2. ЕКОЛОГІЯ ТА ДОВКІЛЛЯ

Науковий вісник НЛТУ України
Scientific Bulletin of UNFU
<http://nv.nltu.edu.ua>

<https://doi.org/10.15421/40270419>

Article received 19.05.2017 p.

Article accepted 24.05.2017 p.

УДК 621.311.22:504.054

ISSN 1994-7836 (print)
ISSN 2519-2477 (online)

✉ Correspondence author
R. S. Shkumbatyuk
Shkumba_r@meta.ua

О. П. Ковальчук, В. В. Снітинський, Р. С. Шкумбатюк

Львівський національний аграрний університет, м. Львів, Україна

МОНІТОРИНГ ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТАХ ТЕРИТОРІЙ, ПРИЛЕГЛИХ ДО ДОБРОТВІРСЬКОЇ ТЕС

Досліджено вплив Добротвірської ТЕС на процес накопичення та міграцію важких металів (ВМ) у ґрунтах прилеглих територій. За результатами наших досліджень встановлено підвищення вмісту ВМ у ґрунтах, відібраних на відстані 1,5-2,5 км від Добротвірської теплоелектростанції (ДТЕС). На віддаленні від ДТЕС виявлено тенденцію до зниження вмісту ВМ. На всіх відстанях від ДТЕС моніторингових ділянок проходить акумуляція сполук нікелю, плюмбуму, цинку. Встановлено взаємозалежність та кореляцію між вмістом ВМ та рН ґрунтів і деякими агрохімічними показниками досліджуваних ґрунтів. Виявлено істотне перевищення в досліджених зразках ґрунту вмісту таких ВМ, як плюмбуму, купруму, феруму, маргану та нікелю порівняно з контрольною точкою. Встановлено пониження вмісту гумусу у ґрунтах та підвищення значення рН для дерново-опідзолених ґрунтів. Рекомендовано контролювати джерела викидів забруднювальних речовин і дотримуватись вимог відповідного природоохоронного законодавства. З-поміж усіх типів електростанцій найбільший негативний вплив на довкілля чинять теплоелектростанції. Це пов'язано, здебільшого, з екологічними аспектами спалювання органічного палива. Вугільний попіл є своєрідним концентратом сполук кількох елементів. Якби він легко вловлювався, то вже давно став би важливою рудною сировиною. А тому випадання цього пилу з року в рік на ті ж території, рано чи пізно, підвищить вміст токсичних важких елементів у компонентах навколишнього середовища далеко поза безпечну позначку (Varlamov, 2001).

Ключові слова: кореляція; пробні ділянки; теплоелектростанції; міграція важких металів; агрохімічні показники ґрунту.

Вступ. Однією з основних умов повноцінного розвитку та функціонування будь-якої світової держави є повне забезпечення належних умов для 100 % функціонування всіх ланок енергетичних систем держави. Проте електроенергетичні об'єкти значно впливають на стан навколишнього середовища. Причому такий вплив характеризується постійною та зростаючою інтенсивністю, різноманітністю, багатоплановістю та масштабітністю.

Екологічний вплив електроенергетичних об'єктів на довкілля можна розподілити за такими категоріями (Nechaieva, et al., 2008):

- забруднення повітря шкідливими речовинами і сполуками, враховуючи діоксин сірки, окисли азоту, тверді частинки та важкі метали, за їх впливом на людське здоров'я, флору, фауну тощо;
- викиди парникових газів, враховуючи вуглекислий газ, метан, закис азоту, що сприяють глобальним змінам клімату;
- зміна природного режиму водовикористання та негативний вплив на якість води через теплове і хімічне забруднення та вплив гідроелектростанцій;
- зміна природного режиму землевикористання через розміщення електростанцій та електричних мереж, вивезення та складування відходів, враховуючи тверді, рідкі та ядерні відходи.

