

## ЕКОЛОГІЯ І ОХОРОНА ПРИРОДИ

УДК 502.521:504.5(477.61)

Гаврилук Ю. В. ORCID 0000-0003-3897-3222

Тохтарь К. І. ORCID 0000-0002-8852-2959

РІВНІ ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ АГРОЛАНДШАФТІВ  
ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ© Гаврилук Ю.В.<sup>1</sup>, Тохтарь К.І.<sup>2</sup><sup>1</sup>ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»,  
м. Старобільськ, e-mail: juliagavriluk2017@gmail.com<sup>2</sup>Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії  
імені О.Н. Соколовського», м. Харків, e-mail: kitok40@gmail.com<http://doi.org/10.5281/zenodo.2543569>

Проведені дослідження спрямовані на встановлення рівня забруднення продуктів рослинництва важкими металами в зоні дії Луганської ТЕС. Основна частина ключових місць спостереження була розташована у напрямку двох крайніх ромбових «вітрів гірських порід» з точкою прикріплення до місць вибору зразків ґрунту та рослинності. Специфіка цих спостережень - це складність, яка включає в себе моніторинг стану всіх компонентів агроєкосистеми, з одночасним відбором ґрунту та рослин на стаціонарних пробних майданчиках через певний проміжок часу з урахуванням «рози вітрів» та відстані від основного джерела викидів важких металів до агроєкосистем. Пріоритет у цьому випадку надано агроєкосистемам, розташованим в забруднених важкими металами зонах з найбільш контрастним вмістом їх у ґрунті, а в якості еталонних використовувалися зразки, відібрані в агроландшафтах, прилеглих до заповідних територій Стрільцівського степу.

Моніторинг агроценозів, що знаходяться як у північно-західному, так і в північно-східному напрямку від Луганської теплової станції, вирішує проблему використання сільськогосподарських угідь в умовах підвищеного техногенного тиску, виявлення буферних зон поблизу центрів забруднення територій, придатних для екологічно чистого виробництва.

**Ключові слова:** важкі метали, рівень забруднення, агроценоз.

**ВСТУП**

В умовах вкрай напруженої екологічної ситуації, що склалася в багатьох регіонах країни, підвищення продуктивності рослинництва повинно бути нерозривно пов'язане з контролем якості отримуваної продукції. При зростаючих темпах розвитку промислового і сільськогосподарського виробництва однією з основних проблем стає запобігання забруднення біосфери важкими металами. Техногенне забруднення ґрунтів важкими металами призводить до накопичення в них ряду елементів в кількостях, що в десятки і сотні разів перевищують фоновий рівень. Значна частка сполук важких металів, що надходять в ґрунт, залишається рухомою, споживається рослинами, поступаючи потім в організм тварин і людини.

Питання збереження екологічної безпеки життєдіяльності людства набуло актуального значення, оскільки якість природного середовища та харчових продуктів має опосередкований вплив не тільки на здоров'я людини, а й на генофонд майбутнього покоління [2]. Виробництво продуктів харчу-

вання потребує все більшої кількості сільськогосподарської продукції, при цьому основний промисловий тиск відчуває на собі саме земля. На відміну від промислових виробничих фондів, які підлягають відновленню або заміні, земля дається людині природою у вічне користування, і тільки бережливе та раціональне ставлення до сільськогосподарських земель може забезпечити отримання високих та якісних врожаїв при збереженні родючості ґрунтів.

В межах великих промислових регіонів виробнича діяльність людини вже призводить до створення, на відміну антропогенного ландшафту, ландшафтно-техногенних систем, провідну роль у яких має технічний блок, функціонування якого направляється та контролюється людиною. Такі системи втрачають можливість щодо природного розвитку. В умовах північно-східного промислового регіону України значний вплив на якість сільськогосподарської продукції чинять відходи найбільш розвинутих підприємств металургійної, вугільної та енергетичної галузей промисловості. Значна розора-

ність (до 80 – 85% від загальної площі) обумовлює близьке розташування промислових підприємств до сільськогосподарських угідь, що не може не призвести до закономірного зниження якості та безпечності рослинної продукції.

Вивчення цієї проблеми необхідне, перш за все, для визначення фактичного екологічного стану ґрунтів та рослин у агроекосистемах, які підпадають під техногенний тиск, для можливості визначити ступінь впливу токсикантів на якісно-токсикологічні показники ґрунтів та рослинної сировинної продукції для розробки наукових засад з екологічно безпечного та раціонального ведення сільськогосподарського виробництва в умовах техногенно навантажених територій.

