



УДК 594.124:504.423:632.95: 639.2

Вивчення показників безпечності мідій при їх технологічній обробці щодо вмісту хлорорганічних пестицидів

І.А. Фодченко¹, В.В. Касянчук², Є.В. Ващик¹, Г.А. Скрипка³
irenfodchenko@gmail.com, vkasianchuk@yandex.ru, VEV0902@yandex.ru

¹Сумський національний аграрний університет,
вул. Герасима Кондратьєва, 160, м. Суми, 40000, Україна;

²Сумський державний університет, вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007, Україна;

³Одеський філіал державного науково-дослідного інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, м. Одеса, Україна

В статті розглянуто проблему безпечності мідій щодо вмісту хлорорганічних пестицидів (ХОП). Встановлено, що вміст ХОП в свіжовивлених мідіях чорноморських перебуває в межах $0,64-0,72 \times 10^{-3}$ мг/кг і залежить від сезону року. Найбільший вміст ХОП реєстрували в осінній період.

Наведено порівняльний аналіз результатів токсикологічних досліджень мідій (вміст хлорорганічних пестицидів) прибережної зони Одеської області після впливу таких видів технологічної обробки, як проварювання, заморожування і маринування. Дослідженнями на 4-х дослідних групах проб мідій встановлено, що при їх проварюванні протягом 10 хв при 100°C вміст ХОП в них порівняно з початковим рівнем зменшується від 71,6% до 63,3%; процес заморожування при температурі -18°C протягом однієї доби знижує кількість ХОП від 65% до 63,6%; технологічна обробка маринуванням – від 85% до 92,3%.

Ключові слова: безпечність чорноморських мідій, токсикологічні показники, хлорорганічні пестициди, технологічна обробка.

Изучение показателей безопасности мидий при их технологической обработке относительно содержания хлорорганических пестицидов

І.А. Фодченко¹, В.В. Касянчук², Є.В. Ващик¹, Г.А. Скрипка³
irenfodchenko@gmail.com, vkasianchuk@yandex.ru, VEV0902@yandex.ru

¹Сумский национальный аграрный университет,
ул. Герасима Кондратьева, 160, г. Сумы, 40000, Украина;

²Сумский государственный университет, ул. Римского-Корсакова, 2, Сумы, 40007, Украина;

³Одеський філіал державного науково-дослідного інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, г. Одеса, Україна

В статье рассмотрена проблема безопасности мидий по содержанию хлорорганических пестицидов (ХОП). Установлено, что содержание ХОП в свежесвиловленных мидиях черноморских находится в пределах $0,64-0,72 \times 10^{-3}$ мг/кг и зависит от сезона года. Наибольшее содержание ХОП регистрировали в осенний период.

Приведен сравнительный анализ результатов токсикологических исследований мидий (содержание хлорорганических пестицидов) прибрежной зоны Одесской области после воздействия такой технологической обработки как проваривание, замораживание и маринование. Исследованиями на 4-х исследовательских группах проб мидий установлено, что при их проваривании в течение 10 мин при 100°C содержание ХОП в них по сравнению с начальным уровнем уменьшается от

Citation:

Fodchenko, I.A., Kasyanchuk, V.V., Vaschuk, E.V., Skrypka, G.A. (2017). Study safety indicators of copper processing of technological content organochlorine pesticides. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj*, 19(77), 137–142.

71,6% до 63,3%; процес замороживання при температурі $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение суток знижує кількість ХОП от 65% до 63,6%; технологическая обработка маринованием – от 85% до 92,3%.

Ключевые слова: безпека чорноморських мідій, токсикологічні показники, хлороганічні пестициди, технологическая обработка.

Study safety indicators of copper processing of technological content organochlorine pesticides

I.A. Fodchenko¹, V.V. Kasyanchuk², E.V. Vaschyk¹, G.A. Skrypka³
irenfodchenko@gmail.com, vkasianchuk@yandex.ru, VEV0902@yandex.ru

¹Sumy National Agrarian University, Gerasim Kondratyev Str., 160, Sumy, 40000, Ukraine;

²Sumy State University, Rimsky-Korsakov 2, Sumy, 40007, Ukraine;

³Odessa branch of the State Research Institute of Laboratory Diagnostics and Veterinary Expertise, Odessa, Ukraine

In the article the problem of safety mussels content of organochlorine pesticides. We investigated these toxicants: dylordyfeniltryhlormetylmetan (DDT) and γ -hexachlorocyclohexane (γ -HCH - lindane) are classified as «possible» carcinogen to humans and listed on the Stockholm Convention as a persistent organic pollutants. Established that the content of DDT and γ -HCH in freshly Black Sea mussels within 0.72×10^{-3} mg/kg, -0.64×10^{-3} mg/kg, depending on the season. The highest content of organochlorine pesticides registered in the autumn.

