

УДК 504.54.054

## ОЦІНКА ПОГЛИНАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЛЮТАНТІВ ПРИАВТОМАГІСТРАЛЬНИМИ ДЕРЕВАМИ

І.М.<sup>1</sup> Волошин, Л.Ю.<sup>2</sup> Матвійчук

<sup>1</sup> Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. П. Дорошенка, 41, м. Львів, 79000, Україна;

<sup>2</sup> Луцький національний технічний університет,  
вул. Львівська, 75, м. Луцьк, 43018, Україна

Розглянуто основні аспекти екологічного стану рослинного покриву примагістральних територій Волинської області. Здійснено різносторонній аналіз фактичного аналітичного матеріалу та виявлено закономірності важливих поглинальних властивостей деревних порід придорожніх ландшафтів Волинського регіону.

*Ключові слова:* екологічні проблеми, хімічні елементи, коефіцієнт акумуляції, фонові величини, забруднення середовища, продукти згоряння, антропогенні ландшафти.

В умовах інтенсивного використання рослинного покриву, зменшення площі лісових масивів проблеми раціонального використання, охорони та їхнього відновлення займають чільне місце в наукових дослідженнях. Чисельні літературні джерела висвітлюють результати досліджень вмісту хімічних елементів в атмосфері, забруднення ґрунтів і їхній вплив на біомасу вищих рослин, поширення зовнішніх ознак пошкодження лісових насаджень тощо.

Флористичний склад рослинного покриву Волинської області налічує 1 525 видів вищих рослин, представників 654 родів та 142 родин. Тут росте понад 20 видів листяних і хвойних порід, які тією чи іншою мірою переважають у приавтомагістральних смугах. Найпоширенішими є такі деревні породи: сосна – 42,9 тис. га, ялина – 0,6 тис. га, дуб – 16,6 тис. га, граб – 0,7 тис. га, ясен – 0,2 тис. га, береза – 7,3 тис. га, вільха чорна – 9,9 тис. га. Насадження з переважанням у їхньому складі цих порід займають 93,0% вкритої лісом площі. Насадження з переважанням інших деревних порід становлять лише 7%. Ліси регіону багаті на домішку таких порід, як клен, явір, черешня, груша, липа.

Автошлях загальнодержавного значення М-07 (Київ – Ковель – Ягодин) та північна частина автошляху М-19 (Доманове – Ковель – Чернівці – Мамалига) пролягає на території Західнополіського геоботанічного округу.

Флора Західного Полісся об'єднує в собі типові західноєвропейські і східноєвропейські елементи. До бореального типу географічних елементів необхідно зачислити ялину європейську, сосну звичайну, жимолость пухнасту, брусницю, чорницю, берези пухнасту і бородавчасту, калину та ін. До європейського належать:

дуб звичайний, липа європейська, граб звичайний, живокіст серцевидний, герань темна та ін.

Незважаючи на значний негативний вплив людини на природні екосистеми, ліси Західного Полісся мають велике екологічне значення, вони виконують роль захисної смуги вздовж автошляхів. Найбільшу питому вагу займають у лісовому фонді соснові, сосново-дубові та вільхові ліси. Хвойні лісостани з перевагою сосни становлять близько 64%, насадження твердолистяних порід – 9,5 і м'яколистяних – 26,5 від загальної лісопокритої площі. Крім сосни, найпоширенішими деревними породами у цьому окрузі є дуб черешчатий, береза повисла, береза пухнаста, вільха чорна, осика і граб. Рідше трапляються ялина звичайна, ясен, клен гостролистий, липа дрібнолиста, в'яз, берест, явір. У південній частині району простежуються дуб скельний і черешня.

Дослідні ділянки примагістральних територій автошляху загальнодержавного значення М-08 (Устилуг – Луцьк – Рівне) та південної частини автошляху М-19 (Доманове – Ковель – Чернівці – Мамалига) пролягають через Західноукраїнський лісостеповий округ. Він розташований у західній частині лісостепової області.

Природа Західноукраїнського лісостепового округу дуже багата і різноманітна. Лісові масиви займають порівняно невеликі площі, здебільшого по берегах річок, отож 50% лісів зачислено до першої категорії. Для цієї дослідної території характерна наявність добре розвинутої дорожньої мережі. Значна кількість доріг з твердим покриттям проходить через лісові масиви, що сприяє своєчасному проведенню лісогосподарських заходів. У середньому на 1 000 га лісів припадає 15 км доріг.

