

Г.Е. Киричук, Л.А. Перепелица, И.П. Перепелица, М.С. Козаченко

Житомирский государственный университет им. Ивана Франка, Украина

Национальный педагогический университет им. М.П. Драгоманова, Киев, Украина

ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АККУМУЛЯЦИИ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ РАСТЕНИЯМИ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ПРЕССА

Приведены результаты исследования оценки уровней загрязнения тяжёлыми металлами (плумбум, кадмий) почвенного покрова и растительной продукции на участках пригородной зоны, граничащей с автодорогой «Житомир-Киев». В работе впервые использован разносторонний подход по изучению содержания тяжёлых металлов (Pb, Cd) в системе почва-растение для экологической оценки лекарственной растительной продукции. Определены чувствительные и толерантные виды лекарственных растений к поглощению тяжёлых металлов.

Ключёвые слова: тяжелые металлы, почва, лекарственные растения, фитомониторинг, растения-индикаторы

G. Ye. Kyrychuk, L. O. Perepelitsa, I. P. Perepelitsa, M. S. Kozachenko

I. Franko Zhytomyr State University, Ukraine

National Dragomanov Pedagogical University, Kyiv, Ukraine

PECULIARTITIES OF HEAVY METALS BIOLOGICAL ACCUMULATION BY VEGETATION UNDER ANTHROPOGENIC PRESSURE

The estimation of soil and vegetation contamination with heavy metals (lead, cadmium) on the suburban areas, adjoining the motorway Zhytomyr-Kyiv is given. For the first time multilateral approach to heavy metals (Pb, Cd) content investigation in the system soil-plant for ecological evaluation of medical raw plants is used sensible and tolerant to heavy metals absorption species of medical plants are identified.

Key words: heavy metals, soil, medical plants, phytomonitoring, plants-indicators

Рекомендує до друку

Надійшла 14.09.2011

В.З. Курант

УДК 581.5+551.510.04

Ю.Г. МАСІКЕВИЧ

Чернівецький факультет Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»
вул. Головна, 203А, Чернівці 58000, Україна

ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ МІСЬКОЇ ДЕНДРОФЛОРИ ЗА УМОВ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Досліджено структурно-функціональний стан фотосинтетичного апарату 4-х видів міської дендрофлори. Встановлено видоспецифічність процесу адаптації реакцій фотосинтезу до дії забруднювачів атмосферного повітря.

Ключові слова: фотосинтез, атмосферне забруднення, фітоіндикація, міська дендрофлора

Завдяки автотрофному типу живлення фотосинтетиків впродовж мільйонів років на планеті Земля сформувався постійний газовий склад атмосфери, стабілізувався клімат, створилися умови для подальшого розвитку біорізноманіття та розповсюдження життя. З іншого боку,

завдяки принципу зворотного зв'язку, хімічний склад атмосфери виступає потужним регулятором фотосинтетичної функції.

У цілому, на сьогоднішній день в світі має місце негативна тенденція зміни атмосферного забруднення, що спричинює пригнічення або загибель рослин, порушення важливих фізіологічних процесів на рівні рослинного організму. Пригнічення росту і розвитку рослин веде до деградації рослинного покриву та цілісності екосистем [8]. За валовими обсягами викидів парникових газів Україна входить до двадцяти найбільших країн-забруднювачів атмосферного повітря в світі. Станом на 2008 рік в середньому на одного мешканця України припадало 103 кг забруднюючих речовин [4]. Особливої гостроти дана проблема набула в умовах міських біогеоценозів.

У процесі повітряного живлення фотосинтетичний апарат одним з перших сприймає зміни хімічного складу атмосфери та регулює поглинання газів через продиhi листків. Тому не випадково, цілий ряд дослідників звертає увагу на використання параметрів фотосинтезу як надійних фітоіндикаторів [5, 6]. На думку ряду авторів [7], надійну діагностичну функцію у фітоіндикації може виконувати інтегральний параметр – фотосинтез, значення якого важко переоцінити для життя на планеті Земля та якому приділялася недостатня увага у попередніх фітоіндикаційних дослідженнях. Саме тому метою даної роботи було вивчення чутливості показників фотосинтетичного апарату дендрофлори міста Чернівців до забруднення атмосферного повітря.

