

УДК 628.472.3; 628.4.08

О. В. Березюк¹
Л. Л. Березюк²**ПОБУДОВА МОДЕЛЕЙ ЗАЛЕЖНОСТІ КОНЦЕНТРАЦІЙ
САПРОФІТНИХ БАКТЕРІЙ У ҐРУНТІ ВІД ВІДСТАНІ ДО
ПОЛІГОНУ ЗАХОРОНЕННЯ ТВЕРДИХ
ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ**¹Вінницький національний технічний університет;²Коледж економіки і права Вінницького кооперативного інституту

Визначено регресійні моделі залежності концентрацій сапрофітних бактерій у ґрунті від відстані до полігону захоронення твердих побутових відходів.

Ключові слова: сапрофітні бактерії, математичне моделювання, регресійний аналіз, тверді побутові відходи.

Вступ

Об'єм твердих побутових відходів (ТПВ), що утворюються в населених пунктах України, перевищує 46 млн. м³ на рік, основна частина яких захоронюється на 4530 полігонах та сміттєзвалищах площею майже 7,7 тис. гектарів та лише частково переробляються або утилізуються на сміттєспалювальних заводах, на відміну від високорозвинених країн, де широко розповсюджені сучасні технології повторного використання ТПВ [1]. Тільки протягом 1999—2014 рр. загальна площа полігонів та сміттєзвалищ в Україні збільшилась в 3 рази. Також майже в 2 рази зросла площа перевантажених та більше ніж в 3,1 рази тих полігонів і сміттєзвалищ, які не відповідають нормам екологічної безпеки, в тому числі й через забруднення ґрунтів важкими металами, які разом із фільтратом можуть потрапляти до підземних вод, забруднюючи їх. Тому сміттєзвалища є об'єктами інтенсивного екологічного навантаження на навколишнє середовище та можуть становити небезпеку забруднення шкідливими речовинами (як твердими [2], так і газоподібними [3]) та мікроорганізмами суміжних земельних ділянок, в тому числі й сільськогосподарських угідь. Постанова Кабміну України № 265 [4] стала основою для розробки Національної стратегії поводження з ТПВ на території України. У середовищі ТПВ поряд із патогенними бактеріями — носіями різних захворювань наявні також сапрофітні аеробні бактерії [5, 6], необхідні для біохімічних реакцій розкладання органічної фракції ТПВ в місцях їхнього захоронення та самоочищення ґрунту від чужорідних органічних речовин. Тому визначення регресійних залежностей концентрацій сапрофітних бактерій у ґрунті від відстані до полігону захоронення твердих побутових відходів, є актуальною науково-технічною задачею.

В статті [7] розглянуто погіршення бактеріологічних показників, в тому числі і кількості сапрофітних бактерій, навколо полігону ТПВ. Дослідження авторів роботи [8] показали, що чим більше сапрофітних бактерій в ґрунті, тим більше в ньому гумусу. В роботах [9, 10] наведені дані щодо концентрацій сапрофітних бактерій у 0...20 см шарі дерново-слабопідзолистого ґрунту, прилеглого до полігонів захоронення ТПВ, а також встановлено, що збільшення кількості та концентрації важких металів у ґрунті під час його полікомпонентного забруднення зумовлює зниження загальної кількості мікроорганізмів і біологічної активності ґрунту [2, 11]. Регресійні залежності кратності перевищення ГДК важких металів у ґрунтах від відстані до полігону захоронення ТПВ наведено в статті [12]. Найтоксичнішими хімічними елементами для ґрунтових мікроорганізмів є свинець, кадмій, ртуть, нікель і цинк [13]. Вплив важких металів на колонії мікробів виявляється в зміні чисельності певних еколого-трофічних груп [14]. Автори статті [15] наводять дані щодо зміни санітарно-бактеріологічного складу ТПВ під час компостування. В роботах [16—18] детально

досліджено динаміку санітарно-бактеріологічного складу ТПВ під час їхнього компостування в різні пори року. Виявлено, що на відміну від літнього компостування [16], тривалість весняного [17] є на порядок довшою (242 дні проти 21 дня) за рахунок відмінності природних показників цих пір року. Встановлено ширшу номенклатуру санітарно-бактеріологічного складу ТПВ навесні (бактерії кишкової палички, стрептококи, стафілококи та аскариди) завдяки наявності стафілококів та аскарид, відсутніх у ТПВ під час літнього компостування [18]. Однак конкретних математичних залежностей концентрацій сапрофітних бактерій у ґрунті від відстані до полігону захоронення ТПВ, в результаті аналізу відомих публікацій, авторами не виявлено.

