

УДК 006.015.5:664.956

*Діна ФЕДОРОВА,
Роман РОМАНЕНКО*

КІНЕТИКА ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ТА ЯКІСТЬ РИБНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Наведено результати дослідження впливу попередньої паротермічної обробки комплексу м'язової, сполучної та кісткової тканин рибної сировини з бичка азовського дрібного та використання висівок пшеничних на кінетику процесу сушіння сухих напівфабрикатів із модельних фаршів. Проаналізовано амінокислотний склад і біологічну цінність сухих напівфабрикатів із сирого та бланшованого рибного фаршу, досліджено мікроструктуру й визначено фракційний склад кісткових часток у них. Установлено можливість використання їх у технологіях кулінарної, кондитерської, снекової продукції та харчових концентратів підвищеної біологічної цінності.

Ключові слова: бичок азовський, фарші з сирого й бланшованого фаршу, сухі рибні та риборослинні напівфабрикати, амінокислотний склад, біологічна цінність, мікроструктура, кісткові фракції.

Федорова Д., Романенко Р. Кинетика процесса сушки и качество рыбных полуфабрикатов. Приведены результаты исследования влияния предварительной паротермической обработки комплекса мышечной, соединительной и костной тканей рыбного сырья из бычка азовского мелкого и использования отрубей пшеничных на кинетику процесса сушки сухих полуфабрикатов из модельных фаршей. Проанализированы аминокислотный состав и биологическая ценность сухих полуфабрикатов из сырого и бланшированного рыбного фарша, исследована микроструктура и определен фракционный состав костных частиц в них. Установлена возможность использования их в технологиях кулинарной, кондитерской, снековой продукции и пищевых концентратов повышенной биологической ценности.

Ключевые слова: бычок азовский, фарши из сырого и бланшированного фарша, сухие рыбные и риборастительные полуфабрикаты, аминокислотный состав, биологическая ценность, микроструктура, костные фракции.

Постановка проблеми. Недостатність харчового білка в організмі людини є не тільки економічною, а й соціальною проблемою сучасного світу. Його загальний дефіцит на планеті оцінюється в 10–25 млн т на рік. Із 6 млрд людей, що живуть на Землі, майже половина страждає від недостатності білка. За даними НДІ харчування МОЗ України, середнє споживання населенням білків тваринного походження становить 42 % проти 55 % рекомендованих. У малозабез-

© Діна Федорова, Роман Романенко, 2016

печених родинях споживання загального білка на добу не перевищує 29–40 г, що не відповідає фізіологічним нормам. Наслідком сучасної структури харчування населення України є насамперед такі порушення харчового статусу: дефіцит тваринних білків (особливо в групах населення з низькими доходами); багатьох вітамінів (виявляється в більшості половини населення); недостатність низки мінеральних речовин (Кальцію – особливо для осіб літнього віку, що супроводжується розвитком остеопорозу та підвищеною ламкістю кісток; Феруму; Йоду; Фтору; Селену; Цинку); досить значний дефіцит харчових волокон [1–3]. У зв'язку з цим, науковою основою сучасної стратегії виробництва продуктів харчування є пошук нових ресурсів білків і додаткових резервів рослинної й тваринної сировини та наступного їх ефективного використання при виробництві харчових продуктів, зокрема оздоровчого призначення.

Важливого значення для продовольчої безпеки країни набувають технології комплексної та маловідходної переробки доступної для широких верств населення рибної сировини, передусім дрібного бичка азово-чорноморського (далі – азовського), який на сьогодні є одним із найчисельніших і доступних за ціною об'єктів морського рибного промислу в Україні. В акваторіях Одеської та Бердянської заток в уловах найбільш чисельними серед бичкових риб є кругляк *N. melanostomus*, сурман *N. cephalargoides* і кнут *M. Batrachcephalus* [4].

Бичок азовський є джерелом повноцінного й легкозасвоюваного білка, а його кісткові тканини – біодоступного Кальцію, що визначає доцільність комплексного перероблення для виробництва харчової продукції та риборослинних напівфабрикатів, зокрема в сегменті масового й соціального харчування [5]. Він має високі споживні властивості, проте асортимент харчової продукції, який виготовляється із бичка азовського, досить обмежений, що обумовлено його фізіологічними особливостями, труднощами при розбиранні та філетуванні [6]. Це обумовлює доцільність розвитку технологій більш раціонального його використання у виробництві харчової продукції.

Існуючі на сьогодні дані про оцінку якості й можливості раціонального використання дрібних бичкових риб мають достатньо фрагментарний характер і потребують уточнення [7–9]. Вирішення завдання раціонального використання вітчизняної дрібної рибної сировини, такої як бичок азовський, передбачає розвиток технологій, які уможливають збільшити ступінь його використання за рахунок залучення для виробництва харчової продукції відходів, що отримують при розбиранні, зокрема шкіри та кісток.

Блок кісткової тканини риби на 73–95 % представлено осеїном, мінеральні речовини – Кальцієм, Фосфором, Магнієм, Калієм, Ферумом, Купрумом та ін. Вміст у кістках риби Кальцію – у 6.2 раза,

Магнію – у 8 разів, а Мангану – у 1.1 раза більше, ніж у м'язовій тканині [10; 11]. Використанням кістки як джерела органічного Кальцію займалися вчені багатьох країн. Їх дослідження показали, що продукти, отримані при переробці кісткової сировини, відіграють важливу роль у дієтичному та профілактичному харчуванні. Подрібнена кісткова тканина сприяє засвоєнню Фосфору та Кальцію, профілактиці й лікуванню остеохондрозу, карієсу, рахіту. Завдяки своїм властивостям добавка кісткового борошна в хлібопекарське пшеничне борошно офіційно дозволена в Канаді, а в Англії харчовий кістковий фосфат вводять до складу дитячого харчування, борошна, цукру та інших сухих продуктів.

Відома технологія виробництва печива з використанням 12 % пасти з гіротермічно оброблених кісток риби телупії та насіння льону від маси пшеничного борошна [12]. Це уможливило збагатити печиво омега-3 жирними кислотами, білковими й мінеральними речовинами, зокрема Кальцієм, Фосфором і Ферумом.

Останніми роками відзначається підвищення зацікавленості науковців до створення нових технологій харчових продуктів з риби, збагачених харчовими волокнами, зокрема, рослинною клітковиною, що надає їм оздоровчих властивостей, а саме – знижує енергетичну цінність, вміст холестерину та жирів [13–15]. Рослинна клітковина в технологіях рибних продуктів також може вирішувати певні технологічні завдання щодо волого- та жирозатримування, регулювання гідратаційних, в'язко-пластичних та адгезійних властивостей, текстурних і сенсорних характеристик, показників якості під час зберігання [16; 17].

Доцільним є комплексне перероблення бичка азовського на пасти та сухі риборослинні напівфабрикати, які можуть використовуватись у технологіях широкого асортименту кулінарної продукції, хлібобулочних виробів як білково-мінеральні збагачувачі, як основний компонент у технологіях снекової продукції, концентратів, сухих сніданків, сухих формованих продуктів спеціального призначення.

Мета роботи – дослідження впливу технологічних чинників (попередньої паротермічної обробки рибної сировини й використання висівок пшеничних) на кінетику процесу сушіння та якісні характеристики риборослинних напівфабрикатів, зокрема їх мікроструктуру та біологічну цінність білків.

Матеріали та методи. Об'єкти дослідження – бичок азовський заморожений дрібний (до 10 см), виготовлений ТОВ "Азовриблов" згідно з ГСТУ 15-25–98 "Риба дрібна морожена. Технічні умови"; свіжовиготовлені (нативні) модельні фарші на основі сирого й бланшованого бичка азовського цілого патраного без голови та з використанням висівок пшеничних (*рис. 1*), а також сухі риборослинні напівфабрикати (порошки) на основі модельних фаршів із бичка азовського.

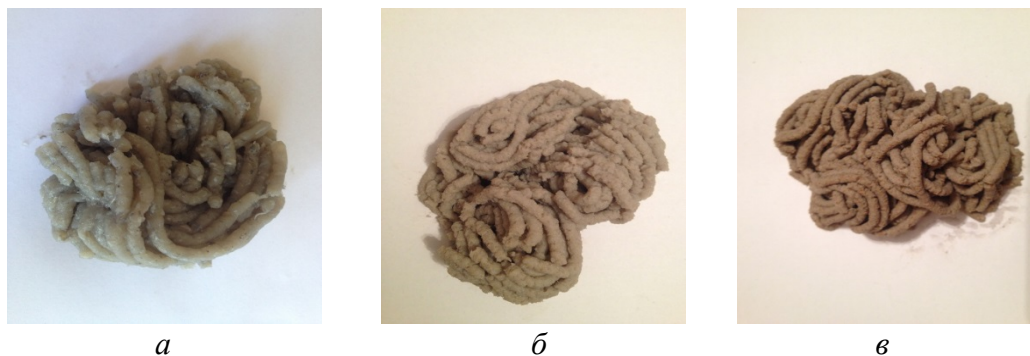


Рис. 1. Досліджувані зразки рибних модельних фаршів із цілого патраного без голови бичка азовського:
a – сирого (D1); *б* – бланшованого (D2);
в – із додаванням 10 % висівок пшеничних (D4).

Досліджено також зразки сирого фаршу з 10 та 20 % висівок (варіанти D3 та D5) і бланшованого фаршу з 20 % висівок пшеничних (D6).

Дрібного бичка азовського патраного без голови (зі шкірою, кістками та хвостовим плавцем) піддавали паротермічному обробленню за температури 85–90 °С протягом 10–60 с, залишали на ситі протягом $3.6 \cdot 10^3$ с для стікання вологи та подрібнювали на вовчку з діаметром отворів 5 та 2 мм. Для фаршів із висівками – подрібнювали на вовчку з діаметром отворів 5 мм, додавали висівки пшеничні в кількості 10 та 20 % від маси сировини, витримували протягом $2.3.6 \cdot 10^3$ с для набрякання гідроколоїдів і стабілізації масообміну (розподілу вологи) та вдруге подрібнювали на вовчку з діаметром отворів 2 мм.

Модельні фарші викладали на решітки конвективної сушарки за питомого навантаження матеріалу $g = 4.3 \text{ кг/м}^2$ і висушували за температури 60 °С, швидкості руху сушильного агента 1 м/с та вологовмісті 10 г/кг сухого повітря до постійної маси з подальшим подрібненням протягом 40 с у звичайній дробарці молоткового типу на порошки.