У світлі останніх подій, питання повноцінного енергозабезпечення гостро стоять і для України. Причому основна частка генеруючої електроенергії (близько 57,5 %) припадає на ТЕС та ТЕЦ. За масштабами впливу на навколишнє середовище теплова енергетика посідає одне з перших місць. Сотні теплоелектростанцій (ТЕС) і теплоелектроцентралей спалюють мільйони тонн органічного палива. На їх частину припадає приблизно 1/4 всіх шкідливих викидів (Adamenko & Prykhodko, 2000; Klymenko, 2000). Теплоенергетика також дає 12 % всіх твердих промислових відходів. В основному це зола та шлаки. Останнім часом золу стали використовувати для різних цілей. Однак одним з недоліків використання золи є вміст у ній важких металів (ВМ). Викиди ТЕС негативно впливають на земну поверхню, ґрунт і рослинність через осідання на них пилу та випадіння "хімічного" дощу або снігу внаслідок розчинення аерозолів окислів сірки й азоту в атмосферній волозі та дощових або снігових опадах, поверхневі води (осідання на водних поверхнях викинутих у повітря шкідливих речовин і змив їх у ріки та водойми дощовими і талими сніговими потоками) (Doncheva, Kozakova & Kaluckov, 1992).

Результатами такого забруднення земної поверхні є окислення снігового покриву та сільськогосподарських угідь, нагромадження у ґрунті важких металів з вугіль-

Цитування за ДСТУ: Ковальчук О. П., Снітинський В. В., Шкумбатюк Р. С. Моніторинг вмісту важких металів у ґрунтах територій, прилеглих до Добротвірської ТЕС. Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27(4). С. 87–90.

Citation APA: Kovalchuk, O. P., Snitynskyi, V. V., & Shkumbatyuk, R. S. (2017). Monitoring of Heavy Metals Content in Soils of the Areas Surrounding Dobrotvir Thermal Power Plant. Scientific Bulletin of UNFU, 27(4), 87–90. <https://doi.org/10.15421/40270419>

ної золи, що пригнічує лісові біоценози, знижує врожайність агрокультур і насичує харчові продукти шкідливими для здоров'я людини сполуками.

Джерелом ВМ під час роботи ТЕС є як тонкодисперсні частинки золи, так і зола, що надходить у золовідвали. Максимальна кількість димових викидів осідає в зоні 2,5-4,0 км від електростанцій. Зола, що видувається зі золовідвалів, здатна створювати в ґрунті концентрації ВМ у кілька разів більші, ніж унаслідок викидів із труб. Саме ґрунт знаходиться у центрі трансграничного перенесення, міграції ВМ. Вивчення вмісту ВМ у ґрунтах необхідне для контролю за станом навколишнього середовища, охорони його від забруднення.

Одним з найпотужніших забруднювачів навколишнього середовища на Львівщині є Добротвірська ТЕС, яка є структурним підрозділом ПАТ "ДТЕК Західенерго" (Nechaieva, et al., 2008). Це підприємство входить до переліку 100 найбільших підприємств-забруднювачів України. Як паливо для котлів Добротвірської ТЕС використовують паливо 3 видів: тверде (вугілля марки Т), рідке (мазут) та газоподібне (природний газ).

Протягом кількох останніх років структура палива істотно змінювалась, зменшилась частка використання газу, при цьому також погіршилась якість вугілля, що постачають підприємства Львівсько-Волинського вугільного басейну. Останнього року ситуація з якістю вугілля дещо змінилася на краще, завдяки поставкам якіснішого з екологічного погляду вугілля з Польщі (VASKhNIL, 1988; Glazovskoj, 1981).

Мазут використовують епізодично, у незначній кількості, головним чином для "підсвічування факелу", тому обсяг шкідливих речовин, які утворюються під час його спалювання, дуже незначна. Теплота вугілля, яке використовують як паливо на ТЕС, становить 47026 ккал/кг. В основному під час спалювання вугілля в навколишнє середовище викидаються зола, оксиди Нітрогену та Сульфору. На цей час на території шлаковідстійника зберігається до 15 млн т шлаку.

