

УДК 339.166.82.639.6

*Сидоренко О. В.,*

*ORCID ID: 0000-0001-5919-4370,*

*д. т. н., проф., професор кафедри товарознавства, управління безпечністю та якістю, Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ*

*Романенко О. В.,*

*ORCID ID: 0000-0003-1804-122,*

*к.т.н., доц., доцент кафедри товарознавства, управління безпечністю та якістю, Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ*

*Петрова О. О.,*

*ORCID ID: 0000-0001-6707-2787,*

*Аспірант, кафедра товарознавства, управління безпечністю та якістю, Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ*

## **СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ПАРАМЕТРИ ЯКОСТІ КРЕВЕТКИ PALAEMON ADSPERSUS**

***Анотація.** Досліджено структурно-механічні показники (густина, межа міцності, адгезія, модуль пружності) м'яса креветки *Palaemon adspersus* азово-чорноморського регіону, оскільки аналітичний пошук вказує на відсутність даних. Структурно-механічні показники креветки *Palaemon adspersus* визначали методом пенетрації на виміральному приладі MIG-1.3. Метою досліджень було встановлення залежностей структурно-механічних та сенсорних показників якості креветки *Palaemon adspersus* для прогнозування якості. Під час досліджень було виявлено, що вищі структурно-механічні показники має креветка менших розмірів. Встановлено, що креветки *Palaemon adspersus* азово-чорноморської акваторії – сировина для подальшого детального дослідження, а саме: визначення кореляційної залежності структурно-механічних показників якості креветки *Palaemon adspersus* для прогнозування якості досліджуваної сировини під час товароруку та обґрунтування технологічної функціональності для виробництва харчових продуктів.*

**Ключові слова:** креветка *Palaemon adspersus*, структурно-механічні показники, якість.

*Sydorenko O. V.,*

*ORCID ID: 0000-0001-5919-4370,*

*Doctor of Engineering, Professor, Professor of the Department of Commodity Science, Safety and Quality Management, Kyiv National University of Trade and Economics, Kyiv*

*Romanenko O. V.,*

*ORCID ID: 0000-0003-1804-122,*

*Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Commodity Science, Safety and Quality Management, Kyiv National University of Trade and Economics, Kyiv*

*Petrova O. O.,*

*ORCID ID: 0000-0001-6707-2787,*

*Postgraduate, Department of Commodity Science, Safety and Quality Management, Kyiv National University of Trade and Economics, Kyiv*

## **STRUCTURAL-MECHANICAL QUALITY PARAMETERS OF PALAEMON ADSPERSUS PRAWN**

***Abstract.** Structural-mechanical parameters (density, strength limit, adhesion, modulus of resilience) of Azov-Black Sea *Palaemon adspersus* prawn meat were investigated, as analytical search points to the lack of data. The structural and*

*mechanical parameters of the Palaemon adspersus prawn were determined by the penetration method on the MIG-1.3 measuring device. The purpose of the research was to establish the dependences of structural-mechanical and sensory parameters of quality of Palaemon adspersus prawn for quality forecasting. During the research was found that prawn of smaller sizes has higher structural and mechanical characteristics. It was determined that Palaemon adspersus prawn of the Azov-Black Sea area is a raw material for further detailed research, in particular: determination of correlation dependence of structural and mechanical quality indicators of Palaemon adspersus prawn for forecasting the quality of the raw material under study during product movement and substantiation of technological functionality for food production.*

**Key words:** Palaemon adspersus prawn, structural and mechanical parameters, quality.

**JEL Classification:** C 91; L 15; Q 22

**DOI:** <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2019-22-07>

**Постановка проблеми.** Виробництво харчових продуктів та біологічних добавок з креветки *Palaemon adspersus*, яка живе в Чорному та Азовському морях, є одним з найбільш перспективних напрямків використання сировини. Аналітичний та патентний моніторинг вітчизняного ринку рибних товарів вказує на обмежений асортимент харчових продуктів та біологічних добавок з креветки *Palaemon adspersus*, в той час, коли згідно з інформацією Інституту рибного господарства та екології моря запаси креветки в Чорному морі становлять 370 тис. т, в Азовському – 250 тис. т.

