

DOI: 10.15587/2312-8372.2017.100108

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН М'ЯКОГО ТІЛА МОЛЮСКА ПРІСНОВОДНОГО ПІД ВПЛИВОМ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ В ТЕХНОЛОГІЇ НАПІВФАБРИКАТУ ВАРЕНО-ЗАМОРОЖЕНОГО

Головко М. П., Головко Т. М., Геліх А. О.

1. Вступ

Досліджуючи актуальність впровадження в обіг харчових продуктів з м'якого тіла моллюсків роду *Anodonta*, досліджувався ряд значущих факторів. У першу чергу те, що український ринок морських делікатесів знаходиться в стадії росту, при цьому ринкова кон'юнктура нестійка: безліч марок, виробників, різновидів продукції. Споживча обізнаність і інформування вкрай низька. Але попит на морські делікатеси, зокрема на варено-заморожену та консервовану мідію постійно збільшується.

Покупці продукції з мідії – це організації сфери харчування, такі як кафе і ресторани та міські жителі у віці 30–50 років, які мають середній і високий рівень достатку. Для них продукт має статус делікатесу. Постійних споживачів продукту з моллюска в Україні не так багато, проте обсяги попиту зростають. Таким чином, існує великий ринковий сегмент, вільний від конкуренції і має значну тільну ємність. Схожу тенденцію до споживання спостерігається і в інших країнах, що підтверджуються дослідженнями вчених [1].

Проведений аналіз показує, що, незважаючи на зростаючий попит на продукцію з м'яса мідій, її видобуток залишається постійним. Можливі причини цього полягають в наступному:

- відсутність достовірних даних щодо запасів мідії і районам розподілення її скупчень;
- збільшення експорту варено-мороженого м'яса мідій провідними світовими виробниками цієї продукції.

Як було доведено в попередніх дослідженнях м'яке тіло моллюсків роду *Anodonta* є повноцінною в харчовому відношенні сировиною з високими структурно-механічними властивостями [2–4].

Розробка нових технологій переробки двостулкових прісноводних моллюсків дозволяють збільшити обсяги виробництва якісної продукції з гідробіонтів.

Визначені основні цілі, які стоять перед комплексним дослідженням м'якого тіла моллюсків півночі України в технології напівфабрикату. Необхідно дослідити оптимальні режими технологічних операцій, при яких максимально зберігаються структурно-механічні та органолептичні властивості м'якого тіла, технологічні втрати та тривалість технологічного процесу. Виконання поставлених цілей дасть можливість підвищити конкурентоспроможність продуктів з гідробіонтів, що є надзвичайно своєчасним та економічно виправданим завданням.

2. Об'єкт дослідження та його технологічний аудит

Об'єктом дослідження є м'яке тіло прісноводних двостулкових молюсків роду *Anodonta* та напівфабрикат варено-заморожений з молюсків прісноводних.

Одним з найбільш проблемних місць в технології напівфабрикату варено-замороженого з молюска прісноводних двостулкових молюсків роду *Anodonta* є процес термічної обробки. Причиною цього є зміни вмісту білка при тепловій обробці, що пов'язано з його денатурацією, а також вологи.

Дослідження проводилися над м'яким тілом прісноводних двостулкових молюсків роду *Anodonta* в лабораторних умовах.

Дослідження особливостей термічної обробки м'якого тіла молюсків роду *Anodonta* проводилась згідно розробленої модельної технології, що наведена на рис. 1.

