

УДК 504.05:549.25

С.С. Руденко, С.С. Костишин, Т.В. Морозова

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ АГРОЛАНДШАФТІВ ЧЕРНІВЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ТА АЛЮМІНІЄМ

Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича

Узагальнено результати 5-річних досліджень забруднення різних агроландшафтів Чернівецької області важкими металами та алюмінієм. Для кожної природної зони Чернівецьчини визначено фоновий вміст досліджуваних агентів у поверхневому шарі ґрунтів та підземних водах. Проведено оцінку забруднення різних агроландшафтів важкими металами та алюмінієм порівняно з фоновими значеннями, ГДК та ДЕСТом. Визначено агроландшафти з критичним рівнем забруднення.

Ключові слова: агроландшафт, важкі метали, алюміній, забруднення.

S.S. Rudenko, S.S. Kostyshyn, T.V. Morozova

Chernivtsi National University

COMPARATIVE ANALYSIS OF CONTAMINATION OF AGROLANDSHAFTS OF CHERNOVTSY AREA BY HEAVY METALS AND ALUMINIUM

In the given activity the outcomes of 5-year's researches of contamination of different agrolandshafts of Chernovtsy area by heavy metals and aluminium are generalized. For each natural zone of Chernivtsy region background contents of the investigated agents in a surface sphere of soils and underground waters are determined. The estimation of contamination different agrolandshafts by heavy metals and aluminium compared with background values, PDK and GOST, is conducted. Agrolandshafts with a critical level of contamination are determined.

Key words: agrolandshaft, heavy metals, aluminium, contamination.

Будь-які екологічні дослідження сільських населених пунктів повинні проводитись у контексті агроландшафту. Такий підхід враховує, з одного боку, особливості природного ландшафту, а з другого – його трансформацію у процесі сільськогосподарської діяльності людини. При цьому важливою умовою об'єктивізації екологічних досліджень є порівняння антропогенно трансформованих систем з еталонними природними ландшафтами. Саме такий підхід був застосований авторами статті при оцінці рівня забруднення агроландшафтів 28 сільських населених пунктів Чернівецької області важкими металами та алюмінієм. Актуальність дослідження останнього чинника для Чернівецької області була показана в наших попередніх роботах (Руденко, 2001; Руденко, Дмитрук, 1998).

Відомо, що агроландшафт – це змінений у процесі сільськогосподарської діяльності людини природний ландшафт. В агроландшафті об'єднуються і взаємопроникають компоненти неживої природи (літо-, атмо-, гідросфера), ґрунтового покриву (педосфера) та частина біосфери (включаючи людину та її діяльність).

Агроландшафт складається із агробіоценозів та таких структур, як населені пункти, тваринницькі ферми тощо. Усі компоненти агроландшафту пов'язані між собою і утворюють суперсистему. І.І. Дедю (Экологический ..., 1990) характеризує агроландшафт як синонім сільської місцевості.

Метою нашого дослідження було проаналізувати забруднення таких взаємопов'язаних елементів агроландшафту, як ґрунти та підземні води (кринична вода). Оскільки підземні води здатні акумулювати токсичні сполуки, що надходять до ґрунту, то перевищення їх за ДЕСТ свідчить про подвійну небезпеку для мешканців населених пунктів. У даному випадку до впливу забруднювачів через ланцюг живлення ґрунт → рослина → тварина → людина додається їх прямиий вплив на здоров'я людини через питну воду. Метою даної роботи було виявлення саме таких критичних сільських населених пунктів на території Чернівецької області.