Масову частку води в фаршах і сухих напівфабрикатах визначено методом висушування до постійної маси при температурі 100–105 °С; амінокислотний склад – іонообмінною рідинно-колонтатою хроматографією на автоматичному аналізаторі амінокислот Т-339 виробництва "Мікротехна" (Чехія) [18].

Для проведення сенсорної оцінки рибних порошоків дегустаційною комісією використано профільний описовий (deskриптивний) метод, для чого складено глосарій deskрипторів. При цьому увагу приділяли специфічним, властивим для рибних харчових порошоків, характеристикам показників. Кількісну оцінку інтенсивності deskрипторів визначено за шкалою від 0 до 5 (0 – ознака відсутня; 1 – ледь відчувається; 2 – ознака має слабку інтенсивність; 3 – помірна інтенсивність ознаки; 4 – сильна; 5 – дуже сильна).

Мікроструктуру фаршів і сухих риборослинних напівфабрикатів, фракційний склад кісткових включень визначено з використанням растрового електронного мікроскопа JSM 35 C зі збільшенням у 86 разів [19].

Результати дослідження. Процес дегідратації риборослинних напівфабрикатів є одним із важливих етапів, що характеризують якість готової продукції та економічну ефективність її виробництва. Відомо, що попередня гігро- та паротермічна обробка термолабільних матеріалів сприятливо впливає на процес сушіння та скорочує його тривалість. Під час такої обробки відбуваються складні фізичні, фізико-хімічні, структурні та біохімічні перетворення: інактивуються ферменти, припиняються окисні процеси, клітини набухають, білки коагулюють.

Зневоднення, як технологічний процес, значно залежить від підготовки матеріалів до сушіння, під час якої використовуються методи термічного, механічного й фізико-хімічного впливу (гігро- та паротермічна обробка, гранулювання, диспергування, надання оптимальної форми, обробка поверхнево-активними речовинами). Експериментально встановлено, що комбінацією таких прийомів, або одним із них окремо, досягається підвищення ефективності процесу та скорочення його тривалості від 20 до 30 % [20].

Визначення впливу таких технологічних чинників, як попередня паротермічна підготовка рибної сировини та використання рослинної сировини на тривалість процесу сушіння та якісні характеристики риборослинних напівфабрикатів на основі сирого й бланшованого бичка азоського, дасть змогу обґрунтувати зміни, які відбуваються при їх дегідратації, а також їх вплив на мікроструктуру й біологічну цінність сухих напівфабрикатів.

Метою паротермічної обробки рибної сировини є перш за все коагуляція білків, унаслідок чого відбувається зниження її гігроскопічності. У випадку використання цілого дрібного бичка азоського зі шкірою та скелетними кістками, паротермічна обробка сприяє розм'якшенню кісткової та сполучної тканин унаслідок часткового гідролізу (глютинізації) колагену сполучної та осеїну – кісткової тканини, що підвищує біологічну цінність і біодоступність білків готових продуктів. При цьому також відбувається інактивація ферментів, припинення окисних процесів, що унеможлиблює розвиток небажаної та патогенної мікрофлори, утворення складних для засвоєння в шлунково-кишковому тракті людини меланоїдинових комплексів.

Одночасно зі специфічним впливом на зміну властивостей вихідної рибної сировини така обробка її до сушіння сприяє забезпеченню необхідних показників якості й безпечності при тривалому зберіганні готових рибних і риборослинних напівфабрикатів. Крім цього, як фактор підвищення ефективності процесу виступає інтенсифікація безпосередньо самого процесу зневоднення.

Для визначення впливу паротермічної обробки на швидкість сушіння модельних фаршів на основі комплексу м'язової, сполучної та кісткової тканин бичка азовського досліджено кінетику процесу (рис. 2).

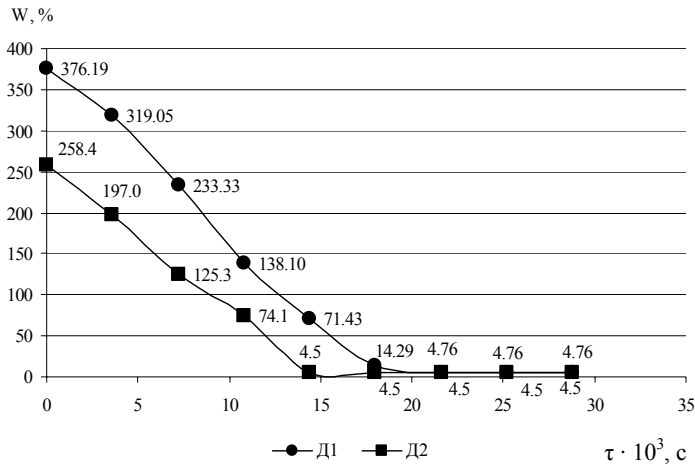


Рис. 2. Криві кінетики сушіння сирого й бланшованого модельних фаршів: W – вологовміст фаршів, %; τ – тривалість сушіння, с

Експериментально встановлено, що попередня паротермічна обробка рибної сировини прискорює процес конвективного сушіння модельного фаршу на 25 %, що підтверджується кривими кінетики (див. рис. 2). Головним чинником прискорення процесу сушіння є зниження початкового вологовмісту фаршу з бланшованої рибної сировини на 31.3 % порівняно із вологовмістом сирого фаршу.

Із метою розширення асортименту сухих риборослинних напівфабрикатів і створення нових видів сухих формованих продуктів на їх основі встановлено доцільність визначення впливу рослинної сировини (висівок пшеничних) на кінетику процесу сушіння риборослинних фаршів на основі комплексу нативних і бланшованих тканин бичка азовського (рис. 3).

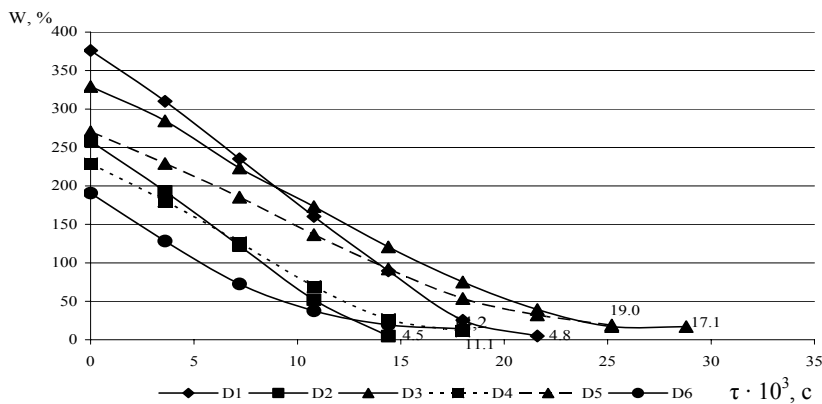


Рис. 3. Вплив рослинної сировини на кінетику сушіння модельних фаршів: W – вологовміст фаршів, %; τ – тривалість сушіння, с

Установлено, що використання висівок пшеничних дещо уповільнює процес сушіння усіх рибо-рослинних фаршів, що помітно за зміною кутів нахилу кривих сушіння. Так, використання від 10 до 20 % висівок у сирому фарші подовжує тривалість процесу на 16.7 %, у бланшованому – на 25 % порівняно з тривалістю сушіння модельних фаршів без висівок. Використання більше 10 % висівок у складі сирого фаршу та понад 20 % у складі бланшованого фаршу вважаємо недоцільним із точки зору формування достатніх показників гігроскопічності для тривалого зберігання. При цьому рівноважна вологість сухих напівфабрикатів становить 14.6 і 12.4 % відповідно, що відповідає вологовмісту 17.1 і 14.2 % дослідних зразків D3 та D6 (див. *рис. 3*).

Для детальнішого з'ясування впливу всіх діючих факторів на цей процес і вирішення оптимізаційної задачі сушіння риборослинних напівфабрикатів необхідним є визначення критеріїв Ребіндера й Косовича за результатами диференційної мікрокалориметрії, що є наступним етапом наукового дослідження.

Органолептична оцінка сухих подрібнених фаршів показала, що вони мають суттєві відмінності за зовнішнім виглядом і кольором, значних відмінностей запаху не виявлено (приємний, слабо виражений рибний аромат, притаманний морським породам риб, без сторонніх запахів). За результатами органолептичної оцінки встановлено відмінності в кольорі подрібнених сухих фаршів із сирого та бланшованого бичка азовського (*рис. 4*).



Рис. 4. Зовнішній вигляд подрібнених сухих фаршів із сирого (*a*) та бланшованого (*б*) бичка азовського

Дегустаторами відмічено, що колір рибного порошку з бланшованого фаршу – від світло-сірого до кремового, а з сирого – від насичено кремового до жовтого. Це пояснюється біохімічними змінами в складі фаршів під час сушіння, зокрема утворенням темно-забарвлених цукрово-аміних комплексів під час реакції Майара.

При оцінці консистенції зразків порошку із сирого рибного фаршу більшість дегустаторів (60 %) надали переваги дескриптору

"неоднорідна подрібнена структура", тоді як для зразків порошку з бланшованого фаршу – "однорідна подрібнена структура" (80 %). Інтенсивність ознаки дескриптору консистенції "наявність помітних твердих включень і грудочок, що не розсипаються при стисканні між пальцями рук" зразків із сирого фаршу більшість дегустаторів оцінили як помірну – 3 бали (60 % дегустаторів) і таку, що має слабку інтенсивність, – 2 бали (40 % дегустаторів) за розробленою 5-баловою шкалою; для порошку з бланшованого фаршу цей показник має слабку інтенсивність – 2 бали (40 % дегустаторів) і ознаку, що ледь відчувається, – 1 бал (60 % дегустаторів). Результати сенсорної оцінки консистенції порошоків свідчать про вищу технологічність подрібнення сухого фаршу з бланшованої рибної сировини через підвищену крихкість її структури.

Із метою з'ясування впливу попередньої паротермічної обробки на біологічну цінність білків визначено амінокислотний склад сухих напівфабрикатів (порошків) – сухих фаршів із сирого та бланшованого бичка азовського (табл. 1).

Таблиця 1

Амінокислотний склад сухих фаршів із сирого та бланшованого бичка азовського, % абс. С. Р.