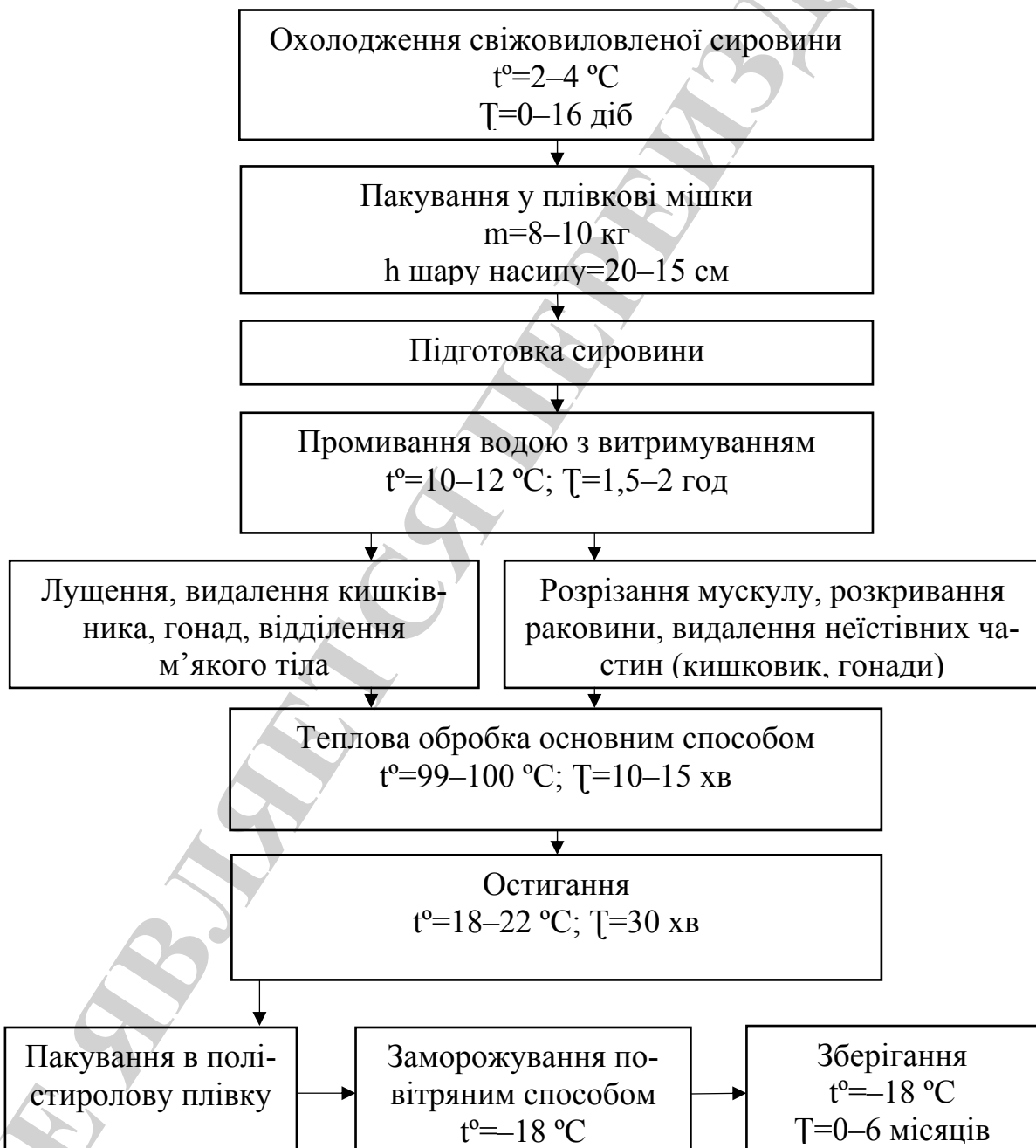


Рис. 1. Технологічна схема виготовлення напівфабрикату з молюска прісноводного

Найбільш важливими в технологічному процесі є контроль температури та час варіння, для органолептичних, структурно-механічних властивостей та вмісту білка.

3. Мета та задачі дослідження

Метою дослідження є визначення основних структурно-механічних показників сирого м'якого тіла молюсків роду *Anodonta*, динаміки їх змін в процесі термічної обробки в технології напівфабрикату варено-замороженого, доцільності використання прісноводних молюсків в технології напівфабрикатів і кулінарних виробів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Визначити динаміку змін вмісту білка в м'якому тілі молюсків роду *Anodonta* під час різних проміжків часу в процесі термічної обробки.
2. Дослідити динаміку змін маси м'якого тіла молюсків роду *Anodonta* під час різних проміжків часу в процесі термічної обробки.
3. Визначити вологоутримуючі здатності (ВУЗ) та рН сирого охолодженого м'якого тіла молюсків роду *Anodonta*.
4. Дослідити зміни ступеня пенетрації м'якого тіла молюсків роду *Anodonta* під час різних проміжків часу в процесі термічної обробки.
5. Обґрунтувати на основі отриманих даних технологію напівфабрикату варено-замороженого.

