

ВПЛИВ МОРФОЛОГІЧНОГО СКЛАДУ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ НА ВИДОВУ СТРУКТУРУ МІКРОБІОЦЕНОЗІВ, ЩО ФОРМУЮТЬСЯ В ТІЛАХ ПОЛІГОНІВ

О.В. Кравченко, І.В. Сатін, Л.В. Шевченко, О.С. Панченко*

Державне підприємство “Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства”, Київ, Україна

*Corresponding author: elena.panchenko.92@gmail.com

Received 6 September 2018; Accepted 24 September 2018

Проблематика. У переважній більшості населених пунктів України тверді побутові відходи (ТПВ) складаються на полігонах, а в невеликих містах і селищах – навіть на стихійних звалищах. За оцінками експертів, у країні щороку близько 10 млн т ТПВ розміщується на понад 5500 полігонах додатково. У розвинених країнах світу ця проблема вирішується через роздільне збирання та переробку відходів. Відповідно до Закону України “Про відходи” з 1 січня 2019 р. розміщення ТПВ на полігонах без попереднього сортування буде заборонено, проте навіть у випадку виконання цієї вимоги на практиці проблема відновлення і рекультивації вже існуючих полігонів залишатиметься актуальною протягом тривалого часу.

Мета. Метою дослідження є вивчення залежності між фракційним складом ТПВ та особливостями розвитку різних груп мікроорганізмів у тілі полігонів, а також кількісна оцінка співвідношення цих груп для полігонів деяких населених пунктів України.

Методика реалізації. Дослідження морфологічного складу твердих побутових відходів проводились на господарській ділянці полігону ТПВ м. Хмельницький та на території полігону ТПВ м. Кривий Ріг у районі шахти “Валявко-Південна”. Дослідження в м. Хмельницький здійснювались протягом 4 сезонів (2017 р.), у м. Кривий Ріг – лише в літній період (2016 р.). При цьому тривалість польових досліджень за один сезон становила не менше 4–6 днів до досягнення репрезентативної вибірки даних.

Результати. Результати проведених досліджень свідчать про залежність між складом органічної фракції ТПВ і складом мікробіоценозу полігонів: за високого відсотка біодоступної фракції у складі мікробіоценозу переважають бактерії р. *Bacillus* ($46 \pm 2\%$ – для м. Хмельницький та $42 \pm 1\%$ – для м. Кривий Ріг), родів *Micrococcus*, *Sarcina* ($25 \pm 2\%$ і $35 \pm 2\%$ відповідно). Крім того, присутні аеробні бактерії р. *Pseudomonas* – $8 \pm 1\%$ і $10 \pm 2\%$ відповідно.

Висновки. Зроблено висновки щодо перспективності подальшого дослідження математичного моделювання розвитку мікробіоценозів у тілі полігонів із застосуванням моделей, які описують розвиток активного мулу залежно від складу стічних вод, зокрема модифікованої моделі IAWQ ASM-2.

Ключові слова: мікробіоценози полігонів твердих побутових відходів; органічні відходи; морфологічний склад твердих побутових відходів; модифікована модель IAWQ ASM-2.

Вступ

У розвинених країнах світу проблема поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) в основному вирішується через їх роздільне збирання та переробку, в той час як в Україні у переважній більшості населених пунктів ТПВ складаються на полігонах, а в невеликих містах і селищах – на стихійних звалищах. За оцінками експертів, щороку в нашій країні близько 10 млн т ТПВ розміщується додатково на понад 5500 полігонах [1, 2].

Відповідно до Закону України “Про відходи” з 1 січня 2019 р. передбачено заборону розміщення ТПВ на полігонах без попереднього сортування. Проте навіть у випадку практичної реалізації цього положення проблема

відновлення і рекультивації вже існуючих полігонів залишатиметься актуальною протягом тривалого часу.

Роль біологічних процесів, що відбуваються в підземних шарах полігону, в деградації органічних сполук відома давно [3], але існуючі методи інтенсифікації біорозкладання органічних речовин у тілі полігонів, за результатами наших спостережень, не завжди виявляються достатньо ефективними.