У техногенних регіонах антропогенне походження елементів переважає над природним, у результаті чого формуються нові антропогенно перетворені ландшафти, в яких трансформуються природні процеси і порушується речовинно-енергетичний баланс та спрямованість міграційних потоків хімічних елементів. Накопичення важких металів техногенного походження в поверхневому шарі ґрунту пояснюється тим, що основна їх частина надходить у формі важкорозчинних або нерозчинених сполук.

У складі викидів переважають оксиди металів, зустрічаються також карбонати і оксікарбонати, галогеніди, сульфати і сульфідні.

В регіонах з такою складною екологічною ситуацією, високим техногенним навантаженням на навколишнє середовище необхідним є проведення постійного моніторингу (контролю) за вмістом важких металів у поверхневих водах, ґрунтах і рослинній продукції, поглиблення методології досліджень екотоксикологічних процесів, міграції забруднюючих речовин, встановлення рівнів антропогенного тиску на агроландшафти.

У реальній дійсності людина споживає значну кількість речовин, які, при всякому бажанні, не можна назвати поживними. Це – певна частка тих 55-60 тис. найбільш поширених ксенобіотиків, які є широко розповсюдженими продуктами антропогенної діяльності. Речовини, що створюють небезпеку для, біоти включаючи людину, і викликають небажані зміни і порушення в живому організмі, а іноді призводять і до летального результату, прийнято називати екотоксикантами. Вони потрапляють в продукти врожаю (а звідти – і тваринництва) головним чином із ґрунту. Саме ґрунт акумулює і «запам'ятовує» всі зміни, що відбуваються в агроценозах і біосфері. Через цю найтоншу органо-мінеральну мембрану Землі і відбуваються всі процеси обміну речовин і енергії між космосом, атмосферою, гідросферою, літосферою і всіма організмами, що живуть на суші, включаючи людину.

За даними ФАО, ВОЗ, ЮНЕП [6], на цей час важкі метали займають, за ступенем небезпеки, одне з перших місць, випереджуючи такі вельми небезпечні забруднювачі, як пестициди, двоокис вуглецю, сполучення сірки, відходи АЕС та інші, бо вони небезпечні саме через темпи та обсяги їх надходження в оточуюче середовище, особливо маючи на увазі такий насичений промисловий регіон, як Донецький, де вже неодноразово виникали надзвичайні екологічні ситуації.

На сьогодні існують різні підходи та показники щодо оцінки ступеня забруднення ґрунтового покриву важкими металами і регламентації їх концентрації та нормування інтенсивності забруднення.

За виявлення у ґрунтах вмісту забруднюючих речовин у кількостях, що перевищують допустимі рівні, необхідним, на наш погляд, є проведення детального обстеження забрудненої території, особливо метою якого є визначення меж забруднення, рівнів накопичення забруднювачів, шляхів їх міграції в суміжні середовища.

Кращим же варіантом для екологічної оцінки якості рослинної продукції було і залишається безпосереднє визначення вмісту важких металів в використовуваній в їжу або корм частині врожаю сільськогосподарської культури і зіставлення отриманих результатів з гігієнічними нормативами [3].

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Виконання досліджень здійснювалося з використанням польового, агроекологічного та хіміко-аналітичного методів досліджень. Пріоритетним напрямком їх залишається виявлення особливостей акумуляції важких металів в рослинній продукції як компонента цілісного агроландшафту. Основна частина спостережних ключових майданчиків розташована в напрямках двох екстремальних румбів «рози вітрів» з точкою прив'язкою місць відбору ґрунтових і рослинних зразків. Специфіка цих спостережень – комплексність, що включає стеження за станом всіх складових агроекосистеми та тривалий час їх ведення з одночасним відбором зразків ґрунту і рослин на стаціонарних пробних майданчиках через визначений інтервал часу, з урахуванням «рози вітрів» та відстані від основного джерела емісії важких металів до агроекосистем. Пріоритет у цьому випадку надано агроекосистемам, розташованим в забруднених важкими металами зонах з найбільш контрастним вмістом їх у ґрунті, а в якості еталонних використовуються зразки, відібрані в агроландшафтах, прилеглих до заповідних територій Стрільцівського степу, який розташований на території Міловського району.

