

decrease in the image contrast, distorting the distribution of the flow, although the flow in the image as a whole is preserved. To eliminate this drawback during image processing, the Laplace operator can be used. However, partial absorption and scattering of light radiation leads to a decrease in the sharpness of the resulting photographic image. It was found that to restore photographic images under conditions of random noise and interference caused by changes in humidity and the movement of apples along the conveyor line and video sensor, as well as changes in environmental parameters, it is advisable to use the adaptive median filtering method and the Richardson-Lucy iterative method.

Key words: conveyor line, sorting process, photographic image, characteristics of apples, Laplace operator, Richardson-Lucy method, apples.

DOI : 10.33274/2079-4827-2020 -40-1-51-58

УДК 664.951.2

Червоний В. М., канд. техн. наук, доцент¹

Старков В. О., магістрант¹

Перекрест В. В., асистент²

Гейер Г. В., д-р екон. наук, професор²

Шамрай Д. С., студент²

¹ Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків, Україна, e-mail: oborud.hduht@gmail.com

² Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, м. Кривий Ріг, Україна, e-mail: perekrest@donnuet.edu.ua

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗАСОЛЮВАННЯ СТАВКОВОЇ РИБИ ЗА ДОПОМОГОЮ УЛЬТРАЗВУКУ

UDK 664.951.2

*Chervonyi V. M., PhD in Engineering sciences,
Associate Professor¹*

Starkov V. O., Master's Degree student¹

Perekrest V. V., Assistant Professor²

*Heiier H. V., Grand PhD in Economy sciences,
Professor²*

Shamray D. S., Student²

¹ Kharkiv State University of Food Technology and Trade (Kharkiv, Ukraine), e-mail: oborud.hduht@gmail.com

² Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky (Kryvyi Rih, Ukraine), e-mail: perekrest @donnuet.edu.ua

EXPERIMENTAL STUDIES OF THE PROCESS OF SALTING WATER-HOLE FISH WITH ULTRASOUND

Мета — удосконалити спосіб засолювання ставкової риби з використанням ультразвукової обробки. Дослідження відповідного процесу дасть змогу отримати раціональні параметри, що сприятимуть інтенсифікації технологічного процесу засолювання.

Методи. У процесі досліджень використано експериментальні методи з використанням контрольно-вимірювальної апаратури відповідної точності, стандартні методики дослідження харчової сировини, сучасні методи математичної статистики.

Надійшла до редакції 12.03.2019 р.

© В. М. Червоний, В. О. Старков, В. В. Перекрест,
Г. В. Гейер, Д. С. Шамрай, 2020

Результати. Запропоновано для засолювання риби використовувати магнітострикційний перетворювач з резонансною частотою випромінювання 30 кГц та експериментальну установку на базі диспергатора УЗД-2Т. Визначено розподілення енергії у рибі під час засолювання за допомогою ультразвуку шляхом дослідження терморозподілу температур за об'ємом зразка ставкової риби. З метою визначення впливу ультразвукової обробки на кінетику середньої солоності риб та дослідження динаміки дифузії NaCl у рибі за тузлучного засолювання були проведені експериментальні дослідження з визначення фізико-хімічних показників соленої риби, тобто концентрації NaCl. Проведено експериментальні дослідження щодо виявлення впливу ультразвукової обробки на тривалість засолювання та якісні показники ставкової риби. Отримані раціональні показники відповідного технологічного процесу засолювання за допомогою ультразвукової обробки частотою 30 кГц: для товстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* val — тривалість засолювання $\tau=24\ldots36$ год, солоність готової риби $S=7\ldots10$ %, для білого амура *Stenopharyngodon idella* — $\tau=30\ldots42$ год, $S=8\ldots10$ %, для коропа *Cyprinus carpio* — $\tau=18\ldots24$ год, $S=7\ldots9,5$ %. Встановлено, що застосування ультразвукових коливань дозволяє скоротити тривалість засолювання до 42 %, що сприятиме збільшенню продуктивності технологічних ліній з переробки ставкової риби.

Ключові слова: риба ставкова, засолювання, коефіцієнт дифузії, ультразвук, частота, енергія, терморозподіл, розсіювання.