Амінокислота	Сухий фарш із бланшованої риби (D2)	Сухий фарш із сирого риби (D1)	Різниця, +/- %
<i>Незамінні амінокислоти</i>			
Лізин	5.03	4.23	-0.80
Валін	2.47	1.87	-0.60
Лейцин	5.33	4.45	-0.88
Ізолейцин	2.13	1.63	-0.50
Треонін	2.52	1.9	-0.62
Триптофан+Метіонін	2.45	1.89	-0.56
Цистин	0.79	0.36	-0.43
Тирозин	2.56	2.03	-0.53
Фенілаланін	2.94	2.36	-0.58
<i>Сума</i>	<i>26.22</i>	<i>20.72</i>	<i>-5.50</i>
<i>Замінні амінокислоти</i>			
Аргінін	4.23	2.92	-1.31
Аланін	4.66	3.59	-1.07
Аспарагінова кислота	5.94	4.38	-1.56
Гістидин	1.42	1.16	-0.26
Гліцин	4.57	3.46	-1.11
Глутамінова кислота	12.09	8.06	-4.03
Пролін	3.13	2.11	-1.02
Серин	3.08	2.34	-0.74
<i>Сума</i>	<i>39.12</i>	<i>28.02</i>	<i>-11.10</i>
<i>Разом</i>	<i>65.34</i>	<i>48.74</i>	<i>-16.60</i>

За даними проведеного дослідження встановлено, що білки комплексу тканин бичка азовського є повноцінними й характеризуються наявністю усіх незамінних амінокислот, серед яких переважають лізин і лейцин. При цьому за кількісним складом амінокислот сухий фарш із сирової риби значно поступається фаршу з бланшованої. Загальна абсолютна кількість амінокислот у сухому фарші з нативних тканин риби на 16.6 % нижча і становить 48.07 % проти 65.34 % у сухому фарші з бланшованої риби (див. *табл. 1*). Разом з тим спостерігається більш інтенсивне зменшення абсолютної кількості замісних амінокислот, зокрема глютамінової, аргініну, гліцину та проліну. Високий вміст глютамінової кислоти в сухому фарші з бланшованого бичка азовського на 50 % перевищує її кількість у фарші з сирової риби. Це надає додаткові споживні переваги сухому фаршу з бланшованої риби, адже глютамінова кислота виконує важливі фізіологічні функції в підтриманні дихання клітин мозку, бере безпосередню участь у процесах збудження й гальмування, відіграє важливу роль у знешкодженні аміаку, який виходить в результаті обміну білків [21].

Серед незамінних амінокислот найбільш помітно спостерігається зниження лізину, лейцину та треоніну в сухому фарші з нативних тканин риби на відміну від бланшованих (див. *табл. 1*). Співвідношення кількості незамінних амінокислот до замісних у дослідних зразках фаршів із сирової та бланшованого бичка азовського становить 0.43 та 0.40 відповідно.

Зменшення кількості амінокислот у складі сухого напівфабрикату з нативного рибного фаршу можна пояснити тим, що під час його сушіння при температурі сушильного агента 60 °C достатньо інтенсивно відбуваються процеси ферментативного гідролізу. Більшість нативних водорозчинних саркоплазматичних білків цитоплазми сирової рибної фаршу (міоген, альбумін, глобулін та ін.) входять до складу активної частини ферментів. Їхній вміст у м'язовій тканині рибної сировини становить 18–20 % від загальної кількості білків. Вміст протеолітичних ферментів (трипсин, пепсин, катепсин та ін.) у нативній рибній сировині забезпечує процеси ферментативного гідролізу білків до окремих пептидів і амінокислот. При цьому частина білків гідролізується, а продукти їх гідролізу – окремі амінокислоти – беруть участь у формуванні складних меланоїдинових комплексів із глюкозою, що знижує загальну кількість амінокислот у готовому продукті.

Відомо, що при температурі від 40–60 до 100 °C зі значною швидкістю відбувається взаємодія амінокислот (продуктів гідролізу білків) із відновлювальними цукрами (глюкоза, яка утворюється з м'язового глікогену) [22]. При цьому виникають карбонільні сполуки та темнозабарвлені продукти – меланоїдини (реакція Майяра). Цукроамінні реакції є причиною не тільки потемніння харчових продуктів,

а й втрат незамінних амінокислот, передусім лізину та треоніну [23]. Крім того, меланоїдини знижують біологічну цінність виробів, оскільки знижується засвоюваність амінокислот через те, що цукроамінні комплекси не піддаються гідролізу ферментами травного тракту. При цьому кількість незамінних амінокислот у харчовому продукті зменшується.

Не дивлячись на те що температура 60 °С є критичною для більшості ферментних клітин, за рахунок високого вмісту вологи в рибному фарші (до 79 %), під час ізотермічного процесу випаровування вологи з поверхні, фарші охолоджуються, чим забезпечується протягом певного часу створення сприятливого для дії протеолітичних ферментів і мікроорганізмів температурного поля всередині матеріалу – близько 50 ± 2 °С. Так, за даними Ю. Г. Шокуна, температура всередині рибної крупки під час сушіння при температурі 71 °С не перевищувала 59 °С, тобто була нижчою на 16.9 % за температуру сушильного агента (повітря) [24]. Для детального обґрунтування цих процесів необхідним є дослідження саме прогрівання дослідних зразків за визначених температур сушильного агента.

Ураховуючи наведені експериментальні дані, встановлено доцільність попередньої паротермічної обробки рибної сировини для виробництва білково-мінеральних напівфабрикатів з метою забезпечення вищого рівня збереженості їх амінокислотного складу. Збільшення вмісту незамінних амінокислот – аргініну, гліцину, проліну – в складі сухого напівфабрикату з бланшованого фаршу можна пояснити частковим гідролізом білків із колагену сполучної та кісткової тканин під час вологотермічної обробки рибної сировини.

Показником якості білків, який характеризує збалансованість амінокислот, є амінокислотний скор (АС). Із метою визначення збалансованості амінокислот у білках сухих фаршів із сирого та бланшованого бичка азовського розраховано їхні амінокислотні скорі відповідно до рекомендацій експертного комітету ФАО/ВОЗ (табл. 2).

Таблиця 2

**Амінокислотний скор білків сухих фаршів
із сирого та бланшованого бичка азовського, %**

Амінокислота	Сухий фарш із бланшованої риби (D2)		Сухий фарш із сирого риби (D1)		Ідеальний білок за ФАО/ВОЗ
	%/100 мг	АС, %	%/100 мг	АС, %	
Лізин	7.698	139.97	8.679	157.79	5.5
Валін	3.780	75.60	3.837	76.73	5.0
Лейцин	8.157	116.53	9.130	130.43	7.0
Ізолейцин	3.260	81.50	3.344	83.61	4.0
Треонін	3.857	96.42	3.898	97.46	4.0
Триптофан+Метіонін	3.750	141.68	3.878	131.90	3.5
Цистин	1.209		0.739		
Тирозин	3.918	140.29	4.165	150.12	6.0
Фенілаланін	4.500		4.842		

Визначено, що сухі напівфабрикати на основі фаршу з бичка азовського за більшістю незамінних амінокислот мають високі амінокислотні скори. Домінуючими амінокислотами є лізин, метіонін + цистин, треонін, тирозин + фенілаланін, а лімітованими – валін та ізолейцин. Амінокислотні скори лізину, лейцину, тирозину та фенілаланіну в сухому фарші з бланшованого бичка азовського мають дещо нижчі показники порівняно із фаршем із сирової риби. Це пояснюється тим, що питома вага незамінних амінокислот у складі білків фаршу із сирової риби дещо збільшується на фоні зменшення загальної кількості амінокислот у складі сухого фаршу внаслідок ферментативного гідролізу.

Із метою максимального використання потенціалу повноцінних білків фаршів на основі комплексу тканин бичка азовського доцільним є цільове комбінування фаршів на основі попередньо термообробленої рибної сировини з рослинною сировиною. Для покращення біологічної цінності напівфабрикатів на основі комплексу тканин бичка азовського пропонується їх комбінувати з такою рослинною сировиною, як насіння та шрот соняшника, вівсяні або пшеничні висівки, продукти переробки сої та бобових, які містять у своєму складі дефіцитні для фаршів амінокислоти, зокрема ізолейцин та валін. Комбінування зазначеної рослинної сировини із фаршем на основі бичка азовського у визначених співвідношеннях дасть змогу збалансувати амінокислотний склад білків і підвищити біологічну цінність харчової продукції.

Установлено, що при додаванні до складу фаршу з термообробленого бичка азовського пасти з насіння соняшнику, висівок вівсяних, пшеничних, показники амінокислотного скору лімітуючих амінокислот – валіну та ізолейцину – зростають, що свідчить про кращу амінокислотну збалансованість дослідних зразків. Результати раніше проведених досліджень показали високу біологічну цінність (БЦ) розробленого риборослинного борошна з використанням 20 % висівок вівсяних, яка на 10.4 % перевищує значення БЦ фаршу без добавок, що свідчить про покращення збалансованості амінокислотного складу риборослинних напівфабрикатів при додаванні рослинної сировини [6].

Білки кісткової тканини представлено осеїном, який за амінокислотним складом близький до колагену. У структуру осеїну входять переважно білкові речовини – колаген (93 %), осеомукоїд, альбуміни, глобуліни, тощо. Амінокислотний склад кісток відрізняється низьким вмістом глутамінової кислоти, лізину, відсутністю цистину, триптофану; високим вмістом гліцину, проліну, оксипроліну, що складають майже 43 % загальної суми амінокислот. Хімічний зв'язок між осеїном і мінеральним складом риби менш міцний, ніж у кістковій тканині наземних тварин і птахів. Під час теплової обробки риби з кістковими тканинами відбувається глютинізація осеїну та структурно-механічні властивості (міцність) кісток знижується. Сенсорні дослідження консистенції порошків із бланшованої рибної сировини підтверджують дані припущення. Це також може позитивно впливати

на процес засвоєння Кальцію в шлунково-кишковому тракті, що потребує проведення низки додаткових експериментальних досліджень.

