

УДК 637.56:[641.518:621.9.048]  
DOI: 10.31866/2616-7468.2.1.2019.170410

## ІННОВАЦІЙНЕ УЛЬТРАЗВУКОВЕ ОБРОБЛЕННЯ РИБНОЇ СИРОВИНИ

**Григорій Дейниченко,**  
доктор технічних наук, професор,  
Харківський державний університет  
харчування та торгівлі,  
Харків, Україна,  
deinyuchenkov@ukr.net  
<http://orcid.org/0000-0003-3615-8339>  
© Дейниченко Г., 2019

**Дмитро Горелков,**  
кандидат технічних наук, доцент,  
Харківський державний університет  
харчування та торгівлі,  
Харків, Україна,  
gorelkov.dmv@gmail.com  
<http://orcid.org/0000-0002-9315-9322>  
© Горелков Д., 2019

**Віталій Червоний,**  
кандидат технічних наук, доцент,  
Харківський державний університет  
харчування та торгівлі,  
Харків, Україна,  
chervonyi.v@gmail.com  
<http://orcid.org/0000-0002-9085-2260>  
© Червоний В., 2019

**Дмитро Дмитревський,**  
кандидат технічних наук, доцент,  
Харківський державний університет  
харчування та торгівлі,  
Харків, Україна,  
dmitrevskiydv@gmail.com  
<http://orcid.org/0000-0003-1330-7514>  
© Дмитревський Д., 2019

**Шухрат Атаханов,**  
кандидат технічних наук, доцент,  
Наманганський інженерно-педагогічний  
інститут,  
Наманган, Узбекистан,  
atahanovshn@mail.ru  
© Атаханов Ш., 2019

**Актуальність.** У статті наведено та обґрунтовано доцільність застосування ультразвукової обробки в технологіях безвідходної переробки ставкової риби на прикладі процесу виготовлення рибних бульйонів з анатомічних частин ставкової риби. **Мета і методи.** Метою проведених досліджень було удосконалення процесів виробництва рибних бульйонів зі ставкової риби за допомогою ультразвукових коливань. Під час досліджень були використані аналітичні, теоретичні та експериментальні методи із застосуванням контрольно-вимірювальної апаратури відповідної точності, стандартні методики дослідження харчової сировини, сучасні методи математичної статистики, кореляційного аналізу та комп'ютерних технологій. **Результати.** Розроблено спосіб отримання бульйонів

зі ставкової риби з використанням ультразвуку. Для приготування бульйону оброблені голови без зябер і очей, хребтову і реберну кістку із залишками м'яса піддають подрібненню до розмірів  $(0,1...0,3) \cdot 10^{-2}$  м. Раціональними режимами варіння бульйонів є тривалість варіння 0,5...0,6 години при гідромодулі 1:(1,5...1,7). Використання ультразвукової обробки обґрунтовано на етапі попередньої обробки. Накладання ультразвукових хвиль частотою 22 кГц протягом 10–15 хв з інтенсивністю випромінювання 3–5 Вт/см<sup>2</sup> прискорює екстрагування у водний розчин білків, жирів, мінеральних та ароматичних речовин. **Висновки та обговорення.** За результатами дослідження розроблено технологічну схему приготування рибного бульйону. Бульйон зі ставкової риби, який отримали за допомогою ультразвуку, володіє хорошими показниками якості. Отриманий бульйон доцільно використовувати як основу для приготування соусів та кулінарних виробів. Наукова новизна роботи полягає у дослідженні динаміки виділення сухих речовин у залежності від гідромодуля; вивченні впливу ступеня подрібнення анатомічних частин риби на вміст у бульйоні сухих речовин; дослідженні кінетики переходу сухих речовин у бульйон залежно від тривалості процесу варіння з використанням ультразвукової обробки. **Перспективним напрямом дослідження може стати** розробка ультразвукового пристрою, який доцільно використовувати в технологічних лініях із виробництва бульйонів на основі ставкової риби.

**Ключові слова:** риба, бульйон, ультразвук, хвиля, частота, гідромодуль, пристрій ультразвуковий.

### Актуальність проблеми

*Постановка проблеми.* На сучасному етапі розвитку рибопереробної промисловості України актуальним питанням є організація комплексної та безвідходної переробки риби прісноводних водойм та гідробіонтів. Так, існуючі технології не дозволяють повністю використовувати сировину з риби прісноводних водойм та гідробіонтів, внаслідок чого на підприємствах утворюється значний відсоток відходів. Використання електрофізичних методів надасть змогу інтенсифікувати вирішення цієї проблеми. З використанням ультразвукової обробки можливе отримання смако-ароматичних і пігментних бульйонів та екстрактів із риби прісноводних водойм та гідробіонтів. 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 глибокий розподіл риби і комплексне використання сировини.