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку рибопереробної промисловості України актуальним питанням є організація комплексної та безвідходної переробки риби прісноводних водойм та інших гідробіонтів. Так, існуючі технології не дозволяють цілком використовувати сировину з риби прісноводних водойм, унаслідок чого на підприємствах утворюється значний відсоток відходів. Використання електрофізичних методів надасть змогу інтенсифікувати вирішення цієї проблеми. З використанням ультразвукової обробки можливо отримання концентрованих бульйонів та екстрактів з риби прісноводних водойм. Традиційні технології обробки ставкової риби не можна назвати раціональними. Основна частина ставкової риби реалізується населенню в цілому вигляді, що призводить до втрати частин тушки, які мають харчове, кормове або технічне значення. Тому необхідно створювати нові технології, які передбачають більш ретельну переробку риби і комплексне використання сировини.

Переробка основної маси сировини за маловідходними технологіями дасть змогу отримати додатково значну кількість цінного харчового, кормового та технічного продукту [1].

Неухильні вимоги щодо збільшення обсягів і асортименту рибної продукції, найбільш раціонального використання матеріальних ресурсів, постійного підвищення харчової цінності продуктів харчування диктує необхідність оптимізації та інтенсифікації технологічних процесів, удосконалення оцінки якості рибної сировини. Розвиток і прогрес технології, механізації обробки риби неможливі без поглиблення уявлень про властивості рибних продуктів, впливу на них різних технологічних чинників, без знання взаємозв'язку явищ і процесів, що відбуваються при цьому в продуктах з риби.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ґрунтуючись на дослідженнях І. Е. Ельпінера, В. М. Хмелєва, Г. М. Постнова [2–4], присвячених питанню використання ультразвуку, заснованого на властивостях і специфічності впливу ультразвукових коливань на масообмінні процеси, можна висунути гіпотезу, що як основу ультразвукової обробки риби можна використати енергетичний вплив ультразвукових коливань на клітинну структуру риби, за якого відбуваються як змінні процеси у м'язових волокнах, так і активація ферментного комплексу, що інтенсифікує засолювання і зменшує витрати енергетичних ресурсів. На сьогодні ультразвукові коливання у промисловості використовуються для інтенсифікації процесів тендеризації, отримання водно-жирових емульсій, покращення якості харчових продуктів тощо.

Теорії засолювання і результати досліджень викладено в працях І. П. Леванідова, Н. А. Воскресенського [5–6]. Проте наявні відомості про використання ультразвуку для

інтенсифікації процесу засолювання ставкової риби є незначними і мають суперечливий характер, що зумовлює актуальність проведення відповідних досліджень.

Мета статті — удосконалення способу засолювання ставкової риби з використанням ультразвукової обробки. Дослідження відповідного процесу дозволить отримати раціональні параметри, що сприятимуть інтенсифікації технологічного процесу засолювання.

Виклад основного матеріалу дослідження. З метою обґрунтування вибору частоти випромінювання, для засолювання риби використовувався серійний магнітострикційний перетворювач з резонансною частотою випромінювання 22 кГц, а також експериментальна установка на базі диспергатора УЗД-2Т, для визначення їхнього впливу на процес засолювання риби за допомогою ультразвуку.

З метою виявлення впливу ультразвукової обробки на процес засолювання риби та перевірки результатів теоретичних розрахунків, їх експериментального обґрунтування для визначення раціональних параметрів процесу засолювання, резонансні частоти випромінювача змінювали в діапазоні від 22 кГц до 40 кГц, шляхом моделювання і зміни резонансних параметрів коливальної системи «ультразвуковий генератор — ультразвуковий перетворювач» [7]. Так, коефіцієнти пропускання k_D , відбиття k_Γ , акустичний опір середовища R_A не залежать від частоти випромінювання, а лише від швидкості звуку та густини середовища, $k_D = 0,93$, $k_\Gamma = 0,06$, $R_A = 1,61 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$. Як можна побачити на рис. 1, із збільшенням частоти випромінювання кількість розсіювання ультразвукової енергії магнітострикційного перетворювача поступово збільшується та досягає максимуму на величині 30 кГц. Подальше збільшення частоти випромінювання до суттєвої зміни розсіювання ультразвукової енергії магнітострикційного перетворювача не призводить, а після досягнення 38 кГц зменшується. Швидше за все це пояснюється тим, що під час зміни резонансних параметрів магнітострикційного перетворювача відбулася зміна добротності магнітострикційного трансформатора випромінювача і, як наслідок, збільшилися втрати енергії в обмотці випромінювача.