Відомо, що до важливих показників безпечності харчових продуктів із кістковими тканинами належить масова частка кісткових включень та їх розміри. Розмір кісткових фрагментів є визначальним для оцінки безпеки сухих рибних і риборослинних напівфабрикатів із комплексу тканин бичка азовського та придатності виготовлення з їх використанням харчових продуктів. Нормативно встановлено, що 98 % виявлених кісткових частинок у харчових продуктах не повинні перевищувати 0.5 мм [24–26]. Багато авторів вважають, що частки кісток розміром не більше 500 мкм органолептично не відчуються і не можуть представляти небезпеку для організму людини [27–30]. До того ж фрагменти розчиняються в соляній кислоті шлункового соку людини й біопридатність Кальцію з кістки приблизно така ж, як і молока.

Із метою обґрунтування безпечності сухих напівфабрикатів досліджено мікроструктуру порошків із висушених зразків модельних фаршів, подрібнених за однакових умов (рис. 5). Відмічено візуалізацію різних за розмірами твердих частинок, які представлено сухими частками комплексу білкових речовин рибної сировини та кістковими фракціями й відрізняються за кольором. Установлено, що частинки кісткових фракцій мають сферичну форму, а їх розмір не перевищує 0.158 мкм.

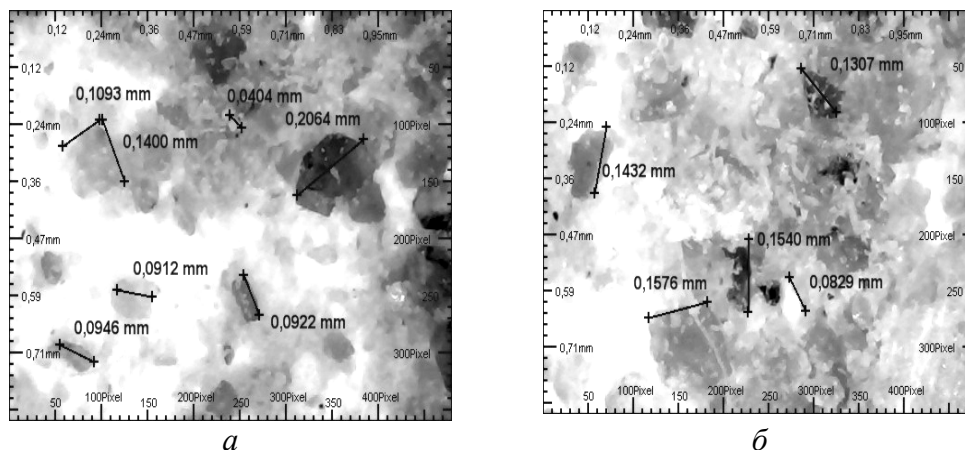
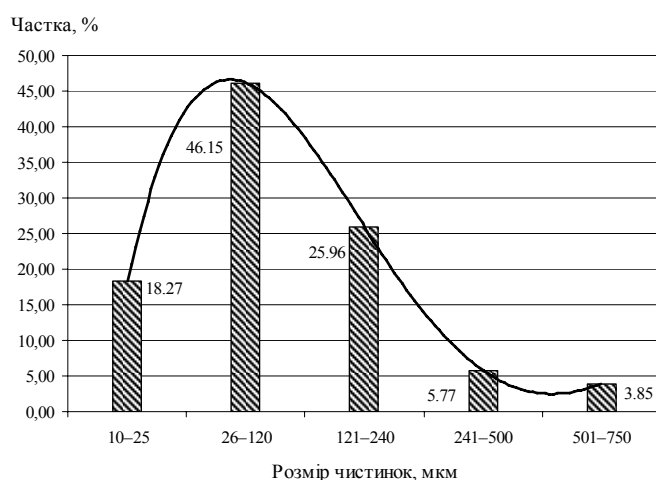


Рис. 5. Мікроструктура подрібнених сухих фаршів із сирого (а) й бланшованого (б) бичка азовського

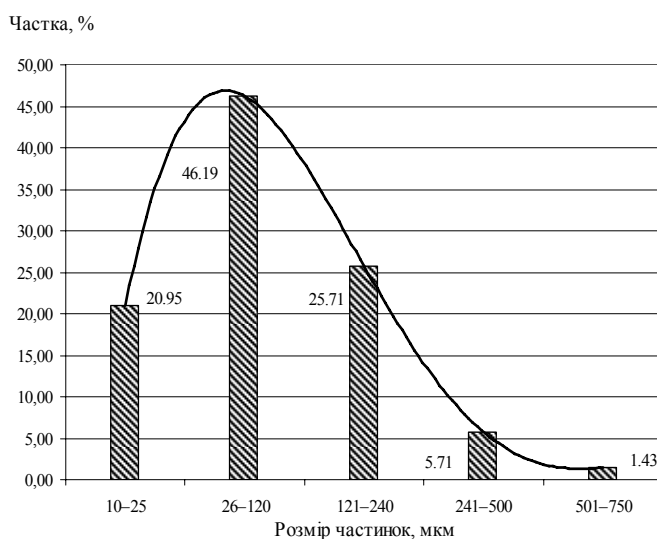
Із метою кількісного визначення розподілу загальних і кісткових фракцій за розмірами порошків із сухих фаршів із сирого й бланшованого бичка азовського здійснено дисперсійний аналіз на основі обробки мікрофотографій частинок порошків, отриманих за допомогою електронного мікроскопу. Для характеристики їхнього розміру використовували діаметр. Обробку мікрофотографій здійснено за спеціальною програмою *CorelDraw X4*.

За результатами проведеного дослідження встановлено, що найчисельнішими за середніми розмірами загальних частинок обох дослідних зразків порошків є фракції від 26 до 120 мкм – 46.15 та 46.19 % відповідно для порошку із сирого та бланшованого бичка азовського, а середні розміри кісткових частинок для цих фракцій становлять відповідно 96 та 103 мкм (рис. 6).

Установлено, що середній розмір загальних частинок порошку з бланшованого фаршу становить 243.6 мкм, що на 5.6 % перевищує їх розмір у порошку із сирого фаршу (230.8 мкм). Питома вага найбільших за розміром кісткових частинок – понад 500 мкм у порошку з бланшованої риби не перевищує 1.43 %, що відповідає вимогам безпеки (див. рис. 6).



а)

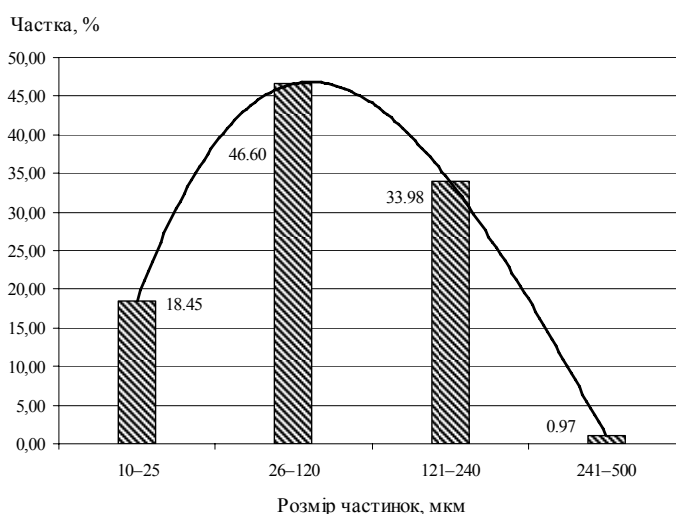


б)

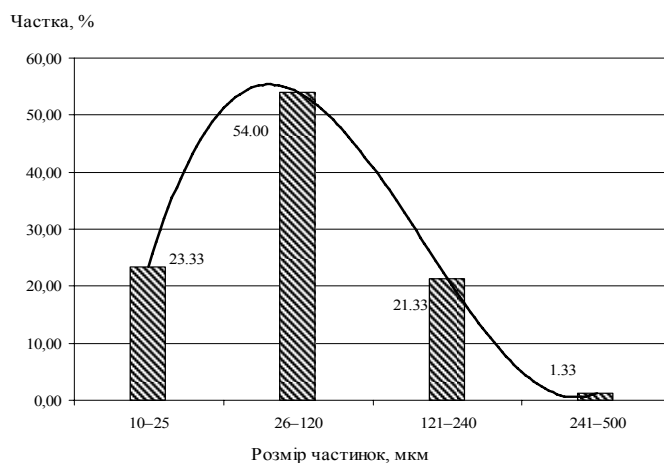
Рис. 6. Диференціальні криві розподілу загальних фракцій рибних порошків із сирого (а) й бланшованого (б) бичка азовського за середніми розмірами

У порошку із сирого фаршу відмічено наявність великих частинок у кількості 3.85 % із середнім розміром 610 мкм, які відчуюються органолептично. Середній діаметр найбільших часток у порошку із сирого фаршу на 17.1 % перевищує відповідні розміри великих частинок у порошку з бланшованої риби.

За результатами проведеного дослідження встановлено, що найчисельнішими за середніми розмірами частинок обох дослідних зразків порошоків є кісткові фракції від 26 до 120 мкм (рис. 7). Для порошку із сухого фаршу із сирого бичка азовського ця розмірна фракція кісткових частинок становить 46.6 %, з бланшованого – 54.0 %. Відмічено, що в порошку із сирого фаршу фракція кісткових частинок із розмірами від 121 до 240 мкм становить 33.98 %, що в 1.59 раза перевищує їх кількість у порошку з бланшованої рибної сировини.



а)



б)

Рис. 7. Диференціальні криві розподілу кісткових фракцій рибних порошоків із сирого (а) й бланшованого (б) бичка азовського за середніми розмірами

Визначено, що середній розмір кісткових фракцій у порошку з бланшованого фаршу становить 143.3 мкм, що на 20.89 % перевищує їх розмір у порошку із сирого фаршу (118.5 мкм). Найбільш значне зниження рівня небезпеки порошоків відмічено при подрібненні сухих фаршів із сирої рибної сировини, в яких частка дрібних фракцій (1–25 і 26–120 мкм) зменшилася на 4.85 і 3.4 % відповідно за рахунок збільшення на 12.65 % крупнішої за розміром фракції – 121–240 мкм.

Питома вага найбільших за розміром кісткових частинок – від 241 до 500 мкм – у порошку із сирого фаршу не перевищує 0.97 %, а в порошку з бланшованої риби – не більше 1.33 %, що відповідає вимогам безпечності. Присутність таких частинок у рибних порошках є безпечним, оскільки вони розчиняються у 0.037 М розчині HCl [31], що є аналогічним за концентрацією HCl у травному соку шлунку людини. Кальцій з кісток за цих умов переходить у розчинні солі (хлористий кальцій і фосфорнокислий кальцій), після чого всмоктується у тонкому кишечнику.