Established in seawater, after holding mussels one day, three days and six days (with the addition of DDT 20×10^{-3} mg/kg) remained under 3%, 13%, 12% of the initial concentration introduced. In the water, after adding 200×10^{-3} mg/kg of DDT after holding mussels at the above exposure remaining 6% of the initial concentration of the pesticide introduced. This fact indicates the cumulative properties of copper relative to DDT. In sea water, with the addition of γ -HCH 20×10^{-3} mg/l after holding mussels one day, three days and six days left respectively 20%, 15%, 16% of the initial concentration introduced. And with the addition 200×10^{-3} mg/L γ -HCH, after holding mussels at the above exposure remains 13%, 20%, 20% of the initial concentration of the pesticide introduced. It also indicates that the mussels accumulate organochlorine pesticides from water.

The comparative analysis of results of toxicological studies of mussels (the content of organochlorine pesticides) coastal zone of Odessa region after exposure to these types of technological processing as are boiled, freezing and pickling. Research on 4 experimental groups mussel samples found average content of DDT in meat mussel concentrations 18.48×10^{-3} mg/kg and 172.22×10^{-3} mg/kg (I, II group) after are boiled decreased by 64.6% and 63.3%; marinating process reduced the concentration of DDT in 86.3% and 82%; by freezing the level of DDT decreased by 65.3% and 63.6% and the average content in meat γ HCH concentrations in mussels 17.83×10^{-3} mg/kg and 165.90×10^{-3} mg/kg (III and IV group) after are boiled decreased by 64.6% and 71.6%; marinating process reduced the concentration of γ HCH at 92.3% and 85%; by freezing level γ HCH decreased by 65% and 65.3%. It is noted that more sensitive to technological treatment was γ -HCH and more sustainable – DDT and marinating were most effective in reducing the content of organochlorine pesticides.

Key words: Black Sea mussels safety, toxicological indicators, organochlorine pesticides, processing technology

Вступ

Морепродукти є одним із забруднювачів навколишнього середовища. Крізь моллюска проходять тонни води, накопичуючи токсичні речовини, що може бути небезпечним не тільки для мідій, а й для людини як споживача (Zhiljakova, 2004). Однією з найважливіших проблем суспільства є мінімізація негативного впливу ХОП на людину, дія яких супроводжується зниженням резистентності організму, виснаженням, збільшенням частки захворювань щитоподібної залози, атеросклерозу, онкології, діабету та ін.

ХОП, які належать до найбільш значущих стійких органічних забруднювачів, особливо такі пестициди, як ГХЦГ, ДДТ та інші, відповідно до Міжнародних конвенцій про захист морського середовища, класифікують як найбільш небезпечні забруднювачі довкілля. Ці речовини володіють токсичними властивостями навіть в малих концентраціях. Вони здатні накопичуватися в тканинах морських організмів і при тривалому впливі навіть у малих дозах спричинити токсичну дію, що проявляється у порушенні репродуктивної, нервової, ендокринної,

імунної систем, а також проявляють тератогенний ефект (Malinin et al., 2002).

Велику небезпеку становить забруднення води ГХЦГ і його ізомерами, оскільки вони практично не розчиняються в ній і можуть накопичуватися у великих кількостях. Існують і експериментальні дані про наявність канцерогенних та мутагенних властивостей ГХЦГ (Pozdnjakovskij, 2007).

За даними літературних джерел ДДТ, алдрин, гептахлор, викликали рак у піддослідних тварин, особливо рак печінки у мишей. В організмі людей, що померли від раку, цирозу печінки, високого кров'яного тиску, крововиливів у мозок і розм'якшення мозку, містились досить високі рівні ДДТ та метаболіти ДДД і ДДЕ.