Це пов'язано з тим, що застосовані для цих цілей біопрепарати зазвичай є монокомпонентними [4], рідше – бікомпонентними сумішами [4], а мікробіоценози, які утворюються в тілі полігонів ТПВ, переважно полікомпонентні. Практичний досвід інтенсифікації інших екобіотехнологічних процесів

свідчить, що оптимальним з точки зору швидкості та глибини розкладання органічної складової забруднювачів у переважній більшості випадків є сукупність мікроорганізмів, близьких до природного мікробіоценозу мікроорганізмів.

Створення багатокомпонентних препаратів ускладнюється тим, що видовий склад мікроорганізмів на полігонах ТПВ визначається низкою факторів. Насамперед це стосується морфологічного складу побутових відходів, які через свою винятковість на кожному конкретному полігоні мають і винятковий склад мікробіоценозів мікроорганізмів, що унеможливує створення уніфікованих препаратів для полігонів різних населених пунктів.

Математичні моделі для опису розвитку мікробіоценозів у тілі полігонів ТПВ, які доступні у вигляді відкритих бібліотек і можуть використовуватись сторонніми розробниками, практично відсутні. Проте існують численні моделі, які дають змогу з достатньою точністю описувати формування активного мулу у спорудах очищення стічних вод, зокрема модель IAWQ ASM-2 [5]. Важливою умовою застосування подібних моделей є встановлення залежності між складом нутрієнтів у середовищі та складом активного мулу. Для випадку полігону ТПВ ця залежність буде виконуватись, якщо існуватиме чітке співвідношення між фракційним складом відходів та складом мікробіоценозів, які утворюються в тілі полігонів.

Таким чином, виявлення залежності складу мікробіоценозів від факторів: вологості, строку перебування на полігоні, морфологічного складу ТПВ, становить важливу наукову і практичну задачу через можливість застосування для подальшого математичного прогнозування оптимального складу мікробіоценозів та створення нових ефективних технологій виробництва полікомпонентних препаратів для біодеградації органічної складової ТПВ.

З урахуванням важливості та актуальності означеної проблеми метою дослідження було вивчення залежності між фракційним складом ТПВ та особливостями розвитку різних груп мікроорганізмів у тілі полігонів, а також кількісна оцінка співвідношення цих груп для полігонів деяких населених пунктів України.

Матеріали і методи

Дослідження морфологічного складу відходів здійснювались на господарський ділян-

ці полігону ТПВ м. Хмельницький (протягом 4 сезонів, 2017 рік) і на території полігону ТПВ м. Кривий Ріг у районі шахти “Валявко-Південна” (лише в літній період, 2016 р.). При цьому тривалість польових досліджень за один сезон становила не менше 4–6 днів до досягнення репрезентативної вибірки даних (критеріями репрезентативності були об’єм вибірки для дослідження та процент похибки до досягнення рівня значимості не більше 0,05).

Протягом досліджень на полігоні ТПВ м. Хмельницький не відбувалось змішування твердих, великогабаритних, ремонтних, промислових та рідких відходів. При плануванні польових досліджень дії координувались з перевізниками ТПВ, маршрути сміттєвозів обирались випадково і схеми їх руху при цьому не змінювались.

При виконанні досліджень визначались: маса порожнього та маса завантаженого сміттєвоза. Для цього перед відбором проби сміттєвоз із ТПВ зважувався на автомобільних вагах контрольно-пропускного пункту полігону. Далі сміттєвоз вивантажувався на майданчику з твердим покриттям. Із загального обсягу вивантажених ТПВ відбиралась проба відходів з орієнтовною вагою 150–170 кг, а залишок ТПВ бульдозером зсувався з майданчика до тіла полігону. Для отримання репрезентативної вибірки даних відбиралось не менше 10 проб на місяць.

Опрацювання результатів дослідження виконувалось у такому порядку:

- визначали масу кожного відсортованого компонента ТПВ підсумовуванням відповідних даних зважування;

- визначали загальну масу проби, що була розсортована, підсумовуванням усіх даних, одержаних у ході важення компонентів ТПВ та їх залишку;

- поклавши за 100 % (за масою) масу ТПВ, що була розсортована, розраховували вміст (у відсотках) кожного компонента ТПВ у цьому сміттєвозі;

- за загальними даними з усіх сміттєвозів статистичним обробленням визначали похибку серії вимірювань і корегували дані;

- визначали середній морфологічний склад ТПВ, що надходили на господарську ділянку полігону ТПВ у сміттєвозах.

Для кількісної оцінки мікроорганізмів у складі мікробіоценозів застосовували підрахунок мікроорганізмів у камері Горяєва. Мікро-

організми класифікували за морфологією за визначником Берджі [6]. Також вимірювали загальне мікробне число за стандартною методикою [7] і перераховували вміст кожного із родів мікроорганізмів. Після цього кількість мікроорганізмів різних груп переводили в абсолютні величини домноженням на загальне мікробне число.

Для визначення складу мікробіоценозів окремих фракцій відібрані у пакети проби залишались на відкритому повітрі протягом 2-х тижнів для формування відповідного мікро-

біоценозу. Після цього відбиралась частина проби для виділення мікроорганізмів, і подальша оцінка проводилась аналогічно пробам несортованих ТПВ.

Результати

Узагальнений морфологічний склад ТПВ, які утворюються на полігонах м. Хмельницький та м. Кривий Ріг, наведено в табл. 1 і 2 відповідно.

Таблиця 1: Узагальнений морфологічний склад твердих побутових відходів полігону м. Хмельницький у різні періоди року

| Морфологічна група | Найменування компонента ТПВ | Масова частка компонента, %, по періодах року | | | | |
|---|--|---|----------|--------|---------|----------------|
| | | Зимовий | Весняний | Літній | Осіnnий | Середньорічний |
| Картон і папір | Картон | 2,77 | 3,30 | 1,91 | 2,13 | 2,53 |
| | Папір | 4,14 | 3,48 | 1,38 | 1,00 | 2,50 |
| | Композитний папір | 5,03 | 5,13 | 3,50 | 4,78 | 4,61 |
| Скло і кераміка | Скляні пляшки білі та прозорі | 6,71 | 7,65 | 7,90 | 6,82 | 7,27 |
| | Скляні пляшки кольорові | 3,66 | 5,31 | 7,51 | 5,30 | 5,45 |
| | Віконне скло | 0,05 | 0,98 | 0,00 | 0,00 | 0,26 |
| | Кераміка | 0,21 | 0,39 | 1,45 | 0,67 | 0,68 |
| | Інші види скла | 0,18 | 0,57 | 1,02 | 0,55 | 0,58 |
| Метали | Чорні метали | 0,21 | 0,37 | 0,13 | 0,64 | 0,34 |
| | Кольорові метали | 0,72 | 1,44 | 0,90 | 0,55 | 0,90 |
| Пластмаси | РЕТ [*] -пляшки | 3,38 | 6,78 | 5,28 | 4,23 | 4,92 |
| | HDPE ^{**} -контейнери | 0,59 | 1,34 | 1,25 | 1,80 | 1,25 |
| | Інші пластикові матеріали | 3,97 | 1,97 | 3,53 | 2,34 | 2,95 |
| | PP ^{***} -пластик | 0,71 | 0,80 | 0,37 | 1,16 | 0,76 |
| | Композитний пластик | 0,51 | 0,11 | 0,60 | 0,67 | 0,47 |
| Відходи електронного та електричного обладнання | Невелика побутова техніка | 0,06 | 0,59 | 0,35 | 0,00 | 0,25 |
| | Комп'ютерна техніка | 0,02 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,04 |
| | Телевізори та інші прилади, що містять електронно-променеву трубку | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0,03 |
| Органічні відходи | Рослинна їжа | 27,41 | 26,60 | 15,19 | 20,83 | 22,51 |
| | Нерослинна їжа | 5,96 | 6,89 | 1,39 | 3,81 | 4,51 |
| | Опале листя і трава | 0,00 | 4,10 | 8,63 | 2,62 | 3,84 |
| | Гілки і рослинна деревина | 3,13 | 2,48 | 4,31 | 6,06 | 4,00 |
| | Текстиль | 9,39 | 5,19 | 14,46 | 11,72 | 10,19 |
| Будівельні та ремонтні відходи | Бетон | 2,32 | 0,13 | 0,15 | 0,00 | 0,65 |
| | Асфальт | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | Пиломатеріали | 2,21 | 0,51 | 0,80 | 0,49 | 1,00 |
| | Гіпсокартон | 3,99 | 0,95 | 3,05 | 2,80 | 2,70 |
| | Ґрунти | 0,00 | 0,96 | 0,00 | 0,37 | 0,33 |
| | Змішані відходи будівництва | 7,47 | 4,54 | 8,92 | 6,21 | 6,79 |

Закінчення табл. 1

| | | | | | | |
|-------------------------|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Небезпечні відходи | Фарба | 0,28 | 0,35 | 0,12 | 0,00 | 0,19 |
| | Відходи транспортних засобів та їх обладнання | 0,28 | 1,44 | 0,64 | 0,00 | 0,59 |
| | Відпрацьовані масла | 0,67 | 0,00 | 0,24 | 0,27 | 0,30 |
| | Акумулятори | 0,00 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| | Змішані шкідливі побутові засоби | 0,00 | 0,00 | 0,51 | 0,30 | 0,20 |
| Великогабаритні відходи | Великогабаритні відходи | 0,00 | 1,09 | 0,00 | 0,00 | 0,27 |
| Інші | Несортований залишок | 3,95 | 4,14 | 4,38 | 11,88 | 6,09 |
| Разом | | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

*PET – поліетилен; **HDPE – поліетилен високої щільності; ***PP – поліпропілен.

Таблиця 2: Морфологічний склад твердих побутових відходів полігону м. Кривий Ріг у літній період

| Морфологічна група | Найменування компонента ТПВ | Масова частка компонента, % | Масова частка компонентів за морфологічними групами, % |
|---|---|-----------------------------|--|
| Картон і папір | Картон | 2,88 | 9,36 |
| | Папір | 2,95 | |
| | Композитний папір | 3,53 | |
| Скло і кераміка | Скляні пляшки білі та прозорі | 3,97 | 9,60 |
| | Скляні пляшки кольорові | 5,28 | |
| | Віконне скло | 0,00 | |
| | Кераміка | 0,11 | |
| | Інші види скла | 0,24 | |
| Метали | Чорні метали, кольорові метали | 0,71 | 0,71 |
| Пластмаси | PET-пляшки | 5,04 | 12,55 |
| | HDPE-контейнери | 2,11 | |
| | Інші пластикові матеріали | 2,53 | |
| | PP-пластик | 2,02 | |
| | Композитний пластик | 0,84 | |
| Відходи електронного та електричного обладнання | Невелика побутова техніка, комп'ютерна техніка, телевізори та інші прилади, що містять електронно-променеву трубку | 0,33 | 0,33 |
| Харчові відходи | Рослинного походження, нерослинна походження | 25,52 | 25,52 |
| Відходи садівництва та зеленого господарства | Опале листя та трава, гілки та рослинна деревина | 9,52 | 9,52 |
| Текстиль | Текстиль | 11,20 | 11,20 |
| Гума, шкіра | Гума, шкіра | 1,38 | 1,38 |
| Будівельні та ремонтні відходи | Бетон, асфальт, пиломатеріали, гіпсокартон, ґрунти, змішані відходи будівництва | 11,02 | 11,02 |
| Небезпечні відходи | Фарба, відходи транспортних засобів та їх обладнання, відпрацьовані масла, змішані шкідливі побутові засоби, акумулятори та батарейки | 1,38 | 1,38 |
| Великогабаритні відходи | Великогабаритні відходи | 2,00 | 2,00 |
| Інші | Несортований залишок | 5,44 | 5,44 |
| Разом | | 100,00 | 100,00 |

У табл. 3 наведено результати аналізу складу мікробіоценозів у м. Хмельницький та м. Кривий Ріг, а в табл. 4 – склад мікробіоценозів для окремих груп мікроорганізмів.

Таблиця 3: Склад мікробіоценозів, виділених із тіла полігонів твердих побутових відходів м. Хмельницький та м. Кривий Ріг

| Роди мікроорганізмів | Частка, % | |
|-----------------------------|-----------------|---------------|
| | м. Хмельницький | м. Кривий Ріг |
| <i>Pseudomonas</i> | 22 ± 2 | 34 ± 2 |
| <i>Bacillus</i> | 38 ± 2 | 32 ± 1 |
| <i>Micrococcus, Sarcina</i> | 27 ± 2 | 26 ± 2 |
| <i>Escherichia</i> | 4 ± 1 | – |
| <i>Aerobacter</i> | 3 ± 1 | – |

Таблиця 4: Склад мікробіоценозів із різних фракцій твердих побутових відходів полігонів м. Хмельницький та м. Кривий Ріг

| Фракція | Роди мікроорганізмів | Частка, % | |
|----------------------|-----------------------------|-----------------|---------------|
| | | м. Хмельницький | м. Кривий Ріг |
| Картон і папір | <i>Pseudomonas</i> | 62 ± 2 | 54 ± 4 |
| | <i>Micrococcus, Sarcina</i> | 21 ± 2 | 31 ± 1 |
| | <i>Bacillus</i> | 10 ± 1 | 6 ± 2 |
| | Інші | 7 ± 2 | 9 ± 2 |
| Тканини | <i>Pseudomonas</i> | 62 ± 2 | 58 ± 2 |
| | <i>Bacillus</i> | 16 ± 2 | 17 ± 1 |
| | Інші | 22 ± 2 | 25 ± 2 |
| Біодоступна фракція | <i>Bacillus</i> | 46 ± 2 | 42 ± 1 |
| | <i>Micrococcus, Sarcina</i> | 25 ± 2 | 35 ± 2 |
| | <i>Pseudomonas</i> | 8 ± 1 | 10 ± 2 |
| | <i>Escherichia</i> | 3 ± 1 | – |
| | <i>Aerobacter</i> | 2 ± 1 | – |
| | Інші | 16 ± 2 | 13 ± 2 |
| Несортований залишок | <i>Pseudomonas</i> | 22 ± 2 | 34 ± 2 |
| | <i>Bacillus</i> | 38 ± 2 | 32 ± 1 |
| | <i>Micrococcus, Sarcina</i> | 27 ± 2 | 26 ± 2 |
| | <i>Escherichia</i> | 4 ± 1 | – |
| | <i>Aerobacter</i> | 3 ± 1 | – |
| | <i>Klebsiella</i> | 2 ± 1 | – |
| | Інші | 4 ± 2 | 8 ± 2 |

Обговорення

За результатами аналізу органічної фракції ТПВ полігону м. Хмельницький (див. табл. 1) в усі періоди року у складі органічних відходів переважала рослинна їжа: за період досліджень

частка цього компонента коливалась у межах 15,19–27,41 %. Частка нерослинної їжі була найбільшою у весняний період – 6,89 %, найменшою у літній період – 1,39 %; частка опалого листя і трави сягала найбільших значень в осінній період – 8,63 %; гілок і рослинної деревини також в осінній період – 6,06 %; частка текстилю змінювалась у межах 5,19–14,46 %. Середньорічний вміст рослинної їжі становив 22,51 %, текстилю – 10,19 %, нерослинної їжі – 4,51 %, гілок і рослинної деревини – 4,00 %, опалого листя і трави – 3,84 %.

Для м. Кривий Ріг (див. табл. 2) частка ТПВ рослинного та нерослинного походження становила 25,52 %, текстилю – 11,20 %, опалого листя, трави, гілок та рослинної деревини – 9,52 %.

Як видно з наведеного вище аналізу, відсотковий вміст органічної фракції ТПВ для м. Хмельницький та м. Кривий Ріг виявився практично однаковим. Щодо складу мікробіоценозу цих полігонів (див. табл. 3), то серед мікробіоценозу в м. Хмельницький найбільшу частку становили бактерії родів *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Sarcina* – 87 ± 2 %, серед яких домінували бактерії р. *Bacillus* – 38 ± 2 %. У пробах з полігону ТПВ м. Кривий Ріг частка вказаних бактерій становила 92 ± 2 %, а домінували бактерії р. *Pseudomonas* – 34 ± 2 %. Бактерії родів *Escherichia* і *Aerobacter* у складі мікробіоценозу полігону ТПВ м. Кривий Ріг були відсутні, в той час, як для м. Хмельницький їх кількість оцінювалась у 4 ± 1 % та 3 ± 1 % відповідно.

Наприклад, у біодоступній фракції переважають бактерії р. *Bacillus*, а у паперових фракціях і тканинах – р. *Pseudomonas*. Те, що в першому випадку кількість легкодоступних органічних речовин значно більша, ніж у другому, підтверджує аналогічні залежності, визначені в літературі для активного мулу [2].