Висновки. Експериментально встановлено, що попередня паротермічна обробка рибної сировини прискорює процес конвективного сушіння модельного рибного фаршу в середньому на 25 %. Використання висівок пшеничних децю уповільнює процес сушіння усіх зразків риборослинних фаршів.

Доведено, що білки комплексу тканин бичка азовського є повноцінними й характеризуються наявністю усіх незамінних амінокислот, серед яких переважають лізин і лейцин. При цьому за кількісним складом амінокислот сухий фарш із сирої риби значно поступається фаршу з бланшованої.

Установлено, що питома вага найбільших за розміром кісткових частинок – від 241 до 500 мкм – у порошку із сирого фаршу не перевищує 0.97 %, а в порошку з бланшованої риби – не більше 1.33 %, що відповідає вимогам безпечності.

Із метою формування кращих органолептичних показників якості та підвищення рівня безпеки рибних порошоків із комплексу тканин бичка азовського доцільним є застосування попередньої паротермічної обробки рибної сировини перед сушінням. Для більш детального з'ясування впливу всіх діючих факторів на цей процес і вирішення оптимізаційного завдання сушіння рибо-рослинних напівфабрикатів необхідним є визначення критеріїв Ребіндера й Косовича за результатами диференційної мікрокалориметрії, що є наступним етапом наукового дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Давиденко Н. В. Динаміка особливостей харчування та серцево-судинні захворювання (15-річне дослідження). Проблеми харчування. 2006. № 3. С. 17–23.

2. *Корецький В. Л.*, Орлова Н. М. До проблеми безпеки харчування та моніторингу якості життя населення України. Проблеми харчування. 2006. № 1. С. 42—44.
3. *Preventing Chronic Diseases: avitalinvestment*. Geneva : WHO, 2005. 128 p.
4. *Заморов В. В.*, Черникова С. Ю., Караванский Ю. В., Леончик Е. Ю. Динамика сетных уловов бычковых рыб (gobiidae) в прибрежной зоне одесского залива. Наук. Вісн. Терноп. нац. пед. ун-ту. 2015. № 3—4 (64). С. 238—241. Серія "Біологія".
5. *Притульська Н.*, Федорова Д., Бондаренко Є. Концептуальні засади формування системи соціального харчування в Україні. Товари і ринки. 2015. № 1 (19). С. 5—17.
6. *Федорова Д.*, Кузьменко Ю. Біологічна цінність рибо-рослинних напів-фабрикатів на основі комплексного перероблення бичка азовського. Товари і ринки. 2015. № 2 (20). С. 85—97.
7. *Югай А. В.* Обоснование рациональной переработки бычков *Myoxocephalus polyacanthocephalus* и *Myoxocephalus Joak* для производства пищевых продуктов : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Владивосток, 2011. 22 с.
8. *Одинцов А. Б.* Обоснование концепции использования промысловых рыб Атлантического океана на базе мониторинга их технологических свойств : автореф. дис. ... док. техн. наук. Калининград, 2002. 46 с.
9. *Егорова Н. И.*, Пученкова С. Г. Технология и хранение мороженого фарша из азовского бычка. Рыбне господарство України. 2006. № 5—6. С. 77—81.
10. *Безусов А. Т.*, Флауменбаум Б. Л., Добробабина Л. Б. Рыбная костная ткань как источник ценных бытовых и минеральных веществ. Химические превращения пищевых параметров : Всесоюзная конф. Калининград : КГТУ. 1991. С. 136.
11. *Палагина В. М.*, Волошина О. В., Набокова А. А. Продукты функционального питания на основе вторичного сырья рыбпереработки. Рыбная пром-сть. 2005. № 1. С. 28—30.
12. *Abdel-Moemin Aly R.* Healthy cookies from cooked fish bones. Food Bioscience. 2015. Vol. 12. P. 114—121.
13. *Elleuch M.*, Bedigian D., Roiseux O., Besbes S., Blecker C., Attia H. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. Food Chemistry. 2011. Vol. 124 (2). P. 411—421. URL : <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.077>.
14. *Careche M.*, Luten J. B., Kole A., Schelvis R. et al. Developing functional seafood productsю. Improving Seafood Products for the Consumer. 2008. P. 331—362.
15. *Borderias A. J.*, Pérez-Mateos M., Sánchez-Alonso I. New applications of fibres in foods: Addition to fishery products. Trends in Food Science & Technology. 2005. Vol. 16 (10). P. 458—465. URL : <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2005.03.011>.
16. *Borderias A. J.*, Pérez-Mateos M., Sánchez-Alonso I. Fibre-enriched seafood. Fibre-Rich and Wholegrain Foods. Food Science, Technology and Nutrition. 2013. P. 348—368.

17. *Careche M., Borderías A.J., Sánchez-Alonso I., Lund E.K.* Functional seafood products. *Food Science, Technology and Nutrition*. 2011. P. 557—581.
18. *Скурихин И. М.* Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов : под ред. И. М. Скурихина, В. А. Тутельяна. М. : Брандер-Медицина, 1998. 380 с.
19. *Гаврилова Н. Н., Назаров В. В., Яровая О. В.* Микроскопические методы определения размеров частиц дисперсных материалов : учеб. пособие. М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2012. 52 с.
20. *Снежкин Ю. Ф., Шапарь Р. А.* Анализ факторов повышения эффективности процесса сушки термолабильных материалов. *Промышленная теплотехника*. 2009. Т. 31, № 7. С. 110—112.
21. *Пищевые вещества. Белки и аминокислоты.* URL : <http://manzhos.inf.ua/page24.html>.
22. *Авертьянова Н. Д., Цибизова М. Е.* Биопродукты на основе гидробионтов и их функциональная значимость. *Вестник АГТУ*. 2008. № 3 (44). С. 115—119.
23. *Шокун Ю. Г.* Разработка основ рациональной сушки рыбных фаршей при производстве пищевой крупки : дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. Владивосток, 1983. 169 с.
24. ГОСТ 31490–2012. Мясо птицы механической обвалки. Технические условия. Введ. 2015—07—01. М. : Стандартинформ, 2014. 9 с.
25. ГОСТ Р 53599–2009. Продукты переработки мяса птицы. Методы определения массовой доли кальция, размеров и массовой доли костных включений. Введ. 2011—01—01. М. : Стандартинформ, 2010. 13 с.
26. ГОСТ Р 52197—2003. Мясо и мясные продукты для детского питания. Метод определения размеров костных частиц. Введ. 2005—01—01. М. : Госстандарт России. 6 с.
27. *Артамонов С.А.* Разработка технологии структурированных полуфабрикатов на основе мяса кур механической обвалки : дис. канд. техн. наук. URL : <http://www.dissercat.com/content/razrabotka-tekhnologii-strukturirovannykh-polufabrikatov-na-osnove-myasa-kur-mekhanicheskoi-#ixzz4Nmwz2rrt>.
28. *Field R. A.* Ash and calcium as measures of bone in meat and bone mixtures. *Meat science*. 2000. Vol. 55, N 3. P. 255—264.
29. *Гущин В. В., Стефанова И. Л., Шахнозарова Л. В., Мокшанцева И. В., Тимошенко Н. В.* Комплексная технология готовых к употреблению блюд на основе мяса птицы. *Птица и ее переработка*. 2000. № 1. С. 27—29.
30. *Field R. A., Olson-Womack S. L., Kruggel W. G.* Characterization of bone particles from mechanically deboned meat. *J. Food Science*. 1977. Vol. 42. N 6. P. 1406—1409.

Стаття надійшла до редакції 27.10.2016.

Fedorova D., Romanenko R. Kinetics of drying process and quality of fishery semi-products.

Background. The task of rational use of domestic raw small fish such as Azov goby requires the development of technologies to increase the degree of its use by involving manufacturing food waste, including skin and bones. It is reasonable to process completely Azov goby for dry fish and plant semi-products that can be used in a wide

range of technologies: culinary products, bakery products, snack products, concentrates, breakfast cereals, dried molded products for special purposes. The dehydration process of fish and plant semi-products is one of the important steps that characterize the quality of the finished product and economic efficiency of its production.

The aim of the study is a research of the impact of technological factors on the kinetics of drying and quality characteristics of fish and plant semi-products, including their microstructure and biological value of proteins.

Material and methods. The impact of pre-processing steam treatment of complex shredded muscle, connective tissue and bone fish raw material from Azov goby and the use of wheat bran on kinetics of convective drying by models of fish and fish and plant shredded products, sensory properties and microstructure of dry semi-products, the extent of their crushing and fractional composition of bone particles have been determined by generally known and standard methods. Amino acid composition has been determined by ion-exchange liquid- column with automatic amino acids analyzer chromatography T-339 ("Mikrotehna", Czech Republic).

Results. Experimental researches have determined that pre-processing steam treatment of fish raw materials speeds up convective drying of model minced fish on average by 25 %. Using wheat bran somewhat slows drying process of all samples of fish and plant minced products.

It has been established that the proportion of the largest bone particles - from 241 to 500 microns in powder from raw fish is no more than 0.97 %, and in the powder from blanched fish – no more than 1.33 %, which meets the requirements of safety. The presence of such particles in fish powders is safe because they are soluble in 0.037 M HCl solution that is similar to the concentration of HCl in the digestive juices of the stomach rights. Experimental researches have determined that the quantitative composition of amino acids dried minced of raw complex tissues of Azov goby is significantly inferior to blanched minced. This is due to more intense process of enzymatic hydrolysis of proteins in native minced fish drying and formation of complicated melanoidin complexes.

Conclusion. Experimental researches have determined the feasibility of pre-processing steam treatment of fish raw material before drying, to form the best organoleptic qualities, providing a higher level of safety of their amino acid composition and improving the safety of dry semi-products from tissues complex of Azov goby.

Keywords: Azov goby, raw and blanched minced fish products, dried fish and fish and plant semi-products, amino acid composition, biological value, microstructure, bone fractions.