Завдання та Мета дослідження. Мета дослідження – визначення особливостей розповсюдження ВМ від Добротвірської ТЕС, процеси акумуляції ВМ у ґрунтах цієї території, вплив рН на ці процеси та зміни рН під впливом макроскладу ґрунтів і надходження ВМ.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі завдання:

- 1) встановлення особливостей розповсюдження викидів від Добротвірської ТЕС і акумулювання в них окремих ВМ;
- 2) визначення залежності формування або змін рН від наявності у ґрунтах певних хімічних елементів;
- 3) вивчення залежності між складом забруднення й утворенням малорозчинних сполук у ґрунтах.

Методика дослідження. Для досягнення поставленої мети здійснено відбір проб ґрунту з чотирьох майданчиків, які розташовані на прилеглих територіях Добротвірської ТЕС. Точки відбору зазначено на картосхемі (рис.).

Рис. Майданчики для відбору проб: т. А – пробна ділянка с. Рокети; т. Б – пробна ділянка с. Долини; т. С – пробна ділянка с. Тичок; т. Д – пробна ділянка с. Сілець

Відбір проб проводять для контролю забруднення ґрунтів та оцінення якісного стану ґрунтів природного та порушеного стану. Показники, що підлягають контролю, вибирають із вказаних у ГОСТ 17.4.2.01-83 і ГОСТ 17.4.2.02-83.

Відбір та підготовку проб ґрунту для аналізів здійснюють згідно з ГОСТ 17.4.3.01.-83 та ГОСТ 17.4.4.02.-

84 (DSTU 180 14255: 2005; DSTU 4405: 2005). Пробні майданчики розташовують відповідно до ГОСТ 17.4.3.01-83 (ГОСТ 17.4.1.02-83, 1983). Відбір проб проводять на пробних майданчиках, які закладають так, щоб унеможливити спотворення результатів аналізів під впливом навколишнього середовища. Пробні майданчики закладають на ділянках з однорідним ґрунтовым і

рослинним покривом, а також з урахуванням господарського використання основних ґрунтових різниць.

Об'єднану пробу складають шляхом змішування точкових проб, відібраних на одному пробному майданчику. Для хімічного аналізу об'єднану пробу складають не менше, ніж з п'яти точкових проб, взятих з одного пробного майданчика. Маса об'єднаної проби повинна бути не менше 1 кг. Під час відбору точкових проб і складання об'єднаної проби потрібно виключена унеможливити їх вторинне забруднення.

Проби ґрунту для хімічного аналізу висушують до повітряно-сухого стану без прямого впливу сонячних променів відповідно. Повітряно-сухі проби зберігають у тканинних мішечках, в картонних коробках або у скляній тарі.

Визначення вмісту металів здійснювали методом атомно-абсорбційної спектроскопії з використанням полуменевого ААС КАС -120.1 з електротермічним атомізатором.

Результати дослідження та їх обговорення. Територію для дослідження вибрано з урахуванням наявності різних ландшафтних комплексів, різноманітних ґрунтів і різних видів їх використання, а також відстані від об'єкта забруднення – Добротвірської ТЕС.

Оскільки викиди ТЕС, що працює на твердому паливі, вміщують різноманітні ВМ, для досліджень вибрано найшкідливіші, які є біологічно активними або належать до токсичних забруднювачів різного класу небез-

пеки: 1-й – Pb, Zn, Cd; 2-й – Co, Ni, Cu, Cr; 3-й – V, Sr (Maryskivych & Shpakivska, 2001).

Кожний елемент у певних ґрунтових умовах утворює конкретні хімічні форми, що зумовлює їх рухливість або акумулювання у ґрунтах. Рухливі форми сприяють надходженню забруднювачів у рослини і пересуванню далі по харчовому ланцюгу.