Лісова рослинність досить різноманітна. У західній і північно-західній частинах округу переважають сосново-дубові, соснові, рідше сосново-буківі, у східній – дубові, дубово-грабові ліси. Окрім того, значна частина площ зайнята грабняками, осичниками, березняками. Водночас як домішки трапляються клен гостролистий, явір, ясен звичайний, ільм, в'яз, берест, липа дрібнолиста, а у східній частині – липа крупнолиста, клен польовий, береза, по долинах річок – верба ламка, верба біла, осокір.

Головна лісоутворююча порода – дуб. У дібровах ростуть також ясен, липа, клени гостролистий і польовий, граб, в'язові, черешня, осика, береза, яблуня лісова, груша дика тощо. Діброви приурочені до високих правих берегів рік, а у північних районах – і до вододілів.

Західноукраїнський лісовий округ на території області налічує район Волинської височини, який займає південну частину Волинської області.

Лісова рослинність досить різноманітна, переважають дубові (37%) і соснові (36%) деревостани, значну питому вагу у них займають також змішані сосново-дубові і дубово-соснові насадження. У складі дубових лісів трапляється дуб черешчатий, у меншій кількості – дуб скельний, який зростає переважно на підвищених місцях, де неглибоко залягають вапняки.

Досить значні площі займають похідні грабові, березові та осикові деревостани (14%), що виникли внаслідок зміни порід у дубових і сосново-дубових лісах. По долинах річок простежується чорна вільха (8%).

Провідне місце тут займає сосна звичайна, дуб черешчатий з домішкою супутників – берези, липи, клена, граба та ін. Доволі розповсюдженими у лісових культурах є смерека й дуб північний.

У межах основних автомагістралей Волинської області закладено 14 екополігонів та 56 підполігонів. У придорожніх лісонасадженнях автошляхів М-07 та М-08 закладено по 4 екополігони та 32 обабічні підполігони, у придорожніх смугах автошляху М-19 закладено 6 екополігонів та 24 рослинні підполігони. Зразки листя деревних порід відбирали обабіч магістралей на віддалі 25, 50 та вибірково 100 метрів від дорожнього полотна. Лабораторним методом у листі деревних порід приавтомагістральних територій визначали вміст Pb, Cu, Zn та Cd.

Серед важких металів у насадженнях поблизу автошляху М-08 найінтенсивніше накопичується цинк. Його вміст змінюється від 47,6 до 89,5 мг/кг. Досить високі показники плюмбуму та купрум. Наприклад, вміст плюмбуму у 16-ти пробах змінюється від 39,0 до 96,0 мг/кг, купрум – від 3,9 до 6,45 мг/кг сухої маси. Незначні цифрові показники у листі кадмію, вміст його становить 0,32-0,7 мг/кг сухої маси.

Найвищий вміст плюмбуму у придорожніх насадженнях автошляху М-19, де його величини сягають 91,9 мг/кг. Вміст кадмію незначний.

Для визначення ступеня техногенного навантаження на примагістральну рослинність нами використано такі показники акумулятивних тенденцій. *Кларк концентрації* (КК) розрахований відношенням вмісту (кількості) елемента у  $n$ -компоненті до кларка цього елемента в літосфері:

$$KK = k_i / K_i, \quad (1)$$

де  $k_i$  – середній вміст (кількість)  $i$ -го елемента у  $n$ -компоненті,  $K_i$  – кларк  $i$ -го елемента в літосфері.

Також розраховали кларк розсіювання  $i$ -го елемента за формулою:

$$KP = K_i / k_i. \quad (2)$$

Розрахунок кларків концентрації та розсіювання хімічних елементів досліджуваних полігонів подано на прикладі автошляху М-07 (Київ – Ковель – Ягодин) у таблиці 1.

Зазначимо, що величини полютантів, нерівномірність їхнього розподілу вздовж магістралі дають підстави стверджувати, що активна адсорбція полютантів зеленими насадженнями змінюється відповідно до їхньої наявності в атмосфері (пил, опади), воді, ґрунтах та за ступенем навантаження автополютантами на кожному гіпсометричному рівні дорожнього полотна. Тим пояснюється різниця у накопиченні окремих хімічних елементів у листовій поверхні однойменних дерев, що ростуть на різних за формою і відносною висотою ділянках дороги.

Важливою особливістю хімічного складу живої речовини є склад її мінеральної частини – попелу, що характеризує ступінь поглинання та накопичення хімічних елементів. Такою характеристикою є коефіцієнт біологічного поглинання  $A_x$ , запропонований Б. Б. Полиновим.

