

**БІОТЕСТУВАННЯ НАФТОВИХ СОРБЕНТІВ НА ОСНОВІ ВІДХОДІВ
ПОЛІМЕРІВ****О. С. МАЛИШЕВСЬКА**, кандидат технічних наук*Івано-Франківський національний медичний університет*

E-mail: o16r02@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.03.002>

Анотація. *Актуальність.* Вирішено дві екологічно небезпечні проблеми - забруднення води нафтопродуктами та зростання полімерної упаковки в частці побутових відходів.

Мета - біотестування зміни забрудненого нафтою середовища під час очищення в модельних умовах із застосуванням у якості біоремедіантів полімерних гідрофобних сорбентів із сировини, що вилучена з твердих побутових відходів. *Задачі:* встановити біологічну та токсикологічну безпеку використання вторинної полімерної сировини із відходів упаковки, як сорбентів нафти; дослідити безпечність використання екологічно безпечних ПАР із поширеної в Україні рослинної сировини для збільшення вилучення нафтопродуктів із води.

Методи та методики: токсикологічні – визначення токсичності води на *Daphnia magna* гострої за ДСТУ 4173:2003 (ISO 6341:1996, MOD) та хронічної за ДСТУ 4166:2003 (ISO 10706:2000, MOD), фотометричний метод визначення кількості нафти у воді за ГОСТ 17.1.4.01-80.

*Результатами досліджень встановлено ефективність застосування гідрофобних полімерних сорбентів виготовлених із вторинної полімерної сировини вилученої з ТПВ у воді забрудненій нафтопродуктами із забезпеченням їх локалізації-сорбцією. Показники смертності дафнії в усіх зразках із сорбентами вже на початку експерименту виявилися значно нижчими, ніж у контролі, тому що основна маса забруднювач адсорбувалася на поверхні гідрофобних сорбентів. Після закінчення експерименту найкращий результат за кількістю життєздатних дафній відзначений у разку сорбента із поліпропілену поверхня якого вкрита ПАР екстрагованої з Мильнянки лікарської (*Saponaria officinalis* L). У цьому зразку смертність тест-культури 23 %, що менше на 32 % в порівнянні з контролем – 72 %.*

Висновки. Сорбційний матеріал на основі полімерної вторинної сировини не чинив токсичного впливу на *Daphnia magna* у процесі очищення води від вуглеводнів. Він є перспективним у якості основи для біоремедіантів і для подальшого застосування в процесах очищення водних об'єктів від розчинених та розлитих нафтопродуктів. Потребують подальших поглиблених токсикологічних досліджень сорбенти на основі ПВХ, хоча їх вплив не вийшов за межі допустимого та необхідним є дослідження їх поведінки під впливом зміни температур та реакції інших тест-організмів.

Ключові слова: біотестування, *Daphnia magna*, токсикологічні дослідження, нафтові сорбенти, очищення води від нафти, переробка полімерів, сорбенти з полімерів

Малишевська О. С.

Актуальність. У даний час ефективним методом оцінки потенційної небезпеки хімічного, фізичного або біологічного впливів на екосистему вважається біотестування. Біотестування здійснюється експериментально з використанням, як правило, стандартизованих лабораторних тест-систем, за допомогою реєстрації змін біологічно важливих показників (тест-реакцій) під впливом досліджуваних проб. У подальшому оцінюється стан біологічних систем відповідно до обраних критеріїв токсичності. Для води розглядаються різні сфери методологічного підходу біотестування і контролю: природоохоронна, господарська, санітарно епідеміологічна. Про актуальність цієї проблематики свідчить динаміка публікацій присвячених дослідженням в сфері біологічного контролю, що відображаються в реферативно-бібліографічній базі даних Інституту наукової інформації США (ISI) Web of Science (<http://isiknowledge.com/>).

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. Цілі біотестування різні в різних сферах застосування [1, 2]. Біотести проводяться для визначення загальної токсичності, мутагенності і канцерогенності. Вплив у тест-системі вимірюється за допомогою імітації можливих шляхів надходження шкідливої речовини в організм, тому основними тест-

об'єктами є водні середовища. В якості біологічно чутливих сенсорів виступають гідробіонти: найпростіші, водорості, ракоподібні, молюски, риби та ін. Вивчення токсичності твердих компонентів довкілля (грунтів, донних опадів, грунтів, відходів і т.ін.) вважають опосередкованим способом впливу на біосенсиори [3]. У цьому випадку використовують водні витяжки або порові води вказаних середовищ.