Небезпека ХОП полягає в поширенні у навколишньому середовищі, накопиченню в морях, океанах, що супроводжується їх міграцією по харчовому ланцюгу, з осіданням в організмі морських мешканців, особливо зважаючи на те, що період напіврозпаду цих сполук сягає 15–20 років (Yakubchak et al., 2011).

Пестициди можуть накопичуватися в продовольчій сировині і харчових продуктах внаслідок неконтрольного використання та

незважаючи на те, що більшість стійких органічних забруднювачів (ДДТ, гептахлор, ГХЦГ) були заборонені та видалені з ринку, їх досі знаходять у вимірних кількостях в навколишньому середовищі та продуктах харчування. Аналіз літературних джерел показав, що пестициди, потрапляючи в організм людини і накопичуючись там у великих кількостях, призводять до розвитку багатьох хронічних захворювань і гострих отруєнь, а також до збільшення кількості вроджених аномалій розвитку і дитячої смертності. Пестициди надовго затримуються в організмі, деякі залишаються в ньому назавжди. Викликають порушення серцевої, ендокринної, нервової та імунної систем, що було доведено при дослідженнях на тваринах (Ukrainska ahrarna konferentsiia, 2010).

Технологічна обробка – один із можливих засобів знизити вміст ХОП (Barbosa, 2017). За даним деяких авторів, при кулінарній обробці їжі ДДТ майже не руйнується.

Отже, питання вивчення впливу ХОП на мідій та негативні побічні наслідки при вживанні їх у їжу є актуальним на даний час.

Мета дослідження. Оцінити вплив різних видів технологічної обробки на вміст забруднюючих речовин, а саме ХОП (γ-ГХЦГ, ДДТ) в чорноморських мідіях. Відповідно до цієї мети були поставлені такі завдання:

1. Визначити вміст ХОП у воді до та після витримки чорноморських мідій в акваріумах з різною концентрацією пестициду (ДДТ, γ-ГХЦГ).

2. Визначити вміст ХОП в чорноморських мідіях до та після витримки живих чорноморських мідій в акваріумах з різною концентрацією пестициду (ДДТ, γ-ГХЦГ). Провести порівняльний аналіз значень концентрацій ХОП з їх фактичним вмістом у воді та мідіях.

3. Дослідити та вивчити вплив різних технологій обробки (проварювання, заморожування та маринування) на вміст хлорорганічних пестицидів у чорноморських мідіях та довести безпеку для подальшого вживання такого продукту в їжу.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводились на базі Одеського філіалу державного науково-дослідного інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи. Матеріалом для досліджень були живі мідії та морська вода.

Було проведено два етапи дослідів:

- 1-й етап полягав у вивченні рівня накопичення живими мідіями ХОП з морської води (ДДТ, γ-ГХЦГ);

- 2-й етап включав експериментальне вивчення впливу технологічної обробки мідій на динаміку концентрації ХОП (ДДТ, γ-ГХЦГ) в них.

Для реалізації завдань 1-го етапу дослідів були сформовані чотири дослідні групи мідій, яких витримували у морській воді з додаванням різних концентрацій ДДТ та γ ГХЦГ. Схему проведення дослідів наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Схема проведення дослідів на живих чорноморських мідіях

Групи	Експозиція, діб			
	1, 3, 6		1, 3, 6	
	ДДТ, мг/л		γ- ГХЦГ, мг/л	
Перша дослідна	0,02	0,2	–	–
Друга дослідна	0,02	0,2	–	–
Третя дослідна	–	–	0,02	0,2
Четверта дослідна	–	–	0,02	0,2
Контрольна	–	–	–	–

Кожну з дослідних груп мідій досліджували на вміст ХОП після витримки в акваріумах згідно з умовами дослідів. Досліди щодо визначення вмісту ХОП в м'язах мідій після проварювання, маринування та заморожування проводили на дослідних групах мідій згідно з експозицією, яка вказана у таблиці 1.

Визначення вмісту ХОП в мідіях проводили методом газової хроматографії.