Переробка основної маси сировини за маловідходними технологіями дозволить отримати додатково значну кількість цінного харчового, кормового та технічного продукту.

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

*Стан вивчення проблеми.* Пріоритетним напрямком розвитку рибопереробного комплексу є глибоке перероблення сировини з метою максимального виходу

їстівної частини. Така переробка супроводжується утворенням значної кількості вторинної сировини (від 38 до 58 %), особливо під час виробництва рибного філе та фаршу. Вторинна рибна сировина має певну біологічну цінність, що визначає перспективність її використання для отримання продуктів різного призначення, у тому числі харчових. Чисельні наукові дослідження присвячені вивченню функціонально-технологічних властивостей рибного бульйону (поверхневі характеристики, емульгуючі, піноутворюючі, адгезійні властивості тощо). Результати даних досліджень відображені в роботах Л. І. Борисочкиної (1989), В. Д. Богданова (1993), М. Ю. Москальцової (2000), О. І. Черевка (2003), Г. М. Постнова (2003), І. О. Проніна (2003) та ін.

*Невирішені питання.* На сьогодні в літературі відсутні відомості про вплив попередньої ультразвукової обробки на тривалість процесу виготовлення бульйонів зі ставкової риби.

Таким чином, удосконалення процесів виробництва рибних бульйонів на основі ставкової риби з використанням ультразвукової обробки є актуальним завданням.

### **Мета і методи дослідження**

*Мета статті* – дослідження перспектив застосування ультразвукової обробки в технологіях безвідходної переробки ставкової риби на прикладі процесу виготовлення рибних бульйонів з анатомічних частин її тушок.

*Методологічною основою дослідження* є концепція широкого впровадження безвідходних технологій на підприємствах харчової промисловості та закладів ресторанного господарства.

*Методи дослідження* – аналітичні, теоретичні та експериментальні з використанням контрольно-вимірювальної апаратури відповідної точності, стандартні методики дослідження харчової сировини, сучасні методи математичної статистики, кореляційного аналізу та комп'ютерних технологій.

*Інформаційна база дослідження* – монографії, наукові статті, матеріали міжнародних конгресів, симпозіумів та науково-практичних конференцій.

### **Результати дослідження**

Під час переробки рибної сировини в кулінарну продукцію на рибопереробних підприємствах утворюються рибні відходи (голови, кістки, плавники, нутрощі), які в середньому становлять від 40 до 55 % маси вихідної сировини. Дана сировина має значну харчову цінність, основою якої є білки, жири, мінеральні речовини і вітаміни.

Фактори, що зумовлюють утворення відходів рибної сировини, були розділені нами на об'єктивні і суб'єктивні.

До першої групи факторів відносяться ті, які викликають утворення відходів незалежно від асортименту вироблюваної продукції, обраної технологічної схеми і обумовлені біологічними особливостями оброблюваної риби. До таких відходів відносяться внутрішні органи. При розбиранні риби ці відходи витягуються, а кількість їх залежить від виду риби, її розмірів, сезону вилову.

До групи суб'єктивних факторів відносяться ті, які зумовлюють утворення відходів у залежності від прийнятої технологічної схеми виробництва, асортименту продукції, що випускається, дотримання технологічної дисципліни, що застосовується.

Основними відходами під час переробки риби є голови, кістки, плавники, нутрощі, луска. В даний час ця сировина використовується на кормові цілі. Дані види сировини містять до 16 % азотистих речовин, до 20 % жиру і близько 15 % золи. Найбільшу харчову цінність представляють голови і кістки, які є основною сировиною для приготування рибних бульйонів. На сьогодні існує потреба закладів ресторанного господарства в рибному бульйоні, оскільки він служить основою для приготування різних кулінарних виробів (супи, соуси, заливні кулінарні вироби, паштети, фарші тощо).

З огляду на значний вміст фізіологічно важливих речовин у даній сировині (голови, хребтова і реберна кістка із залишками м'яса) запропоновано використовувати ці анатомічні частини риби для приготування рибного бульйону, який є напівфабрикатом високого ступеня готовності, має багатофункціональні властивості і широко використовується для приготування кулінарних виробів із риби.

Процес варіння бульйону з анатомічних частин риби являє собою процес гідротермічної обробки сировини, основою якого є екстракція харчових речовин у системі тверде тіло – рідина. У зв'язку з цим виникла необхідність визначення основних факторів, що впливають на екстракцію речовин у рідину при варінні бульйону: температура варіння, тривалість і співвідношення продукту і води (гідромодуль). Усі харчові продукти, в тому числі і риба, відносяться до капілярно-пористих тіл. Фізична сутність процесу екстракції в системі капілярно-пористе тіло – рідина полягає в проникненні рідини через пори і капіляри всередину продукту, розчиненні харчових речовин, винесенні їх у розчиненому стані до межі розділу фаз і переходу в рідку фазу. Цей процес вимагає підведення тепла, оскільки велика частина харчових речовин переходить у розчинний стан під час нагрівання.