Необхідність діагностики якості водних середовищ за біотичними показниками обґрунтована тісною взаємозалежністю «віддаленого» і «біологічного» начал. Біотичні показники можуть дати інформацію про трансформацію екосистеми, про стан організмів і ступеня прийнятності впливів для збереження різноманітності форм життя і їх збалансованого розвитку [3,4]. Це особливо важливо за розробки нових природоохоронних технологій, спрямованих на відновлення і ремедіацію порушених (забруднених) об'єктів з використанням нетрадиційних біоремедіантів (матеріалів, які є основою засобів захисту і рекультивациі).

Біоремедіантами можуть вважатися і біосорбенти, а також матеріали, які служать основою або містять, в тому числі, біологічний (органічний) компонент. Створення таких біоремедіантів досить актуально, так як дозволяє вирішити низку екологічних проблем. По-

Малишевська О. С.

перше, отримати нові композиції, що володіють хорошими меліоруючими, удобрюючими або сорбційними властивостями, для використання на порушених ґрунтах і забруднених водних об'єктах, які потребують реабілітації, по-друге, вирішується проблема утилізації відходів. Однак є певна небезпека негативних наслідків застосування нетрадиційних біоремедіантів. У результаті взаємодії компонентів, створені композиції, крім позитивних властивостей, нерідко набувають небажаних властивостей, зокрема - токсичних. Також підвищується можливий ризик вторинного забруднення під час внесення біоремедіантів, які створені на основі недостатньо знешкоджених промислових відходів, які входять до складу розроблених матеріалів, або якщо в технології отримання нових матеріалів застосовують хімічні агенти. Тому в процесі використання нових матеріалів і біоремедіантів необхідно забезпечити екологічну безпеку для навколишнього природного середовища і провести необхідні дослідження, котрі встановлять ступінь їх безпеки [2,5].

Відомо, що для очищення водних об'єктів від нафтових вуглеводнів (локалізація і/або вилучення з водної поверхні забруднювача) широко застосовуються різні сорбенти. Гідрологічні та кліматичні особливості регіону та економічні чинники (витрата сорбенту для

локалізації забруднення та його вартість) визначають переваги і недоліки способів біоремедіації. Під час біоремедіації забруднених нафтою водних об'єктів за умов знижених температур та за значних швидкостей водного потоку (гірські водотоки) виникають значні труднощі і традиційні підходи й сорбенти не завжди можуть бути застосовані [6,7]. Тому необхідною є розробка нових нетрадиційних сорбентів. Водночас, екологічно доцільним є використання багатотонних відходів пакувальних полімерних матеріалів вилучених із твердих побутових відходів, які біологічно та хімічно інертні, володіють унікальними сорбційними властивостями та придатні для багаторазового використання [8].

Мета та задачі дослідження.

Мета даної роботи – біотестування зміни забрудненого нафтою середовища під час очищення в модельних умовах із застосуванням в якості біоремедіантів полімерних гідрофобних сорбентів із сировини, що вилучена з твердих побутових відходів.

Для досягнення поставленої мети було вирішено наступні задачі:

1. Встановити біологічну та токсикологічну безпеку використання вторинної полімерної сировини із відходів упаковки, як сорбентів нафти.
2. Дослідити безпечність використання екологічно безпечних ПАР з поширеної в Україні рослинної

Малишевська О. С.

сировини для збільшення вилучення нафтопродуктів із води.

Матеріали і методи дослідження. Вибрані стандартні тест-об'єкти, на яких зазвичай проводяться досліди з визначення токсичності води – це переважно гіллястовусі ракоподібних *Daphnia magna*, які відрізняються досить високою чутливістю до токсикантів. Для них проведено дослідження з гострої ДСТУ 4173:2003, що відповідає міжнародному стандарту ISO 6341:1996, MOD та хронічної ДСТУ 4166:2003 (ISO 10706:2000, MOD) токсичності хімічних речовин та води [9,10].