4. Дослідження існуючих рішень проблеми

Зміна сировинної бази і зниження обсягів вилову морських молюсків, що пов'язано з екологічним становищем [5]. Це викликало необхідність перегляду об'єктів сировинної бази для виготовлення напівфабрикатів та готових кулінарних виробів, а також внесення змін до їх технології виробництва. Серед основних напрямів вирішення вищенаведеної проблеми, виявлених в ресурсах світової наукової періодики, можуть бути виділені:

- дослідження молюсків (*mussels Perna perna*) в якості продукту харчування за показниками фізико-хімічних, харчових та споживчих властивостей [6];
- оцінка гістопатологічного моніторингу мідій *Perna perna* та *Itaipu Lagoon* [7];
- визначення впливу різних режимів термічної обробки на мікробіологічні та органолептичні показники мідій *Perna perna* [8];
- вплив термічної та різних видів попередньої обробки (посол, маринування) на кінцеві характеристики м'яса мідій, а саме вихід готового продукту та терміни зберігання [9].

Проведено комплексне дослідження м'якого тіла молюсків роду *Anodonta* для підтвердження можливості використання його у якості харчової сировини. Визначено амінокислотний склад білків [2], жирно-кислотний склад ліпідів [3] та мінеральний склад [4].

При виготовленні кулінарної продукції з гідробіонтів спостерігаються фізико-хімічні, структурно-механічні, органолептичні та інші зміни, що впливають на якість напівфабрикатів та готової кулінарної продукції з їх використан-

ням. На всіх стадіях технологічного процесу виготовлення напівфабрикату: вилов, охолодження, теплової обробки, заморожування, зберігання, використовуються оптимальні режими, що і формують характер органолептичних, структурно-механічних та мікробіологічних змін напівфабрикату. Найхарактернішою зміною при нагріванні м'якого тіла молюсків є теплова денатурація розчинних білкових речовин і втрата його маси, що призводить до ущільнення м'язових волокон та погіршення консистенції [10].

Технології напівфабрикатів з молюсків прісноводних в промисловому плані не вивчалися раніше. Це пов'язано в основному з відсутністю промислової технології вирощування та переробки прісноводних гідробіонтів. Саме тому в технології напівфабрикату з прісноводних молюсків роду *Anodonta* мало вивчені закономірності зміни структури м'якого тіла та органолептичних якостей в залежності від виду термічної обробки. Додатково до цього м'яке тіло прісноводних молюсків відрізняється від м'якого тіла риб розташуванням міофібрил по спіралі навколо волокна. У зв'язку з цим, встановлення оптимальних режимів термічної обробки м'якого тіла прісноводних молюсків дає можливість обґрунтувати технологію напівфабрикату варено-замороженого. Проблемним місцем є невизначеність у питанні вибору оптимальних режимів технологічного процесу, що необхідно для збереження нативних властивостей гідробіонтів при тепловій обробці.

5. Методи досліджень

Матеріалом для досліджень було м'яке тіло (мантія, мускул – замикач, бісус та статеві залози) молюсків роду *Anodonta*, що були виловлені біля берегів річки Десна Сумської області у вересні 2016 року. А також напівфабрикат варено-морожений з молюска прісноводного. Відбір проб для аналізу проводили згідно з методикою ГОСТ 7631-2008 на вагах ВЛР-200 (виробник: Санкт-Петербурзький завод «Госметр», Росія).

Втрати маси (%) при тепловій обробці зразків визначали методом зважування до і після термічної обробки (після охолодження до температури 40 ± 2 °C).