І ще одна методична особливість наших досліджень: напрямки їх, що відповідають найбільшій повторюваності вітрів, складала кут у 90 градусів з центром на території ТЕС. Зразки в обох напрямках відбирались одночасно через кожні 3-5 км з одних і тих же різновидів ґрунтів і одних і тих же агроценозах, маючи на увазі, що одні культури будуть мати однаковий коефіцієнт біологічного поглинання (КБП). Своєчасно проведене польове рекогносцировочне обстеження сприяло обґрунтуванню найбільш оптимальних варіантів створення спостережної мережі, складання програми відбору зразків, а також – остаточно розрахувати необхідний об'єм відбору проб ґрунтів з приблизно однаковим гранулометричним складом.

Загальна кількість досліджуваних зразків складала 80, в т.ч.: 40 – ґрунтових і 40 – рослинних. У зразках ґрунту, відібраних за ДСТУ ISO 10381-1, визначались: органічна речовина (ДСТУ 4289), рН водний (ДСТУ ISO 10390), а також валові та рухомі форми важких

металів Cd, Pb, Zn, Cr, Ni, Cu, Fe і Mn (ДСТУ 4770.1:2007 – ДСТУ 4770.9:2007) [7, 8].

Вміст важких металів в рослинних зразках та зразках ґрунту визначали методами атомно-абсорбційної спектроскопометрії.

**РЕЗУЛЬТАТИ**

Луганська ТЕС входить до переліку 25-и об'єктів, які є найбільшими забруднювачами довкілля в Україні. Оскільки ТЕС спалює велику кількість вугілля (щоденне завантаження складає 4.5-5 тис. т) обсяги забруднюючих речовин, що потрапляють в атмосферу, навіть важко собі уявити. Результати досліджень процесів самоочищення атмосфери показують, що частинки розміром більше 10 мкм, можуть відносно швидко осідати на земну поверхню. В той час, як частинки розміром 4-10 мкм можуть захоплюватися повітрям, підійматися до висоти понад 1000 м і переміщатися по горизонталі на відстані в сотні і навіть тисячі кілометрів. Більш дрібні частинки погано змиваються дощем і здатні перебувати в атмосфері роками.

Потрапляючи на земну поверхню, частинки викидів, що містять великі кількості важких металів, забруднюють ґрунт і ґрунтові води, а також потрапляють в поверхневі води. Незважаючи на ці обставини, ідентифікувати зони забруднення при далекому перенесенні частинок викидів вкрай складно і можливо лише за допомогою тонких хіміко-аналітичних методів. Реально виявленим горизонтальний масштаб забруднення в наших дослідження склав понад 45-50 км.

Щоб провести порівняння змін рівнів забруднення, які відбуваються по мірі збільшення або

зменшення впливу джерел емісії важких металів в зоні дії Луганської ТЕС, в поточному році було обстежено 11 агроценозів, розташованих на одній відстані в північно-західному напрямку, який відповідає найбільшій повторюваності вітрів «рози вітрів», і стільки ж агроценозів в більш спокійному північно-східному напрямку.

Присутність у ґрунті важких металів в північно-західному напрямку добре простежується навіть на відстані 25-30 км: тут фоновий вміст таких металів, як цинк, нікель, свинець, кобальт, марганець, (валові форми) перевищуються відповідно в 1.18–1.97; 1.12–1.95; 1.03–1.44; 1.36–3.18 і 1.42–1.74 рази.

У північно-східному напрямку дія Луганської ТЕС значно слабкіша. Тут ні в одному з агроценозів вміст важких металів у ґрунті (валові форми) не перевищує фонових рівнів. Що стосується рухомих форм важких металів, то вже на відстані 10-15 км іде помітний спад рівнів забруднення. І перевищення тут спостерігається здебільшого по знижених елементах рельєфу – поймах, річкових долинах, днищах балок.

Як не активно працює ґрунтовий захист таких різновидів ґрунту, як чорноземи звичайні малогумусні важкосуглинкові (з вмістом фізичної глини від 51.2 до 68.6 %), але техногенний тиск перевищує його можливості і важкі метали в достатній кількості надходять до рослин. І відповідно зонам забруднення ґрунтів визначаються зони забруднення рослинного покриву: в північно-західному напрямку рослинна продукція всіх обстежених агроценозів іде з численними перевищеннями ГДК (таблиця 1).

Таблиця 1.