Матеріал і методи досліджень

Об'єктами дослідження слугували листки тополі пірамідальної (*Populus pyramidalis* Moench.), липи серцелистої (*Tilia cordata* L.), берези бородавчатої (*Betula pendula* Roth.), гіркогоштану звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.) приблизно однакового віку (35-40 років), що вегетують на території міста Чернівці. Концентрацію хлорофілу в суспензії, вимір швидкості реакції Хілла та активності РБФК/О (рибулозо-біфосфаткарбоксілази-оксигенази) проводили спектрофотометрично за методом Гавриленко та спів. [2]. Для визначення активності реакції Хілла готували реакційну суміш, що вміщувала: 4 мл суспензії хлоропластів, еквівалентне 50-100 мкг хлорофілу 1 мл водного розчину фериціаніду калію (акцептор електронів), який вміщав 2 мкМ 0,4 М сахарози, 100 мМ NaCl, 2 мМ MgCl₂. Об'єм реакційної суміші 5 мл, рН 7, 6. У дві пробірки наливали по 5 мл реакційної суміші, одна з них служила темновим контролем, другу - поміщали в термостатну ванну з кімнатною температурою і піддавали освітленню. Визначення оптичної густини проводили при 420 нм на СФ-26 впродовж 4-5 хв. через кожну хвилину освітлення, проти стандартного розчину (4 мл суспензії хлоропластів + 1 мл Н₂О). Розраховували зміну оптичної густини під час досліду для дослідної (світло) та контрольної проб.

Активність ферменту РБФК/О визначили на основі змін оптичної густини НАДФН (при 340 нм). В якості субстрату використовували РБФ. За одиницю активності ферменту приймали зміни оптичної густини на 0,01 за 1 хв. Для перерахунку активності з одиниць оптичної густини на мкм НАДФН використовували коефіцієнт екстинції кофакторів - 6,22 см² / мкм при 340 нм. Результати дослідів опрацьовано статистично [1].

Результати досліджень та їх обговорення

Отримані результати (табл.1) свідчать, що рослини придорожних смуг характеризуються зменшенням вмісту зелених пігментів, особливо хлорофілу «б», що входить до реакційного центру фотосистеми II і бере активну роль у фотолізі води. Зазначена тенденція нагромадження хлорофілів наглядно ілюструється зростанням величини показника співвідношення хлорофілу «а» до хлорофілу «б» від 2,6 до 5 одиниць. При віддаленні від придорожньої смуги на 100 м досліджувані рослини практично не відрізнялися за показниками нагромадження пігментів від їх аналогів, що ростуть у приміській зеленій зоні (контроль). Три із чотирьох досліджених види дендрофлори виявилися вразливими до дії комплексного забруднювача атмосфери і тільки, *Populus pyramidalis* є більш стійкою і адаптованою за показником нагромадження хлорофілів. Результати, отримані Жировим та спів. [3], свідчать, що токсиканти мають здатність нагромаджуватися в хлоропластах і викликають при цьому деструкцію та розпад пігментів.

Вплив забруднення атмосферного повітря на вміст зелених пігментів у деяких видів міської дендрофлори Чернівців

Видова назва рослини	Показник	Варіанти дослідів		
		Контроль (100 %)	придорожна смуга	100 м від дороги
Береза бородавчата (<i>Betula pendula</i> Roth.)	1	4,75±0,12	4,00±0,09 (84,2 %)	4,60±0,08 (96,8 %)
	2	1,42±0,08	0,95±0,05 (66,9 %)	1,35±0,07 (95,1 %)
	3	3,3	4,2 (127,3 %)	3,4 (103,0 %)
Липа серцелиста (<i>Tilia cordata</i> L.)	1	4,95±0,11	4,15±0,15 (83,8 %)	4,82±0,11 (97,4 %)
	2	1,55±0,09	0,82±0,04 (52,9 %)	1,45±0,08 (93,5 %)
	3	3,2	5,0 (156,3 %)	3,3 (103,1 %)
Тополя пірамідальна (<i>Populus pyramidalis</i> Moench.)	1	5,75±0,15	5,25±0,15 (91,3 %)	5,70±0,20 (99,1 %)
	2	2,25±0,06	1,50±0,05 (66,7 %)	2,20±0,06 (97,8 %)
	3	2,6	3,5	2,6
Гіркокаштан звичайний (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.)	1	5,10±0,15	3,85±0,10 (75,5%)	4,75±0,10 (93,1 %)
	2	1,76±0,08	0,80±0,05 (45,5%)	1,58±0,08 (89,8 %)
	3	2,9	4,8	3,0

Примітки: контролем служили рослини приміської санітарно-захисної зони; різниця достовірна при $P \leq 0,05$; 1 – вміст хлорофілу «а», мг/г повітряно сухої маси; 2 - вміст хлорофілу «б», мг/г повітряно сухої маси; 3 – відношення «а»/«б».

Деградація пігментної системи, ймовірно, призводить до зміни як структури, так і функціональної активності фотосинтетичного апарату рослин. Проведені нами дослідження швидкості переносу електронів у фотосистемі II (реакція Хілла) та активності основного ферменту темної фіксації CO_2 - РБФК/О засвідчили (табл. 2), що інтенсивне забруднення атмосфери призводить до інактивації процесів світлової та темної фаз фотосинтезу. Виключення складає, хіба що *Populus pyramidalis*, яка, як і у випадку нагромадження хлорофілів, характеризується достатньо високою стійкістю до дії полютантів.