Масова частка вологи в дослідних зразках м'якого тіла молюсків прісноводних до і після термічної обробки, на приладі Чижова, визначали за формулою:

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \times 100 \%, \quad (1)$$

де m - маса пакета, г; m_1 - маса пакета з наважкою до висушування, г; m_2 - маса пакета з наважкою після висушування, г.

Вологоутримуючу здатність (ВУЗ) в м'якому тілі молюсків прісноводних до термічної обробки визначали за методом Грау-Хама.

Ступінь penetрації м'якого тіла прісноводних молюсків роду *Anodonta* в процесі теплової обробки визначали за допомогою прилада Валента ВЦ-1 (Росія) з конусовидним індентором.

Визначення значень рН проводилося потенціометричним методом на рН-метрі рН-410 (Росія).

Загальний вміст нітрогену визначали згідно з ДСТУ ISO 5983-2003. Перерахунок на чистий протеїн проводили шляхом множення на коефіцієнт перерахунку азоту на сирій протеїн для даної групи продукту по методикам, вказаним у ГОСТ 766-85.

6. Результати досліджень

Одними з основних способів приготування напівфабрикатів із гідробіонтів є варіння та заморожування для подальшого процесу зберігання. В процесі термічної обробки в тканинах молюсків відбуваються процеси, що призводять до зміни їх фізико-хімічних та структурно-механічних властивостей. Водорозчинні білки, що знаходяться в тканинах молюсків під час варіння, частково виділяються і змішуються з гідромодулем. Також, частково зменшується масова частка вологи, що і призводить до змін функціональних властивостей продукту.

Для дослідження поведінки м'якого тіла прісноводних молюсків в процесі розробки і моделювання рецептури в технології напівфабрикату, досліджено ВУЗ та рН сирого охолодженого ($t=2-4^{\circ}\text{C}$) м'якого тіла. Результати досліджень представлені у табл. 1.

Таблиця 1

Вологоутримуюча здатність (%) та рН сирого охолодженого м'якого тіла прісноводних молюсків роду *Anodonta* $P \geq 95\%$, $n=5$

Вид сировини	ВУЗ	рН
М'яке тіло молюсків роду <i>Anodonta</i>	$46,3 \pm 0,06$	$6,6-6,7 \pm 0,02$

М'яке тіло прісноводний молюсків з невисокими показниками ВУЗ 46,3 % не доцільно самостійно використовувати в технології фаршевих виробів. Але з використанням вологоутримуючих агентів (клітковина) – це є можливим з погляду подальших досліджень.

Для оцінки органолептичних властивостей м'якого тіла прісноводних молюсків роду *Anodonta* та їх зв'язку зі зміною структурно-механічних показників в технологічному процесі виготовлення напівфабрикату була розроблена бальна класифікація відношення консистенції до ступеня penetрації. Шкала органолептичної оцінки консистенції наведена в табл. 2.

Таблиця 2

Шкала органолептичної оцінки консистенції м'якого тіла прісноводних молюсків та ступінь penetрації

Бали	Консистенція	Ступінь penetрації, г
1	Щільна, жорстка, необхідне значне зусилля для відкусання	Більше 80
2	Щільна, зберігає деформацію	85–75
3	Пластична, добре стискається зубами	76–65
4	М'яка, але при жуванні однорідної маси не утворюється	66–55
5	М'яка, добре розкусується, при жуванні утворює однорідну масу	56 та нижче

Органолептична характеристика прісноводних молюсків показала, що перед початком теплової обробки вона була оцінена в 1 бал, так як консистенція була щільна, жорстка і необхідно було велике зусилля для відділення шматочка. При цьому, ступінь penetрації м'якого тіла молюсків склав 104,3 г. Очевидно, що подальша тепла обробка м'якого тіла досліджених видів молюсків призведе до істотних структурно-механічних змін, оскільки під час теплової обробки відбудуться втрати вологи, згортання білка та зміни ВУЗ. В технології напівфабрикату з молюска прісноводного було обрано використовувати основний режим теплової обробки з використанням гідромодуля (1:2). Результати досліджень особливостей змін м'якого тіла прісноводних молюсків під впливом теплової обробки в залежності від її режиму представлені у табл. 3.