Для виробництва харчових продуктів та біологічних добавок з вітчизняної сировини необхідні системні наукові дослідження, які наразі відсутні в Україні або датуються 60-70 рр. минулого століття [1].

Наразі дослідження структурно-механічних показників креветки *Palaemon adspersus* є важливими, метою яких є перевірка деформації досліджуваної сировини для отримання максимальної інформації про характер взаємодії із зовнішнім середовищем, визначення механічних характеристик [2].

Визначення реологічних властивостей креветки *Palaemon adspersus* уможливило цілеспрямоване формування сенсорних і структурно-механічних характеристик досліджуваної сировини. Детальне вивчення структурно-механічних показників креветки *Palaemon adspersus* дозволяє враховувати їх при виробництві продуктів і харчових добавок, оскільки структурно-механічні показники відіграють важливу роль в оцінці якості креветки *Palaemon adspersus*. Так, дослідження межі міцності, граничного напруження креветки об'єктивно характеризують якість сировини.

У зв'язку з вищевикладеним актуальним є дослідження структурно-механічних показників креветок *Palaemon adspersus* вітчизняної азово-чорноморської акваторії, які уможливають наукове обґрунтування перспективності використання сировини на українському ринку морепродуктів та розширення асортименту продуктів і харчових добавок з креветок азово-чорноморської акваторії.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналітичний і патентний пошук вказує на наявність технологій комплексної переробки хітиновмісної сировини з метою отримання біологічно активних

добавок на основі кислотних і лужних розчинів. Результати дисертаційних досліджень, статей інших авторів вказують на відсутність дослідження креветки *Palaemonidae samouelle* Азовського та Чорного морів з метою комплексного використання в харчових технологіях. Авторами були описані морфологічні, біологічні (репродуктивність, відношення самок і самців) характеристики, харчування, географічне розміщення та методи вирощування креветок різних видів.

Водночас відсутні структурно-механічні дослідження креветки *Palaemonidae samouelle*, які об'єктивно характеризують якість сировини та можуть бути використані для визначення критеріїв прогнозування якості морепродуктів при зберіганні та транспортуванні.

**Постановка завдання.** Метою роботи є встановлення залежностей структурно-механічних (межа міцності, граничне напруження) та сенсорних показників якості креветки *Palaemon* для прогнозування якості досліджуваної сировини під час товароруку та обґрунтування технологічної функціональності для виробництва харчових продуктів.

**Матеріали і методи.** Дана стаття присвячена дослідженням фізичних властивостей (межа міцності, граничне напруження – аналог жування, густина) варено-мороженої креветки *Palaemon adspersus* (Скадовський район, Херсонська область, о. Джарилгач). Оскільки о. Джарилгач вважається екологічно чистою зоною, відповідно дослідження креветки *Palaemon adspersus* приймемо за еталон у вітчизняній азово-чорноморській акваторії.

Об'єкт дослідження – варено-морожена креветка *Palaemon adspersus* (виллов протягом вересня-жовтня 2018, о. Джарилгач, Скадовський район, Херсонська область). Дослідження креветки *Palaemon adspersus* проводилися в лабораторіях кафедри товарознавства, управління безпекою та якістю й кафедри інженерно-технічних дисциплін Київського національного торговельно-економічного університету.

Дослідження проводили в декілька етапів (рис. 1). Відбір проб і підготовку зразків до дослідження проводили згідно з ДСТУ 7972:2015 [3].

Структурно-механічні показники креветки *Palaemon adspersus* визначали методом пенетрації на вимірювальному приладі MIG-1.3 [2].