Його добротність — це відношення індуктивного опору витків обмотки до активного опору матеріалу обмотки. Відповідно зменшилася кількість витків обмотки, зменшилася довжина обмотки, погіршилася добротність. Використаний спосіб тонкого підстроювання ультразвукової коливальної системи не досконалий, оскільки не враховує зміну добротності випромінювача та втрати енергії в ньому, при тривалій роботі швидше всього призведе до його поломки, але для дослідження впливу ультразвукових коливань на процес засолювання риби достатній.

Наступним завданням було визначення кількості ультразвукової енергії, яка розсіюлася під час обробки та визначення розподілу ультразвукової енергії усередині робочої камери ультразвукового апарата [8]. Для визначення розподілення енергії у рибі під час засолювання за допомогою ультразвуку було досліджено терморозподіл температур за об'ємом зразка риби (рис. 2).

На рис. 2 видно, що температура поверхневих шарів більша та зменшується із глибиною розташування термопар. Це пояснюється тим, що розсіювання ультразвукової енергії найкраще відбувається в шкірі риби та в поверхневих шарах м'яса. Що своєю чергою, призводить до підвищення температури, із збільшенням глибини розташування термопар температура зменшується, що свідчить про затухання енергії хвилі, на відстані $\lambda/2$ енергія хвилі зменшується на половину, а на відстані λ повністю затухає. Під час проведення

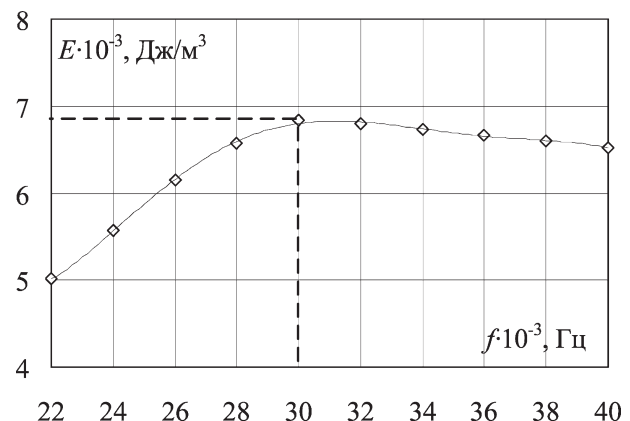


Рисунок 1 — Зміна розсіювання ультразвукової енергії E магнітострикційного перетворювача від частоти випромінювання f

експерименту спостерігалось помутніння тузлуку й утворення на поверхні розділу фаз бульбашок піни. Це можна пояснити тим, що за рахунок поглинання ультразвукової енергії підвищувалася температура тузлуку і зразків риби, починалася відбуватися часткова денатурація з виділенням водорозчинних білків у розчин. Вочевидь, це відбувається через те, що початкова температура денатурації білків риби становить $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Щоб уникнути цього, тривалість ультразвукової обробки обмежили інтервалом 10...15 хв.

Як можна побачити з отриманих результатів (рис. 3), енергія, що розсіюється на зразках різних видів риби, із збільшенням тривалості ультразвукової обробки збільшується за умови постійного підведення енергії. Причому розсіювання на зразках товстолибика більше, ніж на зразках з білого амура, а розсіювання на зразках із білого амура більше ніж на зразках коропа. Тобто розсіювання енергії ультразвукових коливань відбувається більше в тих зразках рибної сировини, де жирової тканини менше. Отриманий результат можна пояснити тим, що ступінь нагрівання м'язової і жирової тканини зумовлений характером поглинання, інтенсивністю і частотою ультразвуку, внаслідок неоднорідності шкіри та м'язової тканини поглинання в ній більше, ніж у шарі жиру.

У перші 10 хв обробки розсіювання ультразвукової енергії відбувається незалежно від сорту риби, розбіжності виявляються лише після 15 хв обробки, що зумовлено морфологічними ознаками риби різного сорту.

Отже, можна зробити висновок, що оскільки зразки з товстолибика містять більше жирової тканини, ніж зразки з білого амура та коропа, то розсіювання ультразвукової енергії на них менше порівняно з іншими зразками. Максимальне розсіювання ультразвукової енергії порівняно з іншими досліджуваними зразками відбувається на зразку з коропа, оскільки він містить найменшу кількість жирової тканини.

З метою визначення впливу ультразвукової обробки на кінетику середньої солоності риб та дослідження динаміки дифузії NaCl у рибі за тузлучного засолювання, були проведені експерименти з визначення фізико-хімічних показників соленої риби, тобто концентрації NaCl. Ультразвуком оброблялися зразки товстолибика, білого амура, коропа. Частота ультразвукової обробки 30 кГц, температура тузлуку $+7\text{ }^{\circ}\text{C}$, густина тузлуку — $1,20\text{ г/см}^3$. Дані з середньої солоності риби S наведені на рис. 4.