Біотестування провели на основі кількості активних та іммобілізованих *Daphnia magna* для визначення гострої (на 3-тю добу) та довготривалої хронічної (на 24-ту добу) токсичності. Використали молодих дафній віком до 24 год. У скляні посудини наливали по 500 мл досліджуваних розчинів та поміщали по 20 екз. молодих дафній. Повторність дослідів – триразова. Тривалість експозиції за оптимальних умов (за сталої температури $20 \pm 2^\circ\text{C}$) складала 96 год для встановлення гострої токсичності та 24 доби для хронічного експерименту. Облік дафній, що вижили, проводили через 24, 48, 96 год та через 24 доби. Тест-система вважалася гостротоксичною, якщо загибель тест-організмів за 96 годин становила 50 % і більше. Методика базувалась на встановленні

різниці між кількістю загиблих дафній в аналізованій тест-системі (зразку) і у контролі. Критерієм гострої летальної токсичності у досліді є загибель 50% дафній і більше протягом 96 год.

Індекс токсичності досліджуваних зразків розраховували за формулою [9]:

$$I_T = ((I_k - I_0)/I_k) \times 100 \%$$

де I_T — індекс токсичності, %; I_k — кількість активних дафній в контрольному зразку; I_0 — кількість активних дафній у досліджуваному зразку. Індекс токсичності не повинен перевищувати 50% незалежно від тест-об'єктів, що використовуються []. Якщо ж його значення більше за 50 %, то рівень забруднення вважаються небезпечними для водного середовища. Відносну кількість дафній, що дали потомство, та іммобілізованих, у тому числі загиблих особин визначали, враховуючи загальну чисельність організмів у кожній групі за їх формування ($n = 20$).

Основу гідрофобного полімерного сорбенту становили вторинні полімери вилучені з твердих побутових відходів (ПЕТФ, ПВХ, ПЕ, ПП), що пройшли механічну переробку зі стадією механічної активації поверхня яких вкрита гідрофобізуючою рослинною поверхнево-активною речовиною (ПАР) екстрагованою із Мильнянки лікарської (*Saponaria officinalis L*) та плодів Кінського каштана звичайного

Малишевська О. С.

(*Aesculus hippocastanum*).

Оброблений полімерний сорбент володіє високим нафтопоглинанням, олеофільний, плавучий та здатний до багаторазової регенерації [мої статті]. Випробування сорбенту в лабораторних умовах проводили протягом 24 діб з використанням водо-нафтової з шлаконакопичувача вилученої в результаті аварійного витoku нафти з нафтогону в річку Прут. Гігієнічну оцінку сорбційних властивостей адсорбентів, із механічно перероблених і активованих відходів полімерів різних видів із поверхнею вкритою ПАР та без неї, для вилучення нафтопродуктів розчинених у воді провели фотометричним методом за методикою відповідно до ГОСТ 17.1.4.01-80 [11] фотоколориметром КФК – 2. Вихідна концентрація нафти у досліджуваній суміші складала 3,36 мг/дм³. Чисельність трофічних груп мікроорганізмів [12]. Оцінку токсичного впливу забруднення нафтою водного середовища в усіх варіантах досліду провели шляхом дослідження гострої токсичності на тест-об'єкті *Daphnia magna Straus* [9].

Результати досліджень та їх обговорення. Основним показником ефективності очищення забрудненого нафтопродуктами водного середовища сорбентами є зниження вмісту розчиненої нафти у воді, що пов'язане з процесами сорбції-десорбції. З огляду на те, що був використаний волокнистий

полімерний сорбент, поверхня якого оброблена для гідрофобізації рослинною ПАР, дослідження полягала у визначенні показника смертності тест-культури з оцінкою ступеня токсичності, ефективності застосовуваного сорбенту і зміни концентрації розчиненої нафти в водному середовищі. Результати спостереження представлені в таблиці 1.

Проведені дослідження показали ефективність застосування гідрофобних полімерних сорбентів виготовлених із вторинної полімерної сировини вилученої з ТПВ у воді забрудненій нафтопродуктами із забезпеченням їх локалізації-сорбцією. Показники смертності дафнії в усіх зразках із сорбентами вже на початку експерименту виявилися значно нижчими, ніж в контролі, тому що основна маса забруднювач адсорбувалася на поверхні гідрофобних сорбентів. Після закінчення експерименту найкращий результат за кількістю життєздатних дафній відзначений у разку сорбента із поліпропілену поверхня якого вкрита ПАР екстрагованої з Мильнянки лікарської (*Saponaria officinalis L*). У цьому зразку смертність тест-культури 23 %, що менше на 32 % в порівнянні з контролем – 72 %.