Метою дослідження є визначення регресійних залежностей концентрацій сапрофітних бактерій у ґрунті від відстані до полігону захоронення твердих побутових відходів для розробки стратегії, комплексу машин та обладнання для поводження з ними.

Аналіз результатів дослідження

В табл. 1 наведено концентрації сапрофітних бактерій у 0...20 см шарі дерново-слабопідзолистого ґрунту на різних відстанях від полігонів захоронення ТПВ [9, 10].

Таблиця 1

Концентрації сапрофітних бактерій у 0...20 см шарі дерново-слабопідзолистого ґрунту на різних відстанях від полігону захоронення ТПВ [9, 10]

Місяць	Концентрації сапрофітних бактерій у 0...20 см шарі дерново-слабопідзолистого ґрунту, мікробних тіл млн/г ґрунту, на відстанях від полігону ТПВ, м		
	50	200	500
травень	0,43	0,8	1
серпень	1,9	7,22	9,78

На основі даних табл. 1 планувалось отримати математичні моделі у вигляді парних регресійних залежностей концентрацій сапрофітних бактерій у 0...20 см шарі дерново-слабопідзолистого ґрунту від відстані (l) до полігону захоронення ТПВ.

Визначення коефіцієнтів рівнянь регресії здійснювалось методом найменших квадратів за допомогою розробленої комп'ютерної програми «RegAnaliz», захищеної свідоцтвом про реєстрацію авторського права на твір і детально описаної в роботі [19].

Результати регресійного аналізу наведені в табл. 2, де сірим кольором позначено комірки з максимальним значенням коефіцієнтів кореляції R .

Таблиця 2

Результати регресійного аналізу $M = f(l)$

№	Вид регресії	Коефіцієнт кореляції R		№	Вид регресії	Коефіцієнт кореляції R	
		$M_m = f(l)$	$M_c = f(l)$			$M_m = f(l)$	$M_c = f(l)$
1	$y = a + bx$	0,93567	0,92504	9	$y = ax^b$	0,98902	0,97336
2	$y = 1 / (a + bx)$	0,86011	0,80416	10	$y = a + b \cdot \lg x$	0,99858	0,99662
3	$y = a + b/x$	0,98068	0,98594	11	$y = a + b \cdot \ln x$	0,99858	0,99662
4	$y = x / (a + bx)$	0,99986	0,96000	12	$y = a / (b + x)$	0,86011	0,80416
5	$y = ab^x$	0,89793	0,85835	13	$y = ax / (b + x)$	0,99975	0,99688
6	$y = ae^{bx}$	0,89793	0,85835	14	$y = ae^{b/x}$	0,99482	0,99982
7	$y = a \cdot 10^{bx}$	0,89793	0,85835	15	$y = a \cdot 10^{b/x}$	0,99482	0,99982
8	$y = 1 / (a + be^{-x})$	0,98413	0,99702	16	$y = a + bx^n$	0,85091	0,83531

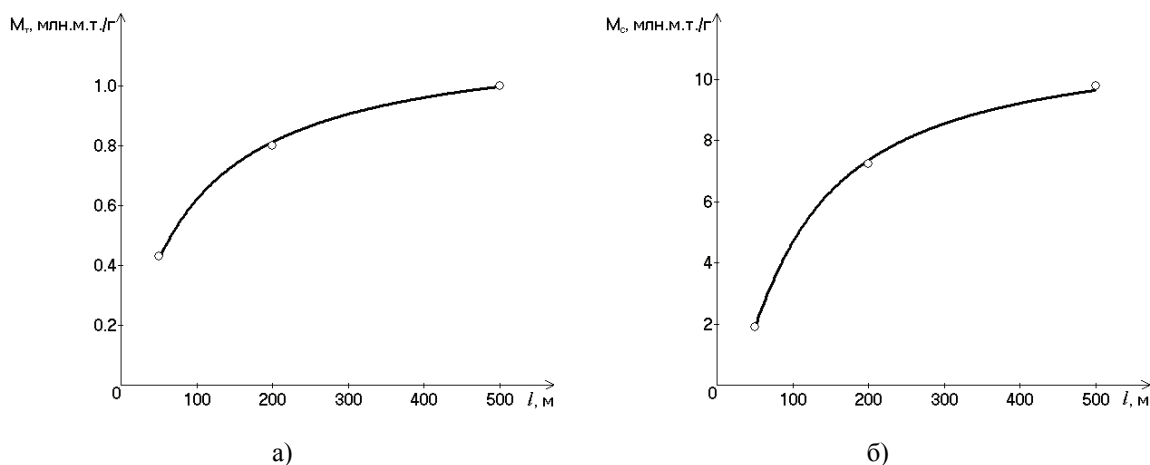
Отже, за результатами регресійного аналізу на основі даних табл. 1 як найадекватніші вважаємо такі регресійні моделі:

$$M_m = \frac{l}{76,27 + 0,85l}; \quad (1)$$

$$M_c = 11,55e^{-\frac{90,37}{l}}; \quad (2)$$

де M_m , M_c — концентрації сапрофітних бактерій у 0...20 см шарі дерново-слабопідзолистого ґрунту в травні та серпні, відповідно, мікробних тіл (м.т.) млн/г ґрунту; l — відстань до полігону захоронення ТПВ, м.

На рисунку показано графічні залежності концентрацій сапрофітних бактерій у ґрунтах від відстані до полігону захоронення ТПВ, побудовані за допомогою регресії (1) та (2), що підтверджують визначену раніше високу точність отриманих теоретичних залежностей порівняно із експериментальними даними, отриманими авторами робіт [9, 10].



Залежності концентрацій сапрофітних бактерій у ґрунтах від відстані до полігону захоронення ТПВ: а — у травні; б — у серпні; \circ — фактична; — — теоретична

Висновки

Побудовані регресійні моделі залежності концентрацій сапрофітних бактерій у ґрунті від відстані до полігону захоронення твердих побутових відходів, які можуть бути використані для розробки стратегії, комплексу машин та обладнання для поводження з твердими побутовими відходами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Березюк О. В. Моделирование распространенности повторного использования твердых бытовых отходов / О. В. Березюк // Актуальные проблемы архитектуры, строительства, энергоэффективности и экологии – 2016 : сб. матер. международной научно-практической конференции (27—29 апреля 2016 г.) : в 3 т. — ФГБОУВО «Тюменский индустриальный университет», 2016. — Том II. — С. 11—16.
2. Колесников В. И. Влияние загрязнения тяжелыми металлами на эколого-биологические свойства чернозема обыкновенного / В. И. Колесников, К. Ш. Казеев, В. Ф. Вальков // Экология. — 2000. — № 3. — С. 193—201.
3. Березюк О. В. Моделювання поширеності способів утилізації звалищного газу для розробки обладнання та стратегії поводження з твердими побутовими відходами / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2014. — № 5. — С. 65—68.
4. Постанова Кабінету Міністрів України від 4 березня 2004 року № 265 «Про затвердження Програми поводження з твердими побутовими відходами» [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. — Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/265-2004-%D0%BF>.
5. Мислюк С. В. До питання про утилізацію твердих побутових відходів / С. В. Мислюк, О. О. Мислюк // Вісник Черкаського державного технологічного університету. — 2008. — № 3. — С. 177—182.
6. Бойко В. В. Проблеми та перспективи поводження з твердими побутовими відходами / В. В. Бойко, Я. В. Калашник // Сучасні технології в промисловому виробництві : матеріали науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів факультету технічних систем та енергоефективних технологій, 18—22 квітня 2011 р., Суми / ред. кол.: О. Г. Гусак, В. Г. Євтухов. — Суми : СумДУ, 2011. — Ч. 3. — С. 97—98.
7. Національний природний парк «Голосіїв». Проблеми забруднення довкілля Пирогівським полігоном твердих побутових відходів / В. П. Замостян, С. Д. Ісаєв, Н. Є. Кундеревич, П. С. Михайленко // Наукові записки. Біологія та екологія. — 2001. — Т. 19. — С. 77—82.
8. Садовникова Л. К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении / Л. К. Садовникова, Д. С. Орлов, И. Н. Лозановская. — М. : Высшая школа, 2006. — 334 с.
9. Гринчишин Н. М. Вплив важких металів на мікробіоценоз дерново-слабопідзолистого ґрунту / Н. М. Гринчишин, Т. М. Лозовицька // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького. — 2009. — Т. 11, № 2 (41). Ч. 4. — С. 54—57.
10. Гринчишин Н. М. Вплив процесів горіння твердих побутових відходів на екологічний стан ґрунту / Н. М. Гринчишин // Пожежна безпека : зб. наук. праць. — Львів : ЛДУ БЖД. — 2012. — № 20. — С. 131—136.
11. Снітинський В. В. Забруднення важкими металами дерново-підзолистих ґрунтів території, прилеглої до законсервованого Луцького звалища твердих побутових відходів / В. В. Снітинський, Н. А. Баб'як // Вісник Львівського державного аграрного університету. — 2003. — № 7. — С. 3—5. — Агронімія.
12. Березюк О. В. Определение затрат на очистку зоны загрязнения тяжелыми металлами грунтов близлежащих к полигонам твердых бытовых отходов / О. В. Березюк // Роль бизнеса и власти в развитии агропромышленного комплекса : материалы XV Международной научно-практической конференции. Барнаул, 14—15 сентября 2016 г. / Алтайская лаборатория СибНИИЭСХ СФНЦА РАН ; под науч. ред. проф. Г. М. Гриценко. — Барнаул : Алтайский дом печати, 2016. — С. 79—82.