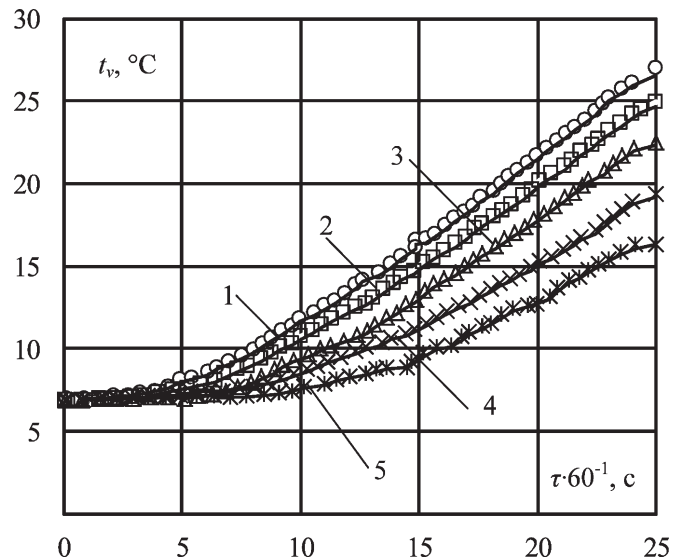


Рисунок 2 — Розподілення температури в товстолибика під час ультразвукової обробки в тузлуку на глибині: 1 — 5 мм, 2 — 10 мм, 3 — 15 мм, 4 — 20 мм, 5 — 25 мм

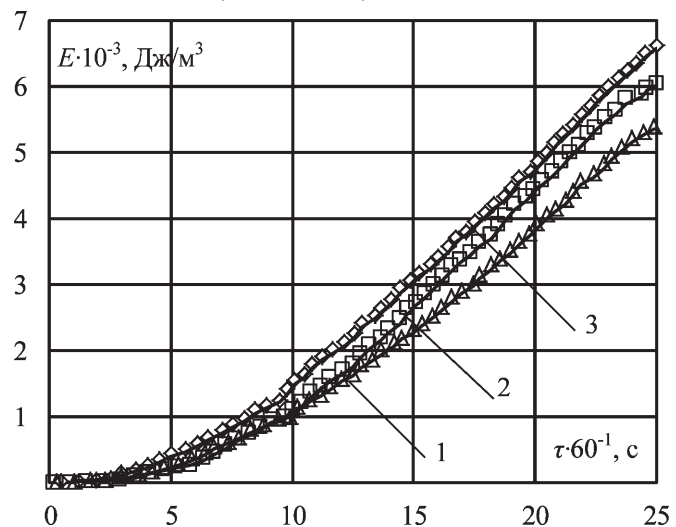


Рисунок 3 — Розсіювання ультразвукової енергії в процесі обробки риби випромінювачем з частотою 30 кГц: 1 — для коропа; 2 — для білого амура; 3 — для товстолибика

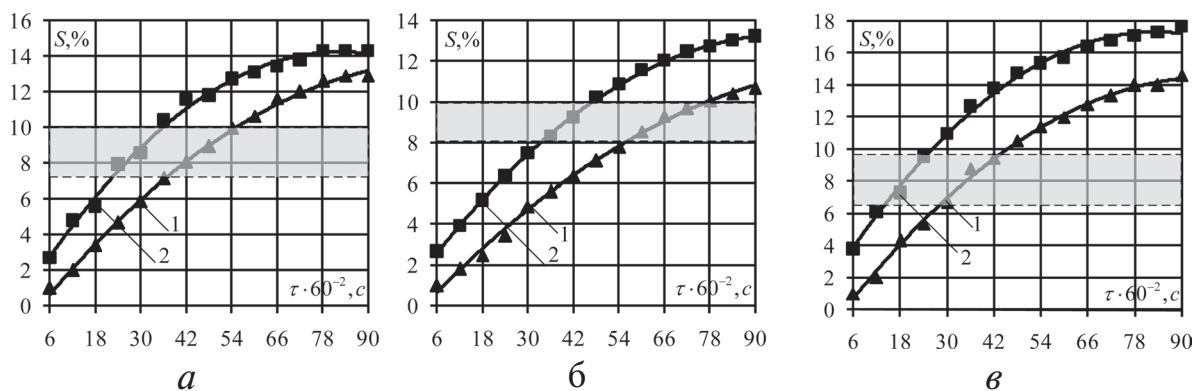


Рисунок 4 — Кінетика середньої солоності риби: *а* — товстолобик; *б* — білий амур; *в* — короп; 1 — без обробки ультразвуком; 2 — обробка за допомогою ультразвуку частотою 30 кГц (густина розчину NaCl становить 1,20 г/см³, температура розчину NaCl 7 °С)