Рухливість ВМ визначається у будь-якому ґрунті значенням рН, оскільки катіонні форми більш рухливі у кислому середовищі, а аніоногени – у ґрунтах з підвищеним значенням рН. Тому цілком справедливо, що при переході з одного середовища в інше при дослідженні поведінки ВМ у ґрунтах важливим чинником є особисті хімічні властивості даного елемента. У цьому аспекті розглянуто залежність рН від макроскладу ґрунтів і вплив деяких ВМ на рН середовища (табл. 1). Для порівняння використовували проби ґрунту, відібрані на відстані 100 км від об'єкта дослідження (табл. 2).

Як бачимо, майже в усіх випадках спостерігається істотна відмінність між контрольною точкою та моніторинговими точками відбору проб ґрунту. Причому найбільша різниця спостерігається для сполук таких ВМ, як марганець, плумбум, ферум та купрум.

Як відомо, збільшення вмісту ВМ та здатності до їх міграції у ґрунтах буде залежати не тільки від значенням рН ґрунту, але і від основних агрохімічних показників ґрунту (табл. 3).

Табл. 1. Результати вмісту важких металів у ґрунтах прилеглих до Добротвірської ТЕС територій

Точка відбору	Відстань від ТЕС	Zn, мг/кг	Mn, мг/кг	Cu, мг/кг	Co, мг/кг	Fe, мг/кг	Ni, мг/кг	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг	pH сольо-ве
с. Рокети (т. А)	2,5 км на зх.	1,30	18,20	1,90	0,84	9,24	1,89	1,44	0,10	6,5
с. Долини (т. В)	1,5 км на зх.	1,26	23,20	1,70	0,84	7,80	2,31	1,92	0,10	7,0
с. Тички (т. С)	1,5 км на зх.	0,62	12,00	1,60	0,84	9,8	2,63	0,48	0,05	6,9
с. Сілець (т. D)	2,5 км на зх.	0,56	5,90	1,65	1,12	7,56	2,89	1,44	0,05	5,8

Табл. 2. Вміст важких металів у контрольній точці

Zn, мг/кг	Mn, мг/кг	Cu, мг/кг	Co, мг/кг	Fe, мг/кг	Ni, мг/кг	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг	pH сольове
0,75	1,60	0,90	0,65	3,24	1,89	0,44	0,001	5,5

Табл. 3. Агрохімічні показники досліджуваних зразків ґрунту

Точка відбору	Відстань від ТЕС	Нітроген	Сульфур	Гумус	P ₂ O ₅ мг/кг ґрунту		K ₂ O мг/кг ґрунту	
					Кірсанов	Мачигін	Кірсанов	Мачигін
с. Рокети (т. А)	2,5 км на зх.	1,30	18,20	1,90	0,84	0,84	9,24	9,24
с. Долини (т. В)	1,5 км на зх.	1,26	23,20	1,70	0,84	0,84	7,80	7,80
с. Тички (т. С)	1,5 км на зх.	0,62	12,00	1,60	0,84	0,84	9,8	9,8
с. Сілець (т. D)	2,5 км на зх.	0,56	5,90	1,65	1,12	1,12	7,56	7,56

Згідно з даними табл. 3, найістотніший антропогенний вплив ТЕС "відчувається" щодо гумусу, істотне підвищення сполук Сульфору та Нітрогену. Причому агрохімічні показники ґрунту істотно корелюються із вмістом ВМ у досліджуваних ґрунті.