В усіх проаналізованих зразках сорбенти не спричиняють гострої та хронічної токсичної дії на *Daphnia magna* та негативно не впливають на

Малишевська О. С.

групи мікроорганізмів гетерофагів і їх очищення води від розчинених сміло можна рекомендувати до нафтопродуктів. застосування в якості сорденту для

1. Зміна показників токсичності водного середовища та концентрації нафти в водо-нафтовій суміші в залежності від виду сорбента та часу

Назва зразка	Вміст нафто-прордуктів, мг / дм ³		Кількість мікроорганізмів в гетерофагів, тис. КОЕ / мл		Летальність Дафній, % / токсичність середовища (+/-)	
	3 доби	24 доби	3 доби	24 доби	3 доби	24 доби
Умовно-чисте водне середовище	<u>0,005</u> ±0,002	<u>0,005</u> ±0,002	<u>0,73</u> ± 0,23	<u>1,08</u> ± 0,34	<u>0</u> (-)	<u>0</u> (-)
контроль - водо-нафтова емульсія	<u>3,36</u> ±0,23	<u>3,27</u> ±0,16	<u>0,24</u> ± 0,15	<u>2,93</u> ± 0,23	<u>72</u> (+)	<u>87</u> (+)
Водо-нафтова емульсія +ПАР1	<u>2,27</u> ±0,14	<u>2,14</u> ±0,16	<u>0,37</u> ± 0,17	<u>3,76</u> ± 0,22	<u>54</u> (+)	<u>4</u> (-)
Водо-нафтова емульсія +ПАР2	<u>2,88</u> ±0,19	<u>2,54</u> ±0,16	<u>0,35</u> ± 0,14	<u>3,27</u> ± 0,18	<u>57</u> (+)	<u>8</u> (-)
№2. Водо-нафтова емульсія + Сорбент ПЕТФ	<u>1,05</u> ±0,018	<u>0,757</u> ±0,006	<u>0,42</u> ± 0,13	<u>3,51</u> ± 0,24	<u>38</u> (-)	<u>6</u> (-)
№3. Водо-нафтова емульсія + Сорбент ПЕТФ +ПАР1	<u>0,682</u> ±0,01	<u>0,26</u> ±0,016	<u>0,51</u> ± 0,17	<u>3,46</u> ± 0,2	<u>28</u> (-)	<u>0</u> (-)
№4. Водо-нафтова емульсія + Сорбент ПЕТФ +ПАР2	<u>1,4965</u> ±0,005	<u>0,667</u> ±0,006	<u>0,38</u> ± 0,24	<u>3,84</u> ± 0,32	<u>34</u> (-)	<u>0</u> (-)
№5. Водо-нафтова емульсія + Сорбент ПЕ	<u>1,0735</u> ±0,007	<u>0,777</u> ±0,01	<u>0,37</u> ± 0,12	<u>3,42</u> ± 0,26	<u>45</u> (-)	<u>0</u> (-)
№6. Водо-нафтова емульсія + Сорбент ПЕ +ПАР1	<u>0,681</u> ±0,016	<u>0,27</u> ±0,005	<u>0,48</u> ± 0,27	<u>3,27</u> ± 0,12	<u>27</u> (-)	<u>0</u> (-)
№7. Водо-нафтова емульсія + Сорбент ПЕ +ПАР2	<u>1,577</u> ±0,03	<u>0,682</u> ±0,008	<u>0,35</u> ± 0,13	<u>3,63</u> ± 0,17	<u>41</u> (-)	<u>0</u> (-)
№8. Водо-нафтова емульсія + Сорбент ПП	<u>0,934</u> ±0,005	<u>0,675</u> ±0,002	<u>0,44</u> ± 0,16	<u>3,18</u> ± 0,19	<u>43</u> (-)	<u>0</u> (-)
№9. Водо-нафтова емульсія + Сорбент ПП +ПАР №1	<u>0,598</u> ±0,008	<u>0,236</u> ±0,007	<u>0,54</u> ± 0,11	<u>3,71</u> ± 0,14	<u>23</u> (-)	<u>0</u> (-)
№10. Водо-нафтова емульсія + Сорбент (ПП +ПЕ) ПАР №2	<u>1,390</u> ±0,01	<u>0,621</u> ±0,002	<u>0,38</u> ± 0,12	<u>3,37</u> ± 0,17	<u>34</u> (-)	<u>0</u> (-)
№11. Водо-нафтова емульсія + Сорбент (ПВХ)	<u>0,891</u> ±0,01	<u>0,6495</u> ±0,003	<u>0,42</u> ± 0,24	<u>2,85</u> ± 0,12	<u>47</u> (-)	<u>8</u> (-)
Водо-нафтова емульсія + Сорбент (ПВХ) +ПАР №1	<u>0,544</u> ±0,03	<u>0,226</u> ±0,005	<u>0,49</u> ± 0,16	<u>3,04</u> ± 0,26	<u>37</u> (-)	<u>3</u> (-)
№10. Водо-нафтова емульсія + Сорбент ПВХ+ПАР №2	<u>1,298</u> ±0,02	<u>0,557</u> ±0,004	<u>0,34</u> ± 0,3	<u>2,86</u> ± 0,4	<u>41</u> (-)	<u>6</u> (-)