Вміст важких металів в рослинній продукції (північно-західний напрямок)

№ з/п	Відстань від Луганської ТЕС	Агроценози північно-західному напрямку	Рослинна продукція	Вміст важких металів в рослинній продукції, (зерно, сіно), мг/кг									
				Cd	Zn	Ni	Pb	Cu	Cr	Co	Fe	Mn	
1	2.5 км	Бобово-злакова суміш	Сіно	0.33	29.73	2.47	0.99	1.97	2.53	0.69	118.9	61.7	
2	5.0 км	Озима пшениця	Зерно	0.26	32.15	3.51	2.45	6.82	0.47	0.53	119.6	45.7	
3	10.0 км	Ячмінь	Зерно	0.18	15.18	1.44	3.51	4.33	0.29	0.48	142.2	36.5	
4	15.0 км	Озима пшениця	Зерно	0.30	22.53	0.96	1.96	5.74	0.66	0.96	225.3	28.3	
5	15.0 км	Кукурудза	Зерно	0.19	19.60	0.49	0.49	7.45	1.71	1.54	66.4	66.8	
6	20.0 км	Озима пшениця	Зерно	0.28	24.87	0.47	0.47	2.65	0.01	0.74	134.0	42.3	
7	25.0 км	Кукурудза	Зерно	0.15	33.10	0.26	0.26	6.24	0.18	1.66	85.8	41.2	
8	30.0 км	Бобово-злакова суміш	Сіно	0.23	15.41	0.68	0.68	8.14	0.25	0.35	77.6	40.7	
9	35.0 км	Люцерна	Сіно	0.19	25.50	0.76	0.76	3.77	0.17	0.24	54.2	55.6	
10	40.0 км	Ячмінь (с. Ново-Ахтирка)	Зерно	0.09	16.88	1.09	1.09	1.83	0.70	0.38	107.7	52.0	
11	40.0 км	Кукурудза	Зерно	0.06	17.44	0.54	0.54	2.11	0.09	0.19	48.8	33.4	
Гранично допустимі концентрації важких металів у рослинній продукції, мг/кг			Зерно	0.03	50	0.50	0.3	10.0	0.2	1.0	50	44.0	
			Корма	0.3	50	3.0	5.0	5.0	0.3	1.0	50	20.0	
Максимально допустимі рівні важких металів у кормах, мг/кг			Зерно	0.3	50	1.0	5.0	30.0	0.5	1.0	100.0	–	
			Грубі і соковиті корма	0.3	50	3.0	5.0	30.0	0.5	1.0	100.0	–	

Частіше за все, перевищення ГДК відбувається за кадмієм, свинцем, хромом, цинком та нікелем. Тому ми

вважаємо доцільним є всю отриману продукцію, за винятком лише двох останніх, менш забруднених

агроценозів, можна згідно з максимально допустимими рівнями (МДР), використати в кормах сільсько-господарських тварин [9–11].

Інша ситуація склалася з агроценозами північно-східного напрямку досліджень, де лише в трьох перших (бобово-злакова суміш, озима пшениця та ячмінь) виявлено незначне перевищення ГДК (таблиця 2).

Рослинна продукція більшої частини обстежених у цьому напрямку агроландшафтів не виявила якихось відхилень від норми: вся продукція відповідала вимогам як максимально допустимих рівнів (МДР),

так і медико-біологічних показників (ГДК) і була екологічно чистою.

Моніторинг агроценозів навантажених промислових територій проводився одночасно з менш забрудненими агропромисловими регіонами і разом з територіями, прилеглими до заповідних, де була проведена екологічна експертиза 6 агроценозів (кукурудза, озима пшениця, люцерна, ячмінь). І в ґрунті, і в рослинній продукції важкі метали були в межах норми (таблиця 3).

Таблиця 2.