REFERENCES

1. Davydenko N. V. Dynamika osoblyvostej harchuvannja ta sercevo-sudynni zahvo-rjuvannja (15-richne doslidzhennja). Problemy harchuvannja. 2006. № 3. S. 17—23.
2. Korec'kyj V. L., Orlova N. M. Do problemy bezpeky harchuvannja ta monitoryngu jakosti zhyttja naselennja Ukrai'ny. Problemy harchuvannja. 2006. № 1. S. 42—44.
3. Preventing Chronic Diseases: avitalinvestment. Geneva : WHO, 2005. 128 p.
4. Zamorov V. V., Chernikova S. Ju., Karavanskij Ju. V., Leonchik E. Ju. Dinamika setnyh ulovov bychkovyh ryb (gobiidae) v pribrezhnoj zone odesskogo zaliva. Nauk. Visn. Ternop. nac. ped. un-tu. 2015. № 3—4 (64). S. 238—241. Serija "Biologija".
5. Prytul's'ka N., Fedorova D., Bondarenko Je. Konceptual'ni zasady formuvannja systemy social'nogo harchuvannja v Ukrai'ni. Tovary i rynky. 2015. № 1 (19). S. 5—17.
6. Fedorova D., Kuz'menko Ju. Biologichna cinnist' rybo-roslynnyh napiv-fabrykativ na osnovi kompleksnogo pereroblennja bychka azovs'kogo. Tovary i rynky. 2015. № 2 (20). S. 85—97.

7. Jugaj A. V. Obosnovanie racional'noj pererabotki bychkov *Myoxocephalus polyacanthocephalus* i *Myoxocephalus Joak* dlja proizvodstva pishhevyh produktov : avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. Vladivostok, 2011. 22 s.
8. Odincov A. B. Obosnovanie koncepcii ispol'zovanija promyslovyh ryb Atlanticheskogo okeana na baze monitoringa ih tehnologicheskikh svojstv : avtoref. dis. ... dok. tehn. nauk. Kaliningrad, 2002. 46 s.
9. Egorova N. I., Puchenkova S. G. Tehnologija i hranenie morozhenogo farsha iz azovskogo bychka. *Ribne gospodarstvo Ukraïni*. 2006. № 5—6. S. 77—81.
10. Bezusov A. T., Flaumenbaum B. L., Dobrobabina L. B. Rybnaja kostnaja tkan' kak istochnik cennyh bytovyh i mineral'nyh veshhestv. *Himicheskie prevrashhenija pishhevyh parametrov* : Vsesojuznaja konf. Kaliningrad : KGTU. 1991. S. 136.
11. Palagina V. M., Voloshina O. V., Nabokova A. A. Produkty funkcio-nal'nogo pitaniya na osnove vtorichnogo syr'ja rybopererabotki. *Rybnaja prom-st'*. 2005. № 1. S. 28—30.
12. Abdel-Moemin Aly R. Healthy cookies from cooked fish bones. *Food Bioscience*. 2015. Vol. 12. P. 114—121.
13. Elleuch M., Bedigian D., Roiseux O., Besbes S., Blecker C., Attia H. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry*. 2011. Vol. 124 (2). P. 411—421. URL : <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.077>.
14. Careche M., Luten J. B., Kole A., Schelvis R. et al. Developing functional seafood productsю. *Improving Seafood Products for the Consumer*. 2008. P. 331—362.
15. Borderías A. J., Pérez-Mateos M., Sánchez-Alonso I. New applications of fibres in foods: Addition to fishery products. *Trends in Food Science & Technology*. 2005. Vol. 16 (10). P. 458—465. URL : <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2005.03.011>.
16. Borderías A. J., Pérez-Mateos M., Sánchez-Alonso I. Fibre-enriched seafood. *Fibre-Rich and Wholegrain Foods. Food Science, Technology and Nutrition*. 2013. P. 348—368.
17. Careche M., Borderías A.J., Sánchez-Alonso I., Lund E.K. Functional seafood products. *Food Science, Technology and Nutrition*. 2011. P. 557—581.
18. Skurihin I. M. Rukovodstvo po metodam analiza kachestva i bezopasnosti pishhevyh produktov : pod red. I. M. Skurihina, V. A. Tutel'jana. M. : Brander-Medicina, 1998. 380 s.
19. Gavrilova N. N., Nazarov V. V., Jarovaja O. V. Mikroskopicheskie metody opredelenija razmerov chastic dispersnyh materialov : ucheb. posobie. M. : RHTU im. D. I. Mendeleeva, 2012. 52 s.
20. Snezhkin Ju. F., Shapar' R. A. Analiz faktorov povyshenija jeffektiv-nosti processa sushki termolabil'nyh materialov. *Promyshlennaja teplotehnika*. 2009. T. 31, № 7. S. 110—112.
21. *Pishhevye veshhestva. Belki i aminokisloty*. URL : <http://manzhos.inf.uapage24.html>.
22. Avert'janova N. D., Cibizova M. E. Bioprodukty na osnove gidro-biontov i ih funkcional'naja znachimost'. *Vestnik AGTU*. 2008. № 3 (44). S. 115—119.
23. Shokun Ju. G. Razrabotka osnov racional'noj sushki rybnyh farshej pri proizvodstve pishhevoj krupki : dis. na soisk. uch. step. kand. tehn. nauk. Vladivostok, 1983. 169 s.
24. GOST 31490—2012. Mjaso pticy mehanicheskoy obvalki. *Tehnicheskie uslovija. Vved.* 2015—07—01. M. : Standartinform, 2014. 9 s.
25. GOST R 53599—2009. Produkty pererabotki mjasa pticy. *Metody opredelenija massovoj doli kal'cija, razmerov i massovoj doli kostnyh vkljuchenij. Vved.* 2011—01—01. M. : Standartinform, 2010. 13 s.
26. GOST R 52197—2003. Mjaso i mjasnye produkty dlja detskogo pitaniya. *Metod opredelenija razmerov kostnyh chastic. Vved.* 2005—01—01. M. : Gosstandart Rossii. 6 s.
27. Artamonov S. A. Razrabotka tehnologii strukturirovannyh polu-fabrikatov na osnove mjasa kur mehanicheskoy obvalki : dis. kand. tehn. nauk. URL : <http://www.dissercat.com/>

- content/razrabotka-tehnologii-strukturirovannykh-polufabrikatov-na-osnove-myasa-kur-mekhanicheskoi-#ixzz4NmWz2rrt.
28. Field R. A. Ash and calcium as measures of bone in meat and bone mixtures. Meat science. 2000. Vol. 55, N 3. P. 255—264.
 29. Gushhin V. V., Stefanova I. L., ShahnozaroVA JI. B., Mokshanceva I. V., Timoshenko N. V. Kompleksnaja tehnologija gotovyh k upotrebleniju bljud na osnove mjasa pticy. Ptica i ee pererabotka. 2000. № 1. S. 27—29.
 30. Field R. A., Olson-Womack S. L., Kruggel W. G. Characterization of bone particles from mechanically deboned meat. J. Food Science. 1977. Vol. 42. N 6. P. 1406—1409.

УДК 664.65

**Мирослав КРИВОРУЧКО,
Нінель ФОРОСТЯНА**

РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПШЕНИЧНОГО ТІСТА З КОКОСОВОЮ КЛІТКОВИНОЮ

Досліджено вплив кокосової клітковини на формування структури модельних тістових напівфабрикатів з пшеничного борошна 1-го татунку. Висунуто припущення, що концентрація добавки від 3 до 5 % маси борошна є оптимальною, оскільки реологічні властивості досліджених зразків наближені до контролю.

Ключові слова: кокосова клітковина, фаринограма, реологічні властивості, консистенція, стійкість, розрідження.

Криворучко М., Форостяна Н. Реологические свойства пшеничного теста с кокосовой клетчаткой. Исследовано влияние кокосовой клетчатки на формирование структуры модельных тестовых полуфабрикатов из пшеничной муки 1-го сорта. Выдвинуто предположение, что концентрация добавки от 3 до 5 % от массы муки является оптимальной, поскольку реологические свойства исследованных образцов приближены к контролю.

Ключевые слова: кокосовая клетчатка, фаринограмма, реологические свойства, консистенция, устойчивость, разжижение.

Постановка проблеми. Негативна тенденція щодо порушення збалансованості харчового раціону населення України, яка намітилася в останні роки, вимагає від виробників і науковців галузі впровадження інноваційних технологій харчової продукції функціональ-

ного призначення. Розроблені вироби повинні володіти не тільки підвищеною біологічною цінністю, а й високими органолептичними властивостями, що сприятиме зростанню обсягів їх продажу та максимальному задоволенню потреб споживачів.

Борошняні кондитерські вироби (БКВ) традиційно користуються великим попитом серед населення, оскільки значною мірою забезпечують покриття добових енерговитрат людини. Суттєву частку в структурі виробництва та споживання БКВ займають пряничні вироби, що обумовлено використанням рецептурних інгредієнтів із вираженими смаковими властивостями – меду, патоки, карамелізованого цукру [1]. Перспективним шляхом поліпшення якості виробів із пряничного тіста є застосування біологічно активної сировини рослинного походження, збагаченої мінерними речовинами. Вирішенню питань, охоплених цією науковою проблемою, присвячено праці О. М. Кирпіченкової [2], І. М. Безуглої [3], К. В. Хвостенко [4], В. В. Дорохович [5].

На ринку України в широкому асортименті представлено харчову клітковину (шрот) – вторинний продукт переробки олійних культур, отриманий екстрагуванням олії з рослинного матеріалу рідким гексаном. Багатий на есенційні речовини (амінокислоти, макро- й мікроелементи, біофлавоноїди, поліненасичені жирні кислоти, харчові волокна) хімічний склад шротів обумовлює доцільність їх використання в лікувально-профілактичному та дієтичному харчуванні. Численні наукові публікації останніх років висвітлюють результати досліджень хімічного й фракційного складу шротів, їх впливу на структуру та якість тіста, борошняної кондитерської та хлібобулочної продукції. Зокрема, вони знайшли відображення в роботах О. В. Самохвалової [6], Т. А. Сильчук [7], В. І. Дробот [8], Я. О. Бачинської [9].

Разом з тим, унаслідок постійного оновлення на ринку товарних пропозицій шротів деякі з них залишаються поза увагою науковців. Перспективним є дослідження кокосової клітковини – знежиреного залишку м'якоті кокосового горіха [10]. Добавка вважається гіпоалергенним продуктом, тому може застосовуватися як у здоровому харчуванні, так і при алергічних проявах. Вона містить у 4 рази більше харчових волокон, ніж соевий шрот, і в 5 разів менше вуглеводів порівняно зі шротом зародків пшениці, а характерний солодкий смак уможливило її використання як натурального підсолоджувача [11].

