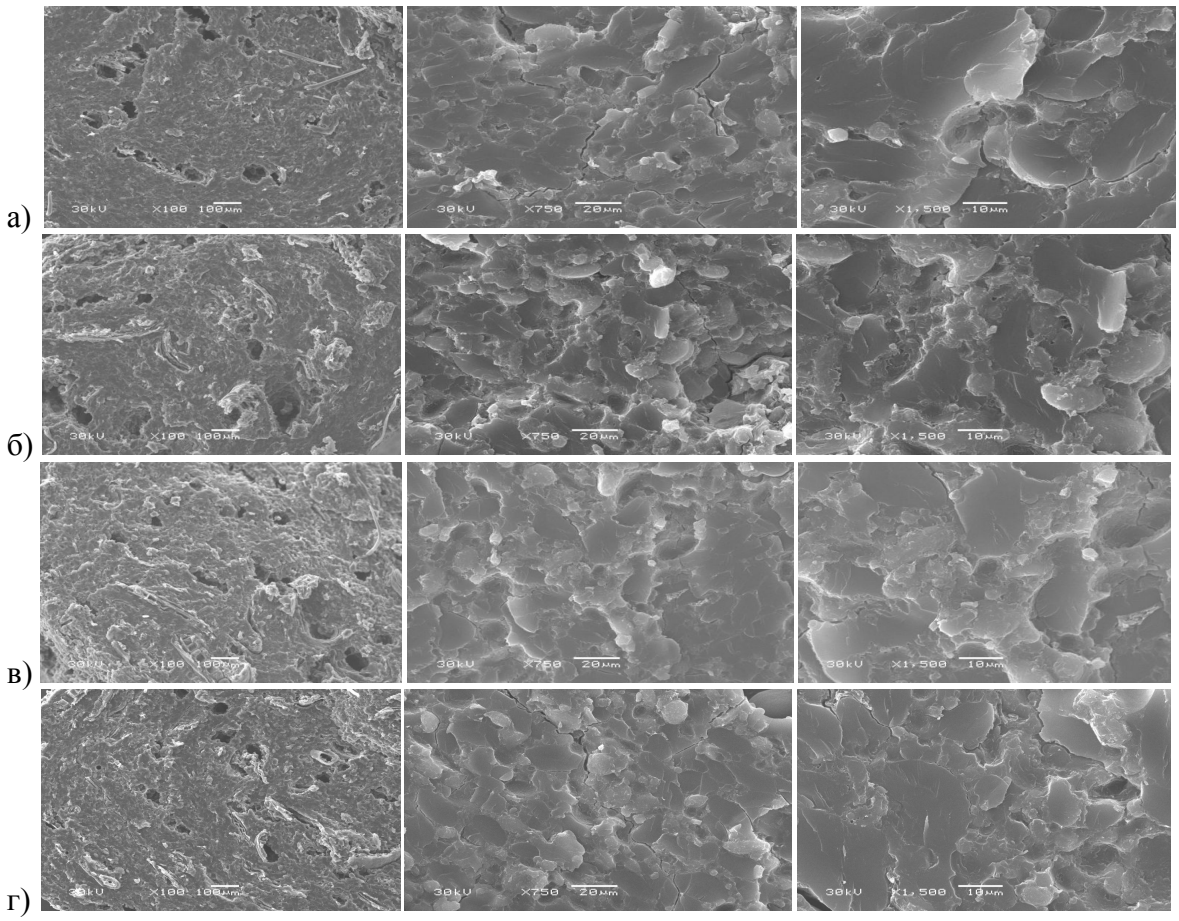

Рисунок 3 – Мікрофотографії макаронних виробів на зламі з борошна: а) другого сорту; б) другого сорту, 20 % висівок; в) другого сорту, 25 % подрібнених висівок; г) цільнозернового при збільшенні в 1) 100 разів; 2) 750 разів; 3) 1500 разів

У розділі 5 «Дослідження технологічних процесів виготовлення макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами» вивчено вплив пшеничних висівок та цільнозернового борошна на процеси приготування тіста та сушіння виробів, встановлено параметри цих процесів.

Доведено, що кращі властивості тіста з використанням 20 % висівок за крихтуватістю досягаються за вологості 37 % і тривалості замішування 20 хв. Тісто з висівками стає більш крупнокрихтуватим (рис. 4). Кількість найбільш крупних крихт (схід з сита № 7) зростає на 4 %. При цьому збільшується швидкість пресування і продуктивність преса (рис. 5).