## Вміст важких металів в рослинній продукції (північно-східний напрямок)

№ з/п	Відстань від Луганської ТЕС	Агроценози північно-східний напрямку	Рослинна продукція	Вміст важких металів в рослинній продукції, (зерно, сіно) мг/кг								
				Cd	Zn	Ni	Pb	Cu	Cr	Co	Fe	Mn
1	2.5 км	Бобово-злакова суміш (с. Петрівка)	Сіно	0.21	16.85	1.93	0.41	1.86	0.06	0.79	104.4	46.3
2	5.0 км	Озима пшениця (с. Артема)	Зерно	0.13	30.18	2.51	2.11	2.48	2.97	1.43	371.1	361.5
3	10.0 км	Ячмінь (с. Н. Тепле)	Зерно	0.02	24.91	0.42	0.57	2.65	0.15	0.68	107.7	46.30
4	15.0 км	Озима пшениця (с. Тепле)	Зерно	0.04	18.29	0.58	0.39	1.20	0.35	0.98	104.42	31.03
5	15.0 км	Кукурудза	Зерно	0.06	14.22	0.81	0.21	1.10	0.30	0.63	76.9	19.6
6	20.0 км	Озима пшениця (с. В. Мінченко)	Зерно	0.06	18.52	0.64	0.48	3.14	0.07	0.37	51.6	36.9
7	25.0 км	Кукурудза	Зерно	0.03	2.73	0.48	0.08	0.83	0.20	0.60	35.14	29.34
8	30.0 км	Бобово-злакова суміш (с. Розквіт)	Сіно	0.20	14.20	1.0	0.19	2.89	0.21	0.86	66.5	6.16
9	35.0 км	Люцерна (с. Ноздрівка)	Сіно	0.02	22.90	0.19	0.09	3.72	0.53	0.06	39.7	56.96
10	40.0 км	Ячмінь (с. Городище)	Зерно	0.05	16.21	0.18	0.62	1.78	0.32	0.51	91.21	38.06
11	40.0 км	Кукурудза (с. Городище)	Зерно	0.01	23.1	0.46	0.18	7.86	0.06	0.16	42.42	23.05
Гранично допустимі концентрації важких металів у рослинній продукції, мг/кг			Зерно	0.03	50	0.5	0.3	10.0	0.2	1.0	50	44.0
			Корма	0.3	50	3.0	5.0	5.0	0.3	1.0	50	20.0
Максимально допустимі рівні важких металів у кормах, мг/кг			Зерно	0.3	50	1.0	5.0	30.0	0.5	1.0	100.0	–
			Грубі і соковиті корма	0.3	50	3.0	5.0	30.0	0.5	1.0	100.0	–

Таблиця 3.

## Вміст важких металів в агроценозах території Стрільцівського степу

№ з/п	Агроценози території Стрільцівського конезаводу	Агрохімічні показники ґрунту									Вміст валових форм важких металів в рослинній продукції (зерно, сіно), мг/кг						
		Вміст гумусу, %	рН вод.	Вміст важких металів, мг/кг								Cd	Pb	Zn	Co	Cr	Cu
				Cd	Pb	Zn	Co	Cr	Cu	Mn							
1	Пшениця озима (зерно)	5.47	7.1	0.7	2.0	23	4.0	6.0	3.6	103	0.1	0.5	43	0.9	0.5	13	
2	Пшениця озима (зерно)	6.10	7.3	2.1	4.2	18	5.7	4.5	6.2	143	0.05	0.24	35	0.87	0.45	5.09	
3	Кукурудза (зерно)	6.31	6.9	1.4	4.3	17	5.2	6.3	5.5	151	0.09	0.44	29	0.23	0.34	8.7	
4	Кукурудза (зерно)	5.83	7.5	0.53	5.6	15	3.3	7.2	4.9	149	0.06	0.36	33	0.65	0.39	4.5	
5	Ячмінь (зерно)	4.95	7.4	0.8	12.2	10	4.25	6.4	8.5	135	0.04	0.29	46	0.84	0.18	5.8	
6	Люцерна (сіно)	5.7	7.7	1.8	8.6	13	4.6	8.5	6.1	129	0.08	0.45	42	0.96	0.33	6.3	
Фоновий вміст важких металів				0.5	10.0	50.0	8.0	75.0	20.0	1500	–	–	–	–	–	–	
МДР в кормах (максимально допустимі рівні)											0.3	5.0	50	10	0.5	10	
ГДК (гранично допустимі концентрації)											0.03	0.3	50	10	0.2	10	

Проведені дослідження надали можливість скласти картосхему ареалів розповсюдження толерантних сільськогосподарських культур в агроландшафтах південно-східного промислового регіону.

Одним із важливих аспектів ведення сільськогосподарського виробництва на техногенно забруднених територіях є вирощування культур, стійких до негативної дії важких металів, що зумовлюється, головним чином, їх біологічними особливостями.

### ОБГОВОРЕННЯ

Різний рівень накопичення токсикантів у рослинах пояснюється існуванням біологічних бар'єрів у системі «грунт – корінь – стебло (листя) – генеративний орган». Найбільше металів накопичується у вегетативних органах, найменше у генеративних [1].