Огляд фахової літератури засвідчив відсутність наукових даних стосовно властивостей харчових систем, збагачених кокосовою клітковиною. Ми висунули припущення, що додавання її як добавки зможе виявити тенденцію зміни структурно-механічних показників тістових напівфабрикатів, що уможливить розробити рекомендації до її подальшого використання в технології пряничних виробів.

Мета роботи – визначення реологічних властивостей пшеничного тіста з використанням кокосової клітковини.

Матеріали та методи. Для досліджень обрано рослинну сировину – кокосову клітковину та борошно пшеничне першого гатунку (далі – борошно), передбачене рецептурами 99 і 100 [1; 12]. Вибір сорту борошна пояснюється властивостями його клейковини – вона відноситься до II і III груп якості й не призводить до надмірного ущільнення структури пряничного напівфабрикату. Кокосову клітковину додано в концентраціях 3, 5 і 7 % від маси борошна з відповідним позначенням варіантів досліду тістових напівфабрикатів – *F-3*, *F-5* і *F-7*.

Контролем слугувало тісто без кокосової клітковини.

Реологічні властивості тіста досліджено на фаринографі *Bra-bender* (Німеччина) за загальноприйнятою методикою [13]. Одиничні показники якості визначено розшифруванням фаринограм, представлених кривими.

Результати досліджень. Досліджено водопоглинальну здатність борошна, час гомогенізації та утворення, консистенцію, стійкість, розрідження і балову оцінку тіста, які впливають саме на реологічні властивості та якість тістових напівфабрикатів (рис. 1–4).

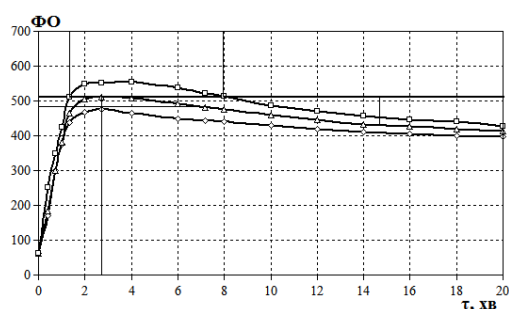


Рис. 1. Фаринограма тіста з борошна пшеничного (контроль)

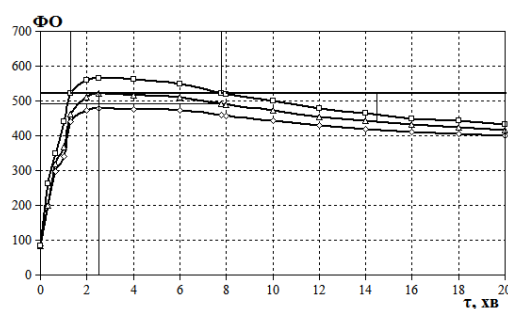


Рис. 2. Фаринограма тіста зразка *F-3*

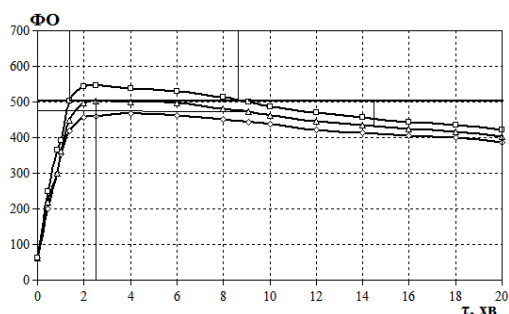


Рис. 3. Фаринограма тіста зразка *F-5*

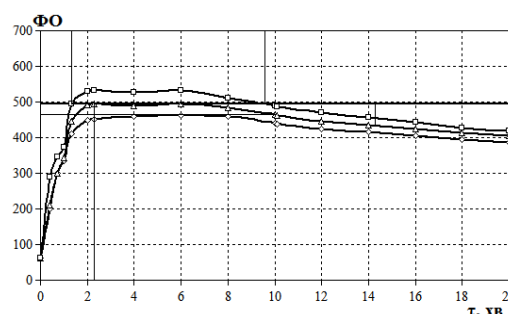


Рис. 4. Фаринограма тіста зразка *F-7*

Водопоглинальна здатність (ВПЗ) – це кількість води, що утримується борошном у момент досягнення тістом в'язкості 500 фаринограм-одиниць (ФО). Для зразків *F-3*, *F-5* і *F-7* вона становить 62.8, 63.3 і 65.1 г на 100 г води, що відповідно на 1.6, 2.4 і 5.3 % вище відносно контролю (61.8 г на 100 г води). Отримані значення

узгоджуються з проведеними нами дослідженнями, за якими гідратаційна здатність кокосової клітковини при повному обводненні в 4.6 раза перевищує показник борошна ($123.2 \pm 11.5 \%$) і становить $564.5 \pm 26.5 \%$. Це явище обумовлено будовою основного компонента добавки – целюлози. Лінійна орієнтація її макромолекул і щільне прилягання одна до одної забезпечують утворення розвиненої капілярно-пористої структури, насиченої гідроксильними групами, які утримують диполі води численними водневими зв'язками [14].

Час гомогенізації – період від початку замішування тіста до рівномірного розподілу води між біополімерами борошна. Він фіксується на графіку як момент розходження середньої та нижньої кривих і позначає різке зниження опору, який чинить тісто на лопаті мішалки фаринографа. Значення показника контрольного та дослідних зразків суттєво не відрізняється і в середньому становить 1.1 ± 0.1 хв, що відповідає в'язкості тістових напівфабрикатів 400 ± 19 ФО. Наведені значення свідчать про незначний вплив кокосової клітковини на початковий етап формування структури тіста.

Час утворення – період від початку замішування тіста до набуття ним максимальної в'язкості, протягом якого середня крива досягає найвищого значення. Виявлено, що для зразків *F-3* і *F-5* показник становить 2.5 хв, *F-7* – 2.3 хв, що на 7.4 і 14.8 % менше порівняно з традиційним тістом (2.7 хв). Очевидно, фібрили целюлози, рівномірно розподілені між гліадиною та глютеніною фракціями, конкурують із останніми за зв'язування води. Це інтенсифікує появу зв'язків між їх функціональними групами й прискорює утворення пружно-еластичної структури клейковини.

Консистенція – стан агрегативної стійкості тістового напівфабрикату, за якого він володіє максимальною в'язкістю [15], що відображається на фаринограмі піком середньої кривої. Для зразка *F-3* значення консистенції на 2.0 % вище відносно контролю (512 ФО) та становить 522 ФО, *F-5* і *F-7* – відповідно на 2.0 та 3.3 % нижче (502 і 495 ФО). За нашим припущенням, внесення 5–7 % кокосової клітковини від маси борошна підвищує в тісті вміст ОН-груп целюлози, що обумовлює появу додаткових водневих зв'язків. Вони менш стійкі за ковалентні зв'язки (пептидні, дисульфідні), які превалюють у структурі клейковинного каркасу, – тому спричиняють незначне послаблення консистенції тіста.

Стійкість – час збереження тістом максимальної в'язкості, який відповідає відрізку верхньої кривої, що розташований вище рівня консистенції. З'ясовано, що значення показника для зразків *F-5*, *F-7* на 10.6 і 24.2 % більше порівняно з контролем (6.6 хв) і відповідно становить 7.3 і 8.2 хв, а для *F-3* – на 3.0 % менше (6.4 хв). Імовірно, посилення впливу гідроксильних груп у тістових напівфабрикатах за концентрації кокосової клітковини 5 і 7 % від маси борошна обу-

мовлює утворення нестійких білково-полісахаридних комплексів, здатних утримувати воду протягом тривалішого часу, що є нехарактерним при вмісті добавки 3 % і нижче.

Розрідження – величина зниження в'язкості тістового напівфабрикату, яка відображається на фаринограмі різницею між піком середньої кривої та значенням, вимірним через 12 хв від моменту її падіння. При розрідженні біохімічні процеси в тісті незначною мірою превалюють над колоїдними, що призводить до часткового гідролітичного розпаду клейковинних білків і їх переходу в рідку фазу під дією протеолітичних ферментів. Для контрольного зразка розрідження становить 81 ФО, зразка *F-3* – на 3.7 % вище (84 ФО), *F-5* і *F-7* – на 12.3 і 22.2 % нижче (71 та 63 ФО відповідно). Порівняння числових величин уможливило встановити, що розрідження та стійкість тіста взаємопов'язані, оскільки між ними існує майже лінійна обернено пропорційна залежність.

Балова оцінка якості – інтегральний безрозмірний показник, що дорівнює 10-кратному добутку часового значення лінійного відрізка, розташованого над нижньою кривою. Положення його правого кінця відносно часової осі позначає початок суттєвого розрідження тіста, при якому паралельно розміщені верхня і нижня криві стрімко зближуються відносно середньої. Показник для дослідних зразків зростає з підвищенням вмісту кокосової клітковини та відповідно становить 78, 91 і 101, що на 8.3, 26.4 та 40.3 % більше порівняно з контролем (72).

Узагальнення отриманих даних засвідчило складність взаємодії колоїдів борошна з макромолекулами кокосової клітковини, що виявляється у двобічній зміні окремих показників якості дослідних зразків відносно традиційного тіста. Зокрема, консистенція і розрідження тіста при вмісті добавки 3 % зростають, 5 і 7 % – знижуються, значення стійкості за аналогічних умов змінюється у протилежний бік. У той же час підвищення концентрації кокосової клітковини у визначених межах приводить до постійного підвищення ВПЗ борошна і балової оцінки якості тіста та зменшення часу його утворення.

Висновки. Внесення добавки кокосової клітковини в невисоких концентраціях у цілому чинить позитивний вплив на структуру тістового напівфабрикату.