Таким чином, процес екстракції харчових речовин під час варіння риби є складним процесом тепло- і масопереносу, на який впливає безліч факторів. Під час попередніх експериментів було вивчено вплив на процес екстракції харчових речовин у бульйон наступних факторів: співвідношення між твердою і рідкою фазами (гідромодуль) %, розмір окремих твердих частинок  $l$ , тривалість варіння  $t$ .

Отримані дані про перехід сухих речовин у бульйон при різному розмірі частинок у залежності від тривалості варіння представлені в табл. 1.

Табл. 1. Динаміка виділення сухих речовин у залежності від гідромодуля  
Tabl. 1. Dynamics of the dry substances excretion depending on the hydromodule

Гідромодуль	Сухі речовини, %				
	Тривалість варіння, год				
	0,2	0,4	0,5	0,6	0,8
1 : 1	4,62±0,23	4,95±0,25	6,21±0,31	6,37±0,32	6,53±0,33
1 : 1,5	3,12±0,16	4,74±0,24	5,08±0,25	5,27±0,26	5,42±0,27
1 : 2	2,21±0,11	2,88±0,15	3,75±0,18	4,13±0,21	4,28±0,21

Джерело: власна розробка  
Source: own development

Дані табл. 1 свідчать також про вплив гідромодуля на величину вмісту сухих речовин у бульйоні. Так, при співвідношенні сировини і води 1 : 1 кількість сухих речовин, що перейшли в бульйон, становила за 0,5 години 6,21 %, а при гідромодулі 1 : 1,5 – відповідно 5,08 %. Подальше збільшення рідинного коефіцієнта до 1 : 2,0 за 0,5 години варіння сприяло переходу в бульйон сухих речовин у кількості 3,75 %.

Збільшення вмісту сухих речовин у бульйоні зі збільшенням тривалості варіння  $\tau$  і зменшенням гідромодуля  $\varphi$  дозволяє припустити, що бульйон найкращої якості виходить при  $\tau \rightarrow \infty$  і  $\varphi \rightarrow \infty$ . Однак створити технологічний процес варіння бульйону, що задовольняє зазначеним вимогам, не є можливим.

За даними табл. 1, можна спостерігати різке зниження темпу переходу сухих речовин у бульйон через 0,5...0,6 години варіння. Таким чином, продовжувати подальше варіння бульйону недоцільно, оскільки при цьому інтенсифікується прогрес термічного розпаду органічних речовин, які переходять у бульйон.

Як показали попередні експерименти, після 0,6 години варіння спостерігається зниження якості одержуваного бульйону, зокрема, погіршення зовнішнього вигляду і смаку. Бульйон набуває неприємного присмаку і каламутного відтінку. Ймовірно, це відбувається за рахунок підвищення вмісту сухих речовин і особливо емульгованих жирів. Як відомо, при тривалому варінні жир, що виділяється з анатомічних частин риби, розподіляється в бульйоні у вигляді стійкої емульсії, стабільність якої обумовлюється присутністю суспендованих білків. Кількість жиру коливається від 5 до 25 %, він збирається на поверхні бульйону, і лише невелика частина (3,5 %) розподіляється по всьому об'єму бульйону у вигляді дрібних жирових крапельок (емульгується). Але навіть ця невелика кількість жиру (близько 0,05 % маси бульйону) надає бульйону каламутність, погіршуючи його якість.

Як показали проведені дослідження, інтенсивність накопичення емульгованих жирів у бульйоні залежить від тривалості варіння і від значення гідромодуля.

Слід зазначити, що темп накопичення емульгованих жирів є мінімальним протягом перших 0,6 години варіння. У подальшому накопичення емульгованих жирів йде більш інтенсивно; найбільше зростання його спостерігається на ділянці при  $\tau > 0,6$  години. Збільшення тривалості варіння більше 0,6 години значно збільшує кількість емульгованих жирів у готовому бульйоні.

Залежність вмісту емульгованих жирів у бульйоні від гідромодуля зворотна. Збільшення гідромодуля знижує вміст у бульйоні емульгованих жирів. Так, при варінні бульйону протягом 0,5 години при  $\varphi = 1 : 1$  кількість емульгованих жирів у бульйоні становить 0,011 %, при  $\varphi = 1 : 1,5$  – відповідно 0,009 %, а при  $\varphi = 1 : 2,0$  вона знижується до 0,007 %. Таким чином, більш концентрований бульйон має підвищений вміст емульгованих жирів, що знижує якість бульйону.