У разі використання теплого замісу зміна температури води від 50 °С до 70 °С суттєво не впливає на властивості тіста і параметри формування виробів.

Встановлено, що при дотриманні даних параметрів досягається краща якість макаронних виробів з використанням висівок за станом поверхні, кольором, міцністю та показником переходу сухих речовин у варильну воду.

Для вивчення впливу різних факторів на властивості тіста та готових виробів у взаємозв’язку здійснено моделювання та оптимізацію процесів замішування і пресування макаронного тіста та отримано рівняння регресії, що дають кількісну оцінку впливу дозування висівок X_1, %, вологості тіста X_2, %, та температури води для замішування X_3, °С, на показник переходу сухих речовин у варильну воду Y, % до СР:

– у кодованому виразі:

$$Y = 8{,}05 + 0{,}30 \cdot X_1 - 0{,}10 \cdot X_2 - 0{,}02\, X_3 - 0{,}025 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0{,}025 \cdot X_2 \cdot X_3 \quad (1)$$

– у натуральному виразі:

$$Y = -1{,}1336 + 0{,}4728 \cdot X_1 + 0{,}1989 \cdot X_2 - 0{,}0099 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0{,}0024 \cdot X_2 \cdot X_3 \quad (2)$$

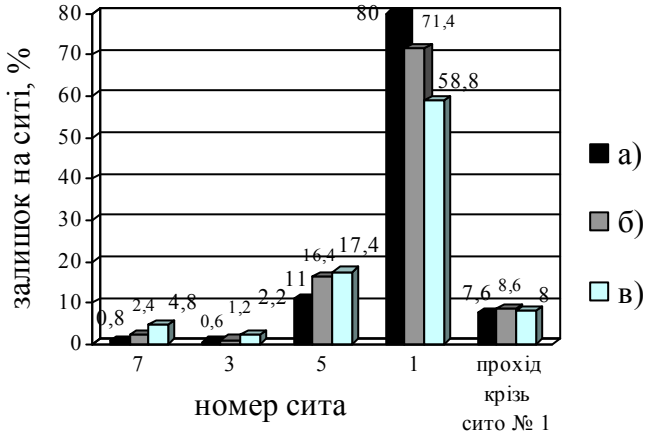

Рисунок 4 – Вплив вологості на крихтуватість макаронного тіста з висівками: а) 35 %, б) 36 %, в) 37 %

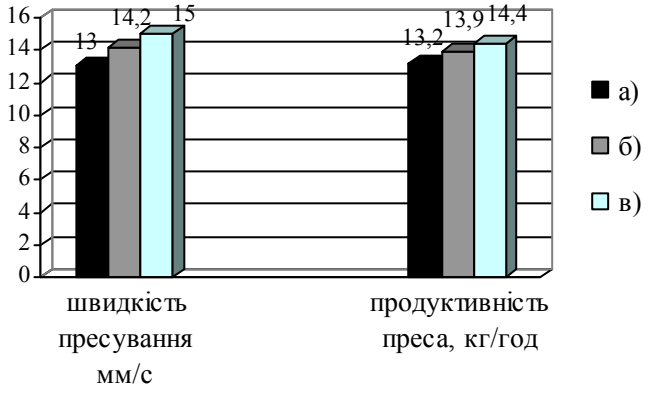

Рисунок 5 – Вплив вологості а) 35 %, б) 36 %, в) 37 % на швидкість пресування тіста з висівками та продуктивність преса

Результати статистичної обробки показали, що коефіцієнт X_3 є несуттєвим, та підтвердили дані, отримані у попередньому досліді. За отриманою математичною моделлю (1) розраховано та здійснено програму «крутого сходження». Встановлено оптимальні параметри приготування тіста: дозування висівок – 20 %, вологість – 37 %, температура води обирається для теплого замісу в межах 50 – 70 °С.

Аналогічними дослідженнями тістоприготування виробів з цільнозернового борошна встановлено оптимальну його вологість 36 %. Тісто при даному замісі дрібнокрихтувате, легко формується, вироби після пресування добре зберігають форму, не злипаються. Макаронні вироби міцніші, менше сухих речовин переходить у варильну воду.