На основі співставлення значень показників якості контрольного й дослідних напівфабрикатів зроблено попередній висновок, що оптимальною концентрацією кокосової клітковини в тістовому напівфабрикаті є 3–5 % від маси борошна. Разом з тим таке припущення вимагає уточнення та проведення додаткових досліджень, зокрема теплофізичних, які допоможуть розкрити її вплив на зміну структури нутрієнтів борошна при випіканні прямих виробів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Павлов А. В. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий. СПб. : ПРОФИКС, 2006. 296 с.
2. Кирніченкова О. М. Використання пектиновмісних овочевих пюре для покращення якості пряників та здобного печива : автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.01 "Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів". НУХТ. Київ, 2014. 21 с.
3. Безуглая И. Н. Разработка технологии и рецептур пряников, обогащенных фитодобавками : автореф. дис. ... техн. наук: спец. 05.18.01 "Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства". Кубанский гос. технол. ун-т. Краснодар, 2007. 24 с.
4. Хвостенко К. В. Удосконалення технології борошняних кондитерських виробів на основі борошна з ваксі-пшениці : автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.01 "Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів". Одеська нац. академія харчових технологій. Одеса, 2015. 23 с.
5. Дорохович В. В. Розробка раціональних технологій діабетичних борошняних кондитерських виробів на основі фруктози : автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.16 "Технологія продуктів харчування". Київ. держ. торг.-екон. ун-т. Київ, 2000. 19 с.
6. Касабова К. Р., Самохвалова О. В, Олійник С. Г. Характеристика нових джерел харчових волокон для збагачення борошняних кондитерських виробів. Східно-Європейський журнал передових технологій. 2013. Т. 6. № 11. Технології та обладнання харчових виробництв. С. 8—13.
7. Сильчук Т. А., Назар М. І., Карпенко Т. С. та ін. Структурно-механічні властивості житньо-пшеничного тіста з клітковиною горох. Харчова наука і технологія. Розділ : Хімія харчових продуктів і матеріалів. Нові види сировини. 2015. № 2. С. 86—89.
8. Дробот В. І., Іжевська О. П., Бондаренко Ю. В. Дослідження впливу шроту льону на якість хліба. Зернові продукти і комбікорми. 2015. № 1. С. 42—45.
9. Бачинська Я. О., Непчатих Т. А. Формування споживних властивостей галетного печива за допомогою математичного моделювання. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. ХДУХТ. Харків, 2012. Вип. 1. С. 328—335.
10. Висновок державної санітарно-гігієнічної експертизи на відповідність ТУ У 15.4-2681119397-001:2011 "Олії рослинні сирі та шроти. Технічні умови" вимогам діючого санітарного законодавства України. [Чинний від 2011—12—22]. Чернівці : ДП "Науково-дослідний інститут медико-екологічних проблем". 1 с.
11. Інтернет-магазин екологічних продуктів "ECOSHOP". URL : <http://www.ecoshop.org.ua/kokosovaya-muka-ecoliya-200/> (дата звернення: 02.06.2016).
12. ГСТУ 46.004-99. Борошно пшеничне. Технічні умови. Київ : Держспоживстандарт України, 1999. 9 с.
13. ГОСТ ISO 5530-1-2013. Мука пшеничная. Физические характеристики теста. Ч. 1. Определение водопоглощения и реологических свойств с применением фаринографа. М. : Стандартиформ, 2014. 11 с.

14. Недуха О. М. Клітинна оболонка рослин і фактори середовища. Київ : Альтерпрес, 2015. 289 с.
15. Лисюк Г. М., Самохвалова О. В., Кучерук З. І. та ін. Технологія борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів : навч. посіб. ; за ред. Г. М. Лисюк. Харків : ХДУХТ, 2007. 412 с.

Стаття надійшла до редакції 05.09.2016.

Kryvoruchko M., Forostyana N. Rheological properties of flour dough with coconut fiber.

Background. The promising way of improving the quality of honey cakes is the usage of biologically active materials of herb origin enriched with micronutrients. The Ukrainian market is presenting a wide range of dietary fibers – secondary products of oilseeds processing, obtained by seed oil extraction with liquid hexane. The research of coconut fiber (a skim coconut flesh residue) seems scientifically grounded, as it contains 4 times more cellulose and 5 times less carbohydrates as compared to soy and wheat-germ fibers, respectively [10; 11].

The aim of the research is to identify rheological properties of wheat dough using coconut fiber.

Material and methods. As the studied herb materials, coconut fiber and 1st grade wheat flour were used according to the recipes 99 and 100 [1; 12]. *The coconut fiber* concentration was 3, 5 and 7 % to the dough weight, semi prepared dough was assigned with codes – *F-3*, *F-5* and *F-7*, respectively.

Dough without coconut fiber was a control sample.

Dough rheology was analyzed on *Brabender* farinograph by common method [13]. The ordinary quality indexes were scored by decoding farinograms plotted as the curves.

Results. Homogenization time of the reference and researched samples is almost the same and averages 1.1 ± 0.1 min, which corresponds to dough viscosity index 400 ± 19 FU. It has been defined that dough development time of *F-3* and *F-5* samples is 2.5 min, *F-7* sample – 2.3 min, which is by 7.4 i 14.8 % less compared to the reference. While consistency index of *F-3* sample is higher by 2.0 % in comparison with traditionally made dough, but *F-5* and *F-7* samples is by 2.0 and 3.3 % lower respectively. It has been found that dough stability time of *F-5* and *F-7* samples is more by 10.6 and 24.2 % compared with the reference (6.6 min) and reaches 7.3 and 8.2 min, respectively, whereas *F-3* index is 3.0 less (6.4 min). Farinograph quality number has shown constant growth with increase of *the fiber* content by 8.3, 26.4 and 40.3 higher in comparison with the reference.

Conclusion. Adding little concentration of coconut fiber supplement has in general a positive impact on the dough semi product structure.

Based on the comparison of quality indexes of the reference and researched semi prepared samples, an initial conclusion regarding optimal *fiber* concentration in semi prepared dough as 3–5 of flour weight, has been made.

Keywords: coconut fiber, farinogramme, rheological properties, consistency, stability, softening.

REFERENCES

1. Pavlov A. V. Sbornik receptur muchnyh konditerskih i bulochnyh izdelij. SPb. : PROFIKS, 2006. 296 s.
2. Kyrpichenkova O. M. Vykorystannja pektynovmisnyh ovochevyh pjure dlja pokrashennja jakosti prjanykiv ta zdobnogo pechyva : avtoref. dys. ... kand.

- tehn. nauk: spec. 05.18.01 "Tehnologija hlibopekars'kyh produktiv, kondyters'kyh vyrobiv ta harchovyh koncentrativ". NUHT. Kyi'v, 2014. 21 s.
3. *Bezuglaja I. N.* Razrabotka tehnologii i receptur prjanikov, oboga-shhennyh fitodobavkami : avtoref. dis. ... tehn. nauk: spec. 05.18.01 "Tehnologija obrabotki, hranenija i pererabotki zlakovyh, bobovyh kul'tur, krupjanyh produktov, plodoovoshhnoj produkcii i vinogra-darstva". Kubanskij gos. tehnol. un-t. Krasnodar, 2007. 24 s.
 4. *Hvostenko K. V.* Udoskonalennja tehnologii' boroshnjanyh kondyters'kyh vyrobiv na osnovi boroshna z vaksi-pshenyци : avtoref. dys. ... kand. tehn. nauk: spec. 05.18.01 "Tehnologija hlibopekars'kyh produktiv, kondy-ters'kyh vyrobiv ta harchovyh koncentrativ". Odes'ka nac. akademija harchovyh tehnologij. Odesa, 2015. 23 s.
 5. *Dorohovych V. V.* Rozrobka racional'nyh tehnologij diabetychnyh boroshnjanyh kondyters'kyh vyrobiv na osnovi fruktozy : avtoref. dys. ... kand. tehn. nauk: spec. 05.18.16 "Tehnologija produktiv harchuvannja". Kyi'v. derzh. torg.-ekon. un-t. Kyi'v, 2000. 19 s.
 6. *Kasabova K. R., Samohvalova O. V., Olijnyk S. G.* Harakterystyka novyh dzherel harchovyh volokon dlja zbagachennja boroshnjanyh kondyters'kyh vyrobiv. Shidno-Jevropejs'kyj zhurnalпередovyh tehnologij. 2013. T. 6. № 11. Tehnologii' ta obladnannja harchovyh vyrobnyctv. S. 8—13.
 7. *Syl'chuk T. A., Nazar M. I., Karpenko T. S.* ta in. Strukturno-mehanichni vlastyivosti zhytn'o-pshenychnogo tista z klitkovynoju goroh. Harchova nauka i tehnologija. Rozdil : Himija harchovyh produktiv i materialiv. Novi vydy syrovyny. 2015. № 2. S. 86—89.
 8. *Drobot V. I., Izhevs'ka O. P., Bondarenko Ju. V.* Doslidzhennja vplyvu shrotu l'onu na jakist' hliba. Zernovi produkty i kombikormy. 2015. № 1. S. 42—45.
 9. *Bachyns'ka Ja. O., Nepochatyh T. A.* Formuvannja spozhyvnyh vlastyvostej galetnogo pechyva za dopomogoj matematicynogo modeljuvannja. Progresyivni tehnika ta tehnologii' harchovyh vyrobnyctv restorannogo gospo-darstva i torgivli : zb. nauk. pr. HDUHT. Harkiv, 2012. Vyp. 1. S. 328—335.
 10. *Vysnovok derzhavnoi' sanitarno-gigijenichnoi' ekspertyzy na vidpovidnist' TU U 15.4-2681119397-001:2011 "Olii' roslynni syri ta shroty. Tehnichni umovy" vymogam dijuchoho sanitarnogo zakonodavstva Ukrai'ny.* [Chyunnyj vid 2011—12—22]. Chernivci : DP "Naukovo-doslidnyj instytut medyko-ekologichnyh problem". 1 s.
 11. *Internet-magazyn ekologichnyh produktiv "ECOSHOP".* URL : <http://www.ecoshop.org.ua/kokosovaya-muka-ecoliya-200/> (data zvernennja: 02.06.2016).
 12. GSTU 46.004–99. Boroshno pshenychno. Tehnichni umovy. Kyi'v : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 1999. 9 s.
 13. GOST ISO 5530-1–2013. Muka pshenichnaja. Fizicheskie harakteristiki testa. Ch. 1. Opredelenie vodopogloshhenija i reologicheskikh svojstv s primeneniem farinografa. M. : Standartinform, 2014. 11 s.
 14. *Neduha O. M.* Klitynna obolonka roslyn i faktory seredovyshha. Kyi'v : Al'terpres, 2015. 289 s.
 15. *Lysjuk G. M., Samohvalova O. V., Kucheruk Z. I.* ta in. Tehnologija boroshnjanyh kondyters'kyh i hlibobulochnykh vyrobiv : navch. posib. ; za red. G. M. Lysjuk. Harkiv : HDUHT, 2007. 412 s.