Отже, раціональними режимами варіння бульйонів є тривалість варіння 0,5...0,6 години при гідромодулі 1 : 1,5...1,7. При дотриманні цих режимів в одержуваний бульйон переходить основна маса сухих речовин, вміст емульгованих жирів у ньому невеликий і не впливає на його якість.

Отриманий бульйон має смак і запах, властиві бульйонам із риби. Колір бульйону сірий із жовтуватим відтінком, прозорий. Внаслідок значного вмісту глютину бульйон при охолодженні застигає і переходить у желеподібний стан.

Екстракція сухих речовин, у тому числі і високомолекулярних органічних з'єднань у бульйоні, залежить від розмірів окремих частинок рибної сировини.

Вивчення залежності переходу сухих речовин у бульйон від розміру часток сировини проводилося при постійному гідромодулі  $\rho = 1 : 1,5 \dots 1,75$ , який був визначений заздалегідь.

Результати проведених досліджень представлені в табл. 2.

Аналіз даних табл. 2 свідчить про те, що при подрібненні анатомічних частин риби до розмірів  $(0,1 \dots 0,3) \cdot 10^{-2}$  м кількість сухих речовин, які перейшли в бульйон при  $\tau = 0,6$  години, в 1,3 рази більше, ніж при розмірі частин риби  $1,0 \cdot 10^{-2}$  м. Аналогічні результати отримані при дослідженні вмісту білка в бульйоні. Так, кількість білка, що перейшов у бульйон при ступені подрібнення анатомічних частин риби до  $1,0 \cdot 10^{-2}$  м, в 1,6 рази менше, ніж аналогічний показник при ступені подрібнення рибної сировини до  $(0,1 \dots 0,3) \cdot 10^{-2}$  м.

Зі збільшенням розмірів анатомічних частин риби можливість проникнення води у внутрішні структури рибної сировини ускладнюється, а при дрібному подрібненні структура сировини руйнується, і при варінні органічні, мінеральні, екстрактивні речовини, що є у ній, переходять у бульйон, підвищуючи тим самим його харчову цінність.

Табл. 2. Вплив ступеня подрібнення анатомічних частин риби на вміст у бульйоні сухих речовин

Tabl. 2. Influence of the degree of anatomical parts grinding of fish on content of dry substances in bouillon

Середній розмір частинок, $10^{-2}$ м	Сухі речовини, %			
	Тривалість варіння, год			
	0,3	0,4	0,5	0,6
0,1	4,53±0,23	4,81±0,24	5,14±0,26	5,37±0,27
0,3	4,17±0,21	4,64±0,23	5,08±0,25	5,25±0,26
0,5	3,52±0,18	3,81±0,19	4,61±0,23	4,94±0,24
0,8	2,84±0,14	3,62±0,18	4,27±0,21	4,52±0,23
1,0	2,15±0,11	2,83±0,14	3,52±0,17	4,13±0,21

Джерело: власна розробка  
Source: own development

Однак, як показали дослідження, при  $l < 0,1 \cdot 10^{-2}$  м подрібнені анатомічні частини риби щільним шаром осідають на дно посуду для варіння, що призводить до їх злежування і ускладнює вільну конвекцію води в їх масі. Отже, подрібнення рибної сировини нижче зазначених розмірів недоцільно з практичної точки зору.

Під час проведення досліджень запропоновано використання ультразвукової обробки на етапі попередньої обробки. Накладання ультразвукових хвиль частотою 22 кГц протягом 10–15 хв з інтенсивністю випромінювання 3–5 Вт/см<sup>2</sup> сприятиме прискоренню екстрагування у водний розчин білків, жирів, мінеральних та ароматичних речовин. Процес екстракції харчових речовин є складним процесом тепло- і масопереносу, на який впливає багато факторів. У серії попередніх експериментів було вивчено вплив на процес екстракції харчових речовин у бульйон наступних чинників: співвідношення між твердою і рідкою фазами (гідромодуль), розмірів твердих часток, тривалості процесу приготування.



Дані рис. 1 свідчать про істотний вплив попередньої ультразвукової обробки на величину вмісту сухих речовин у бульйоні. Так, при експозиції попередньої ультразвукової обробки  $\tau_{уз} = 15$  хв кількість сухих речовин, що перейшли в бульйон, становить за 48 хв 6,65 %, а за умови відсутності попередньої обробки – відповідно 3,90 %.

Ріст вмісту сухих речовин у бульйоні при збільшенні  $\tau$  та збільшенні експозиції попередньої ультразвукової обробки дозволяє припустити, що бульйон найкращої якості виходить за умови  $\tau \rightarrow \infty$  і  $\tau_{уз} \rightarrow 0$ . Проте створити технологічний процес приготування бульйону, який задовольнятиме зазначені вимоги, не є можливим. Це свідчить про помітне зниження темпу переходу сухих речовин у бульйон через 30...36 хв теплової обробки. Подальше збільшення тривалості процесу приготування інтенсифікують процеси термічного розпаду органічних речовин, перехідних у бульйон. Таким чином, раціональна тривалість процесу приготування становить 30...36 хв.

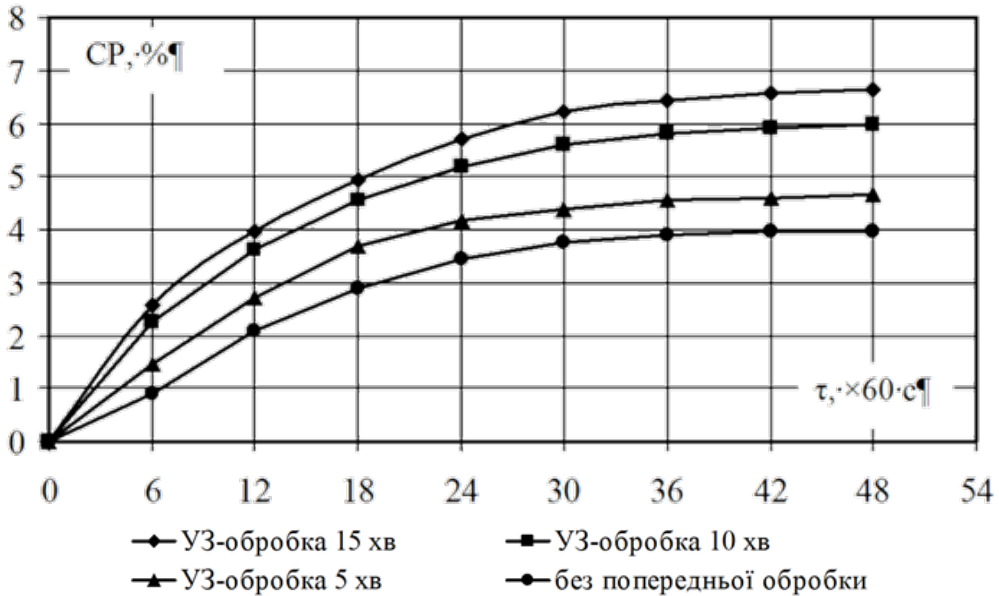


Рис. 1. Кінетика переходу сухих речовин (СР) у бульйон залежно від тривалості процесу  $\tau$  варіння  
Джерело: власна розробка

Fig. 1. The kinetics of the transition of dry substances to bouillon depending on the duration of the cooking process  
Source: own development

Обробка рівнянь кінетики переходу сухих речовин у бульйон залежно від тривалості приготування (табл. 3) дає високу вірогідність.

Як показує органолептична оцінка, після 36 хв теплової обробки спостерігається зниження якості бульйону, зокрема погіршення зовнішнього вигляду і сма-

ку. Бульйон здобуває сліди осалювання екстрагованих жирів і каламутного відтінку за рахунок емульгованого жиру.

Табл. 3. Рівняння й вірогідність апроксимації кінетики переходу сухих речовин у бульйон

Tabl. 3. Equation and probability of approximation of the kinetics of the dry substances transition into the broth

Умови проведення попередньої обробки	Рівняння	Вірогідність апроксимації
УЗ-обробка 15 хв	$y = 3,1104\text{Ln}(x) + 0,3591$	$R^2 = 0,9810$
УЗ-обробка 10 хв	$y = 2,8066\text{Ln}(x) + 0,3356$	$R^2 = 0,9766$
УЗ-обробка 5 хв	$y = 2,2502\text{Ln}(x) + 0,157$	$R^2 = 0,9671$
Без попередньої обробки	$y = 1,9614\text{Ln}(x) + 0,0046$	$R^2 = 0,9779$

Джерело: власна розробка  
Source: own development

За результатами дослідження розроблено технологічну схему приготування рибного бульйону, яку наведено на рис. 2. Для приготування бульйону оброблені голови без зябер і очей, хребтову і реберну кістку із залишками м'яса піддають подрібненню до розмірів  $(0,1...0,3) \cdot 10^{-2}$  м, заливають маринадом у співвідношенні 1 : (1,5...1,75) і обробляють ультразвуком частотою 22 кГц у водному середовищі або маринаді протягом 20 хв. Доцільність проведення процесу маринування пояснюється необхідністю видалення «болотистого» запаху і смаку. Використання цього маринаду покращує смак і аромат рибних продуктів. Набір ароматичних речовин маринаду має бактерицидні властивості по відношенню до гнильної мікрофлори і сприяє гальмуванню окисних перетворень жирів.