© Руденко С.С., Костишин С.С., Морозова Т.В., 2003

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Середньозмішані зразки ґрунту відбирали з глибини 10–20 см. Ґрунт висушували до повітряно-сухого стану, відокремлювали сторонні домішки, розтирали у фарфорових ступках і просіювали через сито з отворами діаметром 1 мм. У відібраних зразках ґрунту визначали вміст рухомих форм важких металів та алюмінію як таких, що потенційно можуть бути включені в ланцюг живлення або потрапити у підземні води. У кожній реперній точці відбирали ґрунт з чотирьох ділянок, відповідно з умовного чотирикутника площею 200 м² брали середньозмішану пробу. Для вилучення рухомих форм металів із ґрунтових зразків використовували ацетатно-амонійний буфер з рН 4,8.

Проби підземних вод відбирали згідно з рекомендаціями ДЕСТ 24484-8с (Нормативно-методические ..., 1990) у поліетиленову тару, попередньо вимиту розчином нітратної кислоти і дистильованою водою. Проби одразу ж консервували, додаючи 5 мл HNO₃ (ос. ч.) на 1 л води. Вміст деяких мікроелементів (Pb та Cd) у питній воді знаходиться за межами чутливості атомно-абсорбційного визначення, тому для таких елементів проводили додаткове упарювання в 10 раз.

У підготовлених таким чином пробах ґрунту та води оцінювали вміст важких металів та алюмінію на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115-М1 (полум'яний варіант) (Хавесов, Цалев, 1983).

Для з'ясування рівня антропогенного забруднення поверхневого шару ґрунтів та підземних вод різних агроландшафтів металами обчислювали коефіцієнти концентрацій

$K_c = \frac{K_i}{K_\phi}$, де K_c – коефіцієнт концентрації; K_i – вміст рухомої форми даного металу у

поверхневому шарі ґрунтів або у підземних водах конкретного агроландшафту; K_ϕ – фонове значення для даного металу у поверхневому шарі ґрунтів або у підземних водах відповідної природної зони (Геохімія ..., 1990).

Рівень небезпечності забруднення різних агроландшафтів для людини оцінювали шляхом порівняння вмісту рухомих форм важких металів та алюмінію в ґрунтах зі значеннями ГДК, а в підземних водах – з показниками, наведеними у книзі «Нормативно-методические документы по гигиене» (1990).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Уміст рухомих форм важких металів у поверхневому шарі ґрунтів досліджених агроландшафтів представлено у табл. 1. Коефіцієнти концентрацій досліджуваних металів, визначені з урахуванням абсолютних значень рухомих форм елементів у даній точці та їх фонового вмісту для відповідної фізико-географічної області, наведені на *рисунку*.

У Прут-Дністровській підвищеній рівнинній лісостеповій зоні виявлені найвищі для Чернівецької області середні значення коефіцієнтів концентрацій рухомих форм міді, цинку та алюмінію у ґрунтовому покриві (*рисунк*). Сума середніх значень коефіцієнтів концентрацій рухомих форм досліджених металів для даної природної зони становить 17,4. Це найбільший показник по Чернівецькій області, який засвідчує, що агроландшафт даної природної зони зазнав значно більшого антропогенного впливу порівняно з агроландшафтами інших природних зон.

У межах даної природної зони нами виявлено одну реперну точку, у поверхневому шарі ґрунтів якої концентрація рухомих форм міді та цинку перевищувала ГДК (с. Лужани). Вміст рухомих форм цих елементів у даному населеному пункті перевищує ГДК у 8,3 та 3,4 рази відповідно (табл. 1), коефіцієнт концентрації міді становить 44,4, а цинку – 20. За концентрацією рухомої форми цинку нами виявлено ще одну реперну точку (с. Грушівці), де вміст рухомої форми цього металу у поверхневому шарі ґрунтів дорівнює 2,9 ГДК, а коефіцієнт концентрації цього елемента – 16,8. В усіх реперних точках цієї фізико-географічної зони вміст рухомих форм нікелю та свинцю не перевищував прийнятої норми (табл. 1). Для рухомих форм алюмінію та заліза гранично допустимі концентрації поки що не розроблені, тому при порівняльному аналізі одержаних даних ми орієнтувалися лише на коефіцієнти концентрацій цих елементів. Високі значення коефіцієнтів концентрації заліза встановлені для поверхневого шару ґрунтів с. Мамаївці та Киселів