Висновки. Унаслідок проведених досліджень рівня забруднення ґрунтів поблизу Добротвірської ТЕС важкими металами встановлено, що:

- найбільш забрудненою є територія, розташована від джерела викиду в радіусі 2,5 км;
- найбільш поширеними забруднювачами є Cu, Co, Mn, Pb, що вважаємо цілком
- закономірним: кислотні залишки утворюються у слаболужних ґрунтах і з ВМ утворюють нерозчинні або малорозчинні сполуки, що призводить до їх накопичення. Це стосується Cu, Fe, Co;
- визначено кореляційні залежності між рН і макро- і мікрокомпонентами в різних ґрунтах. Найбільша кореляція

між рН і Fe, Zn, Pb, вміст яких змінюється залежно від місця відбору зразків ґрунту;

- для мікроелементів простежено залежність між рН і вмістом у ґрунтах Cu, Zn, що пов'язано зі зменшенням рухомості цих елементів у слаболужних і нейтральних ґрунтах;
- виявлено взаємкореляцію між вмістом ВМ та деякими агрохімічними показниками досліджуваних ґрунтів.

Перелік використаних джерел

- Adamenko, O. M., & Prykhodko, M. M. (2000). *Rehionalna ekologiya i pryrodni resursy*. Ivano-Frankivsk: Taля, 287 p. [in Ukrainian].
- Doncheva, A. V., Kozakova, L. K., & Kaluckov, V. N. (1992). *Landshaftnaja indikacija zagrjaznenija prirodnoj sredy*. Moscow: Jekologija, 256 p. [in Russian].
- DSTU 180 14255: (2005). *Yakist gruntu. Vyznachennia nitratnoho azotu i zahalnoho rozchynnnoho azotu v povitriano-sukhykh gruntakh*. [in Ukrainian].

DSTU 4405: (2005). *Yakist gruntu. Vyznachennia rukhomykh spoluk fosforu i kaliu za metodom Kirsanova v modifikatsii NNTsIHA*. [in Ukrainian].

Glazovskoj, M. A. (Ed.) (1981). *Tehnogennye potoki veshchestva v landshaftah i sostojanie jekosistem*. Moscow: Nauka, 256 p. [in Russian].

GOST 17.4.1.02-83. (1983). *Ohrana prirody. Pochvy. Klassifikacija himicheskikh veshchestv dlja kontrolya zagriznenija*. Vved. 01.01.84. [in Russian].

Klymenko, L. P. (2000). *Tekhnologohiia*. Simferopol: Tavriia, 542 p. [in Ukrainian].

Maryshevych, O. H., & Shpakivska, I. M. (2001). Vplyv antropopresii na biotychnu aktivnist gruntiv u ekosystemakh Ukrainykh Kar-

pat. *Naukovyi visnyk UkrDLTU : zb. nauk.-tekhn. prats*, 9, 26–28. Lviv : Vyd-vo UkrDLTU. [in Ukrainian].

Nechaieva, T. P., Shulzhenko, S. V., Sas, D. P., & Parasiuk, M. V. (2008). Faktory ekolohichnoho vplyvu elektroenerhetychnykh ob'ektiv na dovkillia. *Problemy zahalnoi enerhetyky*, 18, 53–60. [in Ukrainian].

Varlamov, H. B. (2001). Otsinka nehatyvnoho vplyvu ta kontsepsiia enerho-ekolohichnoho monitoringu palyvospalivnykh enerho-ob'ektiv. *Jenergotehnologii i resursoberezhennia*, 4, 53–57. Kyiv: Jenerghija. [in Ukrainian].

VASKhNIL. (1988). *Pochvy Ukrainy i povyshenie ih plodorodija*. VASKhNIL. Yuzh. ot-nie In-ta pochvovedenija i agrokimii im. A. N. Sokolovskogo. Kiev: Urozhaj, T.1, 292 p. [in Russian].