Отже, результати проведених досліджень засвідчили залежність між складом органічної фракції ТПВ і складом мікробіоценозу полігонів (див. табл. 4): за високого відсотка біодоступної фракції у складі мікробіоценозу переважають бактерії р. *Bacillus* (46 ± 2 % – для м. Хмельницький та 42 ± 1 % – для м. Кривий Ріг), родів *Micrococcus*, *Sarcina* (25 ± 2 % і 35 ± 2 % відповідно). Крім того, присутні аеробні бактерії р. *Pseudomonas* – 8 ± 1 % і 10 ± 2 % відповідно.

Отримані дані стосовно складу мікробіоценозів полігонів ТПВ корелюють із даними інших авторів [4, 8, 9], які відзначають у складі мікробіоценозів наявність бактерій рр. *Sarcina*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Flaavobacterium*, *Achromobacter*, *Pseudomonas*.

Висновки

Отримані результати дають змогу зробити такі основні висновки. Склад мікробіоценозів, які утворюються в тілі полігонів ТПВ, значно залежить від морфологічного складу розміщених на них відходів. Для полігонів несортованих відходів, зокрема м. Хмельницький та м. Кривий Ріг, у складі мікробіоценозів переважали представники родів *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Micrococcus* та *Sarcina*, проте їх кількісне співвідношення для різних полігонів було різним.

References

- [1] Mallovanii M, Slusar V, Sereda A, Stokalyuk O. Analysis of environmental risks of existing mixtures and the strategy of its minimization (as example of Grybovichi landfill). *Ecological Safety and Balanced Resource Use*. 2017;1(15):5-11.
- [2] Satin I, Tryakina A. Comparative analysis of filtrate purification methods. *Bulletin of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture*. 2010;3(83):270-5.
- [3] Mirny A. *Sanitary cleaning and cleaning of populated areas*. Moscow: Stroyizdat; 1990. 413 p.
- [4] Gitelson J, Lisovsky G, MacElroy RD. *Manmade Closed Ecological Systems*. Hoboken: Taylor and Francis; 2003. 402 p.
- [5] Carrette R, Bixio D, Thoeve C, Ockier P. Full-scale application of the IAWQ ASM No. 2d model. *Water Sci Technol*. 2001;44(2-3):17-24. DOI: 10.2166/wst.2001.0748
- [6] Whitman W. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. New York: Bergey's Manual Trust; 2011.
- [7] Methodological instructions. MB 10.2.1-113-2005. Sanitary-microbiological quality control of drinking water [Internet]. Old.moz.gov.ua. 2018 [cited 2018 Sept 30]. Available from: http://old.moz.gov.ua/ua/portal/dn_20050203_60.html
- [8] Halász JL, Chonka I, Dobroné Tóth M, Boyko N, Balázs S. Microorganism and enzyme activities in the soil of landfill sites of Bereg county. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 2008;54(5):465-79. DOI: 10.1080/03650340802253911
- [9] Chonka I, Sukharev S, Chundak S, Boiko N. Microbiological and biochemical evaluation of disposal tip ecosystems. In: *Proceedings of III International Young Scientists Conference, Dedicated to 100 Anniversary from Birth of Famous Ukrainian Lichenologist Maria Makarevych – Biodiversity. Ecology. Adaptation. Evolution*; 2007 May 15-18; Odesa.

А.В. Кравченко, И.В. Сатин, Л.В. Шевченко, Е.С. Панченко

ВЛИЯНИЕ MORFOLOGИЧЕСКОГО СОСТАВА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ВИДОВУЮ СТРУКТУРУ МИКРОБИОЦЕНОЗОВ, КОТОРЫЕ ФОРМИРУЮТСЯ В ТЕЛАХ ПОЛИГОНОВ

Проблематика. В подавляющем большинстве населенных пунктов Украины твердые бытовые отходы (ТБО) складываются на полигонах, а в небольших городах и поселках – даже на стихийных свалках. По оценкам экспертов, в стране ежегодно около 10 млн т ТБО размещается на более 5500 полигонах дополнительно. В развитых странах мира эта проблема решается через отдельный сбор и переработку отходов. В соответствии с Законом Украины “Об отходах” с 1 января 2019 г. размещение ТБО на полигонах без предварительной сортировки будет запрещено, однако даже в случае выполнения этого требования на практике проблема восстановления и рекультивации существующих полигонов будет оставаться актуальной на протяжении длительного времени.