Таблиця 3

Зміна ступеня penetрації м'якого тіла прісноводних молюсків під впливом теплової обробки в залежності від її терміну $P \geq 95\%$, $n=5$

№ зразка	Ступінь penetрації, г				
	До термічної обробки	5 хв	10 хв	15 хв	20 хв
1	104,3±0,05	72±0,05	55±0,19	43±0,06	69±0,05
2	103,9±0,09	71±0,08	52±0,07	44±0,05	64±0,21
3	101,5±0,05	68±0,09	48±0,05	41±0,12	59±0,05
4	103,8±0,05	71±0,05	53±0,05	45±0,05	66±0,08
5	104,9±0,14	73±0,05	55±0,011	46±0,05	65±0,05

Динаміка змін ступеня penetрації і органолептичних показників при різних часових термінах теплової обробки м'якого тіла молюсків роду *Anodonta* характеризувалася підвищенням ступеня penetрації від 104 до 68 через 5 хвилин. Органолептична оцінка досягла найбільш високої характеристики – після 10–15 хвилин теплової обробки основним способом ($t=99\text{ }^{\circ}\text{C}$). Варіння протягом 20 і більше хвилин супроводжувалося різкими і стрибкоподібними змінами ступеня penetрації і ущільненням м'якого тіла молюсків роду *Anodonta*.

Ступінь зміни penetрації м'якого тіла молюсків роду *Anodonta* після теплової обробки визначається різною тривалістю процесу варіння основним способом. Так, при тривалості варіння 5 хвилин, ступінь penetрації незначно збільшується, що узгоджується з органолептичною оцінкою, свідчить про підвищення жорсткості тканини. Теплова обробка тканин 10–15 хвилин не суттєво змінює ступінь її penetрації, а при тривалості процесу 20 хвилин – встановлено значне її підвищення і, відповідно, ущільнення структури тканин молюсків. При продовженні теплової обробки м'якого тіла прісноводних молюсків встановлено, що істотних змін структурно-механічних властивостей, а саме ступеня penetрації у бік збільшення в м'якому тілі молюсків роду *Anodonta* не відбулося. Оптимальними значеннями тривалості процесу варіння ($t=99\text{ }^{\circ}\text{C}$) є діапазон від 10 до 15 хвилин, про що свідчать ступені penetрації яким відповідають найбільш високі показники органолептичної оцінки – 5 балів.

Експериментально доведено, що необхідного стану кулінарної готовності в технології напівфабрикату варено-замороженого м'яке тіло прісноводних молюсків набуває через 10–15 хвилин теплової обробки основним способом у присутності гідромодуля. Зміна хімічного складу м'яких тканин молюска наведена в табл. 4.

Таблиця 4

Зміна хімічного складу м'яких тканин роду *Anodonta* в процесі термічної обробки $P \geq 95\%$, $n=5$

Термін теплової обробки, хв.	Волога, % (1)	Білок, %
0	78,63±0,08	8,17±0,11
5	73,5±0,18	7,9±0,12
10	67,4±0,06	6,3±0,11
15	65,87±0,08	6,5±0,14
20	50,93±0,09	5,07±0,11

Дані табл. 4 показують, що кількість білка в молюсках прісноводних до початку процесу теплової обробки становив 8,17 %. Після 20 хвилин варіння основним способом кількість білка зменшилася на 3,1 %. Це пояснюється зневодненням м'якого тіла при впливі на нього високої температури. Втрата вологи через 20 хвилин після початку процесу варіння становила – 27,7 %. В контрольних точках 10 та 15 хвилин вміст білка майже не відрізнявся та незначно зменшився на 1,77 %. Значення показників кількості білка у цих точках складала для 10 хвилин – 6,3 %, та для 15 хвилин – 6,5 %. Зміна масової частки вологи та білка при термічній обробці нерозривно пов'язана зі зміною маси вихідної сировини по відношенню до напівфабрикату.