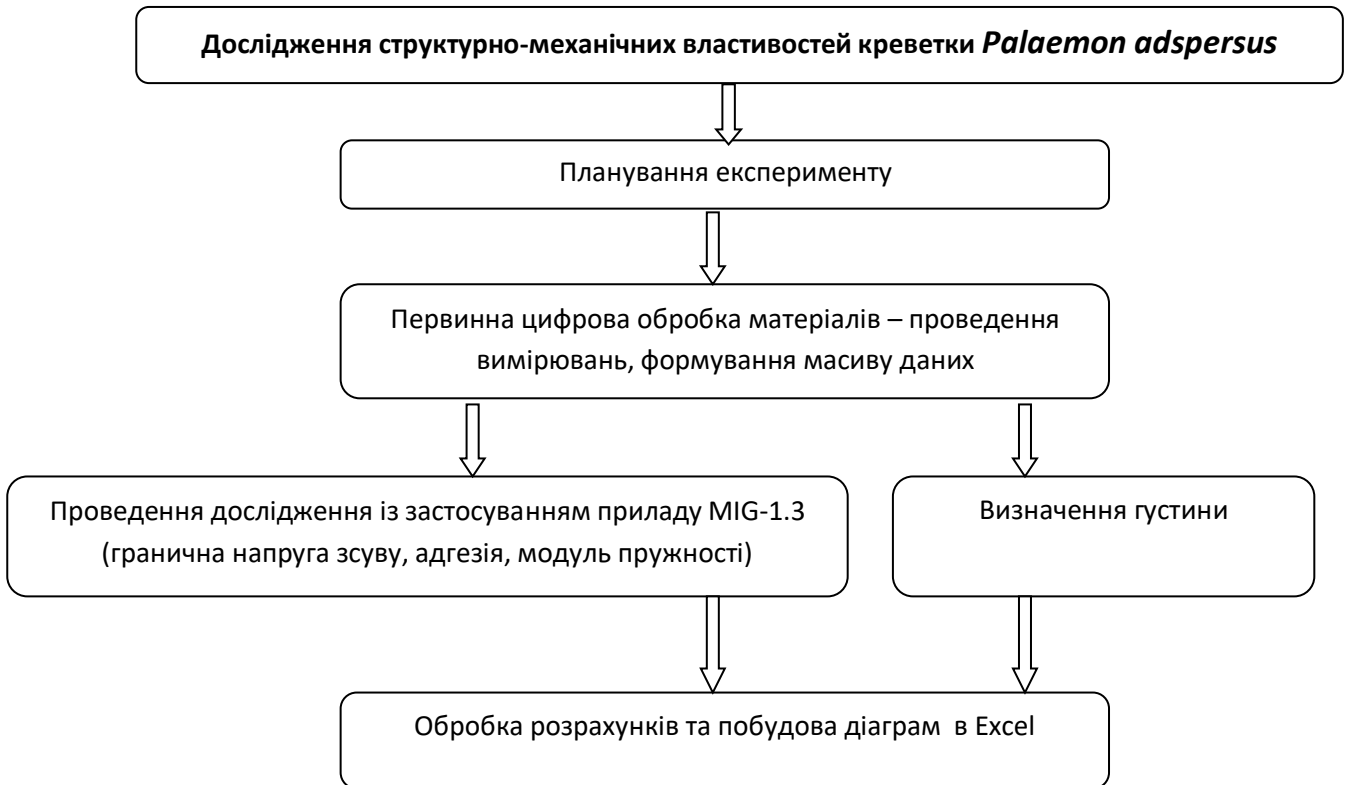


Рис. 1. Схема дослідження структурно-механічних показників креветки *Palaemon adspersus*

Вимірювання граничної напруги зсуву здійснювали за допомогою динамометричного датчика з діапазоном вимірювань 0,001 ÷ 50 Н, ціна поділки динамометра - 0,000313 Н. Період вимірювання – 0,05 с. Дані вимірювань виводили у вигляді графіку у координатах “сила/час”.

