

УДК 504.4.054:632.15:574.5

КАСЯНЧУК В.В., д-р вет. наук

ФОДЧЕНКО І.А., аспірантка

Сумський національний аграрний університет

vkasianchuk@yandex.ru

ЗАБРУДНЕННЯ МОРСЬКОЇ ВОДИ ХОС – ВАЖЛИВА СКЛАДОВА ДЛЯ КОНТРОЛЮ ПЕРВИННОЇ ЛАНКИ ХАРЧОВОГО ЛАНЦЮГА ВИРОБНИЦТВА МІДІЙ

В статті представлено результати аналізу наукової літератури щодо досліджень морської води на наявність у ній хлорорганічних сполук (ХОС), джерел їх надходження та впливу цих токсикантів на морську біоту і морепродукти. Встановлено, що наявність ХОС у воді відмічається повсюдно в усіх морських країнах світу. Серед пестицидів, що виявлені у морській воді в прибережних зонах Одеської області, превалюють ГХЦГ та ДДТ.

Дані літератури свідчать, що рівні ДДТ в ланцюгу мул–водорості–морські рачки–риби у кожній наступній ланці збільшуються в середньому в 10 разів. Вивчення взаємозв'язку між забрудненням морської води ХОС та рівнем цих токсикантів у мідях є важливим інструментом для здійснення контролю за їх безпечністю в усіх ланках харчового ланцюга «від моря до столу».

Ключові слова: морська вода, морська біота, ХОС, ДДТ, ГХЦГ, харчовий ланцюг, мідії.

Постановка проблеми. Збільшення виробництва й підвищення безпечності та якості харчових продуктів – одна з основних сучасних проблем, що стоїть перед аграрним сектором України. Сучасні вимоги до безпечності харчових продуктів – це здійснення контролю в усіх ланках харчового ланцюга з особливим акцентом на його першу ланку, якою вважається первинне виробництво. У виробництві морепродуктів первинною ланкою є морська вода, яка відіграє важливу роль у формуванні усіх споживчих характеристик морепродуктів та їх показників якості і безпечності. У зв'язку з цим морська вода має постійно підлягати контролю на залишки небезпечних контамінантів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Використання продуктів моря у раціоні людини є актуальним, тому що вони вважаються дуже корисними для її організму. Крім того, використання морських гідробіонтів, особливо мідій, в Україні вважається одним із ресурсів харчових продуктів. Законом України “Про рибу, інші водні ресурси та харчову продукцію з них” передбачено забезпечення безпечності морепродуктів для людини.

У нашій країні на національному рівні проводяться дослідження щодо використання ресурсів Азово-Чорноморського басейну, в тому числі – гідробіонтів, а також здійснюється щорічний моніторинг щодо їх безпечності. Морські гідробіонти за своєю поживною цінністю вважаються корисними продуктами для людини. Але, враховуючи сучасні вимоги споживачів, які бажають знати де та як вироблялись харчові продукти, необхідно надавати інформацію про весь харчовий ланцюг, в тому числі про середовище, в якому вирощувались гідробіонти. Таким середовищем для гідробіонтів є морська вода. Враховуючи сучасний стан екології, який характеризується забрудненням довкілля нашої планети ксенобіотиками, у тому числі такими як агрохімічні засоби, дуже важливо проводити постійний моніторинг цих хімічних речовин у морській воді, з якої люди отримують рибу та інші морепродукти для використання в їжу [1]. Серед агрохімічних засобів, які забруднюють довкілля, найбільш небезпечними для здоров'я споживачів визнані хлорорганічні пестициди, а саме ДДТ та ГХЦГ.

