

Н. В. Капелюш

Запорізький національний університет

**ДИНАМІКА ХЛОРОФІЛУ У ЛИСТКАХ *PLATANUS ORIENTALIS* L.
ТА *P. ACERIFOLIA* WILLD. ЗА УМОВ ЗАБРУДНЕННЯ СЕРЕДОВИЩА**

Проведено дослідження стану пігментної системи рослин *Platanus orientalis* та *P. acerifolia* в умовах забруднення середовища промисловими викидами. Встановлено, що більша стійкість зелених пігментів до промислового забруднення виявлена в листках *Platanus acerifolia* порівняно з листками дерев *Platanus orientalis*. Визначено, що кількість хлоропластів на одиницю площі в клітинах листків обох видів платанів зменшується.

The state of pigmentary system of plants *Platanus orientalis* and *P. acerifolia* under conditions of environmental pollution was studied. Green pigments in leaves of *Platanus acerifolia* are more resistant to environmental pollution in comparison with *Platanus orientalis* leaves. The abundance of chloroplasts per a unit of area decreases in leaves of both plane-tree species.

Вступ

Важкі метали (за темпами їх надходження у біосферу та рівнем токсичності) порівняно з іншими інгредієнтами промислових викидів становлять найбільшу загрозу для середовища [13; 14]. Поступове нагромадження металів у ґрунті призводить до виникнення техногенних геохімічних аномалій, розміри яких невпинно зростають із збільшенням масштабів та інтенсивності антропогенного впливу [12]. Забруднення важкими металами негативно впливає на рослинність промислових регіонів: знижується її продуктивність, гальмується ріст, порушуються фізіологічні процеси [7; 9; 13].

Деревні насадження міста Запоріжжя перебувають під впливом викидів заводів “Запоріжсталь”, “Дніпроспецсталь” і коксохімічного, що охоплюють повний металургійний цикл, насамперед агломераційне, коксохімічне, доменне, мартенівське, електросталеплавильне, прокатне та інші виробництва. Додамо, що підприємства чорної металургії належать до основних і найбільш масивних джерел забруднення навколишнього середовища. Могутні металургійні заводи щодоби викидають сотні тонн пилу і газів, у тому числі сірчаний ангідрид, двооксид вуглецю, феноли, оксиди азоту, сірководень, бензол, аміак, піридин, миш’як та інші сполуки, забруднюючи атмосферне повітря в радіусі 6–12 км [9].

Внаслідок того, що забруднення атмосфери збільшується, надзвичайно актуальними є пошуки шляхів нейтралізації цієї згубної дії. Важлива роль у зниженні рівня забруднення належить зеленим рослинам. Так, останнім часом все частіше в озелененні промислових територій використовують дерева роду *Platanus*.

Встановлено, що надлишок важких металів у листках спричинює як зменшення, так і збільшення вмісту в них хлорофілу [3; 13–15], що залежить від рівня толерантності рослин і ступеня забруднення довкілля [1; 6]. Вміст пігментів та їх стан визначають і розвиток і активність фотосинтетичного апарата, а також продуктивність, життєздатність і стійкість рослин [4; 8]. Тому мета нашої роботи – оцінити стан пігментної системи рослин *Platanus orientalis* L. та *P. acerifolia* Willd. в умовах забруднення середовища промисловими викидами.

Матеріал і методи досліджень

Об’єкти досліджень – рослини платана східного *P. orientalis* та платана кленолистого *P. acerifolia* віком 35–40 років. Досліджувані види зростають на двох

ділянках: ділянка 1 розташована на відстані 2 км від джерела забруднення, ділянка 2 – у центрі впливу промислових підприємств. Контрольні рослини розміщувалися на відстані 5 км від джерела забруднення. Зразки листків брали з південно-східної частини крони на висоті 1,5–2 м від поверхні ґрунту. Вміст хлорофілу визначали після його екстракції 100 %-ним ацетоном на спектрофотометрі. Розрахунки кількісних показників визначали за формулою Веттштейна [5]. Для проведення анатомічного аналізу препарати готували за загальноприйнятими методиками [2; 11]. Отримані результати оброблені з використанням загальноприйнятих статистичних методів [10].