Адгезію визначали на MIG-1.3 методом пенетрації. На горизонтальний зріз м’яса креветки *Palaemon adspersus* опускали динамометр з частотою 5-7 разів із нерухомо закріпленим циліндричним індентором із нержавіючої сталі без отворів. Індентор вдавлювали в м’ясо досліджуваної креветки на 3-5 мм.

Максимальне значення сили, поділене на площу індентора, буде дорівнювати адгезії продукту, яку визначали за формулою:

$$\omega_p = -\frac{4(F_p - P_{\text{доод}})}{\pi d^2},$$

де  $F_{\text{нік}}$  – пікове значення сили при проникненні індентора, мН;

$d$  – діаметр індентора (0,8 мм);

$\pi$  – 3,14;  $P_{\text{доод}}$  – додаткове (некомпенсоване) значення ваги індентора, мН [2].

Гранична напруга зсуву (ГНЗ) в залежності від швидкості зсуву визначається за формулою:

$$\theta_{\text{ст}} = \frac{F_{\text{нік}} - P_{\text{доод}}}{4bh},$$

де  $F_{\text{нік}}$  – пікове значення сили при витягуванні індентора (плоско-паралельних пластинок), мН;

$P_{\text{доод}}$  – додаткове (некомпенсоване) значення ваги індентора, мН. Вага індентора компенсується спеціальними налаштуваннями на універсальному вимірювальному комп’ютерному приладі;

$b$  – ширина пластинок (середнє значення), мм;

$h$  – глибина занурення пластинок (середнє значення), мм [2].

Для визначення межі міцності дослідили креветки з наступними розмірами, метою чого є встановлення залежності межі міцності від розміру креветки *Palaemon adspersus*.

Таблиця 1

Зразок	Ціла креветка, мм	М’ясо, мм
1	63	35
2	56	30
3	41	26

Для визначення густини м’яса креветки *Palaemon adspersus* використовували лабораторні терези для зважування наважки м’яса креветки та пробірку з водою, наповненою до визначеної поділки. Маса м’яса опускається у наповнену водою пробірку до певної позначки, фіксується різниця води за поділками. Густина води становить 1 г/см<sup>3</sup>. Густина продукту визначається за формулою:

$$\rho = \frac{m}{V},$$

де  $m$  – маса наважки, г;

$V$  – об'єм води в пробірці після додавання м'яса креветки, см<sup>3</sup>.

Дослідження проводили трічі.

**Виклад основного матеріалу дослідження.**

Перший етап експериментальних досліджень передбачав визначення густини м'яса креветки *Palaemon adspersus*. Густина є фізичною величиною ( $\rho$ , г/см<sup>3</sup>), визначається як відношення маси наважки (г) до займаного нею об'єму (V), яка залежить від хімічного складу харчового продукту і може змінюватися для одного і того ж продукту залежно від способу його оброблення, температури. Визначення густини м'яса досліджуваної креветки дозволяє встановити свіжість сировини, зміни під час зберігання та транспортування. Таким чином, густина м'яса креветки *Palaemon adspersus* є одним з основних показників, що визначає якість [4].

Відповідно до проведених розрахунків середнє значення густини м'яса креветки *Palaemon adspersus* становить 1,03 г/см<sup>3</sup>. Слід відзначити, що відповідно до даних ФАО густина креветки цілої вареної з панциром становить 0,58 г/см<sup>3</sup>, креветки цілої вареної без панцира – 0,77 г/см<sup>3</sup> [5].

Таким чином, отримана густина м'яса креветки *Palaemon adspersus* перевищує показники ФАО; це говорить про зміни в консистенції м'яса та концентрації сухих речовин при заморожуванні та зберігання протягом 1 місяця. Отже, густина м'яса креветки *Palaemon adspersus* – важливий показник якості, який необхідно враховувати в режимах зберігання та транспортування, терміну придатності до споживання.

Наступний етап експериментальних досліджень – визначення межі міцності варено-мороженого м'яса креветки *Palaemon adspersus*. Межа міцності (Н/м<sup>2</sup>\*10<sup>-3</sup>) – це показник, який виражається величиною граничного напруження зсуву, що характеризує міцність структури матеріалу при малих швидкостях деформації, визначається при оцінці якості харчових продуктів. Даний показник обумовлює спосіб обробки, характеризує зміни під час зберігання та транспортування продукту.