Примітка: (-) – не має токсичної дії; (+) – спричиняє токсичну дію

Висновки та перспективи подальших досліджень.

Малишевська О. С.

Дослідженнями впливу на водні екосистеми та токсичного ефекту розроблених нафтових сорбентів на *Daphnia magna* Straus встановлено ефективність застосування гідрофобного полімерного сорбенту в воді, забрудненій нафтопродуктами, із забезпеченням їх локалізації-сорбції. Показники смертності дафнії в усіх досліджених зразках сорбентів крім сорбенту з ПВХ-відходів виявилися значно нижче, ніж в контролі, тому що основна маса забруднювача адсорбувалась у полімерному сорбенті.

Біотестування показало, що сорбційний матеріал на основі

полімерної вторинної сировини не чинив токсичного впливу в процесі очищення води від вуглеводнів. Тому можна вважати його перспективним в якості основи для біоремедіантів і для подальшого застосування в процесах очищення водних об'єктів від розчинених та розлитих нафтопродуктів.

Однак потребують подальших більш поглиблених токсикологічних досліджень сорбенти на основі ПВХ, хоча їх вплив не вийшов за межі допустимого та необхідним є дослідження їх поведінки під впливом зміни температур та реакції інших тест-організмів.

Список використаних джерел

1. Mapelli F., Scoma A., Michoud G., Aulenta F., Boon N., Borin S., Kalogerakis N., Daffonchio D. Biotechnologies for marine oil spill cleanup: indissoluble ties with microorganisms. *Trends Biotechnol.* 2017. V. 35(9):860–870.
2. Bovio E., Giorgio G., Prigione V., Spina F., Denaro R., Yakimov M. The culturable mycobiota of a Mediterranean marine site after an oil spill: isolation, identification and potential application in bioremediation. *Sci Total Environ.* 2017. V. 576:310–318.
3. Baniasadi M., Mousavi S.M. (2018) A Comprehensive Review on the Bioremediation of Oil Spills. In: Kumar V., Kumar M., Prasad R. (eds) *Microbial Action on Hydrocarbons.* Springer, Singapore. 2018. p. 267.
4. Montagnolli R. N., Matos Lopes P. R., Dino Bidoia E. Assessing Bacillus subtilis biosurfactant effects on the biodegradation of petroleum products. *Environ Monit Assess.* 2015. V. 187(1):4116.
5. Das D., Baruah R., Roy A. S., Singh A. K., Boruah H. PD., Kalita J, Bora T. C. Complete genome sequence analysis of

Pseudomonas aeruginosa N002 reveals its genetic adaptation for crude oil degradation. *Genom.* 2015. V. 105(3):182–190.

6. Ayed H. B., Jemil N., Maalej H., Bayouhd A., Hmidet N., Nasri M. Enhancement of Solubilization and biodegradation of diesel oil by biosurfactant from Bacillus Amyloliquefaciens An6. *Int Biodeter Biodegr.* 2015. V. 99:8–14.