За результатами досліджень виявлено, що вплив ультразвукових хвиль інтенсифікує процес засолювання на 28...42 % для всіх видів риб, за якими проводили дослідження. Наприклад, товстолобики набувають солоності 12...16 %, витрачаючи на 31...36 % менше часу, ніж за звичайного конвекційного засолювання. Подібна тенденція характерна і для інших видів риб. Так, коропа набувають солоності 12...17 %, витрачаючи на 40...46 %, білі амури набувають солоності 10...13 %, витрачаючи на 38...42 % менше часу, ніж за звичайного конвекційного засолювання [8].

Для зменшення тривалості отримання реальних значень середньої солоності риби були проведені дослідження щодо визначення впливу електричного опору R у зразку риби на зміну значення його середньої солоності (рис. 5) за допомогою електрохімічного методу [9].

Під час досліджень було виявлено, що значення електричного опору в зразках товстолобика зменшується залежно від збільшення концентрації тузлуку для засолювання риби при однаковій тривалості процесу. Отримані дані з високою вірогідністю корелюють з даними, отриманими за стандартними методиками (рис. 6), відхилення можна пояснити жирністю риби та різними морфологічними ознаками.

За результатами літературного огляду було встановлено, що дані щодо визначення впливу ультразвукової обробки на зміну коефіцієнта дифузії під час засолювання рибної сировини відсутні, а саме для коропа, товстолобика та амура білого.

Визначення коефіцієнта дифузії проводили за рівнянням [10,11]:

$$D = \frac{\pi \cdot S_{\text{сеп}}}{c^2} \cdot \frac{m^w}{F_p^2} \cdot \frac{1}{3600}, \quad (1)$$

де D — коефіцієнт дифузії, м²/с; $S_{\text{сеп}}$ — середня солоність зразка риби, од.; c — густина тузлуку, кг/м³; τ — тривалість процесу засолювання, год; m — маса зразка риби, кг; F_p — площа поверхні зразка риби, м².

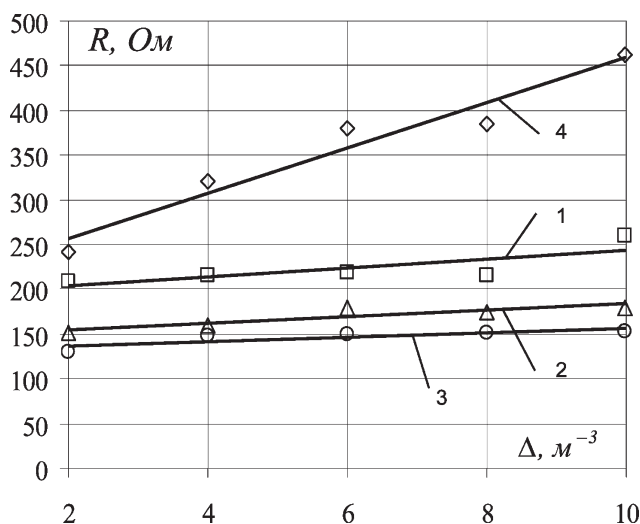


Рисунок 5 — Залежність зміни електричного опору R зразка риби оселедця атлантичного залежно від глибини проникнення Δ іонів NaCl: 1 — засолювання у 5 %-у розчині NaCl; 2 — засолювання у 10 %-у розчині NaCl; 3 — засолювання у 15 %-у розчині NaCl; 4 — несолоний зразок

За результатами експериментальних досліджень, дані яких наведені на графіках рис. 7, можна визначити, що характер кривих однаковий. Спочатку значення коефіцієнта дифузії знижується, а після досягнення концентрації NaCl до меж 10...12 % що збільшується. Найбільші значення коефіцієнта дифузії характерні для випадку, коли засолювання відбувалося під впливом ультразвукових хвиль із частотою 30 кГц.