Оскільки для дослідження використовуємо варено-морожену креветку *Palaemon adspersus*, слід відзначити, що на результати розрахунків межі міцності впливає термін зберігання креветки, термічна обробка, соління [6].

Метою дослідження є встановлення залежності межі міцності від розміру креветки *Palaemon adspersus*, що дозволить це враховувати у технологічних переробках досліджуваної сировини.

На рис. 2-4 відображено дослідження кожного зразка.



Рис. 2. Вікно програми “Лабораторія МІГ-1.3” Визначення межі міцності м'яса креветки *Palaemon adspersus*, зразок 1

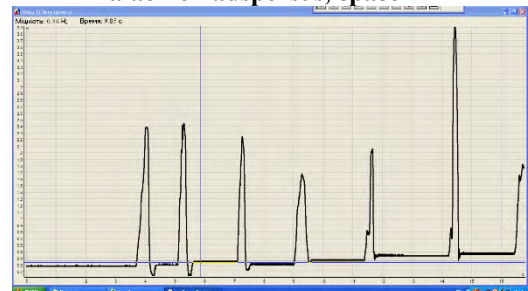


Рис. 3. Вікно програми “Лабораторія МІГ-1.3” Визначення межі міцності м'яса креветки *Palaemon adspersus*, зразок 2

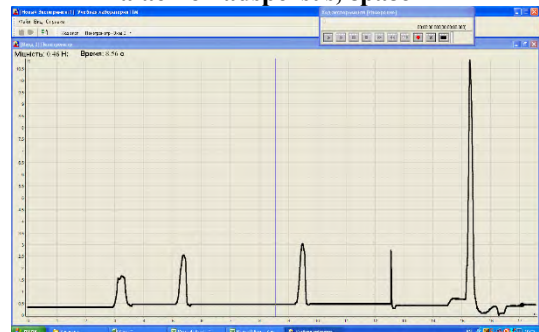


Рис. 4. Вікно програми “Лабораторія МІГ-1.3” Визначення межі міцності м'яса креветки *Palaemon adspersus*, зразок 3

Згідно з дослідженнями були проведені розрахунки результатів межі міцності, які відображені на рис. 5.

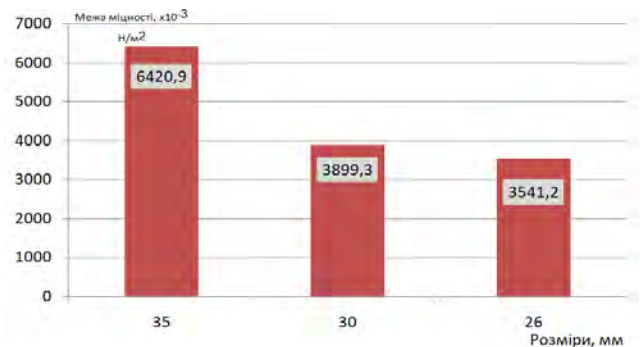


Рис. 5. Межа міцності м'яса креветки *Palaemon adspersus*

Відповідно до розрахунків проведених досліджень найнижча межа міцності у зразка 3 з розміром 26 мм – 3541,2\*10<sup>-3</sup> Н/м<sup>2</sup>, а найвища - у зразка 1 (35 мм) – 6420,9\*10<sup>-3</sup> Н/м<sup>2</sup>. Це говорить про те, що чим менші розміри м'яса креветки, тим його консистенція ніжніша. Таким чином, креветки розміром <30 мм характеризуються меншою міцністю

структури, піддатливі до деформації, що необхідно враховувати в технологіях переробки та транспортуванні.