Таблиця 1

Уміст рухомої форми важких металів та алюмінію у поверхневому шарі ґрунтів Чернівецької області, мг/кг сухої маси ґрунту

Населений пункт	Cu	Zn	Ni	Fe	Pb	Mn	Al
	ГДК, мг/кг						
	3	23	4	–	3	50	–
Прут-Дністровська підвищена рівнинна лісостепова зона							
Фонове значення	0,56±0,07	3,93 ± 0,51	1,8±0,3	10,64±2,35	0,72 ± 0,12	56,65±9,04	18,25±3,75
с. Мамайвіц	0,68±0,15	10,92 ± 2,77	2,52±0,49	116,21±43,50*	1,04 ± 0,08	81,90±2,75**	31,63±4,66
смт. Лужани	24,88±10,93**	78,53 ± 30,17**	3,88±0,96	51,17±7,63	2,00±0,37	103,49±7,07**	37,83±3,35
с. Киселів	1,11±0,24	5,05±1,11	3,23±0,75	117,23±44,60*	1,10±0,19	142,44±40,94**	65,0±13,61*
с. Кострижівка	0,92±0,26	10,90±0,62	3,07±0,73	17,88±4,81	1,48±0,21	73,25±8,72**	56,63±10,29
с. Вікно	0,49±0,05	3,88±0,23	2,08±0,23	17,28 ± 15,88	1,13±0,08	42,90±1,58	16,05±3,31
с. Веренчанка	0,54±0,09	7,80±2,16	1,66±0,13	14,77±4,34	0,94±0,07	41,64±3,06	81,50±19,40*
с. Строїнці	0,34±0,06	7,17±0,27	2,34±0,31	8,63 ± 0,94	0,63±0,06	64,09±3,14**	77,9±26,8*
с. Рідківці	0,47±0,11	7,01±1,36	2,13±0,15	19,02±1,91	0,62±0,06	62,72±5,46	66,41±11,58*
с. Магала	0,94±0,18	10,92±1,86	2,68±0,33	185,08 ± 35,18	1,59±0,27	138,08±15,35**	47,5±3,54
с. Ставчани	0,72±0,07	2,24±0,36	2,14±0,19	8,14±1,34	0,72±0,14	57,58±8,67**	37,63±3,08
м. Новодністровськ	0,53±0,08	5,64±0,61	2,55±0,23	32,18 ± 12,14	1,11±0,17	50,10±3,42	67,75±12,69
с. Михалково	0,53±0,07	3,60±1,24	0,6±0,05	13,36 ± 0,10	0,43±0,04	28,55±1,37	25,0±2,71
с. Поляна	0,66±0,13	3,43±0,38	0,80±0,18	47,71 ± 7,92	0,72±0,12	68,15±10,46**	48,63±6,65
с. Чорнівка	1,02±0,24	23,85±2,39**	1,94±0,21	29,22 ± 5,57	1,15±0,18	79,49±4,98**	28,76±6,16
с. Вовчиньць	0,59±0,05	11,21±0,55	1,74±0,22	13,53 ± 2,11	0,40±0,09	58,04±3,87**	16,89±3,46
с. Грушівці	0,39±0,06	65,94±26,19**	1,87±0,27	6,74 ± 1,53	0,52±0,08	54,04±13,64**	42,63±10,90
Прут-Сіретська підвищена погорбована лісолучна зона							
Фонове значення	0,38±0,06	10,71±1,4	1,92±0,25	28,11±3,1	0,69±0,08	50,77±6,36	45,45±19,5
с. Брусниця	0,60±0,18	7,41±1,35	1,92±0,14	13,93±4,19	0,45±0,06	66,02±2,44**	23,08±5,43
с. Дубово	0,74±0,06	11,06±0,25	3,47±0,50	40,05±12,14	0,88±0,11	125,4±20,75**	139,75±42,48*
с. Костинці	0,64±0,12	3,08±0,45	2,98±0,64	75,41±6,97	1,16±0,12	112,3±25,97**	21,75±0,65
с. В. Кузьміна	0,27±0,04	8,64±0,40	1,93±0,23	7,16±1,08	0,56±0,04	55,30±3,16**	29,13±9,99
с. Горбово	0,76±0,16	59,31±20,52**	1,32±0,13	17,76±1,85	1,37±0,28	60,70±1,47**	27,14±3,59
м. Герца	0,49±0,049	16,24±5,47	2,13±0,13	26,86±7,67	1,17±0,07	54,51±3,67**	75,13±16,37
с. Луківці	0,59±0,17	8,47±0,67	2,03±0,38	9,75±1,13	0,55±0,09	66,20±4,67**	94,13±24,15
с. Красноільськ	1,69±0,18	113,61±25,96**	3,81±0,15	29,38±8,21	2,58±0,49	99,55±7,88**	32,75±3,89