На початку процесу, коли концентрація NaCl у м'ясі риби мінімальна, коефіцієнти дифузії максимальні. По мірі засолювання м'язові тканини риби набухають в результаті вбирання води. Набухання тканин риби призводить до зменшення ефективної площі, на якій відбувається дифузія. Таким чином, зменшення коефіцієнтів дифузії пов'язано зі скороченням площі, через яку NaCl дифундує всередину зразка. Після досягнення певної критичної концентрації NaCl у м'язах риби відбувається часткове висолювання білків і м'язова тканина втрачає воду пропорційно вмісту NaCl. Висолювання білків сприяє скороченню розмірів тканин і деякому збільшенню ефективної поверхні, через яку дифундує NaCl. Зростання ефективної поверхні зумовлює незначне збільшення коефіцієнта дифузії.

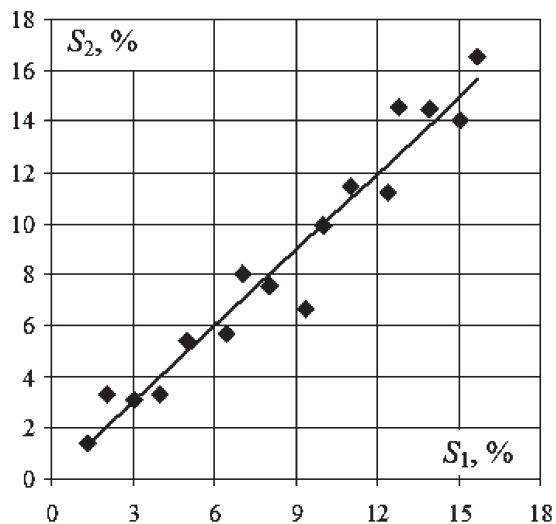


Рисунок 6 — Кореляція визначених значень середньої солоності риби аргентометричним S_1 та електрохімічним S_2 методами

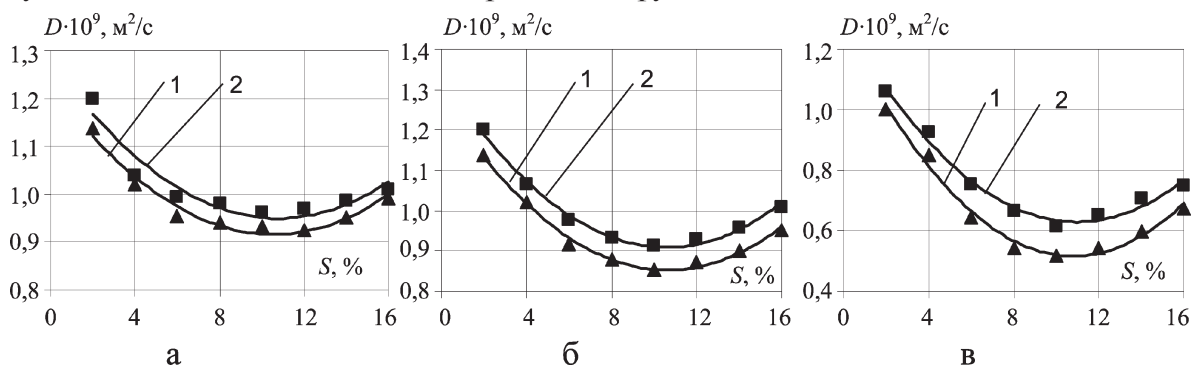


Рисунок 7 — Залежність коефіцієнта дифузії D NaCl у різних видах риби від середньої солоності S : а — товстолобик; б — білий амур; в — короп; 1 — без обробки ультразвуком; 2 — обробка за допомогою ультразвуку частотою 30 кГц (густина розчину NaCl становить 1,20 г/см³, температура розчину NaCl 7 °C)

Засолювання риби складається з двох процесів: засолювання риби і дозрівання продукту. Найбільш вивченим є процес засолювання. Більш складним процесом, теорія якого досі не розроблена, є дозрівання солonoї риби.

Процес дозрівання характеризується певними явищами: зникає колір, запах і смак сирої риби, жир рівномірно перерозподіляється в тканинах, м'ясо риби легко відділяється від кісток і стає дуже ніжним, з особливо приємним ароматом — букетом. Швидкість і глибина протікання цих змін залежить від низки чинників: виду риби, її фізіологічного стану і жирності, температури засолювання та зберігання, концентрації NaCl у рибі тощо.

Під час аналізу експериментальних даних встановлено, що попередня обробка ультразвуком порівняно зі звичайним засолюванням пришвидшує процес дозрівання на 15...25 %. Це дозволяє зробити висновок, що підвищення буферної ємності відбувається внаслідок інтенсифікації біохімічних реакцій у м'ясі риби під впливом ультразвукової обробки.

Експериментальні дані щодо тривалості процесу засолювання корелюють з високим ступенем вірогідності з даними теоретичних розрахунків.

Висновки. Отже, раціональними параметрами процесу засолювання риби за допомогою ультразвукової обробки частотою 30 кГц для товстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* val — тривалість засолювання $\tau = 24 \dots 36$ год, солоність готової риби $S = 7 \dots 10$ %, для білого амура *Ctenopharyngodon idella* — $\tau = 30 \dots 42$ год, $S = 8 \dots 10$ %, для коропа *Cyprinus carpio* — $\tau = 18 \dots 24$ год, $S = 7 \dots 9,5$ %.

Список літератури

1. Постнов Г. М., Червоний В. Н., Гулий А. В., Максименко Н. М. Разработка перспективных направлений переработки прудовой рыбы. *Применение безотходных и экологически чистых технологий в пищевой и химической промышленности: республиканская конференция, 14 марта 2017 г., Наманган.* Наманганский инженерно-педагогический институт. Наманган : НИПИ, 2017. С. 148–149.
2. Хмелев В. Н., Сливин А. Н., Барсуков Р. В., Цыганок С. Н., Шалунов А. В. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности. Бийск : Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. 203 с.
3. Дейниченко Г. В., Постнов Г. М., Чеканов М. А. та ін. Безвідходна переробка м'яса з високим вмістом сполучної тканини з використанням ультразвуку : монографія. Харків : Факт, 2012. 192 с.
4. Эльпинер И. Е. Биофизика ультразвука. М. : Наука, 1975. 240 с.
5. Леванидов И. П., Ионас Г. П., Слуцкая Т. Н. Технология соленых, копченых и вяленых рыбных продуктов. М. : Агропромиздат, 1987. 157 с.
6. Воскресенский Н. А. Кинетика процесса посола рыбы. *Тр. ВНИРО*, 1952. Т. 20. С. 56–75.
7. Постнов Г. М., Чеканов М. А., Червоний В. М., Нечипоренко Д. А. Визначення інтенсивності випромінювання акустичної потужності ультразвукової установки. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. праць*. 2009. Вип. 1 (9). С. 238–243.
8. Постнов Г. М., Яковлев О. В., Червоний В. М., Чеканов М. А. Енергетичний вплив ультразвукової обробки на інтенсифікацію процесу соління океанічної риби. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2015. Вип. 166. С. 180–186.
9. Постнов Г. М., Чеканов М. А., Червоний В. М., Яковлев О. В. Электрохимический метод визначення швидкості перебігу масообмінних процесів під час засолення океанічної риби. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі*. 2014. Вип. 1 (19). С. 153–160.
10. Димова В. В., Ершов А. М., Гроховский В. А., Ершов М. А. Теоретические основы процесса посола рыбы и расчёт продолжительности просаливания. *Вестник МГТУ*. Том 9. №5. 2006. С. 730–741.

References

1. Postnov, G. M., Chervonyj, V. N., Gulyj, A. V., Maksimenko, N. M. (2017). *Razrabotka perspektivnyh napravlenij pererabotki prudovoj ryby* [Development of promising areas of pond fish processing]. *Primenenie bezothodnyh i ekologicheskimi chistykh tehnologii v pishhevoj i himicheskoy promyshlennosti: respublikanskaja konferencija* [The use of waste-free and environmentally friendly technology in the food and chemical industries], Namangan, pp. 148–149.
2. Hmelev, V. N., Slivin, A. N., Barsukov, R. V., Cyganok, S. N., Shalunov, A. V. (2010). *Primenenie ul'trazvuka vysokoj intensivnosti v promyshlennosti* [The use of high-intensity ultrasound in industry]. Biysk, Alt. state tech. un. Publ., 203 p.
3. Deinychenko, H. V., Postnov, H. M., Chekanov, M. A., Chervonyi, V. M., Nechiporenko, D. A. (2012). *Bezvidkhodna pererobka miasa z vysokym vmistom spoluchnoi tkanyny z vykorystanniam ultrazvuku* [Waste-free meat processing with high content of connective tissue using ultrasound]. Kharkiv, Fakt Publ., 240 p.

4. Jel'piner, I. E. (1975). *Biofizika ul'trazvuka* [Ultrasound Biophysics]. Moscow, Nauka Publ., 240 p.
5. Levanidov, I. P., Ionas, G. P., Sluckaja, T. N. (1987). *Tehnologija solenih, kopchenih i vjalenyh rybnyh produktov* [Technology of salted, smoked and dried fish products]. Moscow, Agropromizdat Publ., 157 p.
6. Voskresenskiy, N. A. (1952). *Kinetika processa posola ryby* [Kinetics of the process of salting fish]. *Proceedings of VNIRO* [Trudy VNIRO], vol. 20, pp. 56–75.
7. Postnov, H. M., Chekanov, M. A., Chervonyi, V. M., Nechyporenko, D. A. (2009). *Vyznachennia intensyvnosti vyprominiuvannia akustychnoi potuzhnosti ultrazvukovoi ustanovky* [Determination of the radiation intensity of the acoustic power of the ultrasonic unit]. *Zb. nauk. prats Khark. derzh. un-t kharchuvannia ta torhivli «Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli»* [Collection of scientific works of KhSUFTT «Progressive techniques and technologies of food production of restaurant economy and trade»], vol. 1 (9), pp. 238–243.
8. Postnov, H. M., Yakovliev, O. V., Chervonyi, V. M., Chekanov, M. A. (2015). *Enerhetychnyi vplyv ultrazvukovoi obrobky na intensyfikatsiiu protsesu solinnia okeanichnoi ryby* [Energy impact of ultrasonic treatment on intensification of ocean fish salting process]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva imeni Petra Vasylenka* [Bulletin of the Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Peter Vasylenko], vol. 166, pp. 180–186.
9. Postnov, H. M., Chekanov, M. A., Chervonyi, V. M., Yakovliev, O. V. (2014). *Elektrokhimichniy metod vyznachennia shvydkosti perebihu masoobminnykh protsesiv pid chas zasolennia okeanichnoi ryby* [Electrochemical method for determining the rate of mass transfer processes during ocean fish salinization]. *Zb. nauk. prats Khark. derzh. un-t kharchuvannia ta torhivli «Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli»* [Collection of scientific works of KhSUFTT «Progressive techniques and technologies of food production of restaurant economy and trade»], vol. 1 (19), pp. 153–160.
10. Dimova, V. V., Ershov, A. M., Grohovskij, V. A., Ershov, M. A. (2006). *Teoreticheskie osnovy processa posola ryby i raschjot prodolzhitel'nosti prosalivaniya* [The theoretical basis of the process of salting fish and calculating the duration of salting]. *Vestnik MGTU* [Bulletin of MSTU], vol. 9, no. 5, pp. 730–741.

Objective. The purpose of the article is to improve the method of salting water-hole fish using ultrasonic treatment. The study of the corresponding process will allow to obtain optimal parameters that contribute to the intensification of the technological process of the ambassador.

Methods. In the research process, experimental research methods were used using instrumentation of appropriate accuracy, standard research methods for food raw materials, modern methods of mathematical statistics.

Results. It is proposed for salting fish to use a magnetostrictive transducer with a resonant radiation frequency of 30 kHz and an experimental setup based on the UZD-2T dispersant. The energy distributions in fish during salting were determined using ultrasound by studying the temperature thermal distribution over the volume of a pond fish sample. In order to determine the effect of ultrasonic treatment on the kinetics of the average salinity of fish and to study the dynamics of NaCl diffusion in fish by acetic salting, experimental studies were conducted to determine the physicochemical parameters of salted fish, i. e., the concentration of NaCl. Experimental studies were conducted to identify the effect of ultrasonic quitting on the duration of salting and quality indicators of pond fish. The obtained rational indicators of the corresponding salting process using ultrasonic processing at a frequency of 30 kHz: for silver carp *Hypophthalmichthys molitrix* val — salting duration $\tau = 24... 36$ h, salinity of the finished fish $S = 7... 10$ %, for grass carp *Ctenopharyngodon idella* — $\tau = 30... 42$ h, $S = 8... 10$ %, for carp *Cyprinus carpio* — $\tau = 18... 24$ h, $S = 7... 9.5$ %. It has been established that the use of ultrasonic vibrations can reduce the duration of salting up to 42 %, which will increase the productivity of technological lines for processing pond fish.

Key words: water-hole fish, ambassador, diffusion coefficient, ultrasound, frequency, energy, thermal distribution, dispersion.