



original article | UDC 504.06 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.09

THE ESTIMATION OF PHYTOTOXIC ACTION OF WASTEWATER IN WASTE DISPOSAL SITES ON *TRITICUM AESTIVUM* RESISTANCE

P. V. Pysarenko,

ORCID ID: [0000-0002-4915-265X](https://orcid.org/0000-0002-4915-265X), E-mail: pysarenko@pdaa.edu.ua,

M. S. Samoilik,

ORCID ID: [0000-0003-2410-865X](https://orcid.org/0000-0003-2410-865X), E-mail: kaf.ekol.pdaa@ukr.net,

O. Yu. Dychenko,

ORCID ID: [0000-0003-0113-9998](https://orcid.org/0000-0003-0113-9998), E-mail: ksenijadichenko84@ukr.net,

O. P. Korchahin, A. V. Molchanova,

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

*Anthropogenic pollution of the environment results in the degradation of ecological systems, global climatic and geochemical changes as well as regional and local ecological crises and disasters. So, we have chosen to investigate specific characteristics of the toxic impact of sewage water in waste disposal sites on the resistance of *Triticum aestivum* and to develop the methods of polluted soil reclamation in hazardous waste dumps to return the soil into economic circulation. As a result of our research, the assessment of the impact of waste disposal sites on biota was made by determining the phytotoxic influence of the polluted soil and sewage water on the germination, vegetation and the root system of *Triticum aestivum*. It was found out that in the soil, collected on a solid domestic waste landfill, the germination of sprouted plants is 16 % less, in comparison with the control (clean soil); the aerial part of plant length is 22 % less, the average length of roots is 44 % less. The stalk weight and the root system weight of plants in the soil taken from the dump are 52 % and 43 % smaller respectively. It was determined that after adding the “Sviteco-PBG” probiotic (10 % solution) to contaminated soil, the germination of sprouted plants was 5.2 % better than in the contaminated soil without adding the probiotic, the stem length increased by 11.6 % and the average root length increased by 40.2 %, respectively; the weight of the aerial part and the weight of the plant root system were bigger by 14 % and 16.5 % as compared with the contaminated soil without adding the probiotic. Thus, using probiotics can significantly improve the soil quality and reduce its phyto-toxicity, in particular, if the impact on the root system of contaminated soil was characterized as higher than the average value of toxicity and after using probiotics the toxicity was either absent (weak) concerning the root length or average concerning the root weight. It was established that in case of adding “Sviteco-PBG” probiotic (10 % solution) and $\text{Ca}(\text{OH})_2$ into wastewater in the solid domestic waste dump at pH 10, the purification of this wastewater from heavy metals reached their maximum. At the same time, phytotoxic effect of the polluted filtrate without purification was higher than the average value of toxicity. Thus, the using of probiotics can significantly improve the effectiveness of soil purification from heavy metals, which gives the opportunity of returning the contaminated land to tillage in the future. The use of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ and the “Sviteco-PBG” probiotic (10 % solution) at pH 10 can significantly improve the quality of contaminated soils as a result of anthropogenic impact as well as reduce the toxic effects on biota and increase the effectiveness of sewage water purification in waste disposal sites.*

Key words: *sewage water, domestic wastes, probiotic, soil, phytotoxic effect, dump.*

ОЦІНКА ФІТОТОКСИЧНОЇ ДІЇ СТІЧНИХ ВОД МІСЦЬ ЗАХОРОНЕННЯ ВІДХОДІВ НА СТІЙКІСТЬ *TRITICUM AESTIVUM*

П. В. Писаренко, М. С. Самойлік, О. Ю. Диченко, О. П. Корчагін, А. В. Молчанова,
Полтавська державна аграрна академія, вул. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