Визначення харчової цінності та якості бульйону як рідкої основи для соусів і кулінарних виробів проводилося за рядом показників, що включають органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні. Як контрольний зразок паралельно досліджували бульйон, приготований за збірником рецептур А. І. Здобнова та ін. «Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий» (Здобнов, Цыганенко, & Пересичный, 1996). Дані з органолептичної оцінки якості рибного бульйону наведені в табл. 4.

Табл. 4. Органолептична оцінка якості рибного бульйону

Tabl. 4. Organoleptic assessment of the quality of the fish broth

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд	Прозора рідина з крапельками жиру, маса однорідна з частинками овочів і прянощів
Консистенція	Однорідна маса, при охолодженні драгледоподібна
Колір	Сірий, із жовтуватим відтінком
Смак	Яскраво виражений, властивий бульйону даного виду, без сторонніх присмаків
Запах	Яскраво виражений, із характерним ароматом овочів

Джерело: власна розробка  
Source: own development



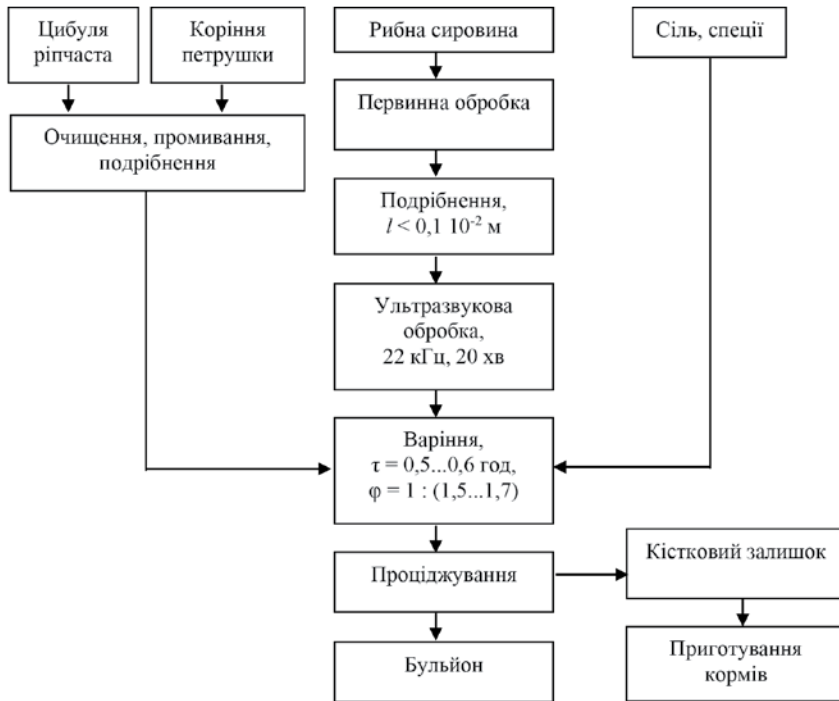


Рис. 2. Технологічна схема виробництва рибного бульйону  
Джерело: власна розробка

Fig. 2. Technological scheme of production of fish broth  
Source: own development

Таким чином, бульйон зі ставкової риби, який отримали за допомогою ультразвуку, має високі показники якості. Отриманий бульйон доцільно використовувати як основу для приготування соусів та кулінарних виробів.

### Висновки та обговорення результатів

За результатами досліджень було розроблено спосіб отримання бульйонів зі ставкової риби з використанням ультразвуку. Для приготування бульйону оброблені голови без зябер і очей, хребтову і реберну кістку із залишками м'яса піддають подрібненню до розмірів  $(0,1...0,3) 10^{-2}$  м. Раціональними режимами варіння бульйонів є тривалість варіння  $0,5...0,6$  годин із використанням гідромодуля  $1 : (1,5...1,7)$ . Використання ультразвукової обробки обґрунтовано на етапі попередньої обробки. Накладання ультразвукових хвиль частотою  $22$  кГц протягом  $10-15$  хв з інтенсивністю випромінювання  $3-5$  Вт/см<sup>2</sup> прискорює екстрагування у водний розчин білків, жирів, мінеральних та ароматичних речовин.

Практичним результатом дослідження є розробка технологічної схеми приготування рибного бульйону. Бульйон зі ставкової риби, який отримали за допомогою ультразвуку, має хороші показники якості. Отриманий бульйон доцільно

використовувати як основу для приготування соусів та кулінарних виробів. Наведені дослідження допомагають підвищити ефективність використання анатомічних частин ставкової риби.