О. П. Ковальчук, В. В. Снитынский, Р. С. Шкумбатюк

Львовский национальный аграрный университет, г. Львов, Украина

МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ТЕРРИТОРИЙ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К ДОБРОТВОРСКОЙ ТЭС

Исследовано влияние Добровторской ТЭС на процесс накопления и миграцию тяжелых металлов (ТМ) в почвах прилегающих территорий. По результатам наших исследований установлено повышение содержания ТМ в почвах, отобранных на расстоянии 1,5-2,5 км от Добровторской теплоэлектростанции (ДТЭС). На удалении от ДТЭС выявлена тенденция к снижению содержания ТМ. На всех расстояниях от ДТЭС мониторинговых участков проходит аккумуляция соединений никеля, свинца, цинка. Определены взаимозависимость и корреляция между содержанием ТМ и pH и агрохимическими показателями почв. Обнаружено существенное увеличение в исследованных образцах почв содержание таких ТМ, как свинец, медь, железо, марганец и никель, в сравнении относительно контрольной точки. Отмечено понижение содержания гумуса в почвах и повышение уровня pH для дерново-подзолистых почв. Рекомендовано контролировать источники выбросов загрязняющих веществ и соблюдать требования соответствующего природоохранного законодательства. Среды всех типов электростанций самое негативное влияние на окружающую среду оказывают теплоэлектростанции. Это связано, в основном, с экологическими аспектами сжигания органического топлива. Угольный пепел является своеобразным концентратом соединений нескольких элементов. Если бы он легко улавливался, то уже давно стал бы важным рудным сырьем. Поэтому выпадение этой пыли из года в год на те же территории, рано или поздно, повысит содержание токсичных тяжелых элементов в компонентах окружающей среды далеко за безопасную отметку (Varlamov, 2001).

Ключевые слова: корреляция; пробные участки; теплоэлектростанции; миграция тяжелых металлов; агрохимические показатели почвы.

O. P. Kovalchuk, V. V. Snitynsky, R. S. Shkumbatyuk

Lviv National Agrarian University, Lviv, Ukraine

MONITORING OF HEAVY METALS CONTENT IN SOILS OF THE AREAS SURROUNDING DOBROTVIR THERMAL POWER PLANT

Power facilities significantly affect the environment. Moreover, this effect is characterized by constant and growing intensity, variety, diversity and scale. Therefore, the purpose of the research is to study the impact of Dobrotvir thermal power plant on the accumulation and migration of heavy metals (HM) in soils of surrounding areas. The results of our studies found increased content concealed in the soil samples taken at a distance of 1.5-2.5 km from Dobrotvir thermal power plant (DTPP). The authors have revealed the tendency to reduction of the HM at some distant areas of DTPP. The accumulation of such heavy metals as nickel compounds, lead, and zinc was found on all distant monitoring plots. The research has also defined interdependence and correlation between the contents of the HM and pH soils, and some agrochemical indicators of studied soils. The authors have found a significant excess in the soil samples when studying the contents of the HM as of lead, copper, iron, manganese and nickel in comparison with the control point. Moreover, we have detected some decrease of humus content in the soil and increasing the pH to sodpodzolic soil. Thus, the authors recommend source control of polluting emissions and comply with relevant environmental legislation. The greatest negative impact on the environment is caused by thermal power plants. This is mainly due to the environmental aspects of fossil fuels. The coal ash is a kind of concentrate compounds of several elements. It has long been important to ore and therefore dust falling from year to year on the same territory, sooner or later, will increase the content of toxic heavy elements in the components of the environment far beyond the safe mark.

Keywords: correlation; test plot; power station; heavy metals migration; soil agrochemical indices.

Інформація про авторів:

Ковальчук Ольга Петрівна, аспірант, Львівський національний аграрний університет, м. Львів, Україна.

Email: Olgakovalchuk01@ukr.net

Снітинський Володимир Васильович, д-р біол. наук, професор, Львівський національний аграрний університет, м. Львів, Україна.

Email: Pr_inau@ukr.net

Шкумбатюк Роман Степанович, канд. хім. наук, доцент, Львівський національний аграрний університет, м. Львів, Україна.

Email: Shkumba_r@meta.ua