Техногенне забруднення навколишнього природного середовища призводить до деградації екологічних систем, глобальних кліматичних і геохімічних змін, до регіональних і локальних екологічних криз та катастроф, що потребує подальшого дослідження. Тому мета цієї розвідки – вивчення особливостей токсичного впливу стічних вод місць захоронення відходів на стійкість *Triticum aestivum* та розроблення методів відновлення забруднених земель у районі розташування звалищ відходів з метою повернення їх у господарський обіг. У результаті досліджень проведена оцінка впливу місць захоронення відходів на біоту через визначення фітотоксичного впливу забрудненого ґрунту та стічних вод звалища на сходи, зростання і кореневу систему рослин *Triticum aestivum*. Встановлено, що в ґрунті, якій набрали в районі звалища твердих побутових відходів, сходи пророслих рослин на 16 % менші порівняно з еталоном (чистим ґрунтом), довжина наземної частини менша на 22 %, середня довжина коренів менша на 44 %. Маса надземної частини і маса кореневої системи рослин у ґрунті зі звалища менша на 52 % і 43 % відповідно. Визначено, що при додаванні пробіотика «Svitico-PBG» (10 % розведення) в забруднений ґрунт, сходи пророслих рослин на 5,2 % кращі порівняно з забрудненим ґрунтом без додавання пробіотика, довжина наземної частини – на 11,6 %, середня довжина коренів – на 40,2 % відповідно; маса наземної частини і маса кореневої системи рослин більша на 14 % і 16,5 % порівняно з забрудненим ґрунтом без додавання пробіотика. Отже, використання пробіотиків дає змогу значно покращити якість ґрунту й знизити його фітотоксичність, зокрема якщо вплив на кореневу систему забрудненого ґрунту характеризувався як вище за середнє значення токсичний, то після використання пробіотиків – як відсутня (слабка) токсичність по довжині коренів та середня токсичність – по масі коренів. Встановлено, що при додаванні пробіотика «Svitico-PBG» (10 % розведення) і $\text{Ca}(\text{OH})_2$ у стічні води звалища ТПВ при рН 10 досягається їх максимальне очищення від важких металів. Фітотоксичний ефект при цьому забрудненого фільтрату без очищення вище середньої токсичності. Отже, використання пробіотиків дозволяє значно підвищити ефективність очищення ґрунту від важких металів, що в перспективі дає можливість повернути забруднені землі в господарський обіг. Використання $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і пробіотика «Svitico-PBG» (10 % розведення) при рН 10 дозволяє значно поліпшити якість техногенно забрудненого ґрунту, знизити токсичний вплив на біоту і підвищити ефективність очищення стічних вод місць захоронення відходів.

Ключові слова: стічні води, побутові відходи, пробіотик, ґрунт, фітотоксичний вплив, звалище.

ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СТОЧНЫХ ВОД МЕСТ ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ *TRITICUM AESTIVUM*

П. В. Писаренко, М. С. Самойлик, О. Ю. Дыченко, О. П. Корчагин, А. В. Молчанова,
Полтавская государственная аграрная академия, ул. Сковороды, 1/3, г. Полтава, Украина

Техногенное загрязнение окружающей среды приводит к деградации экологических систем, глобальных климатических и геохимических изменений, до региональных и локальных экологических кризисов и катастроф, что требует дальнейшего исследования. В статье проведена оценка влияния мест захоронения отходов на биоту через определение фитотоксичного влияния загрязненной почвы и сточных вод свалки на всходы, рост и корневую систему растений *Triticum aestivum*. Проведенные исследования показали, что добавление пробиотика «Svitico-PBG» в загрязненную почву позволяет значительно улучшить ее качество и снизить фитотоксичность, что в перспективе дает возможность вернуть ее в хозяйственный оборот. Обосновано, что использование данного пробиотика («Svitico-PBG») и $\text{Ca}(\text{OH})_2$ способствует максимальной очистке сточных вод свалки от тяжелых металлов, а фитотоксический эффект указывает на слабую токсичность.

Ключевые слова: сточные воды, бытовые отходы, пробиотик, почва, фитотоксическое влияние, свалка.

Вступ

Техногенне забруднення навколишнього природного середовища призводить до деградації екологічних систем, глобальних кліматичних і геохімічних змін, до регіональних і локальних екологічних криз і катастроф. Величезне навантаження в результаті діяльності людини отримує саме літосфера. Поверхневі накопичувачі твердих відходів, зокрема стічні води звалищ твердих побутових відходів (ТПВ), у результаті недотримання правил їх складування і захоронення завдають шкоди флорі та фауні, здоров'ю населення, а також впливають на динамічну рівновагу біосфери. Накопичення токсичних речовин призводить до поступової зміни хімічного складу ґрунтів, порушення цілісності геохімічного середовища і живих організмів. Будь-яке забруднення літосфери твердими побутовими відходами може спричинити забруднення поверхневих і підземних вод та атмосфери. Незважаючи на це, найпоширенішим способом поводження з відходами в багатьох країнах світу, зокрема й Україні, залишається їх поховання. Під звалища відходів відчужуються цінні в сільськогосподарському відношенні земельні ресурси [6, 7, 11].

Проблемі вивчення удосконалення системи поводження з твердими побутовими відходами присвячені праці відомих вітчизняних та зарубіжних дослідників [1, 2, 8–10]. Але питання скорочення площі забруднених земель, утворення яких обумовлене місцями поховання відходів, а також їх відновлення і повернення в господарський обіг недостатньо відпрацьовані та залишаються актуальними для наукового пошуку [12, 13].

Тому метою наших досліджень було виявити особливості токсичного впливу стічних вод місць захоронення відходів на стійкість *Triticum aestivum*. Головним завданням досліджень стала розробка рекомендацій щодо вдосконалення методів очищення стічних вод у районі розташування звалищ відходів.

Матеріали і методи досліджень

На першому етапі в окремі ємності з різними видами ґрунтів було висіяне насіння *Triticum aestivum* (по 100 шт.). Закладено чотири дослідні ділянки з чотириразовим повторенням:

- 1) контроль – ділянка чистого ґрунту та поливом чистою дистильованою водою;
- 2) ділянка чистого ґрунту та поливом дистильованою водою з пробіотиком «Sviteco-PBG» (10 % розведення);
- 3) ділянка ґрунту зі звалища ТПВ та поливом дистильованою водою без додавання пробіотика;
- 4) ділянка ґрунту зі звалища ТПВ та поливом дистильованою водою з пробіотиком «Sviteco-PBG» (10 % розведення).

Ґрунт відібрано з території звалища твердих побутових відходів за загальноприйнятими методиками, розташованої в 750 м на південний схід від с. Макухівка (Полтавський район, Полтавська область, Україна). Площа звалища становить 17,4 га, відсоток заповнення – 105 %. Місце поховання відходів невпорядковане, повністю використані його можливості з прийому та знешкодження відходів. Фільтрат накопичується з північного боку звалища ТПВ. Потенційний обсяг фільтрату, що утворюється на звалищі, становить 51975,2 м³/рік [3]. Для визначення фітотоксичності фільтрату користувалися шкалою А. І. Горової [4]. Досвід проводився 14 діб, після чого визначали: кількість пророслого насіння; довжину надземної частини рослини; довжину коренів (після сушіння) та їх масу (зважування в чашці Петрі).

На другому етапі досліджували фітотоксичний вплив фільтрату звалища після його очищення Са (ОН)₂ (гашеним вапном) і пробіотиком «Sviteco-PBG» (10% розведення) на ріст рослин та розвиток кореневої системи *Triticum aestivum*. В окремі ємності з ґрунтом зі звалища ТПВ висаджували насіння *Triticum aestivum* по 100 шт. Усього було закладено вісім дослідних ділянок з чотириразовим повторенням:

- 1) ділянка з поливом питною водою з місцевої свердловини із додаванням Са (ОН)₂ при рН 9,0;
- 2) ділянка з поливом фільтратом зі звалища ТПВ та додаванням Са (ОН)₂ при рН 8,4;
- 3) ділянка з поливом фільтратом зі звалища ТПВ та додаванням Са (ОН)₂ при рН 9,3;
- 4) ділянка з поливом фільтратом зі звалища ТПВ та додаванням Са (ОН)₂ при рН 10,0;
- 5) ділянка з поливом питною водою з місцевої свердловини із додаванням Са (ОН)₂ при рН 9,45 й пробіотика «Sviteco-PBG» (10 % розведення);
- 6) ділянка з поливом фільтратом зі звалища ТПВ та додаванням Са (ОН)₂ при рН 8,35 і пробіотика

«Sviteco-PBG» (10 % розведення);

7) ділянка з поливом фільтратом зі звалища ТПВ та додаванням Ca (OH)₂ при рН 9,31 й пробіотика «Sviteco-PBG» (10 % розведення);

8) ділянка з поливом фільтратом зі звалища ТПВ та додаванням Ca (OH)₂ при рН 10,0 й пробіотика «Sviteco-PBG» (10 % розведення).

Досліди проводилися протягом одного місяця, після чого визначалися наступні показники: кількість пророслого насіння; довжина надземної частини рослини; довжина коренів (після сушіння) та їх маса (зважування в чашці Петрі). Повторюваність у дослідах була чотириразова, закладка одночасна. Для оцінювання достовірності різниці після перевірки нормальності розподілу між статистичними характеристиками двох альтернативних сукупностей даних, обраховували коефіцієнт Ст'юдента [5].

Результати досліджень та їх обговорення

Проведене нами дослідження є комплексним аналізом впливу звалища твердих побутових відходів на схожість, ріст і кореневу систему посіяного насіння *Triticum aestivum* із застосуванням пробіотика «Sviteco-PBG» (10 % розведення) на першому етапі та додаванням пробіотика і Ca (OH)₂ при різних рН на другому.

Визначення фітотоксичного впливу ґрунтового середовища на ріст і кореневу систему *Triticum aestivum* здійснювали на підставі розрахунку за формулою [4]:

$$ФЕ = [(M_o - M_k) / M_o] \times 100 \%,$$

де M_o – маса або ростові показники рослин із контрольним зразком ґрунту;

M_k – маса або ростові показники рослин у ґрунті, що досліджується.

Результати першого етапу експерименту дозволили встановити наступне: на сьомий день схожість рослин на ділянці № 1 (контроль) становила 95 %, на ділянці № 2 (чистий ґрунт і полив води з пробіотиком) – 97 %, на ділянці № 3 (забруднений ґрунт і полив води без додавання пробіотика) – 69 %, на ділянці № 4 (забруднений ґрунт і полив води з пробіотиком) – 85 %. Досвід проводився 14 діб, після чого визначали: кількість пророслого насіння; довжину надземної частини рослини; довжину коренів (після сушіння) та їх масу.

Отримані результати досліду дозволили зробити висновок, що у ґрунті, набраному в районі звалища твердих побутових відходів, схожість пророслих рослин на 16 % менша порівняно з контролем, довжина наземної частини менша на 22 %, середня довжина коренів менша на 44 %. Маса наземної частини та маса кореневої системи рослин *Triticum aestivum* у ґрунті зі звалища менша на 52 % та 43 % відповідно. У разі додавання пробіотика в контрольний (еталонний) та забруднений ґрунт отримані такі результати:

- у контрольному зразку ґрунту при додаванні пробіотика схожість пророслих рослин краща на 1,5 %, у ґрунті зі звалища на 5,2 % відповідно;

- довжина надземної частини в контрольному ґрунті при додаванні пробіотика більша на 9,4 %, у ґрунті зі звалища на 11,6 % відповідно;

- середня довжина коренів у контрольному зразку ґрунту в разі додавання пробіотика більша на 11,7 %, у ґрунті зі звалища на 40,2 % відповідно;

- маса наземної частини та маса кореневої системи рослин у контрольному ґрунті при додаванні пробіотика більша на 5,6 % та 11,5 %, у ґрунті зі звалища – на 14 % та 16,5 % відповідно.

На основі проведеного нами дослідження було здійснено розрахунок фітотоксичності ґрунту щодо довжини та маси наземної й кореневої частини рослини *Triticum aestivum* (табл. 1).

Отже, використання пробіотика дозволяє значно покращити якість ґрунту та знизити його фітотоксичність, зокрема якщо токсичний вплив на кореневу систему забрудненого ґрунту характеризувався як вище за середнє значення токсичний, то після використання пробіотика як відсутня (слабка) токсичність за показниками рівнів пригніченості ростових процесів.

На другому етапі досліджено вплив фільтрату звалища твердих побутових відходів після його очищення Ca(OH)₂ та пробіотика «Sviteco-PBG» (10 % розведення) на схожість, ріст і кореневу систему *Triticum aestivum* (табл. 2). Дослід проводився протягом одного місяця.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

1. Результати оцінювання фітотоксичного ефекту ґрунту звалища твердих побутових відходів на основі вирощування рослин *Triticum aestivum*

Зразки	Рівні пригніченості ростових процесів (фітотоксичний ефект, %)			
	По довжині наземної частини	По середній довжині коренів	По масі наземної частини рослини	По масі кореневої системи рослини
Ділянка № 3 (ґрунт зі звалища твердих побутових відходів)	22,53 Середня токсичність	44,3 Вища за середню токсичність	52,6 Вища за середню токсичність	43,16 Вища за середню токсичність
Ділянка № 4 (ґрунт зі звалища твердих побутових відходів з додаванням пробіотика)	12,3 Відсутня (слабка) токсичність	6,8 Відсутня (слабка) токсичність	44,9 Вища за середню токсичність	32,1 Середня

2. Результати оцінювання фітотоксичного ефекту забрудненого ґрунту зі звалища ТПВ на основі вирощування рослин *Triticum aestivum* при різних методах його чистки

№ ділянки	pH ділянки	Частка пророслих насінин, % (середній показник)	Довжина проростання, см (середній показник)	Довжина коренів, см (середній показник)	Маса кореневої системи рослин, г (середній показник)	Маса наземної частини рослин, г (середній показник)	Середній показник маси кореня однієї насінини, г
1	9,0	94,6	26,7	11,3	2,34	4,27	0,025
2	8,4	81,3	12,0	6,5	1,45	2,36	0,0178
3	9,3	90,0	18,0	8,1	1,73	2,87	0,0192
4	10,0	84,0	16,0	7,0	1,65	2,73	0,0196
6	8,35	92,0	18,4	8,4	1,79	2,92	0,0195
7	9,31	84,0	13,0	6,8	1,53	2,56	0,018
8	10,0	93,0	22,0	10,9	2,34	4,26	0,025

Доведено, що при додаванні Ca(OH)₂ та пробіотика «Sviteco-PBG» (10 % розведення) при pH 10 досягається максимальне очищення стічних вод звалища твердих побутових відходів. Зокрема:

- по відсотку пророслого насіння (табл. 3): схожість рослин становила 98,3 % порівняно з контрольним зразком (чистим ґрунтом, відсоток пророслого насіння прийнятий за 100 %), тоді як просте вапнування при різних pH дає 85,9–94,0 %, без очищення – 72,0 %; додавання лише одного пробіотика – 89,0 %, пробіотика і вапна при інших pH – 88,0–95,0 % схожість насіння;

- по відносній довжині проростання надземної частини: 83,0 % спостерігається на ділянці № 2 порівняно з контрольним зразком, тоді як просте вапнування при різних pH дає 44,0–66,0 % проти контрольного зразка, а додавання пробіотика при інших pH – до 67,0 %.

Аналогічні результати отримані за результатами розрахунку по відносній довжині коренів, відносній масі кореневої системи, відносній масі наземної частини рослин, середнього показника маси кореня одного зерна (рис.).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

3. Результати оцінювання фітотоксичного ефекту фільтрату звалища ТПВ на основі вирощування рослин *Triticum aestivum*

Зразки	Рівні пригніченості ростових процесів (фітотоксичний ефект, %)			
	По довжині наземної частини	По середній довжині коренів	По масі наземної частини рослини	По масі кореневої системи рослини
Ділянка з поливом фільтратом та додаванням Са(ОН) ₂ , рН 8,4	55,06 Вища за середню токсичність	42,48 Вища за середню токсичність	38,03 Середня токсичність	44,73 Вища за середню токсичність
Ділянка з поливом фільтратом та додаванням Са(ОН) ₂ , рН 9,3	32,58 Середня токсичність	28,32 Середня токсичність	26,07 Середня токсичність	32,79 Середня токсичність
Ділянка з поливом фільтратом та додаванням Са(ОН) ₂ , рН 10,0	40,11 Вища за середню токсичність	38,05 Середня токсичність	29,49 Середня токсичність	36,07 Середня токсичність
Ділянка з поливом фільтратом та додаванням Са(ОН) ₂ і пробіотика «Svitoco-PBG» (10 % розведення), рН 8,35	31,09 Середня токсичність	25,66 Середня токсичність	23,50 Середня токсичність	31,62 Середня токсичність
Ділянка з поливом фільтратом та додаванням Са(ОН) ₂ і пробіотика «Svitoco-PBG» (10 % розведення), рН 9,31	51,31 Вища за середню токсичність	39,82 Середня токсичність	34,62 Середня токсичність	40,15 Вища за середню токсичність
Ділянка з поливом фільтратом та додаванням Са(ОН) ₂ і пробіотика «Svitoco-PBG» (10 % розведення), рН 10	17,60 Відсутня (слабка) токсичність	3,54 Відсутня (слабка) токсичність	0,00 Відсутня токсичність	0,23 Відсутня токсичність

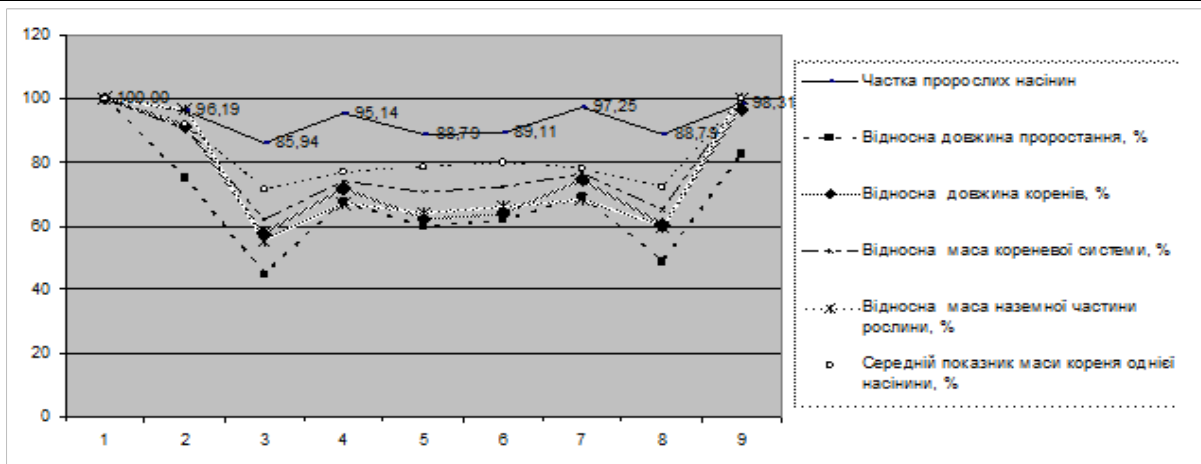


Рис. Результати впливу фільтрату звалища ТПВ на ріст та кореневу систему насіння *Triticum aestivum* (відносні показники)

З даних рисунка видно, що при додаванні $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і пробіотика «Sviteco-PBG» при рН 10 досягається максимальна очистка ґрунту від важких металів. Зокрема по частці пророслих насінин схожість насіння становить 98 % порівняно з контрольним зразком (чистим ґрунтом, частка пророслих рослин прийнята як 100 %).

Висновки

Отримані результати експериментів дали змогу оцінити фітотоксичний ефект фільтрату звалища ТПВ на основі вирощування рослин *Triticum aestivum* та надати рекомендації щодо методів очищення стічних вод місць видалення відходів:

1. *Оцінка фітотоксичного ефекту звалища ТПВ.* У ґрунті, набраному в районі звалища ТПВ, схожість пророслих рослин на 16 % менша порівняно з еталоном (чистим ґрунтом), довжина наземної частини менша на 22 %, середня довжина коренів менша на 44 %. Маса наземної частини та маса кореневої системи рослин у ґрунті зі звалища менша на 52 % та 43 % відповідно. Такий вплив на біоту характеризується як вище за середню токсичний.

2. *При додаванні пробіотика «Sviteco-PBG» (10 % розведення) в забруднений ґрунт:* схожість пророслих рослин на 5,2 % краща порівняно із забрудненим ґрунтом без додавання пробіотика, довжина наземної частини – на 11,6 % відповідно; середня довжина коренів на 40,2 % відповідно; маса наземної частини та маса кореневої системи рослин більша на 14 % та 16,5 % відповідно. Отже, використання пробіотиків дає змогу значно поліпшити якість ґрунту та знизити його фітотоксичність, зокрема, якщо вплив на кореневу систему забрудненого ґрунту характеризувався як вище за середнє значення токсичний, то після використання пробіотиків як середня токсичність по масі коренів та відсутня (слабка) токсичність по довжині коренів.

3. *За умови додавання пробіотика «Sviteco-PBG» (10 % розведення) і $\text{Ca}(\text{OH})_2$ у стічні води звалища ТПВ:* при рН 10 досягається їх максимальне очищення від важких металів, фітотоксичний ефект оцінюється як слабка токсичність (по довжині наземної частини за середньою довжиною коренів) та відсутня токсичність (за масою наземної частини рослини та за масою кореневої системи рослини). Фітотоксичний ефект забрудненого фільтрату при цьому без очищення складає вище середньої токсичності.