Якщо провести ретроспективний аналіз даних літератури, то можна зазначити, що одним з важливих результатів розвитку суспільства є не тільки винахід та застосування ефектів хімічних речовин для боротьби з шкідниками рослин, а й наслідки такої діяльності у вигляді накопичення у природному середовищі продуктів розпаду цих засобів. Першими з цих засобів були хлорорганічні сполуки (ХОС), до яких належать ДДТ, ГХЦГ та ін. Використання пестицидів ґрунтувалося на переконанні в тому, що вони практично не шкідливі для людини. Обсяги використання пестицидів особливо зросли після II Світової війни, що було пов'язано з відсутністю достатньої інформації про шкідливість цих сполук для людини. Упродовж багатьох років ХОС накопичувалися у водному середовищі, тканинах живих організмів та по ланках харчового ланцюга (переробка,

зберігання, транспортування та реалізація), потрапляли до організму людини через споживання харчових продуктів. ХОС – високотоксичні сполуки, які мають кумулятивні властивості, природний розпад їх у довкіллі складає десятиріччя. Основна небезпечність ХОС в тому, що вони спричиняють тяжкі захворювання в людини [2, 3].

Продукти розпаду ХОС більш стабільні за їх вихідні форми, які ще крім того зберігають високу токсичність. Прикладом є відомий ДДТ та його метаболіти – ДДЕ і ДДД. ДДТ має токсичну дію щодо живих організмів, у тому числі для гідробіонтів, і характеризується пригніченням життєво важливих функцій. Негативний вплив ДДТ призводить до зміни видового складу флори та фауни, що може зумовити безповоротні процеси деградації екосистеми Землі [4].

У зв'язку з вищенаведеним, актуальним є вивчення ситуації щодо динаміки розповсюдження ХОС у морській воді, яка є потенційно небезпечним водним середовищем для гідробіонтів, у тому числі морських мідій.

Нашим завданням було на основі аналізу літературних даних підвести теоретичне підґрунтя щодо стану забруднення морської води такими небезпечними хімічними сполуками як ХОС у світі та Україні. Ці дані необхідні для реалізації сучасних вимог законодавства щодо простеження небезпек по всьому харчовому ланцюгу – від виробництва сировини до споживача, тобто

визначити рівні накопичення ХОС в гідробіонтах через морську воду. В Україні дослідження в цьому напрямку майже не проводяться. Існують тільки поодинокі дані щодо рівнів забруднень ХОС окремих водойм, у тому числі морів.

Мета і завдання дослідження. Узагальнити дані літератури щодо вмісту ХОС у морській воді як складової у контролі первинної ланки харчового ланцюга виробництва мідій.

Завдання: 1. Встановити накопичення ХОС у морській воді різних країн світу.

2. Обґрунтувати актуальність використання даних моніторингу ХОС у морській воді та біоті як інструменту для відстеження початку харчового ланцюга щодо безпечності морепродуктів, у тому числі мідій.

3. Узагальнити дані про особливості накопичення ХОС у морській воді України, зокрема в Одеської області.

Матеріал і методика дослідження. Матеріалом для дослідження були наукові літературні джерела, що стосуються теми досліджень. Використовували методологію аналітичних досліджень.

Результати досліджень та їх обговорення. Історія досліджень вмісту промислових хімічних речовин у морській воді відома ще з XVIII ст. Вивчення хімічного складу води мало велике значення у боротьбі з забрудненням водойм стічними водами.

Багато країн, які мають вихід до моря, визнали, що морські води забруднюються внаслідок захоронення різноманітних відходів. Було встановлено, що в Тихий океан щорічно скидається біля 9 млн т відходів, а в води Атлантики більше 30 млн т. Внаслідок цього океани та моря забруднюються шкідливими речовинами, у тому числі пестицидами [4].

Морське середовище може переробляти велику кількість органічних та неорганічних речовин без негативного впливу на воду. Але ця можливість не безмежна, оскільки самоочищення води буває недостатнім, порівняно з постійно зростаючою кількістю відходів, які скидаються в моря. В донних відкладеннях північно-західної частини Антарктичного океану виявлено ХОС, а саме ДДЕ в 100 % зразків (на рівні 10^{-4} – 10^{-2}), γ -ГХЦГ(ліндан) – 75 % зразків (на рівні 10^{-5} – 10^{-3}), гептахлор – 37,5 % зразків (на рівні 10^{-5}) (Осокіна Н.П., 1999 р.), що свідчить про переміщення ХОС з атмосферними опадами й океанічною циркуляцією та концентрацію ДДТ в шарах донних відкладень [5, 6].

Серед забруднювальних речовин, ХОС, а саме ДДТ та його метаболіти, представляють особливий інтерес, тому що стійкі до розпаду в довкіллі, майже нерозчинні у воді, але дуже добре розчиняються в жирах. ХОС негативно впливають на біологічні об'єкти і мають широкий спектр токсичної дії на людину. У разі потрапляння до організму людини вони можуть спричинити імунодефіцит, порушення репродуктивної функції, а також проявляють тератогенні, канцерогенні властивості.

ДДТ використовували у великих кількостях з 1940 р. у боротьбі з шкідниками рослин, в тому числі комарами. Починаючи з 1972 р., він був заборонений або використовувався в обмежених кількостях майже в усіх європейських країнах. Варто зауважити, що на сьогодні все ще існують значні концентрації цих пестицидів у морській воді та навколишньому середовищі.

ХОС виявлені в різних районах Балтійського, Північного та Ірландського морів та побережжя Англії, Ісландії, Португалії, Іспанії, Біскайській затоці. Дослідженнями сніжного покриву Антарктиди було виявлено, що на поверхні цього віддаленого материка осіло біля 2300 т пестицидів, хоча вони там ніколи не використовувалися [7].

Дуже цікаві дослідження були проведені вченими упродовж 2004–2006 рр. щодо вивчення води Середземного моря в прибережних зонах таких країн як Італія, Франція, Іспанія, Марокко, Алжир і Туніс та прибережного водного середовища Балеарських островів. Ці дослідження мали на меті створення загальної мережі спостережень за рівнем хімічного забруднення Середземного моря та прийняття спільних методологій вивчення рівнів забруднення пестицидами (ДДТ і його метаболіти, хлоргексахлорциклогексан та ізомери і поліхлоровані біфеніли).

Було встановлено, що джерелами забруднення ХОС морської води Середземноморського басейну є вода річок з вмістом цих небезпечних хімічних сполук та стічні промислові води [8–11].

Незважаючи на заборону зазначених класів пестицидів, у більшості промислово розвинених країн вони знаходяться в ґрунті та морській воді. Дослідження токсичності водних екосистем є важливим компонентом оцінки впливу хімічних речовин на групи біологічних організмів, які можуть бути тестовим матеріалом для визначення потенційних побічних ефектів у харчовому ланцюгу.

Отже, на сьогодні пестициди, в тому числі ХОС, постійно виявляються у морській воді як наслідок їх широкого розповсюдження в довкіллі та становлять серйозну небезпеку для людини через їх міграцію по харчовому ланцюгу. У морському середовищі хлорорганічні пестициди накопичуються у донних відкладеннях і біоті.

В останні роки після вивчення забруднення морської води ХОС та відстеження динаміки рівня її токсикологічної безпечності, акцент з оцінки її якості перейшов на біологічні індикатори токсичності. Такими індикаторами є морська біота. Тести на токсикологічну безпечність води можуть проводитися з використанням як мінімумом трьох тест-об'єктів, що представляють різні групи, зокрема безхребетні, риби і рослини. Такі тест-об'єкти мають особливу цінність для визначення рівня накопичення пестицидів у гідробіонтах, які використовуються як харчові продукти.

У харчуванні людини одним з корисних морепродуктів є мідії. Вченими встановлено, що морські біологічні види (морські йоржі, мідії, морські коники, риби тощо) різняться за рівнем біоаккумуляції токсичних речовин, у тому числі ХОС.

Мідії, як біологічні фільтри, здатні інтенсивно накопичувати хімічні забруднювачі, які можуть досягати досить значних рівнів. Підвищений вміст токсикантів у мідіях може становити загрозу здоров'ю людини, у разі використання їх в якості харчових продуктів. Пестициди через морську воду та організм мідій і далі по ланках харчового ланцюга можуть потрапляти до організму людини. До основних ланок харчового ланцюга виробництва мідій належать: а) вирощування мідій у морській воді (природне або промислове); б) вилов та транспортування; в) технологічна обробка; г) зберігання; д) транспортування; е) реалізація споживачам. Використання даних щодо вмісту ХОС у морях визнано важливим інструментом для відстеження початку харчового ланцюга для оцінки безпечності морепродуктів.

Серед різних біологічних об'єктів моря мідії належать до популяції найкращих природних біоіндикаторів. Крім того, результати досліджень біоконцентрації ХОС у мідіях є важливою інформацією для прогнозування їх рівня у кінцевому продукті, призначеному для споживання людиною [12–15].

У США мідії є важливим продовольчим ресурсом, який оцінюється приблизно в \$ 50 млн на рік. Тому до їх якості та безпечності ставляться дуже відповідально. З метою моніторингу залишків пестицидів у воді та мідіях прибережної зони на території штату Вашингтон (США) були відібрані зразки мідій з п'яти заток цього штату та із затоки Тихого океану біля західних берегів Північної Америки, а також з гирла річки Колумбія. Зразки проаналізовані на наявність 45 біо-акумулюючих пестицидів. Було виявлено 20 різних пестицидів у цих зразках мідій, у тому

числі: ДДТ та його метаболіти – ДДД, ДДЕ в кількостях від 0,33 до 17 мг/кг та ПХБ, дільдрин, γ -ГХЦГ (ліндан) та ін. [16, 17].

Вчені узагальнили результати моніторингу пестицидів у морському середовищі та їх впливу на біологічні об'єкти. Загальновідомо, що концентрація ХОС інтенсивно підвищується по харчових ланках біологічних об'єктів у напрямку від нижчої ланки до вищої. Так, наприклад, якщо умовно взяти за 1 частину кількість ДДТ у мулі, то в рослинах (водорості) рівень цього пестициду буде в десять разів більшим, ніж у мулі, тобто у водоростях буде вже 10 умовних частин ДДТ, у дрібних морських організмах (рачки) акумулюватиметься 100 таких частин, у рибах – 1000 і в хижих рибах – 10 000 частин. Як видно з наведеного прикладу, в кожній наступній ланці харчового ланцюга вміст ДДТ збільшується у 10 разів, тобто проявляє кумулятивний ефект у харчовому ланцюгу. Така біоаккумуляція свідчить про велику потенційну небезпеку ДДТ для кожної наступної ланки харчового ланцюга, в тому числі і для людини [18, 19].

У США були проведені дослідження рівнів міграції пестицидів у харчових ланках біологічних об'єктів озера Мічиган. Встановлено, що рівні накопичення ДДТ з кожною наступною ланкою харчового ланцюга підвищувались. Так, донні відкладення містили 0,014 мг/кг ДДТ, креветки – 0,44 мг/кг, риби – 3,5, а жирова тканина чайок – 98,8 мг/кг [19].

Україна належить до морських держав і тому моніторингові дослідження як морської води, так і морської біоти на показники безпечності дуже важливі для вирішення екологічних та продовольчих питань. Ще у 80-х роках минулого сторіччя в СРСР вченими були зібрані дані про забруднення пестицидами навколишнього середовища та про міграцію цих речовин в наземних ландшафтах і підземних водах. Визначено, що рівні хлороорганічних пестицидів залежать від географічних, кліматичних та регіональних умов [20]. За даними українських вчених-гідрохіміків В.І. Пелешенка, В.К. Хільчевського і Л.М. Горєва, під час дослідження хімічної характеристики стоків річок України в Чорне та Азовське моря (Дністер, Південний та Західний Буг, Прут, Сіверський Донець та ін.) виявлено, що найбільш забруднені ХОС води річок Південного Бугу, Сіверського Дінця та річок Приазов'я. Це пояснюється тим, що на територіях Одеської, Миколаївської та Донецької областей у ґрунті в різних кількостях зустрічаються ДДТ і його метаболіти, а також ГХЦГ. Кількісним аналізом в ґрунтах виявлені стійкі ХОС, а саме ДДТ та його метаболіти, ГХЦГ, вміст яких коливається в межах 10^{-3} – 10^{-7} , що негативно впливає на підземні води, які є частиною гідросфери [21–23].

Екологічний стан навколишнього середовища Одеської області, однієї з найбільш великих в територіальному відношенні областей України, також незадовільний. За післявоєнний період, починаючи з 1949 до 1993 рр., на її території було використано для потреб сільського господарства більше 260 тис. т пестицидів. По середньорічному навантаженні цих речовин за 1960–1990 рр., а також за масою інсектицидів та гербіцидів (у діючій речовині) область займала третє місце після Вінницької та Кіровоградської. Це стало передумовою для широкого розповсюдження та циркуляції ХОС в навколишньому середовищі та підземних водах. З метою вивчення розповсюдження пестицидів геологічною службою України були досліджені ґрунт, донні відкладення (водоймища, пониззя Дунаю, в долинах річок Дністер та Великий Куяльник, Дністровського та інших лиманів), водотоки ґрунтових та артезіанських водоносних горизонтів Одеської області. В результаті досліджень було встановлено, що серед виявлених пестицидів значна частина представлена класом ХОС (ГХЦГ, ДДТ).

Так в донних відкладеннях Дністровського лиману з 45 досліджених проб ХОС виявлено в 41. Сума ГХЦГ виявлена в 53 % проб (0–7,260 мг/кг), ДДТ – 71 % (0–18,365 мг/кг) [22].

Погіршення стану довкілля Чорного моря, забруднення морської води в останні десятиріччя спричинило виснаження морських ресурсів, погіршило його естетичну та рекреаційну цінності та рівень життя населення. У зв'язку з цим, морські держави у 1992 р. підписали Конвенцію про захист Чорного моря від забруднення небезпечними хімічними сполуками (Бухарест, Румунія). Відповідно до статті VII цієї Конвенції, Договірним Сторонам "необхідно вжити всіх необхідних заходів для запобігання забрудненню морського середовища Чорного моря". Конвенція отримала подальший розвиток в Одесі у 1993 р. в політичному документі: «Декларація міністрів з охорони Чорного моря». У 1996 р. чорноморськими державами був підписаний стратегічний план дій з реабілітації та захисту Чорного моря (BSSAP). Згідно з цим планом Україна координує роботу

Консультативної групи по моніторингу забруднення морської води та розробку регіональних програм оцінки небезпечних контамінантів, у тому числі ХОС пестицидів, в Українській частині Чорного моря. Ці документи мають важливе значення, тому що всі країни зобов'язались відстежувати потенційно небезпечні хімічні сполуки у морській воді та запобігати появі їх у наднормових кількостях у морепродуктах. До цих досліджень Чорного моря повинні долучатись науковці та робити свій внесок в зберігання його ресурсів. Одним із ресурсів Чорного моря є мідії, які в токсикологічному плані вітчизняними вченими майже не вивчені. Проведений аналіз літератури дав змогу обґрунтувати актуальність наукових досліджень щодо вмісту хлорорганічних сполук як у морській воді, так і мідіях, щоб ефективно відстежувати зазначені токсиканти в первинній ланці харчового ланцюга виробництва цього морепродукту.

Висновки та перспективи подальших досліджень. 1. В Україні «Стратегічним планом дій з реабілітації та захисту Чорного моря» (BSSAP) передбачено здійснення моніторингу забруднення небезпечними сполуками морської води, в тому числі пестицидами, з тим щоб забезпечити екологічну та продовольчу безпеку. Одними з небезпечних контамінантів морської води є ХОС – ГХЦГ та ДДТ, які слід контролювати на регіональних рівнях.

2. На підставі узагальнених даних літератури, можна стверджувати, що рівень забруднення морської води хлорорганічними сполуками залежить від кількості їх потрапляння з стічними водами та з довкілля, а також від методів самоочищення води, одним з яких є перенесення небезпечних сполук в інші води з течією. Міграція пестицидів зумовлює нестабільність їх концентрації у морській воді та визначає необхідність постійного моніторингу за ними. Серед виявлених пестицидів у морській воді в Одеській області значна частина представлена таким класом хлорорганічних сполук як ГХЦГ та ДДТ.

3. Проведеним аналізом даних літератури встановлено, що концентрація хлорорганічних пестицидів у біологічних об'єктах моря підвищується в середньому у 10 разів у кожній наступній ланці харчового ланцюга: мул – водорості – морські рачки – риби у висхідному напрямку.

4. Одним із ресурсів морепродуктів національної акваторії Чорного моря є мідії, токсикологічна характеристика яких стосовно ХОС вітчизняними вченими майже не вивчена. Визначено, що серед морської біоти мідії належать до популяції найкращих природних біоіндикаторів. Результати досліджень біоконцентрації ХОС в мідіях є важливою інформацією для прогнозування їх рівня у кінцевому харчовому продукті з них, призначеному для споживання людиною. Підвищені концентрації ХОС в мідіях небезпечні для здоров'я людини.

5. Встановлена актуальність проведення наукових досліджень морської води та мідій на вміст ХОС з урахуванням впливу різних чинників для визначення критеріїв показників безпечності відносно ГХЦГ і ДДТ в мідіях та вдосконалення методів контролю їх виробництва в харчовому ланцюгу «від моря до столу».

Перспективою подальших досліджень буде визначення динаміки рівнів вмісту ХОС у мідіях на кожній з ланок харчового ланцюга «від моря до столу споживача» за дії різних природних та технологічних чинників. Об'єктом наших подальших досліджень будуть ГХЦГ, ДДТ, а предметом досліджень – вода Чорного моря Одеської області та мідії, виловлені в цьому регіоні. Результатом досліджень буде метод контролю рівнів пестицидів з використанням науково обґрунтованих критеріїв для ГХЦГ, ДДТ в ланках харчового ланцюга виробництва та обігу чорноморських мідій Одеського регіону.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ковбасенко В.М. Контроль якості і безпеки двостулкових молюсків-мідій / В.М. Ковбасенко, П.І. Мельник // Аграрний вісник Причорномор'я: зб. наук. праць Одес. держ. аграр. ун-ту. – Одеса, 2004. – Ч. 1. – С. 171–178.
2. Малинин О.А. Ветеринарна токсикологія: учеб. пособие / О.А. Малинин, Г.А. Хмельницький, А.Т. Куцан. – Корсунь-Шевченковский, 2002. – 464 с.
3. Melting glaciers: A probable source of DDT to the Antarctic marine ecosystem / H.N. Geisz, R.M. Dickhut, M.A. Cochran [et al.] // Environmental Science & Technology. – 2008. – Vol. 42. – P. 3958–3962.
4. Леонов А.В. Методы исследований параметров морской среды: учеб. пособие / А.В. Леонов, В.М. Пищальник, В.А. Мелкий. – М., 2010. – 150 с.
5. Содержание стойких хлорорганических пестицидов в донных отложениях Антарктических морей / [Усенко В.П., Митропольский А.Ю., Осокина Н.П., Наседкин Е.И.]. – М., 1999. – 53 с.
6. Art J. Washington State Pesticide Monitoring Program. Pesticides and PCBs in Marine Mussels / Art J., Dale D. // Publication. – 1995. – № 96. – P. 301.

7. PCDDs, PCDFs, PCBs and DDE in edible marine species from the Adriatic Sea / S. Bayarri, L.T. Baldassarri, N. Iacovella [et al.] // *Chemosphere*. – 2001. – Vol. 43. – P. 601–610.
8. Carvalho F.P. Monitoring of the Mediterranean sea pollution (MED POL) and data quality assurance / F.P. Carvalho, F.S. Civili // *Intern. J. Environ. Studies*. – 2001. – Vol. 38. – P. 139–158.
9. Coastal waters monitoring data: frequency distributions of the principal water quality variables / F. Giovanardi, M.G. Finoia, S. Russo [et al.] // *J. Limnol.* – Vol. 65 (2). – 2006. – P. 65–82.
10. Klavins M. Atmospheric and river input of PCBs, DDTs and HCHs to the Baltic Sea / M. Klavins, O. Roots, A. Zelechowska // *Ecological Studies*. – 2001. – Vol. 24, № 3. – P. 149–175.
11. Monitoring chemical contamination levels in the Mediterranean based on the use of mussel caging / B. Andral, J.Y. Stanisiere, D. Sauzade [et al.] // *Marine Pollut.* – 2004. – Bul. 49. – P. 704–712.
12. Comparison of organic contaminant levels in mussels *Mytilus galloprovincialis* from the Mediterranean coast of Spain collected in 1993 and 2001 / J. Campillo, M. Franco, F. Martinez, J. Benedico // *Rapport du Congress de la CIESM*. – 2004. – Vol. 37. – P. 177.
13. Carvalho F.P. Monitoring of the Mediterranean sea pollution (MED POL) and data quality assurance / F.P. Carvalho, F.S. Civili // *Intern. J. Environ. Studies*. – 2001. – № 38. – P. 139–158.
14. Burton J. The role of traditional and novel toxicity test methods in assessing stormwater and sediment contamination / J. Burton, R. Pitt, S. Clark // *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* – 2000. – Vol. 30. – P. 413–447.
15. Application of whole effluent toxicity test procedures to ambient water quality assessment / V. de Vlaming, V. Connor, C. DiGiorgio [et al.] // *Environ. Toxicol. Chem.* – 2000. – Vol. 19, is. 1. – P. 42–62.
16. Конвенція про запобігання забрудненню моря скидами відходів та інших матеріалів [Електронний ресурс]. – Режим доступу до документа <http://www.londonconvention.org>.
17. Ротарь М.Ф. Пестициды в геологической среде и некоторые последствия их применения в Украине / М.Ф. Ротарь, О.Г. Лиходедова. – М.; Одесса: ИНВАУ, 2007. – 5 с.
18. Современное состояние химического загрязнения северозападного шельфа Черного моря / И.Г. Орлова, Н.Е. Павленко, В.Н. Коморин, С.Б. Бондарь // *Экол. безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: сб. МГИ НАН Украины*. – Севастополь, 2001. – С. 139–153.

REFERENCES

1. Kovbasenko V.M. Kontrol' jakosti i bezpeky dvostulkovyh moljuskiv-midij / V.M. Kovbasenko, P.I. Mel'nyk // *Agrarnyj visnyk Prychornomor'ja: zb. nauk. prac' Odes. derzh. agrar. un-tu*. – Odesa, 2004. – Ch. 1. – S. 171–178.
2. Malinin O.A. Veterinarnaja toksikologija: ucheb. posobie / O.A. Malinin, G.A. Hmel'nickij, A.T. Kucan. – Korsun'-Shevchenkivskij, 2002. – 464 s.
3. Melting glaciers: A probable source of DDT to the Antarctic marine ecosystem / H.N. Geisz, R.M. Dickhut, M.A. Cochran [et al.] // *Environmental Science & Technology*. – 2008. – Vol. 42. – P. 3958–3962.
4. Leonov A.V. Metody issledovaniy parametrov morskoy sredy: ucheb. posobie / A.V. Leonov, V.M. Pishhal'nik, V.A. Melkij. – M., 2010. – 150 s.
5. Soderzhanie stojkih hlorganicheskikh pesticidov v donnyh otlozhenijah Antarkticheskikh morej / [Usenko V.P., Mitropol'skij A.Ju., Osokina N.P., Nasedkin E.I.]. – M., 1999. – 53 s.
6. Art J. Washington State Pesticide Monitoring Program. Pesticides and PCBs in Marine Mussels / Art J., Dale D. // *Publication*. – 1995. – № 96. – P. 301.
7. PCDDs, PCDFs, PCBs and DDE in edible marine species from the Adriatic Sea / S. Bayarri, L.T. Baldassarri, N. Iacovella [et al.] // *Chemosphere*. – 2001. – Vol. 43. – P. 601–610.
8. Carvalho F.P. Monitoring of the Mediterranean sea pollution (MED POL) and data quality assurance / F.P. Carvalho, F.S. Civili // *Intern. J. Environ. Studies*. – 2001. – Vol. 38. – P. 139–158.
9. Coastal waters monitoring data: frequency distributions of the principal water quality variables / F. Giovanardi, M.G. Finoia, S. Russo [et al.] // *J. Limnol.* – Vol. 65 (2). – 2006. – P. 65–82.
10. Klavins M. Atmospheric and river input of PCBs, DDTs and HCHs to the Baltic Sea / M. Klavins, O. Roots, A. Zelechowska // *Ecological Studies*. – 2001. – Vol. 24, № 3. – P. 149–175.
11. Monitoring chemical contamination levels in the Mediterranean based on the use of mussel caging / B. Andral, J.Y. Stanisiere, D. Sauzade [et al.] // *Marine Pollut.* – 2004. – Bul. 49. – P. 704–712.
12. Comparison of organic contaminant levels in mussels *Mytilus galloprovincialis* from the Mediterranean coast of Spain collected in 1993 and 2001 / J. Campillo, M. Franco, F. Martinez, J. Benedico // *Rapport du Congress de la CIESM*. – 2004. – Vol. 37. – P. 177.
13. Carvalho F.P. Monitoring of the Mediterranean sea pollution (MED POL) and data quality assurance / F.P. Carvalho, F.S. Civili // *Intern. J. Environ. Studies*. – 2001. – № 38. – P. 139–158.
14. Burton J. The role of traditional and novel toxicity test methods in assessing stormwater and sediment contamination / J. Burton, R. Pitt, S. Clark // *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* – 2000. – Vol. 30. – P. 413–447.
15. Application of whole effluent toxicity test procedures to ambient water quality assessment / V. de Vlaming, V. Connor, C. DiGiorgio [et al.] // *Environ. Toxicol. Chem.* – 2000. – Vol. 19, is. 1. – P. 42–62.
16. Конвенція про запобігання забрудненню моря скиданнями відходів та інших матеріалів [Електронний ресурс]. – Режим доступу до документа <http://www.londonconvention.org>.
17. Rotar' M.F. Pesticidy v geologicheskoy среде i nekotorye posledstvija ih primeneniya v Ukraine / M.F. Rotar', O.G. Lihodedova. – M.; Одесса: ИНВАУ, 2007. – 5 с.
18. Sovremennoe sostojanie himicheskogo zagrjaznenija severozapadnogo shel'fa Chernogo morja / I.G. Orlova, N.E. Pavlenko, V.N. Komorin, S.B. Bondar' // *Jekol. bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon i kompleksnoe ispol'zovanie resursov shel'fa: sb. MGI NAN Ukrainy*. – Sevastopol', 2001. – S. 139–153.

Загрязнение морской воды ХОС – важная составляющая для контроля первичного звена пищевой цепи производства мидий

В.В. Касянчук, И.А. Фодченко

В статье представлены результаты анализа научной литературы относительно исследований морской воды на содержание в ней хлороорганических соединений (ХОС), источников их поступления, а также влияние этих пестицидов на морскую биоту и морепродукты. Установлено, что накопление ХОС в морской воде отмечается повсеместно во всех морских странах мира. Среди пестицидов, выявленных в морской воде в прибрежных зонах Одесской области преобладают ГХЦГ и ДДТ.

Данные литературы свидетельствуют, что уровни ДДТ в цепи ил–водоросли–морские рачки–рыбы в каждом последующем звене увеличиваются в среднем в 10 раз. Изучение взаимосвязи между загрязнением морской воды ХОС и уровнем этих токсикантов в мидиях является важным инструментом для осуществления контроля за их безопасностью во всех звеньях вдоль пищевой цепи «от моря к столу».

Ключевые слова: морская вода, морская биота, ХОС, ДДТ, ГХЦГ, пищевая цепь, мидии.

Надійшла 06.04.2015 р.