Наведемо приклади вмісту хімічних елементів і коефіцієнтів біологічного поглинання рослинами (табл. 2. Перельман, 1975).

Таблиця 1

## Кларки концентрації та розсіювання хімічних елементів у листі деревних порід приавтомагістральних смуг (М-07 Київ – Ковель – Ягодин)

№ експериментального полігону	Хімічний елемент	Кларк за Виноградим, мг/кг сухої маси, $K_i$	Середній вміст		КК* = $k_i/K_i$		КР* = $K_i/k_i$	
			25 м	50 м	25 м	50 м	25 м	50 м
№ 1 с. Вишнів Любомльського району	Pb	1	27,90	13,90	27,90	13,90	0,04	0,07
	Cu	50	9,15	5,23	0,18	0,10	5,47	9,56
	Zn	10	177,32	58,34	17,73	5,83	0,06	0,17
	Cd	0,48	0,24	0,20	0,50	0,42	2,00	2,40
№ 2 с. Луків Турійського району	Pb	1	25,85	34,65	25,85	34,65	0,04	0,03
	Cu	50	12,07	10,12	0,24	0,20	4,14	4,94
	Zn	10	118,78	16,92	11,88	1,69	0,08	0,59
	Cd	0,48	0,71	0,36	1,48	0,75	0,68	1,33
№ 3 с. Пісочне Ковельського району	Pb	1	28,00	14,00	28,00	14,00	0,04	0,07
	Cu	50	9,25	6,80	0,19	0,14	5,40	7,35
	Zn	10	152,75	79,70	15,28	7,97	0,07	0,12
	Cd	0,48	0,62	0,25	1,29	0,52	0,77	1,92
№ 4 с. Череваха Маневицького району	Pb	1	29,50	17,00	29,50	17,00	0,03	0,06
	Cu	50	13,90	9,35	0,28	0,19	3,60	5,35
	Zn	10	111,90	51,70	11,19	5,17	0,09	0,19
	Cd	0,48	0,34	0,15	0,71	0,31	1,41	3,20

КК\* – кларк концентрації; КР\* – кларк розсіювання;  $k_i$  – середній вміст;  $K_i$  – кларк Виногорова

Таблиця 2

## Коефіцієнти біологічного поглинання рослинами хімічних елементів

Хім. елемент	Кларк літосфери $n_{v1}$	Найпоширеніший вміст у попелі рослин $l_{v1}$	$A_{x1}$	Сер. вміст у попелі за Ткаличем $l_{v1}$	$A_{x2}$	Максимальний вміст у попелі за Ткаличем $l_{v2}$
Pb	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$n \cdot 10^{-4}$	$0, n-n$	1	-	-
Zn	$8,3 \cdot 10^{-3}$	$0,0n$	$n-10$	$9 \cdot 10^{-2}$	10,8	21,3
Cu	$4,7 \cdot 10^{-3}$	$n \cdot 10^{-3}$	$0, n-n$	$2 \cdot 10^{-3}$	-	-
Cd	$1,3 \cdot 10^{-5}$	-	-	$1 \cdot 10^{-6}$	0,1	0,01

Як бачимо з таблиці, плумбум і купрум належать до елементів середнього накопичення та захвату ( $A_x = n...0n$ ), цинк – середнього та інтенсивного накопичення ( $A_x = n...10n$ ), кадмій – дуже слабкого накопичення та захвату ( $A_x = 0, n...0,0n$  і менше) [1].

Подаємо одержані нами величини біологічного поглинання хімічних елементів рослинами у приавтомагістральних територіях Волинської області на прикладі автошляху М-07 (табл. 3).

Таблиця 3

**Величини біологічного поглинання важких металів рослинами приміагістральних смуг автошляху М-07 (Київ – Ковель – Ягодин)**

№ полігонів, проб і двостороння віддаль від автошляху, м			Коефіцієнт поглинання елементів			
			Cu	Zn	Pb	Cd
Полігон 1	1	25 м	0,89	13,58	0,36	0,28
	2	50 м	1,62	6,19	0,67	0,95
	3	25 м	0,83	13,81	0,44	0,31
	4	50 м	1,59	6,36	1,50	0,91
Полігон 2	5	25 м	5,27	16,45	0,53	6,23
	6	50 м	2,53	2,56	4,05	1,19
	7	25 м	4,00	16,10	0,56	2,73
	8	50 м	2,69	2,44	2,50	1,33
Полігон 3	9	25 м	2,37	22,06	2,09	4,00
	10	50 м	2,17	12,79	1,43	2,00
	11	25 м	2,44	22,88	2,30	3,15
	12	50 м	2,54	13,13	1,26	3,00
Полігон 4	13	25 м	1,45	13,21	0,45	1,23
	14	50 м	1,56	7,34	0,36	2,00
	15	25 м	1,49	12,97	0,41	1,11
	16	50 м	1,53	7,44	0,31	0,50