Результати та їх обговорення

Аналіз впливу промислового забруднення на вміст хлорофілу *a* в листках *P. acerifolia* показав достовірне зменшення цього показника лише під дією сильного забруднення на ділянці 2 наприкінці вегетації. Кількість хлорофілу *a* у *P. acerifolia* на значно забрудненій ділянці майже на 10 % менша, ніж у відносно чистій зоні (табл. 1, 2). У листках *P. orientalis* вміст хлорофілу *a* під впливом забруднення зменшується найбільше у вересні (на 18 % порівняно з контролем).

Таблиця 1

Вплив промислового забруднення на вміст хлорофілу в листках *P. acerifolia*, мг·г⁻¹ сирової маси

Ділянка	19.06	10.07	29.08	30.09
хлорофіл <i>a</i>				
Контроль	1,96±0,08	1,98±0,06	1,86±0,06	1,74±0,06
<u>Ділянка 1</u>	<u>1,82±0,04</u>	<u>1,84±0,08</u>	<u>1,74±0,04</u>	<u>1,64±0,04</u>
t	1,56	1,40	1,66	1,38
<u>Ділянка 2</u>	<u>1,78±0,06</u>	<u>1,76±0,06</u>	<u>1,68±0,06</u>	<u>1,58±0,06</u>
t	1,80	2,59	2,12	1,88
хлорофіл <i>b</i>				
Контроль	0,50±0,02	0,51±0,06	0,42±0,02	0,39±0,02
<u>Ділянка 1</u>	<u>0,70±0,04</u>	<u>0,71±0,06</u>	<u>0,56±0,04</u>	<u>0,52±0,04</u>
t	11,18	2,36	3,13	2,91
<u>Ділянка 2</u>	<u>0,77±0,06</u>	<u>0,84±0,08</u>	<u>0,65±0,03</u>	<u>0,61±0,06</u>
t	9,01	3,3	6,38	3,48
хлорофіл <i>a + b</i>				
Контроль	2,46±0,02	2,49±0,02	2,26±0,04	2,13±0,02
<u>Ділянка 1</u>	<u>2,52±0,02</u>	<u>2,55±0,02</u>	<u>2,30±0,03</u>	<u>2,16±0,03</u>
t	2,12	2,13	1,41	0,83
<u>Ділянка 2</u>	<u>2,55±0,03</u>	<u>2,60±0,03</u>	<u>2,33±0,02</u>	<u>2,19±0,04</u>
t	2,49	3,05	2,12	1,34

Під впливом забруднення відбувається зміна кількості хлорофілу *b*. Вміст хлорофілу *b* в листках дослідних рослин *P. acerifolia* коливався від 133,3 до 164,7 % порівняно з контролем, а в листках дослідних рослин *P. orientalis* – від 116,7 до 164,6 % порівняно з контролем (рис.).

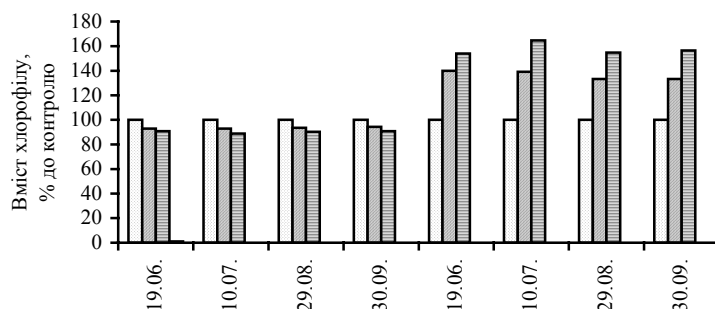
Таким чином, під впливом забруднення кількість хлорофілу *a* у листках обох досліджуваних видів зменшується. Вміст хлорофілу *b* під впливом забруднення достовірно збільшується. Під впливом промислових викидів зміна суми двох форм хлорофілів на забруднених ділянках незначна та порівняно з нормою різниця статистично недостовірна. Достовірне збільшення цього показника спостерігалось лише у *P. acerifolia* в середині літа.