Примітка. * – уміст елемента достовірно перевищує фонове значення ($\alpha < 0,05$); ♦ – уміст елемента перевищує ГДК.

Населений пункт	Cu	Zn	Ni	Fe	Pb	Mn	Al
	ГДК, мг/кг						
	3	23	4	—	3	50	—
Зона Бескидських та Марамурешських Карпат							
Фонове значення	0,59±0,06	8,15±0,20	1,9±0,07	56,0±1,81	0,5±0,02	82,68±2,64	121,75±3,3
с. Стебник	1,29±0,12	12,75±0,37	3,91±0,03	178,25±10,1*	0,67±0,09	151,0±2,87*	126,0±4,34
с. Лопушна	0,65±0,05	5,01±1,28	1,39±0,21	84,13±11,40	0,59±0,04	98,71±6,63*	121,75±21,4
с. Перкалаб	2,3±0,05	27,2±0,49*	2,5±0,07	421,3±20,71*	2,8±0,24	308,0±12,09*	78,8±2,84
с. Сарата	1,0±0,09	1,6±0,27	0,7±0,1	417,6±15,48*	1,2±0,16	47,6±3,09	264,9±6,70*

Таблиця 2

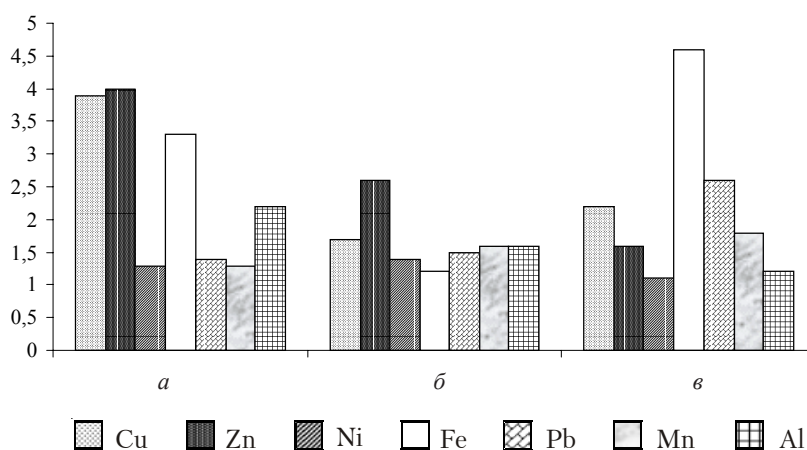
Уміст важких металів та алюмінію у питній воді Чернівецької області, мг/кг