Наступними досліджуваними показниками є адгезія (Па) та модуль пружності (н/мм<sup>2</sup>). Слід зазначити, що адгезія (прилипання) – це злипання поверхні двох різнорідних тіл, відіграє негативну роль при транспортуванні, тобто, чим вищий показник адгезії, тим гірші якісні властивості продукту. Зменшення і запобігання адгезії обумовлює економію сировини.

Модуль пружності – величина, яка характеризує пружні властивості продукту при малих деформаціях. Таким чином, чим вищий модуль пружності, тим кращі показники якості продукту [2].

На рис. 6 відображено дослідження адгезійних властивостей та модуля пружності м'яса креветки за різними розмірами.

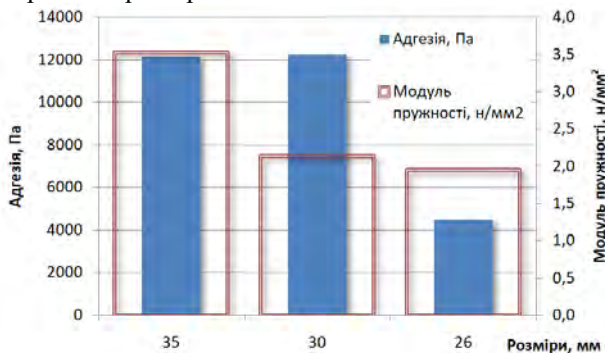


Рис. 6. Адгезія, модуль пружності м'яса креветки *Palaemon adspersus*

Отже, з аналізу результатів досліджень, відображених на рис. 5, випливає, що кращі результати має м'ясо креветки *Palaemon adspersus* з розміром 26 мм, а найгірші – з розміром 35 мм. Це означає, що креветки малих розмірів при зберіганні та транспортуванні піддатливі меншому злипанню (адгезії) та опору при деформаціях (модуль пружності), тобто характеризуються нижчими пружними властивостями. Відповідно, можна зробити висновок, що креветка малих розмірів має перспективи у використанні, оскільки відрізняється кращою здатністю до зберігання, транспортування.

В той же час для створення високоякісних харчових продуктів та біологічних добавок з креветки *Palaemon adspersus* необхідно цілеспрямовано впливати на їхні органолептичні властивості. У зв'язку з цим потрібно оцінити консистенцію чищеного м'яса креветки. Однією з основних характеристик структурно-механічних властивостей є гранична напруга зсуву, яка вказує на міцність структури м'яса шляхом опору його дії зовнішнім силам, які призводять до руйнування досліджуваного продукту.

Модуль граничної напруги зсуву досліджуваних зразків м'яса креветки наведено на рис. 7.

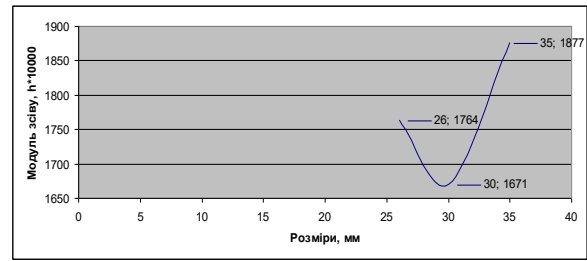


Рис. 7. Модуль граничної напруги зсуву м'яса креветки *Palaemon adspersus*

За даними діаграми зразків досліджуваного м'яса креветки, найвище значення модуля граничної напруги зсуву має зразок 1 – 1764\*10<sup>4</sup> Па. Це говорить про те, що м'ясо варено-морожених креветок більших розмірів має вищу міцність структури. В той же час аналіз результатів дослідження граничної напруги зсуву вказує на низькі значення показника, що пояснюється термічною обробкою, заморожуванням та вологістю продукту після розморожування. Підвищення граничної напруги зсуву м'яса креветки можна досягти методом висушування, отримання порошку, що уможливить розширення спектра технологій виготовлення різноманітного асортименту продуктів та харчових добавок.

**Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі.** Таким чином, слід зазначити, що м'ясо креветки *Palaemon adspersus* за структурно-механічними показниками відрізняється залежно від розміру. Вищі показники має м'ясо з меншими розмірами, а отже, показники якості вищі. Це говорить про те, що креветка *Palaemon adspersus*, розміри якої коливаються в різний період від 30 до 50 мм, за структурно-механічними показниками, а отже, показниками якості, мають перспективу у використанні, як сировини на українському ринку морепродуктів, так і широкого спектра розширення науково обґрунтованих технологій для виробництва асортименту продуктів і харчових добавок з креветки *Palaemon adspersus*.

Визначено, що гранична напруга зсуву варено-мороженого м'яса креветки *Palaemon adspersus* має низькі показники, що дає можливість пошуку розширення спектра технологій виготовлення різноманітного асортименту продуктів та харчових добавок шляхом підвищення значення показника.

Отже, креветки *Palaemon adspersus* азово-чорноморської акваторії – сировина для подальшого детального дослідження, а саме: визначення кореляційної залежності структурно-механічних показників якості креветки *Palaemon adspersus* для прогнозування якості досліджуваної сировини під час товароруку та обґрунтування технологічної функціональності для виробництва харчових продуктів.

## ЛІТЕРАТУРА

- Sydorenko O. Market Fish Products: Problems And Prospects / O. Sydorenko, N. Bolila, M. Apach // 20th igwt symposium, commodity science in a changing

world, september 12-16th, 2016, University of economics, Varna, Bulgaria. – S. 221-225.

2. Шаповал С. Л. Діагностика фізичних властивостей харчових продуктів : монографія / С. Л. Шаповал, Р. П. Романенко, Н. П. Форостяна. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2017. – 192 с.

3. ДСТУ 7972:2015. Риба та рибні продукти. Правила приймання, методи відбирання проб. – К. : Держспоживстандарт України, 2016. – 22 с.

4. Файловий архів студентів / Національний університет харчових технологій [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://studfiles.net/preview/5194738/page:2/>.

5. Продовольственная и сельхозхозяйственная организация ООН [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.fao.org/3/ap815e/ap815e.pdf>.

6. Фізичні властивості м'яса [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://p-for.com/book\\_351\\_glava\\_23\\_ROZD%D0%86L\\_4\\_F%D0%86ZICHN%D0%86\\_VLASTIVOS.html](http://p-for.com/book_351_glava_23_ROZD%D0%86L_4_F%D0%86ZICHN%D0%86_VLASTIVOS.html).

## REFERENCES

1. Sydorenko O., Bolila N. and Apach M. (2016), Market Fish Products: Problems And Prospects, 20th igwt symposium, commodity science in a changing world, september 12-16th, University of economics, Varna, Bulgaria, s. 221-225.

2. Shapoval, S. L. Romanenko, R. P. and Forostiana, N. P. (2017), Diahnostyka fizychnykh vlastyvostrykh kharchovykh produktiv : monohrafiia, Kyiv nats. torh.-ekon. un-t, Kyiv, 192 s.

3. DSTU 7972:2015. Ryba ta rybni produkty. Pravyla pryjmannia, metody vidbyrannia prob (2016), Derzhspozhyvstandart Ukrainy, K., 22 s.

4. Fajlovyj arkhiv studentiv / Natsional'nyj universytet kharchovykh tekhnolohij, available at : <https://studfiles.net/preview/5194738/page:2/>.

5. Prodovol'stvennaia y sel'khozkhoziajstvennaia orhanyzatsyia OON, available at : <http://www.fao.org/3/ap815e/ap815e.pdf>.

6. Fizychni vlastyvostry m'iasia, available at : [http://p-for.com/book\\_351\\_glava\\_23\\_ROZD%D0%86L\\_4\\_F%D0%86ZICHN%D0%86\\_VLASTIVOS.html](http://p-for.com/book_351_glava_23_ROZD%D0%86L_4_F%D0%86ZICHN%D0%86_VLASTIVOS.html).

*Стаття надійшла до редакції 21 лютого 2019 р.*