Цель. Цель исследования состоит в изучении зависимости между фракционным составом ТБО и особенностями развития различных групп микроорганизмов в теле полигонов, а также в количественной оценке соотношения этих групп для полигонов некоторых населенных пунктов Украины.

Методика реализации. Исследование морфологического состава твердых бытовых отходов проводилось на хозяйственном участке полигона ТБО г. Хмельницкий и на территории полигона ТБО г. Кривой Рог в районе шахты “Валявко-Южная”. Исследования в г. Хмельницкий проводились в течение 4 сезонов (2017 г.), в г. Кривой Рог – только в летний период (2016 г.). При

этом продолжительность полевых исследований за один сезон составляла не менее 4–6 дней до достижения репрезентативной выборки данных.

Результаты. Результаты проведенных исследований показали зависимость между составом органической фракции ТБО и составом микробиоценоза полигонов: при высоком проценте биодоступной фракции в составе микробиоценоза преобладают бактерии р. *Bacillus* ($46 \pm 2\%$ – для г. Хмельницкий и $42 \pm 1\%$ – для г. Кривой Рог), родов *Micrococcus*, *Sarcina* ($25 \pm 2\%$ и $35 \pm 2\%$ соответственно). Кроме того, присутствуют аэробные бактерии р. *Pseudomonas* – $8 \pm 1\%$ и $10 \pm 2\%$ соответственно.

Выводы. Сделаны выводы о перспективности дальнейшего исследования математического моделирования развития микробиоценозов в теле полигонов с применением моделей, описывающих развитие активного ила в зависимости от состава сточных вод, в частности модифицированной модели IAWQ ASM-2.

Ключевые слова: микробиоценозы полигонов твердых бытовых отходов; органические отходы; морфологический состав твердых бытовых отходов; модифицированная модель IAWQ ASM-2.

.....
O.V. Kravchenko, I.V. Satin, L.V. Shevchenko, O.S. Panchenko

INFLUENCE OF THE MORPHOLOGICAL COMPOSITION OF SOLID MUNICIPAL WASTE ON THE SPECIES COMPOSITION OF MICROBIOCENOSES THAT ARE FORMED IN THE BODY OF LANDFILL

Background. In the overwhelming majority of settlements in Ukraine, municipal solid waste (MSW) is stored at landfills, and in small towns and villages, even in spontaneous dumps. According to experts in the country annually 10 million tons of MSW is placed additionally at more than 5,500 landfills. In developed countries, this problem is solved through separate collection and waste recycling. In accordance with the Law of Ukraine "On Waste", from January 1, 2019, disposal of solid waste at landfills without prior sorting will be prohibited, however, even if this requirement is fulfilled in practice, the problem of restoring and rehabilitating existing landfills will remain relevant for a long time.

Objective. The aim of the work is to study the dependence between the fractional composition of MSW and the characteristics of the development of various groups of microorganisms in the landfill body and a quantitative assessment of the ratio of these groups for landfill of some settlements in Ukraine.

Methods. The study of the morphological composition of solid municipal waste was carried out at the household site of the landfill in Khmelnytsky and in the landfill site in the area of mine "Valyavko-South" in Kryvyi Rih. Research in Khmelnytsky has been carried out over 4 seasons (2017), in Kryvyi Rih – only in the summer period (2016). At the same time, the duration of field studies for one season was at least 4–6 days, until a representative sample of data was reached.

Results. The results of the study showed the dependence between the composition of the MSW organic fraction and the composition of the microbiocenosis of landfills: with a high percentage of the bioavailable fraction in the composition of the microbiocenosis, bacteria *Bacillus* predominate ($46 \pm 2\%$ – for Khmelnytsky and $42 \pm 1\%$ – for Kryvyi Rih), *Micrococcus*, *Sarcina* ($25 \pm 2\%$ and $35 \pm 2\%$, respectively). In addition, there are aerobic bacteria *Pseudomonas* – $8 \pm 1\%$ and $10 \pm 2\%$, respectively.

Conclusions. Outputs about the prospects of further research of mathematical modeling of the development of microbiocenoses in the body of landfills using models describing the development of activated sludge depending on the composition of wastewater and in particular the modified IAWQ ASM-2 model have been drawn.

Keywords: microbiocenoses of municipal solid waste landfills; organic waste; morphological composition of municipal solid waste; modified IAWQ ASM-2 model.