Населений пункт	Cu	Zn	Ni	Fe	Pb	Mn	Al
	ГДК, мг/л						
	1	1	0,1	0,3	0,03	0,1	0,5
Фонові значення	0,008±0,0002	0,034±0,002	0,02±0,001	0,102±0,005	0,008±0,0004	0,007±0,0004	0,071±0,004
с. Строїнці	0,012±0,0012	0,488±0,014	0,047±0,002	0,242±0,031	0,013±0,0027	0,208±0,062*	0,678±0,225*
с. Ставчани	0,018±0,0025	0,034±0,004	0,030±0,002	0,252±0,039	0,014±0,001	0,181±0,106*	0,153±0,018
Фонові значення	0,011±0,0006	0,077±0,0006	0,053±0,0032	0,151±0,0067	0,006±0,0003	0,006±0,001	0,123±0,006
с. Дубово	0,013±0,0007	0,045±0,005	0,031±0,002	0,447±0,024	0,007±0,0009	0,017±0,005	0,575±0,030*
Фонові значення	0,006±0,0002	0,048±0,0001	0,014±0,001	0,158±0,0102	0,006±0,0005	0,008±0,001	0,271±0,014

Примітка. * Уміст елемента достовірно перевищує фонове значення ($\alpha < 0,05$); * – уміст елемента перевищує ГДК.

(10,9 і 11,0 відповідно). Для алюмінію найбільші коефіцієнти концентрацій були зареєстровані в трьох реперних точках: с. Киселів, Веренчанка та м. Новодністровськ (3,6; 3,7 і 3,7 відповідно). Особливістю цих населених пунктів є підвищений радіаційний фон (с. Киселів, Веренчанка) або велика кількість і потужність ліній електропередач (м. Новодністровськ). Це підтверджує наше припущення про стимулюючий вплив іонізуючої радіації та електромагнітних силових ліній на вміст рухомих форм алюмінію у ґрунтах.

Максимальне значення вмісту марганцю у питній воді зафіксовано у с. Строїнці (0,21 мг/л) та с. Ставчани (0,18 мг/л), що не тільки перевищує фонове значення по даній фізико-географічній області (табл. 2), а й перевищує указані значення в ДЕСТ (0,1 мг/л) для цього елемента. Вміст алюмінію у воді с. Строїнці (0,68 мг/л) перевищує фонове значення у 9,5 рази, крім того, слід зазначити, що вміст цього елемента перевищує наведені дані у ДЕСТ (0,5 мг/л).



Коефіцієнти концентрації рухомих форм важких металів та алюмінію у поверхневому шарі ґрунтів фізико-географічних областей Північної Буковини: а – Прут-Дністровська підвищена рівнинна лісостепова обл.; б – Прут-Сіретська підвищена погорбована лісолучна обл.; в – область Бескидських та Марамурешських Карпат

Прут-Сіретська підвищена погорбована лісолучна природна зона Чернівецької області зазнала найменшого рівня антропогенної трансформації, про що свідчать найменше значення суми середніх значень коефіцієнтів концентрацій рухомих форм досліджених металів у поверхневому шарі ґрунтів – 11,6. Лише за середнім значенням коефіцієнта концентрації рухомих форм нікелю дана природна зона незначно випередила інші (рисунки).

Дещо підвищене значення коефіцієнта концентрації рухомих форм міді у поверхневому шарі ґрунтів встановлено на території с. Красноільськ – 4,4, проте у зазначеній точці перевищень ГДК не встановлено. За концентрацією рухомих форми цинку перевищення ГДК виявлено у поверхневому шарі ґрунтів двох населених пунктів – с. Горбово, Красноільськ (табл. 1). Найбільш небезпечний рівень забруднення цинком поверхнього шару ґрунтів зареєстровано в с. Красноільськ – близько 5 ГДК. Для цієї реперної точки встановлено також високе значення коефіцієнта концентрації рухомих форм цього елемента – 9,8.