Таблиця 2

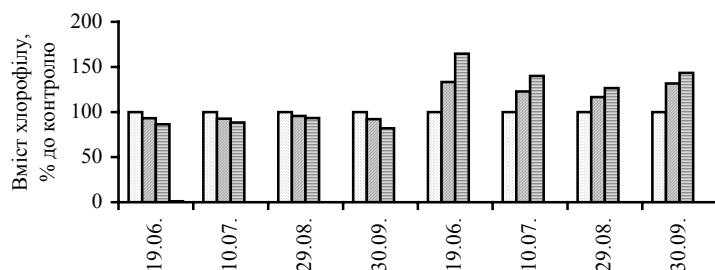
**Вплив промислового забруднення на вміст хлорофілу в листках *P. orientalis*,
мг·г⁻¹ сирової маси**

Ділянка	19.06	10.07	29.08	30.09
хлорофіл <i>a</i>				
Контроль	2,06±0,08	1,88±0,06	1,80±0,04	1,78±0,06
<u>Ділянка 1</u>	<u>1,92±0,04</u>	<u>1,74±0,03</u>	<u>1,72±0,03</u>	<u>1,64±0,02</u>
t	1,57	2,09	1,60	2,21
<u>Ділянка 2</u>	<u>1,78±0,06</u>	<u>1,66±0,04</u>	<u>1,68±0,02</u>	<u>1,46±0,04</u>
t	2,80	3,05	2,68	4,44
хлорофіл <i>b</i>				
Контроль	0,54±0,04	0,70±0,06	0,68±0,04	0,60±0,06
<u>Ділянка 1</u>	<u>0,72±0,02</u>	<u>0,86±0,04</u>	<u>0,79±0,03</u>	<u>0,79±0,03</u>
t	4,02	2,22	2,20	2,83
<u>Ділянка 2</u>	<u>0,89±0,06</u>	<u>0,98±0,03</u>	<u>0,86±0,06</u>	<u>0,86±0,04</u>
t	4,85	4,17	2,49	3,61
хлорофіл <i>a + b</i>				
Контроль	2,60±0,02	2,58±0,01	2,48±0,02	2,38±0,06
<u>Ділянка 1</u>	<u>2,64±0,01</u>	<u>2,60±0,02</u>	<u>2,51±0,01</u>	<u>2,43±0,08</u>
t	1,79	0,89	1,34	0,50
<u>Ділянка 2</u>	<u>2,67±0,04</u>	<u>2,64±0,03</u>	<u>2,54±0,03</u>	<u>2,33±0,07</u>
t	1,57	1,89	1,66	0,54

А



Б



**Рис. 1. Вміст хлорофілу *a* та хлорофілу *b* у листках платанів *P. acerifolia* (А)
та *P. orientalis* (Б), % до контролю**

У табл. 3 наведені дані щодо впливу забруднення довкілля на кількість хлоропластів у клітинах мезофілу листків досліджуваних видів. Зареєстроване більше зниження кількості хлоропластів у листках *P. orientalis* (на 32,3 %) під впливом значного промислового забруднення порівняно з контролем. У листках *P. acerifolia* ця величина для найбільш забрудненої промисловими викидами ділянки на 29,2 % менша, ніж у контролі.

**Вплив забруднення довкілля на кількість хлоропластів
у клітинах мезофілу листка *Platanus acerifolia* та *P. orientalis***

№ ділянки	Число хлоропластів					
	у клітині мезофілу, шт.	% до контролю	t_d	в 1 см ² листка, млн.	% до контролю	t_d
<i>P. orientalis</i>						
Контроль	68,36±2,18	–	–	56,12±1,56	–	–
Ділянка 1	52,48±2,02	76,77	5,34	42,42±1,64	75,4	6,09
Ділянка 2	46,98±1,87	68,72	7,44	40,56±2,02	72,1	6,13
<i>P. acerifolia</i>						
Контроль	68,22±2,23	–	–	58,36±1,54	–	–
Ділянка 1	54,54±2,06	79,9	4,51	46,74±1,72	80,09	5,03
Ділянка 2	48,30±1,89	70,8	6,61	42,64±2,04	73,06	6,15

Щільність хлоропластів на 1 см² у досліджуваних рослин теж знижується під впливом промислового забруднення. Слід відзначити, що зі збільшенням рівня забруднення та зменшенням відстані до підприємств кількість хлоропластів у клітині мезофілу листків та щільність їх на одиницю поверхні листка в обох досліджуваних видів значно знижується. Це свідчить про негативний вплив промислових забруднювачів повітря на дослідних ділянках на ці показники. Але відсутність значних змін кількості хлорофілу говорить про стимулювання роботи асиміляційного апарата – своєрідну адаптацію рослин до промислового забруднення.