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

---

- Богданов, В.Д., & Москальцова, М.Ю. (2000). Исследование структурообразующих свойств рыбных бульонов. *Научные труды Дальрыбвтуза*, 13, 109-117.
- Богданов, В.Д., & Сафронова, Т.М. (1993). *Структурообразователи и рыбные композиции*. Москва: ВНИРО.
- Борисочкина, Л.И., & Гудович, А.В. (1989). *Производство рыбных кулинарных изделий. Технология и оборудование*. Москва: Агропромиздат.
- Здобнов, А.И., Цыганенко, В.А., & Пересичный, М.И. (1996). *Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий. Для предприятий общественного питания*. Київ: А.С.К.
- Черевко, О.І., Постнов, Г.М., & Пронін, І.О. (2003). *Нові напрями переробки ставкової та океанічної риби в кулінарну продукцію* [Монографія]. Харків: ХДАТОХ.

## REFERENCES

---

- Bogdanov, V.D., & Moskal'tcova, M.Iu. (2000). Issledovanie strukturoobrazuiushchikh svoystv rybnykh bulonov [The study of the structure-forming properties of fish broths]. *Nauchnye trudy Dalrybvtuza*, 13, 109-117 [in Russian].
- Bogdanov, V.D., & Safronova, T.M. (1993) *Strukturoobrazovateli i rybnye kompozitsii* [Builders and fish compositions]. Moscow: VNIRO [in Russian].
- Borisochkina, L.I., & Gudovich, A.V. (1989). *Proizvodstvo rybnykh kulinarykh izdelii. Tekhnologiya i oborudovanie* [Production of fish culinary products. Technology and equipment]. Moscow: Agropromizdat [in Russian].
- Cherevko, O.I., Postnov, H.M., & Pronin, I.O. (2003). *Novi napriamy pererobky stavkovoї ta okeanichnoi ryby v kulinarnu produktsiiu* [New trends in processing pond and ocean fish in culinary products] [Monograph]. Kharkiv: KhDATOKh [in Ukrainian].
- Zdobnov, A.I., Tsyganenko, V.A., & Peresichnyi, M.I. (1996). *Sbornik retseptur bliud i kulinarykh izdelii. Dlia predpriatii obshchestvennogo pitaniia* [Collection of recipes of dishes and culinary products: for catering]. Kyiv: A.S.K. [in Russian].

УДК 637.56:[641.518:621.9.048]

**Григорій Дейниченко,**  
доктор технических наук, профессор,  
Харьковский государственный университет  
питания и торговли,  
Харьков, Украина,  
deinyuchenkov@ukr.net  
<http://orcid.org/0000-0003-3615-8339>

**Дмитрий Горелков,**  
кандидат технических наук, доцент,  
Харьковский государственный университет  
питания и торговли,  
Харьков, Украина,  
gorelkov.dmv@gmail.com  
<http://orcid.org/0000-0002-9315-9322>

**Виталий Червоний,**  
кандидат технических наук, доцент,  
Харьковский государственный университет  
питания и торговли,  
Харьков, Украина,  
chervonyi.v@gmail.com  
<http://orcid.org/0000-0002-9085-2260>

**Дмитрий Дмитриевский,**  
кандидат технических наук, доцент,  
Харьковский государственный университет  
питания и торговли,  
Харьков, Украина,  
dmitrevskyidv@gmail.com  
<http://orcid.org/0000-0003-1330-7514>

**Шухрат Атаханов,**  
кандидат технических наук, доцент,  
Наманганский инженерно-педагогический  
институт,  
Наманган, Узбекистан,  
atahanovshn@mail.ru

## **ИННОВАЦИОННАЯ УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ОБРАБОТКА РЫБНОГО СЫРЬЯ**

**Актуальность.** В статье приведена и обоснована целесообразность применения ультразвуковой обработки в технологиях безотходной переработки прудовой рыбы на примере процесса изготовления рыбных бульонов из анатомических частей прудовой рыбы. **Цель и методы.** Целью проведенных исследований было усовершенствование процессов производства рыбных бульонов из прудовой рыбы с помощью ультразвуковых колебаний. Во время исследований были использованы аналитические, теоретические и экспериментальные методы с использованием контрольно-измерительной аппаратуры соответствующей точности, стандартные методики исследования пищевого сырья, современные методы математической статистики, корреляционного анализа и компьютерных технологий. **Результаты.** Разработан способ получения бульонов из прудовой рыбы с использованием ультразвука. Для приготовления бульона обработанные головы без жабр и глаз, хребтовую и реберную кость с прирезами мяса подвергают измельчению до размеров  $(0,1...0,3) \cdot 10^{-2}$  м. Рациональным режимом варки бульонов является продолжительность

варки 0,5...0,6 часа при гидромодуле 1 : (1,5...1,7). Использование ультразвуковой обработки обоснованно на этапе предварительной обработки. Наложение ультразвуковых волн частотой 22 кГц в течение 10–15 мин с интенсивностью излучения 3–5 Вт/см<sup>2</sup> ускоряет экстрагирование в водный раствор белков, жиров, минеральных и ароматических веществ.