В усіх реперних точках цієї фізико-географічної області вміст рухомих форм нікелю та свинцю не перевищував прийнятої норми, хоча за коефіцієнтом концентрації свинцю було виявлено один населений пункт із середнім рівнем коефіцієнта концентрації 3,5 – с. Красноільськ. Для рухомих форм алюмінію встановлено середні значення коефіцієнтів концентрацій – для с. Дубово та Горбово (3,1 і 3,1 відповідно).

На території цієї фізико-географічної зони нами встановлено перевищення фонових значення вмісту алюмінію у питній воді у 4,7 рази (с. Дубово), де, крім того, відмічено перевищення значень за ДЕСТ (табл. 2).

Природна зона Beskidських та Марамурешських Карпат перш за все характеризується високим середнім значенням коефіцієнта концентрації рухомих форм заліза (*рисунок*). Крім того, ця зона посідає перше місце за середніми значеннями коефіцієнтів концентрації рухомих форм свинцю та марганцю. Сума середніх значень коефіцієнтів концентрації рухомих форм досліджених металів для даної природної зони становить 15,1. Цей показник не може не викликати занепокоєння, оскільки свідчить про значну антропогенну трансформацію ґрунтів найбільш залісненої частини Чернівецької області. Незважаючи на те що ГДК рухомих форм заліза та алюмінію для України не розроблені, а для марганцю чітко не визначені, у поверхневому шарі ґрунтів деяких населених пунктів даної природної зони (с. Перкалаб, Сарата) нами зареєстровані такі високі концентрації цих металів, які більш за все претендують на перевищення ГДК.

Перевищення вмісту важких металів у криничній воді населених пунктів Beskidських та Марамурешських Карпат не виявлено (табл. 2).

ВИСНОВКИ

1. Показано, що найвищий рівень антропогенної трансформації характерний для Прут-Дністровської природної зони в межах дослідженої території агроландшафтів.

2. Виявлено три критичних сільських населених пункти на території Чернівецької області (с. Ставчани, Строїнці, Дубово), де відмічено не лише перевищення вмісту рухомих форм важких металів та алюмінію у поверхневому шарі ґрунтів, але й високий рівень цих елементів у питній воді.

3. Наші дані засвідчують, що ГДК рухомих форм марганцю у поверхневому шарі ґрунтів, встановлені для України, є дещо занижені. Підтвердженням цього, наприклад, є той факт, що в 23 реперних точках із 28 має місце перевищення ГДК у порівнянні з існуючими нормативами. Так, для Beskidських та Марамурешських Карпат визначена нами фоновая концентрація марганцю складає 82,7 мг/кг, тоді як установа норма знаходиться в межах 50 мг/кг. Ще одним доказом необґрунтованості ГДК для марганцю є той факт, що з усіх реперних точок Чернівецької області нами не виявлено таких, які б мали середні або високі значення коефіцієнтів концентрації за цим елементом. Водночас не слід відкидати припущення, що підвищений рівень марганцю в усіх досліджених нами фізико-географічних зонах Чернівецької області може виявитись специфічним для цього регіону України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Рачевич, Е.П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
- Нормативно-методические документы по гигиене: Сер. Гигиена окружающей среды. – Вып. 2: Гигиена воды и санитарная охрана водоемов. – М.: Минздрав СССР, 1990. – 29 с.
- Руденко С.С. Алюміній у природних біотопах: Біохімічна адаптація тварин. – Чернівці: Вид-во ЧНУ «Рута», 2001. – 300 с.
- Руденко С.С., Дмитрук Ю.М. Аналіз просторових змін алюмінію у ґрунтах природних областей Буковини // Наук. вісник Чернів. ун-ту. – Вип. 38. Біологія. – Чернівці: ЧДУ, 1998. – С. 44-63.
- Хавесов Й., Цалев Д. Атомно-абсорбционный анализ. – Ленинград: Химия, 1983. – 141 с.
- Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь. – Кишинев: Гл. ред. Молд. Сов. энцикл., 1990. – 406 с.

Надійшла до редколегії 30.06.03