Проведено п'ять дослідів по визначенню втрати маси м'якого тіла в процесі технологічної обробки молюсків роду *Anodonta* згідно технологічної схеми, що наведена на рис. 1. В чотирьох часових контрольних точках з метою визначення змін маси та оптимального часу теплової обробки. Визначення маси в зразках проводилось при остиганні до температури 12–14 °С. Отримані дані наведені в табл. 5 та рис. 2.

Таблиця 5

Технологічні втрати маси м'якого тіла молюсків роду *Anodonta* в процесі теплової обробки

№ зразка	Маса зразків									
	T=0 хв		T=5 хв		T=10 хв		T=15 хв		T=20 хв	
	м, г	%	м, г	%	м, г	%	м, г	%	м, г	%
1	20	100	18,7	93,5	17,2	86,1	17,1	85,7	14,0	70,4
2	25	100	23,5	94,0	21,3	85,3	21,0	83,5	17,4	69,5
3	32	100	30,8	96,3	27,6	86,4	27,0	84,8	22,7	71,0
4	23	100	21,6	93,9	19,6	85,1	19,2	83,7	15,5	67,2
5	26	100	24,1	92,7	22,1	84,9	21,6	83,1	17,7	68,0
Δ		100		94,0		85,6		84,2		69,2

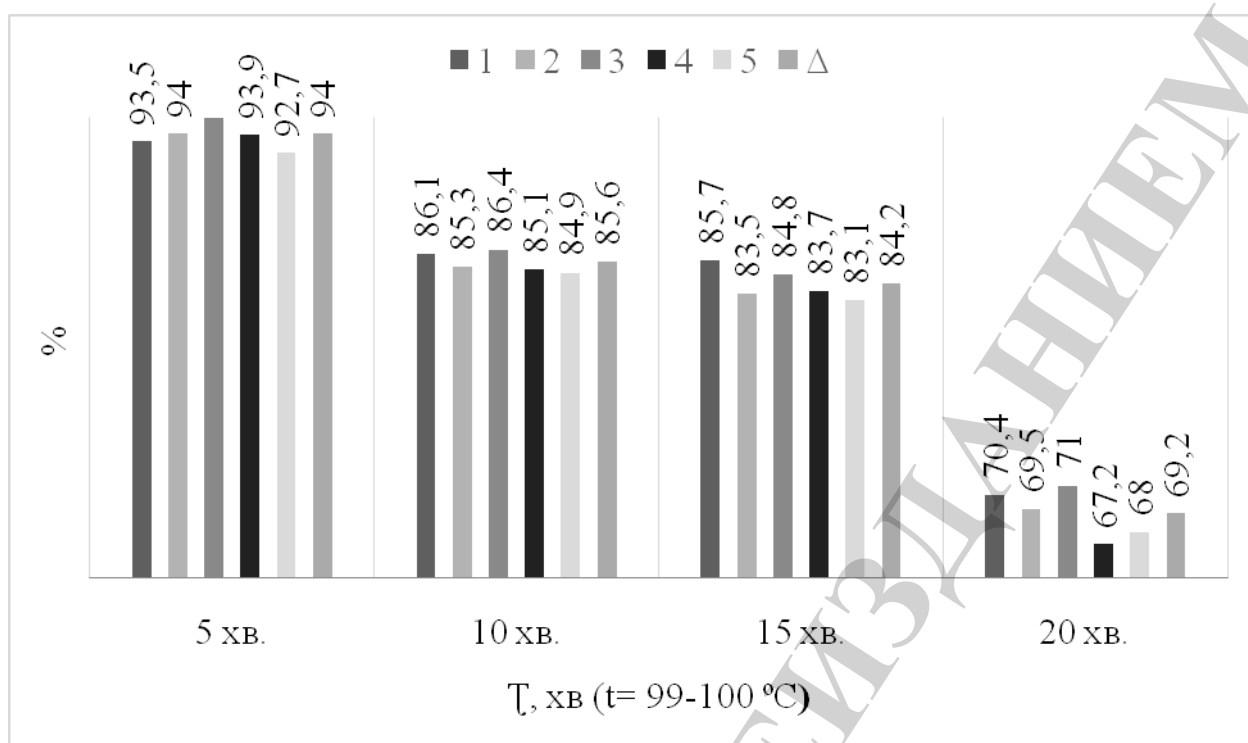


Рис. 2. Технологічні втрати маси м'якого тіла молюсків роду *Anodonta* в процесі теплової обробки