Отже, використання $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і пробіотика «Sviteco-PBG» (10 % розведення) при рН 10 дозволяє значно поліпшити якість техногенно забрудненого ґрунту, знизити токсичний вплив на біоту і підвищити ефективність очищення стічних вод звалища ТПВ.

Перспективи подальших досліджень. Проведені дослідження є основою для розробки технології очистки фільтрату на звалищах та полігонах твердих побутових відходів з використанням біологічних методів, що сприятиме вирішенню першочергових проблем, а саме: як діяти з відходами.

References

1. Burkinskij, B. V., Stepanov, V. N., & Harichkov, S. K. (2005). *Ekonomiko-ekologicheskie osnovy regionalnogo prirodopolzovaniya i razvitiya*. Odessa: IPREEI NAN [In Russian].
2. Vagin, V. S. (2004). *Kompleksnoe upravlenie zhiznennym ciklom TBO v regione: ponyatijno-terminologicheskie i metodologicheskie osnovy koncepcii*. Rostov na Donu: SKNCVSh [In Russian].
3. Golik, Yu. S. (2014). *Dovkillya Poltavshini: monografiya*. Poltava: Kopicentr [In Ukrainian].
4. Gricayenko, G. M. (2003). *Metodi biologichnih ta agrohimichnih doslidzhen roslin i gruntiv*. Kiyiv:
5. Cikunov, A.E. (2006). *Sbornik matematicheskikh formul*. Piter [In Russian].
6. Pysarenko, P. V., Samoilik, M. S., & Dychenko, O. Yu. (2018). Vykorystannia riznykh tekhnolohichnykh rishen u sferi povodzhennia z tverdymy vidkhodamy pry otsintsi ryzykiv shchodo zdorovia naselennia. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, (4), 111–116. doi:10.31210/visnyk2018.04.16
7. Amos, R. T., Blowes, D. W., Bailey, B. L., Sego, D. C., Smith, L., & Ritchie, A. I. M. (2015). Waste-rock hydrogeology and geochemistry. *Applied Geochemistry*, 57, 140–156. doi:10.1016/j.apgeochem.2014.06.020.
8. Forrester, Jay W. (2010). *System Dynamics: the Foundation Under Systems*: Sloan School of Management Massachusetts Institute of Technology Cambridge. U.S.A., Massachusetts.
9. Gerding, J., Kirshy, M., Moran, J. W., Bialek, R., Lamers, V., & Sarisky, J. (2016). A Performance Management Initiative for Local Health Department Vector Control Programs. *Environmental Health*

Insights, 10, EHI.S39805. doi:10.4137/ehi.s39805.

10. Han, I., Wee, G. N., No, J. H., & Lee, T. K. (2018). Pollution level and reusability of the waste soil generated from demolition of a rural railway. *Environmental Pollution*, 240, 867–874. doi:10.1016/j.envpol.2018.05.025.

11. Singh, C., Kumar, A., & Roy, S. (2017). Estimating Potential Methane Emission from Municipal Solid Waste and a Site Suitability Analysis of Existing Landfills in Delhi, India. *Technologies*, 5 (4), 62–68. doi:10.3390/technologies5040062.

12. Wierzbicki, A. (2013). Model-based decision support methodology with environmental applications. *Kluwer Academic Publishers. IIASA Institute for Applied Systems Analysis Dordrecht*, 2, 67–71.

13. Yunjiang, Y., Ziling, Y., Peng, S., & Bigui, L. (2018). Effects of ambient air pollution from municipal solid waste landfill on children's non-specific immunity and respiratory health. *Environmental Pollution*, 236, 382–390. doi:10.1016/j.envpol.2017.12.094.

Стаття надійшла до редакції 25.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Корчагін О. П., Молчанова А. В. Оцінка фітотоксичної дії стічних вод місць захоронення відходів на стійкість *Triticum aestivum*. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 77–84.

© Писаренко Павло Вікторович, Самойлік Марина Сергіївна, Диченко Оксана Юріївна, Корчагін Олександр Павлович, Молчанова Анна Вікторівна, 2019