Крім того, навіть при сильному забрудненні ґрунту важкими металами основна частина врожаю, яка використовується в їжу (зерно, плоди, коренеплоди, качани капусти і т.д.), зберігається в допустимій чистоті і придатна до вживання, завдяки буферним властивостям, обумовленим наявністю в них гумусу і високому вмісту фізичної глини, що вказує на виконання системою «грунт-рослина» певної екологічної функції, або екологічного потенціалу.

Таким же чином на мало гумусних і легкосуглинкових ґрунтах слід вирощувати культури, товарна частка яких – органи запасання асимілятів. В цьому випадку невеликі захисні можливості ґрунту підкріплюються сильним механізмом захисту рослин, що підвищує ймовірність отримання якісної продукції [4].

З метою зниження екологічного ризику забруднених територій, нами проводилося картографування агроєкосистем і оцінка вмісту важких металів, що відносяться до пріоритетних забруднювачів. Зони екологічного ризику виявлялись шляхом порівняння отриманих результатів з фоновими аналогами і ГДК, що дозволяє оцінити рівень забруднення ґрунтового покриву, а також конкретизувати основні джерела забруднення агроєкосистем. Крім того, враховувались фізіологічні особливості культур, що вирощуються в цих агроєкосистемах, і характер їх подальшого використання (сіно, зерно, корми і т. д.). Ми мали на увазі і те, що рослини володіють однією загальною властивістю – толерантністю, або здатністю зберігати врожай навіть в умовах сильно забруднених територій [5]. Мали на увазі і те, що толерантність одної культури частіше за все проявляється до якогось одного важкого металу.

Таким чином, за результатами польового обстеження і картографування рівнів забруднення ґрунтового покриву в 2017 році були позначені зони забруднення території навколо Луганської ТЕС.

Протяжність зони забруднення ґрунтів визначалася швидкістю і частотою вітрів. Найбільший вектор, який відповідає найчастішій повторюваності вітрів, відкладався в підвітряну сторону. Його довжина становила 25-30 см, тобто 35-45 км. Таким чином, в контур, утворений «розою вітрів», схематично включається територія найбільшої забрудненості важкими металами. У напрямку радіусів побудовані сектори шириною 200-300 м поблизу джерел забруднення з поступовим розширенням до

1-3-5 км. Точки з однаковими концентраціями важких металів (ізомети) з'єднуються з утворенням відповідних «факелів» (рис. 1).

Особливо щільні рівні забруднень, що перевищують вміст важких металів по відношенню до фоновому більше ніж в 100 разів знаходяться в охоронній зоні підприємства і в зоні 1 шириною від 1.5 до 5.0 км.

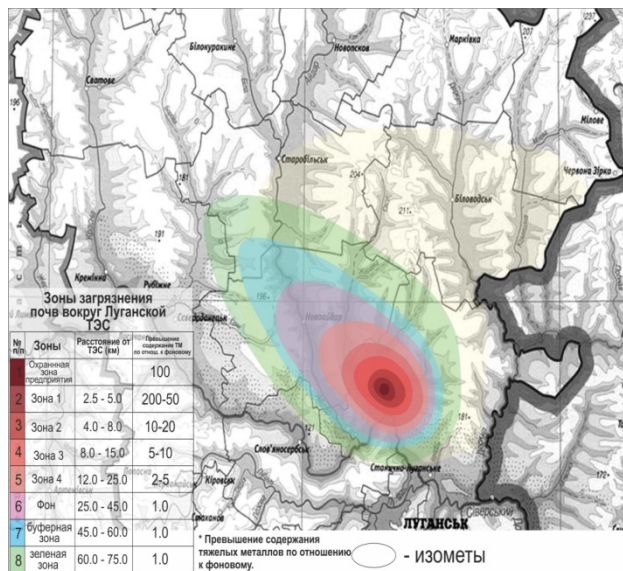


Рис.1. Картосхема забруднення ґрунтів важкими металами в зоні дії Луганської ТЕС.

Уже в 5-й зоні і далі в 6-й зоні, де щільність забруднення приблизно прирівнюється до фоновому, як і в буферній зоні, з огляду на високі буферні здатності типових для цих територій чорноземів звичайних малопотужних важко- і легко-суглинкових на лесовидних породах, з високим вмістом фізичної глини і гумусом від 4.6 % до 5.0-5.6 % можна без особливого ризику вирощувати такі культури, як озима та яра пшениця, кукурудза, соняшник. Істотне значення матиме і характер використання рослинної продукції вносячи відповідні корективи як в системі сівозмін, так і в цільове призначення врожаю тієї чи іншої культури.