Як бачимо із таблиці 3, відбувається інтенсивне біологічне поглинання хімічних елементів рослинами придорожніх смуг. Наприклад, у двадцятип'ятиметровій смузі коефіцієнт біологічного поглинання купруму змінюється від 0,83 до 5,27. У п'ятдесятиметрової смуги цей показник, порівняно з двадцятип'ятиметровою смугою, зменшується у 3,4 рази і коливається від 1,53 до 2,69 одиниці.

Найактивніше біологічне поглинання поллютантів рослинним покривом характерне для цинку, коефіцієнт якого змінюється від 12,79 до 22,88 у двадцятип'ятиметровій смузі. П'ятдесятиметрова смуга характеризується зменшенням коефіцієнта поглинання у 9 разів і коливається від 2,44 до 13,83 одиниць.

Значно нижчий коефіцієнт поглинання рослинами плюмбуму у зв'язку з переважаючим поглинанням цього хімічного елемента через кореневу систему і незначною мірою через листову поверхню. За даними таблиці 3, коефіцієнт біологічного поглинання плюмбуму у двадцятип'ятиметровій смузі дуже низький і не перевищує 2,3 одиниці. Однак, у п'ятидесятиметровій смузі на окремих полігонах (полігон 2) коефіцієнт поглинання перевищує 4 одиниці, що, ймовірно, пов'язано з окремим видовим складом насаджень приавтомагістральних смуг.

Дещо підвищений показник біологічного поглинання кадмію. На окремих полігонах (1, 2) цей показник змінюється від 0,28 до 6,23, а у п'ятдесятиметровій смузі цей показник коливається від 0,50 до 3,0 одиниць.

Отже, на всіх полігонах чітко виявлене інтенсивне біологічне поглинання хімічних елементів деревними породами придорожніх лісосмуг.

Виокремлюють рослини з досить різко вираженою можливістю концентрувати окремі елементи чи групи елементів. Встановлено, що акація акумулює Pb, В, Мо, Sr, ялина – Pb, Zn, Р, бузок – Cu, тополя – Zn та інші елементи. Ці елементи зачислено до пріоритетних забруднювачів міських ландшафтів (Гуцуляк, 2002).

Поглинання хімічних елементів рослинами залежить не тільки від їхніх біологічних особливостей і параметрів геохімічного середовища, а й від властивостей хімічних елементів, які споживаються рослинами із ґрунтових розчинів і атмосфери [4].

Велике значення для зменшення кількості шкідливих викидів автомобільного транспорту у повітря мають зелені насадження, оскільки рослини не тільки виділяють фітонциди, а й завдяки своїм листкам мають значну пілозатримуючу здатність. Найбільша кількість шкідливих викидів, зокрема, сажі, оксиду вуглецю, вуглеводнів, оксиду азоту і сірки, спостерігається у центральних частинах великих міст, де кількість автомобілів є дуже великою, а зелених насаджень майже немає. З віддаленням від населених пунктів кількість шкідливих викидів у повітрі помітно знижується. Менша кількість шкідливих викидів спостерігається над сільською місцевістю і там, де автомагістраль проходить через лісові масиви, передусім хвойні ліси. Ліс сприяє очищенню від пилу і діє як подвійний фільтр (поглинає і затримує проникнення пилу); фільтрація залежить від складу, віку, структури лісу. Ліс щорічно відфільтровує 50–70 т/га пилу. Наприклад, зімкнуте зелене насадження затримує –32 т/га, букове – 68 т/га. Проте сильна забрудненість повітря негативно впливає на фотосинтез і знижує продуктивність лісів. Найнебезпечніший серед шкідливих газів сірчаний ангідрид, передусім за випадання опадів або підвищеної вологості повітря, коли утворюється сірчиста кислота. У результаті хвоя або листки втрачають зелене забарвлення, набувають жовто-бурого кольору, засихають і опадають. За значних отруєнь відбувається деформація пагонів і бруньок, суховершинність, цілковите відмирання крони [3].