Другий етап досліджень був реалізований шляхом використання таких методів технологічної обробки мідій, як проварювання, маринування, заморожування. Проварювання живих мідій проводили в мушлях на середньому вогні протягом 10 хвилин від закипання, поки більшість з них не відкриється; процес маринування здійснювали шляхом витримання мідій у маринаді (вода, сіль, цукор, оцет (9%), олія, спеції) в холодильнику (t -4°C) одну добу; заморожування проводили в морозильній камері при температурі -18 °C протягом доби.

Результати та їх обговорення

На першому етапі досліджень були отримані результати вмісту ХОП у морській воді та чорноморських мідіях до та після витримки мідій в акваріумах з різною концентрацією пестициду, що відображено в таблицях 2–3.

В морській воді, після витримки мідій одну добу, три доби та шість діб (з додаванням ДДТ 20×10^{-3} мг/кг) залишилось відповідно 3, 13, 12% від внесеної початкової концентрації. У воді, в яку додали 200×10^{-3} мг/кг ДДТ, після витримки мідій за вищевказаною експозицією, залишилося по 6% від внесеної початкової концентрації пестициду. Цей факт вказує на кумулятивні властивості мідій відносно ДДТ.

Хроматографічний аналіз показав зменшення внесеної добавки γ-ГХЦГ в морській воді та збільшення цього пестициду в тканинах мідій (табл. 3).

Таблиця 2

Вміст ХОП у морській воді після витримки мідій за умови додавання ДДТ*

Найменування ХОП	Вміст ХОП в морській воді до внесення добавки ДДТ мг/л, 10 ⁻³	Залишок пестицидів у воді у мг/л, 10 ⁻³ , після витримки мідій в акваріумі з додаванням ДДТ з концентраціями:	
		20x10 ⁻³ мг/л	200x10 ⁻³ мг/л
1 доба			
ДДТ	0,74 ± 0,2	0,34 ± 0,1	8 ± 0,2
3 доби			
ДДТ	0,74 ± 0,1	2,7 ± 0,1	25 ± 0,2
6 діб			
ДДТ	0,74 ± 0,3	2,4 ± 0,3	22 ± 0,3

Примітка *– P ≤ 0,05

Таблиця 3

Вміст ХОП у морській воді після витримки мідій за умови додавання гамма ГХЦГ*

Найменування ХОП	Вміст ХОП в морській воді до внесення добавки γ-ГХЦГ мг/л, 10 ⁻³	Залишок пестицидів у воді у мг/л, 10 ⁻³ , після витримки мідій в акваріумі з добавкою γ ГХЦГ з концентраціями:	
		20x10 ⁻³ мг/л	200 x10 ⁻³ мг/л
1 доба			
γ-ГХЦГ	1,0 ± 0,1	4,18 ± 0,2	26,9 ± 0,1
3 доби			
γ-ГХЦГ	1,0 ± 0,2	3,1 ± 0,3	13,47 ± 0,1
6 діб			
γ-ГХЦГ	1,0 ± 0,1	3,28 ± 0,2	39,6 ± 0,3

Примітка *– P ≤ 0,05

В морській воді, після витримки мідій одну добу, три доби та шість діб з добавкою γ-ГХЦГ 20x10⁻³ мг/л залишилось відповідно 20, 15, 16% від внесеної початкової концентрації. А з добавкою 200x10⁻³ мг/л γ-ГХЦГ, після витримки мідій за вищевказаною експозицією, залишилося 13%, 20%, 20% від внесеної початкової концентрації пестициду. Це також вказує на те, що мідії накопичують ХОП з води.

На другому етапі досліджень були отримані результати впливу різних технологій обробки на вміст ХОП в мідіях чорноморських за різної експозиції та концентрації ДДТ. Результати досліджень, відображені в таблиці 4, свідчать, що після проварювання мідій вміст ХОП зменшився від 59% до 69%; при маринуванні – від 87 до 88%; після заморозки – від 59 до 69%.

Після витримки в акваріумі мідій при концентрації ДДТ 200x10⁻³ мг/кг та після різних видів обробки отримали результат: при проварюванні вміст ХОП зменшився до 67%, після маринування – до 89% та після заморозування – до 67% (табл. 5).

Результат впливу різних технологій обробки на вміст ХОП в мідіях чорноморських за різної експозиції та концентрації γ-ГХЦГ відображено в таблицях 6–7. Під дією різних видів технологічних обробок вміст ХОП зменшився в мідіях, тобто обробка руйнує частину пестицидів. Результати аналізу показали зменшення залишкової кількості ХОП при проварюванні на 66%, при маринуванні – на 99% та при заморожуванні – на 72%.