7. Jafarinejad S. Oil-spill response. Petroleum waste treatment and pollution control. *Elsevier, Oxford*, 2017. pp 117–148.

8. Малишевська О.С. Еколого-гігієнічна оцінка сорбентів із перероблених полімерних відходів. *НУБіП, серія біологія, біотехнологія, екологія.* Київ, 2020. № 4 (86). С. 28-40.

9. Якість води. Визначання гострої летальної токсичності на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) : ДСТУ 4173:2003. [Чинний від 01.07.2004]. Офіц. вид. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. –22 с.

10. Якість води. Визначання хронічної токсичності хімічних речовин та води на *Daphnia Magna* Straus і *Ceriodaphnia Affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) : ДСТУ 4166:2003 (ISO 10706:2000, MOD).

Малишевська О. С.

[Чинний від 01.07.2004]. Офіц. вид. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 22 с.

11. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах : ГОСТ 17.1.4.01-80. Офіц. вид. Москва : Госстандарт СССР, 1980. 8 с.

12. Градова Н. Б., Бабусенко Е. С., Горнова И. Б., Гусарова Н. А. Лабораторный практикум по общей микробиологии. М., 1999. 130 с

References

1. Mapelli F., Scoma A., Michoud G., Aulenta F., Boon N., Borin S., Kalogerakis N., Daffonchio D. (2017). Biotechnologies for marine oil spill cleanup: indissoluble ties with microorganisms. *Trends Biotechnol.* V. 35(9):860–870.

2. Bovio E., Giorgio G., Prigione V., Spina F., Denaro R., Yakimov M. (2017). The culturable mycobiota of a Mediterranean marine site after an oil spill: isolation, identification and potential application in bioremediation. *Sci Total Environ.* V. 576:310–318

3. Baniyadi M., Mousavi S.M. (2018) A Comprehensive Review on the Bioremediation of Oil Spills. In: Kumar V., Kumar M., Prasad R. (eds) *Microbial Action on Hydrocarbons.* Springer, Singapore. p. 267.

4. Montagnoli R. N., Matos Lopes P. R., Dino Bidoia E. (2015). Assessing *Bacillus subtilis* biosurfactant effects on the biodegradation of petroleum products. *Environ Monit Assess.* V. 187(1):4116

5. Das D., Baruah R., Roy A. S., Singh A. K., Boruah H. PD., Kalita J, Bora T. C. (2015). Complete genome sequence analysis of *Pseudomonas aeruginosa* N002 reveals its genetic adaptation for crude oil degradation.

Genom. V. 105(3):182–190

6. Ayed H. B., Jemil N., Maalej H., Bayouhd A., Hmidet N., Nasri M. (2015). Enhancement of Solubilization and biodegradation of diesel oil by biosurfactant from *Bacillus Amyloliquefaciens* An6. *Int Biodeter Biodegr.* V. 99:8–14.

7. Jafarinejad S. (2017). Oil-spill response. *Petroleum waste treatment and pollution control.* Elsevier, Oxford, pp 117–148.

8. Malyshevska O. S. (2020). Ecological and hygienic evaluation of sorbents recycled plastic waste. Scientific reports of NULES of Ukraine № 4 (86). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.04.006>

9. (2004). Yakist vody. Vyznachannia hostroi letalnoi toksychnosti na *Daphnia magna* Straus ta *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea): DSTU 4173:2003. [Chynnyi vid 01.07.2004]. Ofits. vyd. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 22 p.

10. (2004). Yakist vody. Vyznachannia khronichnoi toksychnosti khimichnykh rehovyn ta vody na *Daphnia Magna* Straus i *Ceriodaphnia Affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea): DSTU 4166:2003 (ISO 10706:2000, MOD). [Chynnyi vid 01.07.2004]. Ofits. vyd. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 22 p. (1980).

11. Nature protection. Hydrosphere. General requirements for methods of determination petroleum products content in natural and waste waters: GOST 17.1.4.01-80. Official publication. Moscow: Gosstandart SSSR, 8 p.

12. Gradova N. B., Babusenko E. S., Gornova I. B., Gusarova N. A. (1999). *Laboratoryiy praktikum po obschey mikrobiologii.* М., 130 p.