**Выводы и обсуждение.** По результатам исследования разработана технологическая схема приготовления рыбного бульона. Бульон из прудовой рыбы, полученный с помощью ультразвука, обладает хорошими показателями качества. Его целесообразно использовать как основу для приготовления соусов и кулинарных изделий. Научная новизна работы заключается в исследовании динамики выделения сухих веществ в зависимости от гидромодуля; изучении влияния степени измельчения анатомических частей рыбы на содержание в бульоне сухих веществ; исследовании кинетики перехода сухих веществ в бульон в зависимости от продолжительности процесса варки с использованием ультразвуковой обработки. Перспективным направлением исследования может стать разработка ультразвукового устройства, которое целесообразно использовать в технологических линиях по производству бульонов на основе прудовой рыбы.

**Ключевые слова:** рыба, бульон, ультразвук, волна, частота, гидромодуль, устройство ультразвуковое.

UDC 637.56:[641.518:621.9.048]

**Hryhorii Deinychenko,**

*Doctor of Technical Sciences, professor, head of the department,  
Kharkiv State University of Food and Commerce,  
Kharkiv, Ukraine,  
deinychenkogv@ukr.net  
<http://orcid.org/0000-0003-3615-8339>*

**Dmytro Horielkov,**

*Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor,  
Kharkiv State University of Food and Commerce,  
Kharkov, Ukraine,  
gorelkov.dmv@gmail.com  
<http://orcid.org/0000-0002-9315-9322>*

**Vitalii Chervonyi,**

*Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor,  
Kharkiv State University of Food and Commerce,  
Kharkiv, Ukraine,  
chervonyi.v@gmail.com  
<http://orcid.org/0000-0002-9085-2260>*

**Dmytro Dmytrevskiy,**

*Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor,  
Kharkiv State University of Food and Commerce,  
Kharkiv, Ukraine,  
dmitrevskiydv@gmail.com  
<http://orcid.org/0000-0003-1330-7514>*

**Shukhrat Atakhanov,**

*Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor,  
Namangan Engineering and Pedagogical Institute,  
Namangan, Uzbekistan,  
atahanovshn@mail.ru*

## INNOVATIVE ULTRASONIC PROCESSING OF RAW FISH

**Actuality.** The article presents and substantiates the expediency of using ultrasonic processing in technologies of wasteless processing of pond fish on the example of the making fish broths process from the anatomical parts of pond fish has been submitted and justified. **Purpose and methods.** The aim of the research is to improve the production processes of fish broths from pond fish using ultrasonic vibrations. During the research, analytical, theoretical and experimental methods have been used with the use of instrumentation equipment of appropriate accuracy, standard methods of research of food raw materials, modern methods of mathematical statistics, correlation analysis and computer technologies. **Results.** Method of producing broths from pond fish using ultrasound has been developed. For cooking broth, the treated heads without gills and eyes, the spinal and rib bone with the meat are grinding to size  $(0,1...0,3) \cdot 10^{-2}$  m. The rational cooking mode for broths is 0.5 cooking duration 0.5..0.6 hours with hydronic module 1:(1.5...1.7). The use of ultrasonic treatment is reasonable at the stage of preliminary processing. Application of ultrasonic waves with a frequency of 22 kHz for 10–15 min with a radiation intensity of 3–5 W / cm<sup>2</sup> speeds up the extraction of proteins, fats, mineral and aromatic substances into an water solution. **Conclusions and discussion.** According to the research results, a technological scheme of the preparation of fish broth was developed. The pond fish broth, which was

obtained using ultrasound, has good quality indicators. Broth which has obtained is advisable to use as a base for making sauces and culinary products. The scientific novelty of the work lies in the study of the dynamics of the dry substances release depending on the hydronic module; studying the influence of the degree of grinding of the anatomical parts of fish on the content in the broth of dry substances; study of the kinetics of the transition of solids into the broth, depending on the duration of the cooking process using ultrasonic treatment. Promising research area may be the development of an ultrasonic device, it is advisable to use in technological lines for the production of broths based on pond fish.

**Keywords:** fish, broth, ultrasound, wave, frequency, hydronic module, ultrasonic device.