Дослідивши листяні дерева, які ростуть на ділянках біля проїжджих частин з великим накопиченням викидів, з'ясувалося, що листки мають аномальну конфігурацію, тобто внаслідок локальних некрозів може виникати потворна деформація, перетягування та викривлення листової пластинки.

Кожній рослині притаманні фітонцидні властивості, та неоднаковою мірою. Фітонциди охоплюють альдегіди, алкалоїди, глікозиди, синильну кислоту, хінони та ефірні олії тощо. Серед цих сполук надзвичайно високою антимікробною активністю володіють алкалоїди (анабазин, нікотин та ін.).

Отже, на всіх дорожніх полігонах чітко виявлено інтенсивне, але диференційоване біологічне поглинання хімічних елементів деревними породами при автошляхових смугах. Чим триваліший вплив господарської діяльності на лісові та придорожні насадження різних хімічних речовин, у тім числі досліджуваних Pb, Cu, Zn та Cd, тим інтенсивніше відбувається їхнє накопичення у лісонасадженнях, ґрунтах та інших

природних об'єктах. Цю особливість необхідно використовувати для конструктивної перебудови приавтомагістральних лісонасаджень і зменшення розсіювання хімічних елементів.

1. Авесаломова И. А. Геохимические показатели при изучении ландшафтов. – М.: Издательство Московского университета, 1987. – 108 с.
2. Волошин І. М., Лепкий М. І. Еколого-географічні проблеми урбосистем Волинської області. – Львів: ВЦ ЛНУ ім. Івана Франка, 2004. – 239 с.
3. Волошин І. М., Лепкий М. І., Матвійчук Л. Ю. Особливості забруднення лісових і придорожніх насаджень автомобільних доріг загальнодержавного значення Волинської області // Наук. вісник Волинського державного ун-ту ім. Лесі Українки. – № 7. – Луцьк: РВВ Вежа ВДУ ім. Лесі Українки, 2005. – С. 162–167.
4. Гуцуляк В. М. Геохімія ландшафту: Навчальний посібник. – Чернівці: Рута, 2004. – 83 с.

## ESTIMATION OF THE ABSORPTION OF THE POLLUTION AGENTS BY THE TREE SPECIES NEAR THE MAGISTRAL ROADS

I. M. Voloshyn, L. Yu. Matviychyk

*Ivan Franko National University of Lviv,  
Doroshenko St., 41, Lviv, 79000, Ukraine;  
National Technical University of Lutsk,  
Lvivska St, 75, Lutsk, 43018, Ukraine*

The basic aspects of ecological problems of vegetable cover of territories of the Volinskoy area are examined in the article. The scalene analysis of actual analytical material is conducted with the purpose of exposure of conformities to the law of suctive properties of arboreal breeds in the wayside landscapes of the Volinskogo region.

*Key words:* ecological problems, chemical elements, coefficient of accumulation, base-line sizes, contaminations of environment, products of combustion, results of laboratory researches, elements of contamination, anthropogenic landscapes.

## ОЦЕНКА ПОГЛОЩАЮЩИХ СВОЙСТВ ПОЛЮТАНТОВ ПРИАВТОМАГИСТРАЛЬНЫМИ ДЕРЕВЬЯМИ

І. М.<sup>1</sup> Волошин, Л. Ю.<sup>2</sup> Матвиичук

<sup>1</sup> Львовский национальный университет имени Ивана Франко,  
ул. П. Дорошенко, 41, г. Львов, 79000, Украина;

<sup>2</sup> Луцкий национальный технический университет  
ул. Львовская, 75, г. Луцк, 43018, Украина

В статье рассматриваются основные аспекты экологических проблем придорожных территорий Волынской области. Проведен разносторонний анализ фактического аналитического материала с целью выявления закономерностей рассеивания химических элементов и аккумуляции процессов в почвах района исследований.

Обнаружены закономерности распределения химических элементов в растительном покрове приавтомагистральных территорий шириной 100 м, проведен точный анализ различных фрагментов дорог (с использованием гипсометрии, формы, экспозиции, подъема и спуска). Обнаружены общие закономерности рассеивания поллютантов в зависимости от особенностей магистрали.

*Ключевые слова:* экологические проблемы, химические элементы, коэффициенты аккумуляции, фоновые показатели, загрязнение среды, вещества сжигания, антропогенные ландшафты.

*Стаття надійшла до редколегії 25. 09. 2008  
Прийнята до друку 09. 02. 2009*