Кінетику сушіння виробів вивчали на лабораторній сушильній установці за температури сушіння 45 – 48 °С. По кривих кінетики сушіння розраховували швидкість сушіння (рис. 6). Встановлено, що під час сушіння всіх зразків відсутній період з постійною швидкістю сушіння, проте, є період з падаючою, але досить високою швидкістю сушіння, який триває до вологості виробів 27 %, і другий період – з падаючою, але значно нижчою швидкістю сушіння.

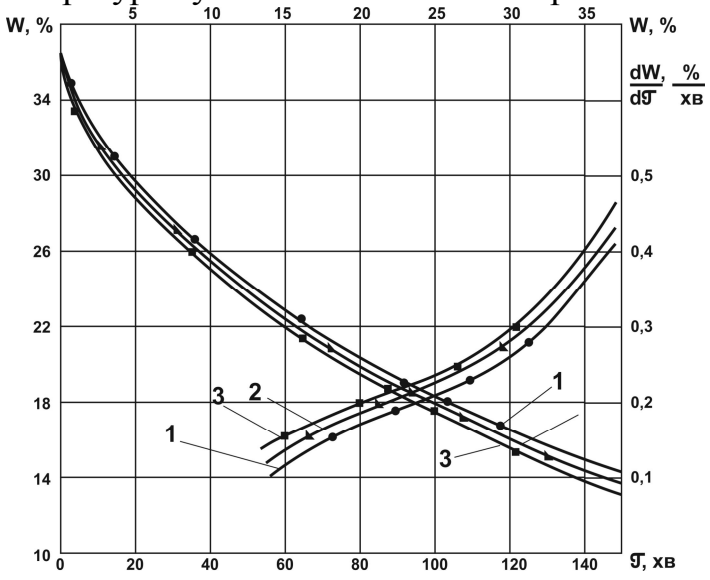

Рисунок 6 – Вплив пшеничних висівок на кінетику та швидкість сушіння макаронних виробів виготовлених з: 1 – борошна другого сорту, 2 – суміші борошна другого сорту та 10 % висівок; 3 – суміші борошна другого сорту і 20 % висівок

Використання висівок в кількості 10 % та 20 % сприяє зростанню швидкості сушіння в першому та другому періодах сушіння та скороченню його тривалості до 15 %. Це дає підстави застосовувати більш жорсткі режими сушіння.

Використання 0,35 % пектину до маси борошна суттєво не впливає на швидкість сушіння макаронних виробів з висівками.

У шостому розділі «Дослідження споживчої цінності макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами» на підставі визначення хімічного складу сировини розраховано вміст в макаронних виробах харчових волокон, білків, жирів, мінеральних речовин, вітамінів. Встановлено, що у разі виготовлення виробів з суміші борошна другого сорту і 20 % висівок та з цільнозернового борошна у виробах забезпечується вміст харчових волокон відповідно 10,4 % та 11,5 %, а інтегральний скор по харчових волокнах становить 41,6 % та 46,0 %. За використання 25 % висівок і застосування поліпшувачів вміст харчових волокон та інтегральний скор сягають цих показників виробів з цільнозернового борошна і становлять відповідно11,6 % та 46,6 %.

Встановлено, що в макаронних виробах з використанням висівок та цільнозернового борошна, підвищується вміст мінеральних речовин: кальцію – у 2,6 рази, фосфору – у 2,8 – 3,5 рази, магнію – у 7 – 8 разів та вітамінів групи В – у 2 – 2,5 рази. Енергетична цінність 100 г макаронних виробів з суміші борошна другого сорту і 20 % та 25 % висівок становить відповідно 1312 кДж, 1308 кДж, що на 5,5 % і 5,8 % нижче за даний показник виробів з борошна вищого сорту. Калорійність макаронних виробів з борошна цільнозернового ВАТ «Добродія» і цілозерного тонкодиспергованого ЗАТ «Жменька» ще менша (на 11,2 % та 10,9 % порівняно з виробами з борошна вищого сорту) та складає відповідно 1233 кДж і 1237 кДж.

Розрахунковим шляхом доведено зниження ступеня глікемічності макаронних виробів з цільнозернового борошна та з висівками на 16 % в порівнянні з виробами з борошна вищого сорту, за рахунок меншого вмісту крохмалю в їх складі.

Показниками біологічної цінності продуктів є кількість білка, його засвоюваність. Методом in vitro встановлено, що білки виробів з подрібненими висівками в більшій мірі піддаються протеолізу ферментами шлункового тракту порівняно з білком макаронних виробів з неподрібненими висівками, засвоюваність білка зростає на 34 мг %. Кількість продуктів гідролізу білка макаронних виробів з цільнозернового борошна на 19 мг % вища за даний показник виробів з неподрібненими висівками.

Досліджено зміну кислотності та кислотного числа жиру макаронних виробів під час зберігання. Встановлено (табл. 4), що кислотність виробів, збагачених харчовими волокнами, зразу після виготовлення вища порівняно з кислотністю макаронних виробів з борошна другого сорту на 0,5 – 0,7 град. Протягом шести місяців зберігання кислотність їх зростає та спостерігається тенденція до збільшення швидкості її наростання. Кислотність виробів з висівками наростає інтенсивніше, ніж кислотність макаронних виробів з борошна другого сорту. Найбільш інтенсивно підвищується кислотність виробів з цільнозернового борошна – на 1,7 град. за 3 місяці зберігання. Зростає також кислотне число жиру у виробах, збагачених харчовими волокнами. В найбільшій мірі під час зберігання підвищується кислотне

число жиру в виробах з цільнозернового борошна, але величина його не перевищує норми для зернових продуктів і становить 31,4 мг КОН.

Таблиця 4 – Зміна кислотності макаронних виробів в процесі зберігання

Макаронні вироби з борошна	Кислотність за стандартним методом (ГОСТ 14849), град					Кислотність за витяжкою, град									
						водною					водно-спиртовою				
	Тривалість зберігання, днів (місяців)														
	7 днів	2 міс.	3 міс.	5 міс.	6 міс.	7 днів	2 міс	3 міс	5 міс.	6 міс	7 днів	2 міс	3 міс	5 міс	6 міс
другого сорту (контроль)	3,5	3,9	4,1	4,6	4,9	3,0	3,4	3,5	4,0	4,5	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
другого сорту та 20 % висівок	4,0	4,4	4,6	5,3	5,7	3,5	4,0	4,5	5,2	5,4	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
другого сорту та 25 % подрібнених висівок	4,2	4,8	5,2	5,9	6,6	3,8	4,5	5,0	5,8	6,2	4,5	5,0	5,5	6,5	7,0
цільнозернового	4,2	5,2	5,8	6,8*	–	4,0	5,0	5,5	–	–	5,0	6,0	6,5	–	–

Примітка. 6,8* - кислотність визначалась через чотири місяці

Встановлено рекомендований термін зберігання макаронних виробів з суміші борошна другого сорту і 20 % та 25 % висівок відповідно – 6 місяців і 5 місяців, з цільнозернового борошна – 3 місяці. Доведено, що протягом зазначеного терміну зберігання гарантовано забезпечуються встановлені мікробіологічні показники безпеки в межах існуючих нормативів для зернових продуктів.

Розраховано економічні показники виготовлення макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами: відпускна ціна 1 кг макаронних виробів з висівками – 6,55 грн., а з цільнозернового борошна – 7,90 грн., прибуток на 1 т макаронних виробів складає 404,1 грн і 487,6 грн відповідно.

ВИСНОВКИ

В роботі на підставі визначення хімічного складу, показників якості та технологічних властивостей цільнозернового пшеничного борошна і пшеничних висівок, дослідження їх впливу на фізико-хімічні і технологічні процеси виготовлення та якість макаронних виробів, вивчення споживчих властивостей виробів, збагачених харчовими волокнами, розроблені макаронні вироби функціонального призначення з підвищеним вмістом харчових волокон та удосконалена технологія їх виготовлення.

1. Встановлено склад та вміст харчових волокон у цільнозерновому борошні різних виробників (кількість клітковини – 2,23 – 2,40 %, геміцелюлоз – 5,02 – 7,81 %, лігніну – 0,94 – 1,33 %) та в пшеничних висівках (клітковини – 6,12 %, геміцелюлоз – 30,87 %, лігніну – 1,40 %), обґрунтовано доцільність їх використання для створення виробів функціонального призначення з вмістом харчових волокон 10 – 11 % до маси виробів.

2. Визначено гранулометричний склад цільнозернового борошна і показано, що

воно за середнім діаметром гранул (139 – 149 мкм) є дрібнішим порівняно з оптимальним розміром гранул макаронного борошна і досить неоднорідним за їх розміром. Крупність висівок більша від розміру гранул макаронного борошна – 360 мкм. Подрібнення дає змогу отримати висівки з меншим у 2 рази розміром гранул.

Встановлено, що водопоглинальна здатність висівок більша у 3,7 рази, а цільнозернового борошна в – 1,2 рази порівняно з борошном другого сорту і зростає при збільшенні в ньому вмісту висівкових частинок та кількості клейковини.

Вміст клейковини у цільнозерновому борошні різних виробників відповідає вимогам нормативної документації на ці види борошна (20 – 22 %), проте для виготовлення макаронних виробів доцільно відбирати борошно з більшим вмістом клейковини – 25 – 26 %.

3. Досліджено, що використання цільнозернового борошна та суміші борошна другого сорту і 15 – 20 % до маси борошна висівок забезпечує прийнятну якість макаронних виробів за органолептичними показниками, міцністю та варильними властивостями. У разі використання подрібнених висівок їх дозування можна збільшити до 25 % до маси борошна.

Покращити якість виробів з висівками можливо шляхом використання високоетирифікованого пектину в кількості 0,35 % до маси борошна.

4. Використання висівок сприяє збільшенню кількості клейковини, що відмивається, її гідратаційної здатності та підвищенню пружності.

Дослідженнями форм зв’язку вологи у макаронному тісті з висівками встановлено, що у виробах, які містять 20 % висівок, зростає на 4,5 % вміст вологи макро- та мікрокапілярів, на 1,8 % – осмотично зв’язаної вологи та зменшується кількість адсорбційно зв’язаної води. У виробах з цільнозернового борошна міститься більше на 2,3 % вологи макро- та мікрокапілярів, на 2,7 % – осмотично зв’язаної вологи, ніж у виробах з висівками.

Аналіз ізотерм сорбції-десорбції показав, що використання цільнозернового борошна і пшеничних висівок сприяє збільшенню загальної кількості адсорбованої води на 10 – 20 % порівняно з виробами з борошна другого сорту за рахунок суттєвого збільшення вологи мономолекулярного та полімолекулярного шару.

5. Досліджено мікроструктуру макаронних виробів та доведено утворення тонкопористої структури виробів з цільнозернового борошна та з висівками. Встановлено збільшення питомої поверхні пор та їх сорбційного об’єму в 1,2 – 3 рази і зменшення середнього діаметра пор, що збільшує гігроскопічність виробів.

Встановлено, що периферійні частини зерна призводять до утворення менш щільної структури висушених макаронних виробів, але сприяють зниженню розмірів пор, зменшенню кількості мікротріщин в порівнянні з виробами з сортового борошна.

6. Встановлено оптимальні параметри приготування тіста для забезпечення кращих варильних властивостей макаронних виробів з висівками – дозування висівок 20 % до маси борошна, вологість тіста 37 %, з цільнозернового борошна – вологість тіста – 36 %. Для всіх виробів доцільним є використання теплого замісу при його тривалості 20 хв.

7. Досліджено кінетику сушіння виробів з висівками і показано, що їх використання в кількості 20 % сприяє зростанню швидкості сушіння в першому та другому періодах сушіння на 0,02 – 0,05 %/хв та скороченню його тривалості на

15 %. Обґрунтовано, що для сушіння цих макаронних виробів можна застосовувати більш жорсткі режими сушіння.

8. Встановлено зменшення калорійності макаронних виробів з суміші борошна другого сорту і 20 % та 25 % висівок на 5,5 % і 5,8 %, а з цільнозернового борошна – на 11,2 % порівняно з виробами з борошна вищого сорту.

Доведено зниження ступеня глікемічності макаронних виробів з висівками та з цільнозернового борошна на 16 % в порівнянні з макаронними виробами з борошна вищого сорту .

Встановлено кращу засвоюваність білків макаронних виробів у разі використання подрібнених висівок.

9. Визначено кислотність та кислотне число жиру в макаронних виробах, збагачених харчовими волокнами, впродовж терміну зберігання і показано, що найвищого значення – 31,4 мг КОН кислотне число жиру досягає за 6 місяців зберігання виробів з цільнозернового борошна, але величина його не перевищує норми для зернових продуктів. Встановлено рекомендований термін зберігання макаронних виробів з використанням висівок – 5 – 6 місяців, а з цільнозернового борошна – 3 місяці.

10. На підставі проведених досліджень розроблено нормативу документацію на «Вироби макаронні зі збільшеним вмістом харчових волокон»: ТУ У 15.8-020709038-159:2013, РЦ за ТІ У 15.8-02070938-159:2013.

11. Розраховано відпускну ціну 1 кг макаронних виробів з висівками та з цільнозернового борошна, що становить відповідно – 6,55 грн та 7,90 грн і прибуток підприємства – 404,1 грн та 487,6 грн на 1 т макаронних виробів.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Юрчак, В. Г. Використання пектинів для поліпшення якості макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами / В.Г. Юрчак, Г.В Карпик, Я. Гордієнко // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса: ОНАХТ, 2012. – Вип. 42. – Т. 1. – С. 242-247.

2. Юрчак, В. Г. Дослідження макаронних властивостей цільнозернового пшеничного борошна / В.Г. Юрчак, Г.В Карпик, Т.П. Голікова // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – Київ: НУХТ, 2012. – № 47. – С.123-128.

3. Карпик, Г.В. Технологічна характеристика висівок різної дисперсності та їхній вплив на якість макаронних виробів // Г.В. Карпик, Н.О. Шелест, В.Г. Юрчак, І.Н. Матвієнко // Хранение и переработка зерна. – Днепропетровск, № 8. – 2013. – С. 48-50.

4. Карпик, Г.В. Изменение качества макаронных изделий, обогащенных пищевыми волокнами, при хранении / Г.В Карпик, В.Г. Юрчак // Хранителна наука, техника и технологии: Сборник научни трудове 18-19 октом. 2013 – Пловдив: УХТП, 2013. - Том LX – С. 136-140.

5. Yurchak, V. Effect of dough making parameters on the quality of pasta enriched with bran dietary fibers / V. Yurchak, Karpyk H. // Food chemistry and technology. – Kaunas: FIRUT. – T. 47, № 2. – 2013. – P. 41– 47.

6. Патент 83998 UA, МПК A23L 1/16 (2006.01). Спосіб виготовлення макаронних виробів / Юрчак В.Г., Карпик Г.В.; заявник Національний університет харчових технологій, Київ ; заявл. 22.03.2013; опубл. 10.10.2013.

7. Патент 85869 UA, МПК A23L 1/16 (2006.01). Макаронні вироби / Юрчак В.Г., Карпик Г.В.; заявник Національний університет харчових технологій, Київ; заявл. 22.03.2013; опубл. 10.12.2013.

8. Юрчак, В. Г. Дослідження гранулометричного складу цільнозмеленого пшеничного борошна як сировини для макаронних виробів / В. Г. Юрчак, Г. В Карпик // Сучасні технології та обладнання харчових виробництв: Міжнародна науково-технічна конференція 29-30 верес. 2011р.: тези доп. – Тернопіль: ТНТУ, 2011. – С. 182-183.

9. Карпик, Г. В. Збагачення макаронних виробів харчовими волокнами пшеничних висівок / Г. В. Карпик, В.Г. Юрчак // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 78 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів та студентів, 2-3 квітня 2012 р.: тези доп. – К.: НУХТ, 2012. – С. 77-79.

10. Карпик, Г.В. Вплив параметрів тістоприготування на властивості тіста та якість макаронних виробів з підвищеним вмістом харчових волокон / Г. В. Карпик, Н. О. Лущевська, О. В. Коваль, Я. О. Гордійчук // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 78 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів та студентів, 2-3 квітня 2012 р.: тези доп. – К.: НУХТ, 2012. – С. 80-81.

11. Карпик, Г. В. Дослідження форм зв'язку вологи та сорбційних властивостей макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами зернових / Г.В. Карпик, Шелест Н.О. // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 79 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів та студентів, 15-16 квіт. 2013 р.: тези доп. – К.: НУХТ, 2013. – С. 171-172.

12. Карпик, Г. В. Особенности процесса сушки макаронных изделий, обогащенных пищевыми волокнами пшеничных отрубей / Г. В. Карпик, В. Г. Юрчак // Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты: Юбилейная X научно-практическая конференция с международным участием, 27-28 ноябр. 2012 р.: сб. матеріал.– М.: МГУПП, 2012. – С. 149-151.

13. Карпик, Г.В. Влияние пищевых волокон зерновых на сорбцию влаги макаронным тестом / Г. В Карпик, В. Г. Юрчак // Наука. Образование. Молодежь: Республиканская научно-практическая конференция молодых ученых, 18-19 апрел. 2013 р.: тези доп. – Алматы: АТУ, 2013. – С. 71-73.

14. Karpyk, G. Usage of whole wheat flour and bran for making macaroni products / V. Yurchak, G. Karpyk // Book of Abstracts the Second North and east European congress on Food NEE food-2013) 26-29 may 2013. - Kyiv: NUFT, 2013. – P. 199.

15. Карпик, Г.В. Вплив пектину на якість макаронних виробів з пшеничними висівками / Г.В Карпик, В.Г. Юрчак // Химия, Био- и Нанотехнологии, Экология и экономика в Пищевой и косметической промышленности: Перша Міжнародна науково-практична конференція, 10-13 червн. 2013 р.: тези доп. – Щелкіно: ХПІ, 2013. – С. 89.

16. Карпик, Г.В. Закономірності перебігу колоїдних процесів у макаронному тісті зі збільшеним вмістом харчових волокон / Г.В. Карпик, В.Г. Юрчак // Здобутки, проблеми та перспективи розвитку готельно-ресторанного та туристичного

бізнесу ІІ Всеукраїнська науково-практична конференція, 29 жовт. 2013 р. – Київ: НУХТ, 2013. – С. 81-83.

АНОТАЦІЯ

Карпик Г.В. Удосконалення технології макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю: 05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів. – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2014. Дисертацію присвячено удосконаленню та науковому обґрунтуванню технології макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами пшеничних висівок та пшеничного цільнозернового борошна.

Досліджено хімічний склад, фізико-хімічні показники та технологічні властивості цільнозернового борошна та висівок як сировини для виробництва макаронних виробів. Обґрунтовано доцільність їх використання та раціональне дозування висівок для збагачення макаронних виробів харчовими волокнами. Вивчено вплив даної сировини на якість макаронних виробів.

Вивчено вплив висівок та цільнозернового борошна на форми зв'язку вологи в макаронному тісті. Встановлено, що їх використання сприяє збільшенню вологи макро- та мікрокапілярів, осмотично зв'язаної вологи та зменшенню вологи адсорбційно зв'язаної. Досліджено процеси сорбції-десорбції вологи макаронними виробами. Доведено зростання сорбційної здатності макаронних виробів зі збільшеним вмістом харчових волокон, показано, що збільшення загальної кількості адсорбованої води відбувається за рахунок збільшення вологи мономолекулярної та полімолекулярної адсорбції. Зростанню гігроскопічності макаронних виробів сприяє збільшення сорбційного об'єму пор, їх питомої поверхні та зменшення середнього діаметра пор.

Обґрунтовані параметри приготування тіста та режими сушіння виробів.

Отримані дані про харчову цінність макаронних виробів з висівками та з цільнозернового борошна. Вивчені зміни показників якості макаронних виробів під час зберігання, рекомендовані терміни їх зберігання.

Розроблено апаратурно-технологічну схему та нормативну документацію на макаронні вироби, збагачені харчовими волокнами цільнозернового борошна та висівок. Удосконалену технологію виробництва макаронних виробів апробовано у виробничих умовах ФО-П Вартаньян О.А. під ТМ «Мак-Вар Екопродукт».

Ключові слова: макаронні вироби, харчові волокна, цільнозернове борошно, висівки, колоїдні процеси, технологічні процеси, споживчі властивості.

АННОТАЦИЯ

Карпик Г.В. Усовершенствование технологии макаронных изделий, обогащенных пищевыми волокнами. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой ступени кандидата технических наук по специальности: 05.18.01 – Технология хлебопекарных продуктов, кондитерских изделий и пищевых концентратов. – Национальный университет пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Киев, 2014. Диссертация посвящена

усовершенствованию и научному обоснованию технологии макаронных изделий, обогащенных пищевыми волокнами пшеничных отрубей и цельнозерновой муки.

Исследован химический состав, физико-химические показатели и технологические свойства цельнозерновой муки и отрубей как сырья для производства макаронных изделий. Обоснована целесообразность их использования. Установлена рациональная дозировка отрубей для обогащения макаронных изделий пищевыми волокнами в количестве 20 % к массе муки. Доказана возможность увеличения дозировки отрубей до 25 % к массе муки путем повышения их дисперсности. Изучено влияние данного сырья на качество макаронных изделий.

Установлено, что использование отрубей приводит к повышению содержания сырой клейковины, увеличению гидратационной способности и одновременному ее укреплению. Показано, что внесение отрубей способствует повышению водопоглотительной способности теста и снижению его упругости.

Изучено влияние отрубей и цельнозерновой муки на формы связи влаги в макаронном тесте. Установлено, что использование пшеничных отрубей в количестве 20 % к массе муки способствует увеличению на 4,5 % влаги макро - и микрокапилляров, на 1,8 % – осмотически связанной влаги и уменьшению влаги адсорбционно связанной. В изделиях из цельнозерновой муки количество свободно связанной влаги выше, чем в изделиях с отрубями. С помощью вакуумно-статистического метода установлено увеличение общего количества адсорбированной воды. Доказано, что увеличение сорбционной способности макаронных изделий с повышенным содержанием пищевых волокон происходит в значительной степени за счет увеличения количества влаги мономолекулярной и полимолекулярной адсорбции. Повышению гигроскопичности макаронных изделий способствует уменьшение среднего диаметра пор, увеличение сорбционного объема пор, их удельной поверхности.

Исследовано влияние параметров приготовления теста на его свойства и процесс формования. Определены оптимальные параметры приготовления теста: дозировка отрубей 20 %, влажность теста – 37 %,теплый замес.

Использование отрубей способствует увеличению скорости сушки в первом и втором периодах и сокращению продолжительности сушки.

Получены данные о пищевой ценности макаронных изделий с отрубями и с цельнозерновой муки. Установлено, что в случае изготовления изделий из муки второго сорта и 20 % отрубей, из цельнозерновой муки – в них обеспечивается содержание пищевых волокон 10,4 % и 11,5 %, а интегральный скор по пищевым волокнам составляет соответственно 41,6 % и 46,0 %. При использовании 25 % измельченных отрубей содержание пищевых волокон и интегральный скор достигают этих показателей изделий из цельнозерновой муки и составляют 11,6 % и 46,6 %.

Доказано снижение степени гликемичности изделий с отрубями, из цельнозерновой муки на 16 % по сравнению с изделиями из муки высшего сорта.

Установлено рекомендуемый срок хранения макаронных изделий с измельченными и неизмельченными отрубями соответственно – 5 месяцев и 6 месяцев, изделий из цельнозерновой муки – 3 месяца. В течение этого срока гарантированно обеспечиваются микробиологические показатели безопасности и показатель кислотного числа жира в пределах существующих нормативов для зерновых продуктов.

Разработана аппаратурно-технологическая схема и нормативная документация на макаронные изделия, обогащенные пищевыми волокнами. Усовершенствованная технология производства макаронных изделий апробирована в производственных условиях ФО – П Вартаньян О.А. под ТМ «Мак - Вар Экопродукт».

Ключевые слова: макаронные изделия, пищевые волокна, цельнозерновая мука, отруби, коллоидные процессы, технологические процессы, потребительские свойства.

SUMMARY

Karpyk G.V. Improving the Technology of Pasta Enriched with Dietary Fibre. - Manuscript.

The thesis for the Degree of Candidate of Technical Sciences, Major 05.18.01 - Technology of Baking Products, Confectionery and Food Concentrates. - National University of Food Technologies Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2014. The thesis is devoted to the improvement and scientific grounding of the technology of producing pasta enriched with dietary fibre of wheat bran and whole grain wheat flour.

The chemical composition, physical and chemical characteristics and technological properties of whole grain wheat flour and bran as raw materials for the production of pasta were researched. The appropriateness of their use and reasonable bran dosage for enriching pasta with dietary fibre were grounded. The impact of the said raw material on the quality of pasta was studied.

The effect of bran and whole-grain wheat flour on the forms of moisture bond in pasta dough was investigated. It was established that their use forwards the increase of the moisture of macro and micro capillaries, osmotically bound moisture and favours the reduce of high binding energy moisture. The processes of sorption-desorption of moisture by pasta were investigated. It was proved that the increase of sorption capacity of pasta with increased content of dietary fibre occurs largely due to the increase of monomolecular and multimolecular adsorption of moisture content. The adsorption pore volume, specific surface are and reduction of the average pore diameter forwards the increase of the hygroscopic properties of pasta.

The parameters of dough preparing were reasoned and the modes for drying products were recommended. The changes of pasta's quality parameters during their storage were investigated and storage lives were recommended.

The hardware-technological scheme and the regulatory documentation on pasta enriched with dietary fibre were designed. The enhanced production of pasta was tested on the production sites of the Private Entrepreneur Vartanyan O.A., under "Mc Vary Ecoproduct".

Keywords: pasta, fibre, wholegrain flour, bran, colloidal processes, technological processes, consumer properties.