Втрати маси при обробці основним способом м'якого тіла прісноводних молюсків склали відповідно 30,8 % від початкового значення. Кількісний показник масової частки вологи в зразках показав різницю в ступені зневоднення під час теплової обробки. Упродовж 15 хвилин прогріву в дослідних зразках м'якого тіла молюсків роду *Anodonta* зниження склало 15,1 %.

Виходячи з вищевикладених експериментальних даних була розроблена технологія напівфабрикату з молюска прісноводного. Технологічна схема виготовлення напівфабрикату варено-замороженого з молюска прісноводного детально представлена на рис. 1.

Технологія напівфабрикату варено-замороженого включала наступні етапи (охолодження свіжовилоненої сировини, підготовка сировини для використання у технологічному процесі, тепла обробка, остигання, заморожування, зберігання).

7. SWOT-аналіз результатів досліджень

Strengths. Сильні сторони даного дослідження пов'язані з отриманням оптимального діапазону параметрів технологічного процесу виготовлення напівфабрикату варено-замороженого з молюсків прісноводних. Розроблена технологія дозволяє зберегти високі органолептичні якості та структурно-механічні властивості сировини. Дана продукція являється значно дешевшою у порівнянні з морськими аналогами.

Weaknesses. Слабі сторони даного дослідження пов'язані з тим, що даний вид сировини вперше використовується у харчовій технології. Досліджено лише один із можливих напрямів кулінарного використання м'якого тіла прісно-

водних молюсків. Тому дана робота представляє вузький асортимент продукції з гідробіонтів. Необхідно провести повний комплекс досліджень, що збільшує кількість проведених дослідів та час проведення експериментів. А це призведе до підвищення матеріальних витрат.

Opportunities. Додаткові можливості, що забезпечують досягнення цілей дослідження, знаходяться в великому потенціалі даної сировини в харчовому відношенні, багатой на всі незамінні нутрієнти та мінеральні речовини. Також встановлені структурно-механічні властивості говорять про те, що дана сировина може бути використана не тільки у якості напівфабрикату варено-замороженого, а й у якості багатьох готових продуктів харчування.

Threats. Складності у впровадженні розробленої технології пов'язані з тим, що використання морських аналогів не передбачає особливих умов для видобутку. Для безперебійного постачання прісноводних молюсків була розроблена система вирощування молюсків у штучних умовах, що призвела до незначного збільшення затрат на видобуток.

8. Висновки

1. Визначено динаміку змін вмісту білка в м'якому тілі молюсків роду *Anodonta* під час різних проміжків часу в процесі термічної обробки та наочно представлено отримані дані за допомогою табличних та графічних методів. Визначено, що вміст білка до пороцесу термічної обробки складає – 8,17 %, та в процесі термічної обробки його вміст зменшується до 5,07 %.

2. Досліджено динаміку змін маси м'якого тіла молюсків роду *Anodonta* під час різних проміжків часу в процесі термічної обробки та наочно представлені отримані дані за допомогою табличних та графічних методів. Втрати маси при обробці основним способом протягом 20 хвилин склали відповідно 30,8 % від початкового значення. Впродовж 10–15 хвилин втрати маси становили 15,1 %, що є економічно вигідним.

3. Визначено ВУЗ та рН в м'якому тілі молюсків роду *Anodonta* та наочно представлені отримані дані за допомогою табличних та графічних методів. Показник ВУЗ складає 46,3 %, рН 6,6–6,7.