13. Добровольский В. В. Охрана почв / В. В. Добровольский, Л. А. Гришина. — М. : изд-во МГУ, 1985. — 224 с.
14. Клевенская И. Л. Влияние тяжелых металлов (Cd, Zn, Pb) на биологическую активность почв и процесс азотфиксации / И. Л. Клевенская // Микробиоценозы почв при антропогенном воздействии. — Новосибирск : Наука, 1985. — С. 73—94.
15. Microbial disinfection capacity of municipal solid waste (MSW) composting / I. Deportes, J.-L. Benoit-Guyod, D. Zmirou, M.-C. Bouvier // Journal of Applied Microbiology. — 1998. — No 85. — P. 238—246.
16. Березюк О. В. Моделювання динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час літнього компостування / О. В. Березюк, С. М. Горбатюк, Л. Л. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2013. — № 4. — С. 17—20.
17. Моделювання динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час весняного компостування / О. В. Березюк, М. С. Лемешев, Л. Л. Березюк, І. В. Віштак // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2015. — № 1. — С. 29—33.
18. Березюк О. В. Порівняння динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час компостування / О. В. Березюк, Л. Л. Березюк // Техногенно-екологічна безпека України: стан та перспективи розвитку : V Всеукраїнська наук.-практ. інтернет-конф. студ., аспір. та молодих вчених, 10—20 лист. 2015 р. : матер. конф. — Ірпінь : НУДПСУ, 2015. — С. 218—220.
19. Березюк О. В. Определение регрессии коэффициента уплотнения твердых бытовых отходов от высоты полигона на основе компьютерной программы «RegAnaliz» / О. В. Березюк // Автоматизированные технологии и производства. — 2015. — № 2 (8). — С. 43—45.

Рекомендована кафедрою безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 16.01.2017

Березюк Олег Володимирович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, e-mail: berezyukoleg@yandex.ru .

Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Березюк Людмила Леонідівна — викладач циклової комісії загальноосвітніх дисциплін.

Коледж економіки і права Вінницького кооперативного інституту, Вінниця

O. V. Bereziuk¹

L. L. Bereziuk²

Construction of Dependence Models of Concentrations of Saprophyte Bacteria in Soil from Distance to the Ground of Burial Place of Hard Domestic Wastes

¹Vinnitsia National Technical University;

²College of Economics and Law of Vinnitsia Cooperative Institute

There have been defined the concentrations of regressive dependences of saprophyte bacteria in soil from distance to the burial ground of hard domestic wastes.

Keywords: saprophyte bacteria, mathematical modeling, regressive analysis, hard domestic wastes.

Bereziuk Oleh V. — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Chair of Security of Life and Pedagogic Security, e-mail: berezyukoleg@yandex.ru ;

Bereziuk Liudmyla L. — Lecturer of Cyclic Commission of General Disciplines

О. В. Березюк¹

Л. Л. Березюк²

Построение моделей зависимости концентраций сапрофитных бактерий в грунте от расстояния к полигону захоронения твердых бытовых отходов

¹Вінницький національний технічний університет;

²Колледж економіки і права Вінницького кооперативного інституту

Определены регрессионные модели зависимости концентраций сапрофитных бактерий в грунте от расстояния к полигону захоронения твердых бытовых отходов.

Ключевые слова: сапрофитные бактерии, математическое моделирование, регрессионный анализ, твердые бытовые отходы.

Березюк Олег Владимирович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и педагогической безопасности, e-mail: berezyukoleg@yandex.ru ;

Березюк Людмила Леонидовна — преподаватель цикловой комиссии общеобразовательных дисциплин