Моніторинг агроценозів, розташованих як в північно-західному, так і в північно-східному напрямках від Луганської ТЕС, вирішує питання використання сільськогосподарських угідь в умовах підвищеного техногенного тиску, виявлення буферних зон неподалік від центрів забруднення територій придатних для отримання екологічно чистої продукції.

### ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що відповідно до зон забруднення ґрунтів, відзначаються і зони забруднення рослинного покриву:

- в північно-західному напрямку – рослинна продукція всіх обстежених регіонів іде із значним перевищенням ГДК. Це в першу чергу, кадмій, свинець, хром, цинк, нікель;
- більша частина агроценозів північно-східного вектору має продукцію, що відповідає вимогам як МДР, так і медико-біологічним показникам (ГДК).

2. За результатами проведених досліджень складено картосхему ареалів розповсюдження толерантних сільськогосподарських культур в агроландшафтах південно-східного промислового регіону за умов підвищеного техногенного тиску.

3. Визначено, що моніторинг агроценозів вирішує питання використання сільськогосподарських угідь в умовах підвищеного техногенного тиску, виявлення буферних зон навколо центру забруднення, територій, придатних для отримання екологічно чистої продукції.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Балюк С.А., Воротинцева Л.І, Ладних В.Я. Заходи з детоксикації забруднених ґрунтів та зменшення транслокації важких металів в сільськогосподарській культурі : метод. рекомендації. Харків; 2014. 55 с.

2. Головатий С.Е. Тяжелые металлы в агроэкосистемах : учеб. пособие. Минск; 2002. 239 с.

3. Ильин В.Б. Система показателей для оценки загрязненности почв тяжелыми металлами. Агрехимия. 1995; 1: 94–99.

4. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. Почвоведение. 2007; 9: 1112–1119.

5. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях : учеб. пособие. М.: Мир; 1989. 329 с.

6. Соколов М.С., Терехов М.В. Возможность получения экологически безопасной продукции растениеводства в условиях загрязнения атмосферы. Агрехимия. 1995; 6: 107–125.

7. DSTU 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб.

8. DSTU 4770.1-9:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю (цинку, кадмію, заліза, кобальту, міді, нікелю, хрому, свинцю) в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4.8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії.

UDC 502.521:504.5(477.61)

### POLLUTION LEVELS OF AGRILANDSCAPES OF HUMAN METALS OF THE LUGANSK REGION.

Gavrilyuk Yu.V., Tokhtar K.I.

*The conducted researches are directed on establishment of level of pollution of crop production by heavy metals in the zone of action of Luganskaya heat station. The bulk of the observation key sites was located in the direction of two extreme rhombus "winds of rocks" with a point of attachment to the places of selection of soil and vegetation samples. The specificity of these observations is complexity, which includes monitoring the state of all components of the agro ecosystem and the long time of their management, with simultaneous sampling of soil and plants on stationary test sites through a certain time interval, taking into account the «wind rose» and the distance from the main source of heavy metal emissions to agro ecosystems. The priority in this case is given to agro-ecosystems located in contaminated heavy metals in zones with the most contrasting content of them in the soil, and samples taken in the agrolandscapes adjacent to the protected areas of the Streltsiv Steppe are used as reference samples.*

*In the course of the research it was established that according to the zones of soil contamination, the zones of contamination of the vegetation cover are noted: in the northwest direction - vegetable products of all surveyed regions goes with a significant excess of MAC. This is primarily cadmium, lead, chromium, zinc, nickel; most of the agroecosystems of the northeastern vector have products that meet the requirements of MDR, as well as medical-biological indicators (MAC). According to the results of the conducted research, a mapping scheme of distribution areas of tolerant crops in the agrolandscapes of the south-eastern industrial region in the conditions of high technological pressure.*

*Monitoring of agroecosystems located both in the northwest and in the northeastern direction from the Lugansk heat station solves the issue of using agricultural land in conditions of increased man-made pressure, the detection of buffer zones near the pollution centers of territories suitable for ecologically clean production.*

**Key words:** heavy metals, pollution level, agroecosystem.

Стаття надійшла 24. 09. 2018 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування