

УДК 664.951:639.22:664.8.039.4

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СОЛІННЯ РИБИ ОКЕАНІЧНОГО ПРОМИСЛУ ЗА ДОПОМОГОЮ УЛЬТРАЗВУКУ

Постнов Г.М., к.т.н.,

Яковлев О.В., здобувач,

Червоний В.М., к.т.н.,

Чеканов М.А., к.т.н.

*Харківський державний університет харчування та торгівлі*

Тел. (057) 349-45-56

**Анотація** – дана робота висвітлює результати експериментальних досліджень щодо виявлення впливу ультразвукової обробки на ефективність процесу соління рибної сировини океанічного промислу.

**Ключові слова** – оселедець атлантичний, скумбрія атлантична, сардина тихоокеанська, ультразвук, солоність, дифузія.

*Постановка проблеми.* Під час виробництва солоної океанічної риби можуть з'явитися окремі небажані дефекти: засмага, затяжка, окис, фуксин, тощо. Уникнути засмаги та інших дефектів, що виникають під час соління риби, можна шляхом своєчасного та рівномірного розподілу солі або сольового розчину за всією масою риби, що можливо за використання чинників, які здатні інтенсифікувати процес соління.

Одним із існуючих на сьогоднішній день підходів, яким найбільш ефективно вирішуються питання інтенсифікації технологічних процесів у харчових виробництвах, є використання нових видів енергії та її високоефективного підведення до взаємодіючих речовин. Таким видом енергії є ультразвукові коливання високої інтенсивності, які дозволяють інтенсифікувати процеси хімічних, мікробіологічних і харчових технологій.

*Аналіз останніх досліджень.* Ґрунтуючись на дослідженнях вітчизняних і закордонних учених І.Е. Ельпінера, Й.О. Рогова, В.М. Горбатова, Ю.Ф. За́яса, В.М. Хмелева, Hao Feng, Gustavo V. Barbosa-Cánovas, Jochen Weiss, присвячених питанню використання ультразвуку, заснованих на властивостях і специфічності дії ультразвукових коливань на масообмінні процеси, можна висунути гіпотезу, що в основі ультразвукової обробки риби може бути

використаний 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 процес соління і зменшує витрати енергетичних ресурсів. Теорії соління і сучасні дослідження представлені в роботах М.І. Турпаєва, Л.П. Міндера, І.П. Леванідова, М.М. Рульова, Н.А. Воскресенського. Проте, наявні відомості про використання ультразвуку для інтенсифікації процесу соління незначні і носять суперечливий характер, що обумовлює проведення відповідних досліджень [1-3].

Таким чином, дослідження процесу соління океанічної риби за допомогою ультразвуку для отримання однорідного за вмістом солі у визначених межах продукту є актуальним завданням.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Метою статті було обрано визначення впливу ультразвукової обробки на кінетику середньої солоності риб та дослідження динаміки дифузії хлористого натрію NaCl у рибі за тузлучного соління. Для вирішення поставленої мети були проведені експерименти з визначення фізико-хімічних показників соленої риби, тобто концентрації хлористого натрію NaCl.

*Основна частина.* Ультразвуком оброблялися зразки оселедця атлантичного, скумбрії атлантичної, сардини тихоокеанської. Частота ультразвукової обробки 30...34 кГц, температура тузлуку +18°C, густина тузлуку – 1,20 г/см<sup>3</sup>.

Для визначення значення концентрації хлориду NaCl у м'ясі риб було використано дві методики: арбітражна та електрофізична. Так, аргентометричному (арбітражному) способу притаманні окремі недоліки. Найголовніші з них – це трудомісткість та значна тривалість проведення досліджень. Для усунення цих недоліків було запропоновано електрохімічний метод визначення швидкості плинущо масообмінних процесів під час соління рибної сировини. Він базується на зміні іонної електропровідності за рахунок іонів хлориду натрію NaCl.

З використанням електрохімічного методу [4] були проведені дослідження щодо визначення впливу електричного опору R в зразку риби на зміну значення його середньої солоності (рис. 1).

Під час досліджень було виявлено, що значення електричного опору в зразках оселедця зменшується залежно від збільшення концентрації тузлуку для соління риби при однаковій тривалості процесу. Отримані дані з високою вірогідністю корелюють з даними, отриманими за стандартними методиками (рис. 2), відхилення можна пояснити жирністю риби та різними морфологічними ознаками.

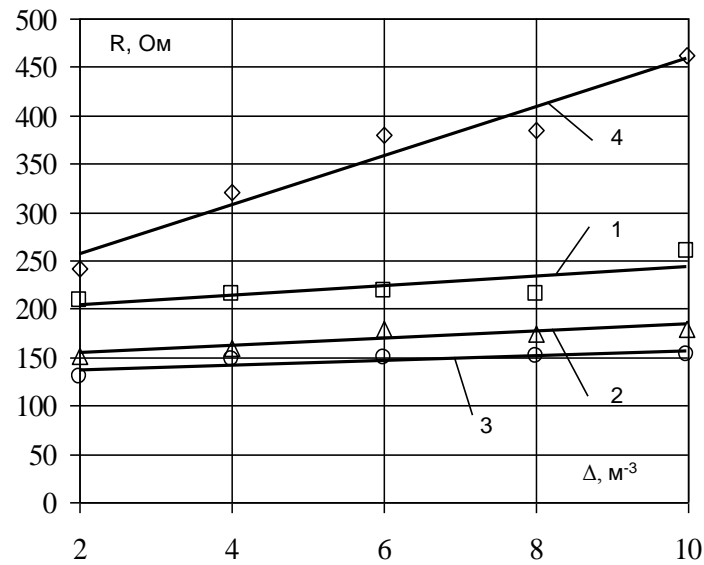


Рис. 1. Залежність зміни електричного опору  $R$  зразка риби залежно від глибини проникнення  $\Delta$  іонів  $\text{NaCl}$ :  
 1 – соління у 5%-ому розчині  $\text{NaCl}$ ; 2 – соління у 10%-ому розчині  $\text{NaCl}$ ; 3 – соління у 15% розчині  $\text{NaCl}$ ; 4 – контроль

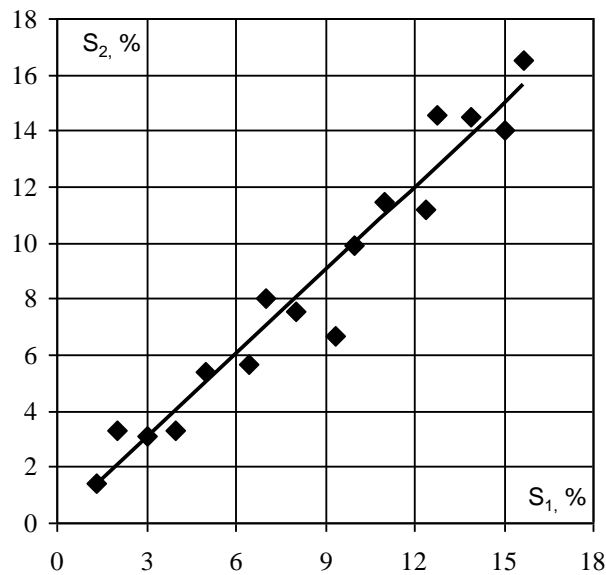


Рис. 2. Кореляція визначених значень середньої солоності риби аргентометричним  $S_1$  та елетрохімічним  $S_2$  методами.

За результатами літературного огляду було встановлено, що дані щодо визначення впливу ультразвукової обробки на зміну коефіцієнта дифузії під час соління рибної сировини відсутні, а саме для оселедця атлантичного, скумбрії атлантичної та сардини тихоокеанської.

За результатами досліджень впливу ультразвукової обробки на кінетику середньої солоності риб виявлено, що вплив ультразвукових

хвиль інтенсифікує процес соління на 28...42% для всіх видів риб, за якими проводили дослідження (рис. 3). Наприклад, оселедці набувають солоності 12...16%, що за ДСТУ 815:2008 «Оселедці солоні. Технічні умови» відповідає групі міцносолоні, витрачаючи на 31...36% менше часу, ніж за звичайного конвекційного соління. Подібна тенденція, характерна і для інших видів риб. Так, сардини тихоокеанської набувають солоності 12...17%, що за ДСТУ 4453:2005 «Сардини солоні. Технічні умови» відповідає групі міцносолоні, витрачаючи на 40...46% менше часу, для скумбрії атлантичної набувають солоності 10...13% за ДСТУ 6025:2008 «Риба солоня. Технічні умови», відповідає групі міцносолоні, витрачаючи на 38...42% менше часу, ніж за звичайного конвекційного соління.

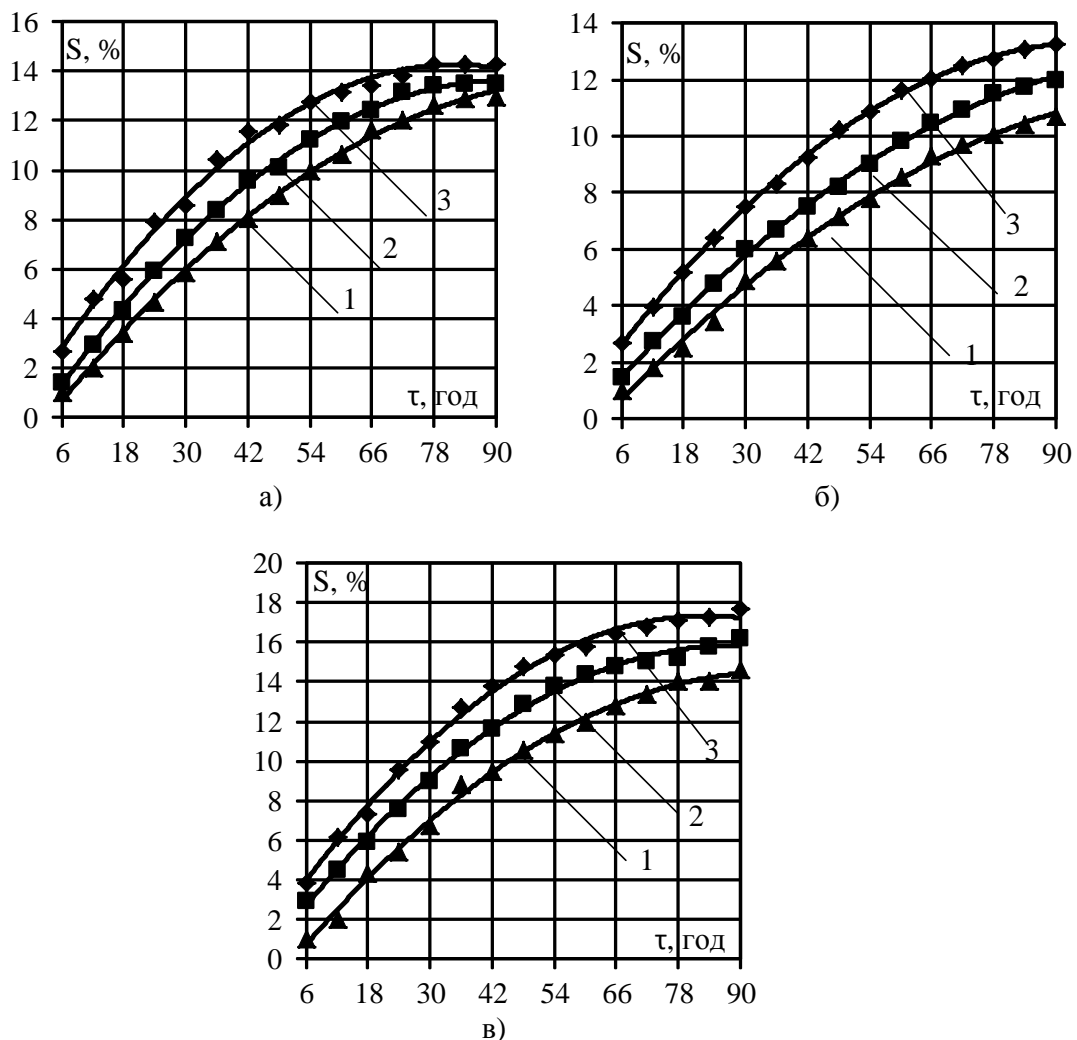


Рис. 3. Визначення впливу ультразвукової обробки на кінетику середньої солоності  $S$  риби: 1 – без обробки ультразвуком, 2 – ультразвукова обробка частотою 34 кГц, 3 – ультразвукова обробка частотою 30 кГц (а - для оселедця атлантичного, б - для скумбрії атлантичної, в - для сардини тихоокеанської).

Визначення коефіцієнта дифузії проводили за рівнянням (1)[5]

$$D = \frac{\pi \cdot S}{c^2 \cdot \tau} \cdot \frac{m^w}{F^2} \cdot \frac{1}{3600}, \quad (1)$$

де  $D$  – коефіцієнт дифузії,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;  $S$  – середня солоність зразка риби, од.;  $c$  – густина тузлуку,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $\tau$  – тривалість процесу соління, год;

$m$  – маса зразка риби,  $\text{кг}$ ;  $F$  – площа поверхні зразка риби,  $\text{м}^2$ .

За результатами експериментальних досліджень, дані яких представлені на графіках (рис. 4), можна визначити, що характер кривих однаковий. Спочатку значення коефіцієнта дифузії знижується, а після досягнення концентрації хлориду натрію  $\text{NaCl}$  до меж 10...12% декілька збільшується. Найбільші значення коефіцієнта дифузії характерні для випадку, коли соління відбувалося під впливом ультразвукових хвиль з частотою 30 кГц.

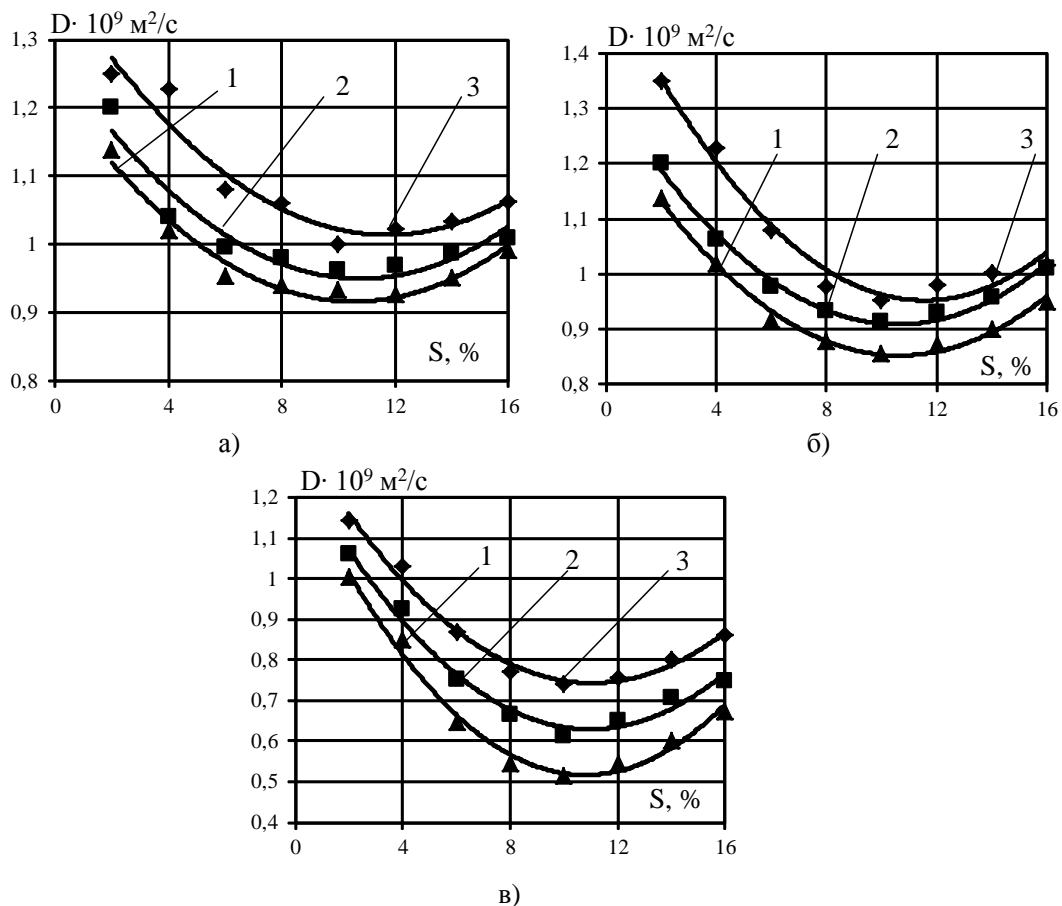


Рис. 4. Визначення коефіцієнта дифузії  $D$   $\text{NaCl}$  у різних видах риб у залежності від середньої солоності  $S$ : 1 – без обробки ультразвуком, 2 – ультразвукова обробка частотою 34 кГц, 3 – ультразвукова обробка частотою 30 кГц. а) для оселедця атлантичного, б) для скумбрії атлантичної, в) для сардини тихоокеанської.

На початку процесу, коли концентрація хлориду натрію NaCl у м'ясі риби мінімальна, коефіцієнти дифузії максимальні. По мірі соління м'язові тканини риби набухають у результаті вбирання вологи. Набухання тканин риби призводить до зменшення ефективної площі, на якій відбувається дифузія. Таким чином, зменшення коефіцієнтів дифузії пов'язано зі скороченням площі, через яку хлорид натрію NaCl дифундує всередину зразка. Після досягнення певної критичної концентрації хлориду натрію NaCl у м'язах риби відбувається часткове висолювання білків і м'язова тканина втрачає вологу пропорційно вмісту хлориду натрію NaCl. Висолування білків сприяє скороченню розмірів тканин і деякого збільшення ефективної поверхні, через яку дифундує хлорид натрію NaCl. Зростання ефективної поверхні веде за собою незначне збільшення коефіцієнта дифузії.

*Висновки.* За результатами досліджень було виявлено, що ультразвук впливає на інтенсивність масообмінних процесів, що відбуваються під час соління океанічної рибної сировини. Було досліджено динаміку дифузії NaCl у рибі за тузлучного соління і виявлено, що на початку процесу соління значення коефіцієнта дифузії знижується, а після досягнення концентрації NaCl до меж 10...12% трохи збільшується. Найбільші значення коефіцієнта дифузії характерні для процесу соління, який відбувався під впливом ультразвукових хвиль з частотою 30 кГц.

#### Література:

1. *Постнов Г.М., Чеканов М.А., Червоний В.М., Яковлев О.В.* Шляхи удосконалення способів соління рибної сировини океанічного походження // Рибне господарство України. – 2013. – № 2(85). – С. 52-58.

2. *Postnov G., Deynichenko G., Chekanov M., Chervony V., Yakovlev O.* Physicochemical basis for intensification salted fish using ultrasound // Recent Journal (Romania). –Vol. 14(2013). – No. 4 (40). – P. 307-310

3. *Яковлев О.В., Постнов Г.М., Червоний В.Н.* Эффективность влияния ультразвуковых колебаний на процесс внутреннего массопереноса при посоле рыбы /: Наука сегодня: теоретические и практические аспекты : сб. мат. III Междунар. научно-практ. конф. [Электр. ресурс]. – М.: Издательство «Перо», 2015. – С. 610-614.

4. Електрохімічний метод визначення швидкості перебігу масообмінних процесів під час засолення океанічної риби / Г. М. Постнов, М.А. Чеканов, В.М. Червоний, О.В. Яковлев // Зб. наук. пр. «Прогресивні техніка та технології харчових виробництв,

ресторанного господарства і торгівлі». – Харків : ХДУХТ, 2014. – Вип. 1 (19). – С. 153-160.

5. Соколова З.С. Сборник задач по курсу «Технология молока и молочных продуктов» / З.С. Соколова. –М.: Пищевая промышленность, 1975 –198 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОСОЛА РЫБЫ ОКЕАНИЧЕСКОГО ПРОМЫСЛА С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКА**

Постнов Г.М., Яковлев О.В., Червоний В.Н., Чеканов Н.А.

*Аннотация* - данная работа освещает результаты экспериментальных исследований по определению влияния ультразвуковой обработки на эффективность процесса посола рыбного сырья океанического промысла.

## **RESEARCH OF THE ULTRASOUND SALTED FISH OCEANIC FISHERIES**

G. Postnov, O. Yakovlev, V. Chervonyi, M. Chekanov

### *Summary*

**This work highlights the results of experimental studies to determine the effect of ultrasonic treatment on the effectiveness of the process of salting fish raw oceanic.**