Таблиця 2

Вплив забруднення атмосфери на швидкість перебігу реакцій світлової та темної фаз фотосинтезу в деяких видів міської дендрофлори Чернівців

Видова назва рослини	Показник	Варіанти дослідів		
		Контроль (100 %)	придорожна смуга	100 м від дороги
Береза бородавчата (<i>Betula pendula</i> Roth.)	1	75,4±5,50	46,0±3,00 (61,0 %)	72,5±3,60 (96,2 %)
	2	15,5±0,50	12,4±0,60 (80,0 %)	14,0±0,50 (90,3 %)
Липа серцелиста (<i>Tilia cordata</i> L.)	1	80,2±4,00	62,4 ±3,00 (77,8 %)	78,5±4,00 (97,9 %)
	2	14,0±0,60	11,6±0,50 (82,9 %)	12,8±0,60 (91,4 %)
Тополя пірамідальна (<i>Populus pyramidalis</i> Moench.)	1	90,0±3,90	82,0±4,00 (91,1 %)	91,5±4,00 (101,6 %)
	2	14,6±0,70	12,7±0,50 (86,7 %)	13,2±0,50 (90,4 %)
Гіркокаштан звичайний (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.)	1	85,5±4,00	64,1±3,00 (75,0 %)	81,0±3,00 (94,7 %)
	2	12,5±0,50	10,1±0,60 (81,0 %)	11,4±0,70 (91,2 %)

Примітки: контролем служили рослини приміської санітарно-захисної зони; різниця достовірна при $P \leq 0,05$; 1 – активність реакції Хілла (мкм $K_3Fe(CN)_6$ / мг хлорофілу за год.); 2 – активність ферменту РБФК/О (опт. од. при 340 нм).

Висновки

Отримані результати щодо вмісту зелених пігментів у листках деревовидних форм рослин та активності реакцій світлової і темної фаз фотосинтезу, вказують на існування видоспецифічності процесу адаптації реакцій фотосинтезу до дії забруднювачів атмосферного повітря. Досліджені фотосинтетичні показники можуть з успіхом бути використані як біохімічні індикатори чистоти атмосферного повітря міських екосистем.

1. *Автоматический расчет U-критерия Манна-Уитни [Электронный ресурс] // www. psychol. ok. ru / statistics / manu-whitney/.*
2. *Гавриленко В. Ф.* Большой практикум по физиологии растений : учебн. [для студ. высш. учебн. завед.] / В. Ф. Гавриленко, М. Е. Ладыгина, Л. М. Хандобина– М. : Высшая школа, 1975. – 392 с.
3. *Жиров В. К.* Структурно-функциональные изменения растительности в условиях техногенного загрязнения на крайнем Севере / В. К. Жиров, Е.И. Голубева, А.Ф. Говорова. – М.: Наука, 2007. – 166 с.
4. *Звіт з людського розвитку в Україні за 2008 рік. Людський розвиток і європейський вибір України. – ПРООН, Україна, травень 2008 р. – 122 С.*
5. *Неверова О.А.* Древесные растения и урбанизированная среда: Экологические и биотехнологические аспекты / О.А. Неверова, Е.Ю. Колмогорова. – Новосибирск: Наука, 2003. – 222с.
6. *Николаевская Т. В.* Влияние промышленных газов на некоторые физиолого-биохимические процессы у растений / Т. В. Николаевская // Промышленная ботаника: ёсостояние и перспективы развития. – Киев: Наук. думка, 1990. – С. 134–135.
7. *Одукалець І.О.* Морфолого фізіологічні зміни деревних рослин за атмосферного забруднення / І.О. Одукалець // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗНУ, 2011. – Вип. 16. – № 1. – С. 54–78.
8. *Христова Т. Є.* Історичний аспект біохімічного різноманіття фотосинтезу та його роль в екології рослин і фітоіндикація / Т. Є. Христова, О. Є. Пюрко // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2009. – Т. 3, Вип. 17. – С. 92–100.

Ю.Г. Масикевич

Черновицький факультет Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Україна

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА ГОРОДСКОЙ ДЕНДРОФЛОРЫ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Исследовано структурно-функциональное состояние фотосинтетического аппарата 4-х видов городской дендрофлоры. Установлено видоспецифичность процесса адаптации реакций фотосинтеза к действию загрязнителей атмосферного воздуха.

Ключевые слова: фотосинтез, атмосферное загрязнение, фитоиндикация, городская дендрофлора

Yu.G. Masikевич

Chernivtsy Faculty of National Technical University “Kharkiv Politechnical Institute”, Ukraine

THE CHANGE OF INDEXES OF PHOTOSYNTHESIS APPARATUS OF CITY DENDROFLORA IN THE CONDITIONS OF CONTAMINATION OF ATMOSPHERIC AIR

The structural-functional state of the 4th types of city dendroflora was investigated. It is set species-specific process of adaptation of reactions of photosynthesis to the action of pollution the atmospheric air.

Key words: photosynthesis, atmospheric contamination, plant-indycation, city dendroflora

Рекомендує до друку

Надійшла 17.08.2011

М.М. Барна