BIOTESTING OF PETROLEUM SORBENTS ON THE BASIS OF POLYMER WASTE

O.S. Malyshevska

Abstract. *Introduction.* Two ecologically dangerous problems have been solved - water pollution by oil products and the growth of polymer packaging in the share of household waste.

The goal to biotest the change of oil-contaminated environment during purification in model conditions with the use of polymer hydrophobic sorbents from raw materials extracted from solid household waste as bioremediators. Objectives: to

Малишевська О. С.

establish the biological and toxicological safety of the use of secondary polymer raw materials from packaging waste as oil sorbents; to investigate the safety of using environmentally friendly surfactants from vegetable raw materials common in Ukraine to increase the extraction of petroleum products from water.

*Methods and techniques: toxicological - determination of water toxicity on *Daphnia magna* acute according to ISO 6341: 1996, MOD and chronic according to ISO 10706: 2000, MOD, photometric method for determining the amount of oil in water according to GOST 17.1.4.01-80.*

*Results. The mortality rates of daphnia in all samples with sorbents at the beginning of the experiment were much lower than in the control, because the bulk of the contaminant was adsorbed on the surface of hydrophobic sorbents. At the end of the experiment, the best result in terms of the number of viable daphnia was observed in the cut of a sorbent made of polypropylene, the surface of which is covered with surfactants extracted from Milnyanka medicinal (*Saponaria officinalis* L). In this sample, the mortality of the test culture is 23%, which is 32% less than the control - 72%.*

*Conclusions. Sorption material based on polymeric secondary raw materials did not have a toxic effect on *Daphnia magna* in the process of purification of water from hydrocarbons and was effective in purification of water-oil mixture from oil (92.4%). Require further in-depth toxicological studies of PVC-based sorbents under the influence of changes in temperature and the reaction of other test organisms.*

Key words: *biotesting, *Daphnia magna*, toxicological researches, oil sorbents, purification of water from oil, processing of polymers, sorbents from polymers*

БИОТЕСТИРОВАНИЕ НЕФТЯНЫХ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПОЛИМЕРОВ О. С. Малишевская

Аннотация. *Актуальность. Решены две экологически опасные проблемы - загрязнение воды нефтепродуктами и роста полимерной упаковки в части бытовых отходов.*

Цель – биотестирование изменения загрязненной нефтью среды во время очистки в модельных условиях с применением в качестве биоремедиантов полимерных гидрофобных сорбентов из сырья, изъятых из твердых бытовых отходов. Задачи: установить биологическую и токсикологическую безопасность использования полимерного сырья из отходов упаковки, как сорбентов нефти; исследовать безопасность использования экологически безопасных ПАВ с распространенного в Украине растительного сырья для увеличения извлечения нефтепродуктов из воды.

*Методы и методики: токсикологические - определение токсичности воды на *Daphnia magna* острой по ГОСТ 4173: 2003 (ISO 6341: 1996, MOD) и хронической по ГОСТ 4166: 2003 (ISO 10706: 2000, MOD), фотометрический метод определения количества нефти в воде с ГОСТ 17.1.4.01-80.*

Результаты исследований показали, что смертности дафнии во всех образцах с сорбентами уже в начале эксперимента оказались значительно ниже,

Малишевська О. С.

чем в контроле, так как основная масса загрязнителя адсорбировалась на поверхности гидрофобных сорбентов. После окончания эксперимента лучший результат по количеству жизнеспособных дафний отмечен у волокон сорбента из полипропилена поверхность которого покрыта ПАВ экстрагированной из мыльнянки лекарственной (*Saponaria officinalis* L). В этом образце смертность тест-культуры 23%, что меньше на 32% по сравнению с контролем - 72%.

Выводы. Сорбционный материал на основе полимерного вторичного сырья не оказывал токсического воздействия на *Daphnia magna* в процессе очистки воды от углеводов и был эффективным в очистке водо- нефтяной смеси от нефти (92,4%). Требуется дальнейших более углубленных токсикологических исследований сорбенты на основе ПВХ под влиянием изменения температур и реакции других тест-организмов.

Ключевые слова: биотестирование, *Daphnia magna*, токсикологические исследования, нефтяные сорбенты, очистки воды от нефти, переработка полимеров, сорбенты из полимеров