Як видно з таблиці, найкращий ефект зменшення вмісту ХОП в мідіях виявлено при маринуванні, практично на однакових рівнях після проварювання та після заморожування. При додаванні в акваріум з морською водою 200x10⁻³ мг/кг γ ГХЦГ виявлено зменшення вмісту ХОП в мідіях після проварювання до 75%, при маринуванні – до 94% та після заморожування до 70%. Дані, що наведені в таблицях 4–7, свідчать про те, що технологічна обробка зменшує вміст ХОП в мідіях. Найбільший ефект зниження вмісту цих пестицидів в мідіях було відмічено при маринуванні.

Таблиця 4

Вплив різних технологій обробки на вміст ХОП в мідіях чорноморських за умови додавання ДДТ в концентрації 20 x10⁻³ мг/л*

Найменування ХОП	Вміст ХОП в мідіях, мг/кг, 10 ⁻³		Вміст ХОП після технологічної обробки мг/кг, 10 ⁻³		
	Без добавки	з добавкою 20 x10 ⁻³ мг/л ДДТ	варені	маринування	після заморозки
1 доба					
ДДТ	0,72 ± 0,2	19,0 ± 0,1	7,96 ± 0,2	2,56 ± 0,2	7,97 ± 0,1
% зменшення ДДТ			59	87	59
3 доби					
ДДТ	0,72 ± 0,1	17,74 ± 0,2	6,23 ± 0,2	2,99 ± 0,1	5,85 ± 0,3
% зменшення ДДТ			66	84	68
6 діб					
ДДТ	0,72 ± 0,2	18,70 ± 0,3	5,74 ± 0,1	2,17 ± 0,1	5,7 ± 0,2
% зменшення ДДТ			69	88	69
Середнє		18,48	64,6	86,3	65,3

Примітка *– P ≤ 0,05

Таблиця 5

Вплив різних технологій обробки на вміст ХОП в мідях чорноморських за умови додавання ДДТ в концентрації 200×10^{-3} мг/л*

Найменування ХОП	Вміст ХОП в мідях мг/кг, 10^{-3}		Вміст ХОП після технологічної обробки мг/кг, 10^{-3}		
	Без добавки	з додавкою 200×10^{-3} мг/л ДДТ	варені	маринування	після заморозки
1 доба					
ДДТ	0,72 ± 0,2	173,44 ± 0,2	59,81 ± 0,1	24,82 ± 0,2	59,0 ± 0,3
% зменшення ДДТ			67	86	67
3 доби					
ДДТ	0,72 ± 0,1	170,14 ± 0,2	62,21 ± 0,2	18,37 ± 0,1	65,41 ± 0,1
% зменшення ДДТ			64	89	62
6 діб					
ДДТ	0,72 ± 0,2	173,10 ± 0,3	73,4 ± 0,2	52,4 ± 0,2	68,01 ± 0,2
% зменшення ДДТ			59	71	62
Середнє		172,22	63,3	82,0	63,6

Примітка * – $P \leq 0,05$

Таблиця 6

Результат впливу різних технологій обробки на вміст ХОП в мідях чорноморських за умови додавання γ -ГХЦГ в концентрації 20×10^{-3} мг/л*

Найменування ХОП	Вміст ХОП в мідях мг/кг, 10^{-3}		Вміст ХОП після технологічної обробки мг/кг, 10^{-3}		
	Без добавки	З додаванням 20×10^{-3} мг/л γ ГХЦГ	варені	маринування	після заморозки
1 доба					
γ ГХЦГ	0,64 ± 0,1	17,20 ± 0,3	5,54 ± 0,2	0,09 ± 0,1	4,86 ± 0,1
% зменшення γ ГХЦГ			66	99	72
3 доби					
γ ГХЦГ	0,64 ± 0,3	18,24 ± 0,2	6,69 ± 0,1	2,66 ± 0,1	5,91 ± 0,2
% зменшення γ ГХЦГ			64	86	68
6 діб					
γ ГХЦГ	0,64 ± 0,2	18,06 ± 0,1	6,74 ± 0,2	1,54 ± 0,2	8,34 ± 0,1
% зменшення γ ГХЦГ			64	92	55
Середнє		17,83	64,6	92,3	65,0

Примітка * – $P \leq 0,05$

Таблиця 7

Результат впливу різних технологій обробки на вміст ХОП в мідях чорноморських за умови додавання γ -ГХЦГ в концентрації 200×10^{-3} мг/л*

Найменування ХОП	Вміст в мідях ХОП мг/кг, 10^{-3}		Вміст ХОП після технологічної обробки мг/кг, 10^{-3}		
	Без добавки	З додаванням 200×10^{-3} мг/л γ -ГХЦГ	варені	маринування	після заморозки
1 доба					
γ ГХЦГ	0,64 ± 0,2	174,44 ± 0,2	53,0 ± 0,2	9,72 ± 0,1	53,7 ± 0,1
% зменшення γ ГХЦГ			70	94	69
3 доби					
γ ГХЦГ	0,64 ± 0,1	161,53 ± 0,3	41,0 ± 0,1	39,3 ± 0,2	70,3 ± 0,2
% зменшення γ ГХЦГ			75	76	57
6 діб					
γ ГХЦГ	0,64 ± 0,2	161,74 ± 0,2	48,4 ± 0,2	24,0 ± 0,1	47,94 ± 0,2
% зменшення γ ГХЦГ			70	85	70
Середнє		165,9	71,6	85,0	65,3

Примітка * – $P \leq 0,05$

Висновки

1. Середній вміст ДДТ у м'ясі мідій в концентраціях $18,48 \times 10^{-3}$ мг/кг та $172,22 \times 10^{-3}$ мг/кг після проварювання зменшився відповідно на 64,6% та 63,3%; процес маринування зменшив концентрацію ДДТ на 86,3% та 82%; при заморожуванні рівень ДДТ зменшився на 65,3% та 63,6%.

2. Середній вміст γ ГХЦГ у м'ясі мідій в концентраціях $17,83 \times 10^{-3}$ мг/кг та $165,90 \times 10^{-3}$ мг/кг після проварювання зменшився відповідно на 64,6% та 71,6%; процес маринування зменшив концентрацію γ ГХЦГ на 92,3% та 85%; при заморожуванні рівень γ ГХЦГ зменшився на 65% та 65,3%.

Відмічено, що більш чутливим до дії технологічної обробки був γ -ГХЦГ, а більш стійким –

ДДТ, причому маринування було найефективнішим щодо зниження вмісту ХОП.

Перспективою подальших досліджень буде вивчення ферментного та морфологічного складу мідій за впливу різних концентрацій ХОП.

Бібліографічні посилання

- Zhiljakova, I.G. (2004). Promyshlennoe razvedenie midij i ustric. M.: ООО Izdatel'stvo АСТ. Doneck: Stalker (Priusadebnoe hozjajstvo), 102–105 (in Russian).
- Malinin, O.A., Hmel'nickij, G.A., Kucan, A.T. (2002). Veterinarnaja toksikologija: Ucheb. posobie dlja stud. vuzov vet. Medicyny. Korsun'-Shevchenk.: ChP Majdachenko, 210–224 (in Russian).
- Pozdnjakovskij, V.M. (2007). Jekspertiza ryby, ryboproduktov i obektov vodnogo promysla. Kachestvo i bezopasnost'. Novosibirsk.: Sibirskoe universitetskoe izdatel'stvo (in Russian).
- Yakubchak, O.M., Tiutiu, A.I., Taran, T.V. (2011). Veterynarno-sanitarna ekspertyza ryby ta inshykh hidrobiontiv. Metodychni vkazivky. K.: TsP «KOMPRYNT» (in Ukrainian).
- Ukrainska ahrarna konferentsiia (2010). Novyny UAK. Rybne menu ukrainsiv skhudlo na 15%. [Elektronnyi resurs]. Rezhym dostupu: <http://agroconf.org/content/ribne-menu-ukrayinciv-shudlo-na-15> (in Ukrainian).
- Barbosa, V. (2017). Effect of cooking on levels of contaminants of emerging concern in commercial seafood. Seafood Safety New Findings & Innovation Challenges-Abstract Book.

Стаття надійшла до редакції 23.03.2017