4. Досліджено зміни ступеня пенетрації м'якого тіла молюсків роду *Anodonta* під час різних проміжків часу в процесі термічної обробки та наочно представлені отримані дані за допомогою табличних та графічних методів. Динаміка змін ступеня пенетрації досягла найбільш високої органолептичної характеристики – після 10–15 хвилин теплової обробки основним способом при заданій сталій температурі $t=99$ °С. Варіння протягом 20 і більше хвилин супроводжувалося різкими і стрибкоподібними змінами ступеня пенетрації і ущільненням м'якого тіла молюсків роду *Anodonta*.

5. Обґрунтовано на основі отриманих даних технологію напівфабрикату варено-замороженого, особливість якої полягає в тому, що в технологічному процесі є контроль температури та час варіння, для органолептичних, структурно-механічних властивостей та вмісту білка.

Література

1. Andalecio, M. N. Consumers' behavior towards cultured oyster and mussel in Western Visayas, Philippines [Text] / M. N. Andalecio, E. M. Peralta, R. P. Napata, L. V. Laureta // *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*. – 2014. – Vol. 7, № 2. – P. 116–136.
2. Golovko, N. Investigation amino–acid structure of proteins bivalve freshwater Mussels from the family Anodonta of the northern Ukraine [Text] / N. Golovko, T. Golovko, A. Gelikh // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2015. - № 5/11 (77). – P. 10–16. doi:10.15587/1729-4061.2015.51072
3. Golovko, N. Research of fatty acid and mineral composition of soft body of freshwater bivalves (genus Anodonta) in the northern Ukraine [Text] / N. Golovko, T. Golovko, A. Gelikh // *Technological Audit and Production Reserves*. – 2016. - № 3/3 (29). – P. 17–23. doi:10.15587/2312-8372.2016.71112
4. Golovko, N. Research qualitative composition of minerals soft body freshwater bivalve mussels of the genus Anodonta and marine counterpart - the mussels of the genus Mytilus [Text] / N. Golovko, T. Golovko, A. Gelikh // *Progressive engineering and technology of food production enterprises, catering business and trade*. – 2015. - № 2 (22). – P. 270–278.
5. Marusic, N. Growth of Mussels (*Mytilus galloprovincialis*) on the East Coast of Istria [Text] / N. Marusic, S. Vidacek, H. Medic, T. Petrak // *Croatian Journal of Fisheries*. – 2010. – Vol. 68, № 1. – P. 19–25.
6. Furlan, E. F. Estabilidade físico-química e mercado do mexilhão (*Perna perna*) cultivado em Ubatuba – SP [Text] / E. F. Furlan, J. A. Galvao, E. O. Salan, V. A. Yokoyama, M. Oetterer // *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. – 2007. – Vol. 27, № 3. – P. 516–523. doi:10.1590/s0101-20612007000300015
7. Lima, F. C. Monitoramento histopatológico de mexilhão *Perna perna* da Lagoa de Itaipu, Niterói, RJ [Text] / F. C. Lima, M. G. Abreu, E. F. M. Mesquita // *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. – 2001. – Vol. 53, № 2. – P. 1–5. doi:10.1590/s0102-09352001000200013
8. Salan, E. O. Quality of mussels cultivated and commercialized in Ubatuba, SP, Brazil: monitoration *Bacillus cereus* and *Staphylococcus aureus* growth after post-harvest processing [Text] / E. O. Salan, J. A. Galvao, E. F. Furlan, E. Porto, C. R. Gallo, M. Oetterer // *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. – 2008. – Vol. 28, № 1. – P. 152–159. doi:10.1590/s0101-20612008000100022
9. Tribuzi, G. Processing of chopped mussel meat in retort pouch [Text] / G. Tribuzi, G. M. F. de Aragao, J. B. Laurindo // *Food Science and Technology (Campinas)*. – 2015. – Vol. 35, № 4. – P. 612–619. doi:10.1590/1678-457x.6698
10. Bogdanov, V. D. Technological-chemical characteristic of the Far Eastern dace and striped mullet [Text] / V. D. Bogdanov, F. B. Volotka // *Izvestiia TINRO (Tihookeanskogo nauchno-issledovatel'skogo rybohoziaistvennogo tsentra)*. – 2012. – Vol. 170. – P. 271–282.