Таким чином, нами встановлено, що під впливом забруднення кількість хлоропластів у клітинах листків зменшується. Вміст хлорофілу *b* під впливом забруднення достовірно підвищується, тоді як кількість хлорофілу *a* та суми двох форм хлорофілів у листках рослин платанів змінюється несуттєво. Із двох видів платанів більшу стійкість до промислового забруднення повітря показали рослини *Platanus acerifolia*.

Висновки

Більша стійкість зелених пігментів до промислового забруднення виявлена в листках *Platanus acerifolia* порівняно з листками дерев *P. orientalis*. Під впливом промислового забруднення у досліджуваних нами видів *P. orientalis* та *P. acerifolia* кількість хлорофілу *b* збільшується, а кількість хлорофілу *a* значно зменшується. Кількість хлоропластів на одиницю площі у клітинах листків обох видів платанів зменшується.

Бібліографічні посилання

1. **Бессонова В. П.** Влияние тяжелых металлов на пигментную систему листа // Укр. ботан. журн. – 1992. – Т. 49, № 2. – С. 63–66.
2. **Вехов В. Н.** Практикум по анатомии и морфологии растений / В. Н. Вехов, В. В. Филин. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – 196 с.
3. **Влияние кинетина на рост проростков гороха и содержание пигментов при избытке цинка в питательном растворе** / В. П. Бессонова, И. И. Лыженко, О. Ф. Михайлов, О. Н. Кулаева // Физиол. раст. – 1985. – Т. 32, № 1. – С. 153–159.
4. **Володарский Н. И.** Об эффективности фотосинтеза у озимой пшеницы высокопродуктивных сортов / Н. И. Володарский, Е. Б. Быстрых, Е. К. Николаев // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. – 1980. – № 9. – С. 84–90.
5. **Гавриленко В. Ф.** Большой практикум по физиологии растений / В. Ф. Гавриленко, М. Е. Ладыгина, Л. М. Хандобина. – М.: Высшая школа, 1975. – 392 с.
6. **Гуральчук Ж. З.** Механизмы устойчивости растений к тяжелым металлам // Физиология и биохимия культ. раст. – 1994. – Т. 26, № 2. – С. 107–115.
7. **Ильин В. Б.** Тяжелые металлы – защитные возможности растений – урожай / В. Б. Ильин, М. Д. Степанова // Химические элементы в системе почва – растение. – Новосибирск: Наука, 1982. – С. 73–92.

8. **Илькун Г. М.** Газоустойчивость растений. – К.: Наукова думка, 1971. – 146 с.
9. **Калюжный Д. Н.** Гигиена внешней среды в районе размещения промышленных предприятий (черной металлургии и горнодобывающей промышленности) / Д. Н. Калюжный, В. В. Булгаков, Я. И. Костовецкий. – К.: Здоров'я, 1973. – 248 с.
10. **Лакин Г. Ф.** Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
11. **Проценко Д. Ф.** Анатомія рослин / Д. Ф. Проценко, О. В. Брайон. – К.: Наукова думка, 1981. – 280 с.
12. **Проценко Д. Ф.** Устойчивость пигментов пшеницы к разрушению при подкормке солями азота и сахарозой / Д. Ф. Проценко, В. Г. Емчук // Физиология и биохимия культ. раст. – 1977. – Т. 9, № 6. – С. 574–575.
13. **Тарабрин В. П.** Устойчивость растений к промышленному загрязнению окружающей среды // Промышл. ботаника. – К.: Наукова думка, 1980. – С. 52–108.
14. **Burton C. W.** Chlorophyll as an indicator of the upper critical tissue concentration of cadmium in plants / C. W. Burton, J. B. King, E. Morgan // Water, air and soil pollut. – 1986. – Vol. 27, N 1–2. – P. 147–151.
15. **Foy C. D.** The physiology of metal toxicity in plants / C. D. Foy, R. L. Chaney, M. C. White // Ann. Rev. Plant Physiol. – 1978. – Vol. 29. – P. 511–566.
16. **Ormrod D. P.** Pollution in horticulture. – Amsterdam: Elsevier, 1978. – 260 p.

Надійшла до редколегії 28.11.05.

УДК 620.9.004.18 + 504.062.2

В. І. Карпенко, Л. С. Ястремська, Л. П. Голодок,
І. Г. Бурун, Я. В. Лембей, О. С. Голубєв

*Києво-Могилянська академія, Інститут мікробіології та вірусології НАН України,
Дніпропетровський національний університет, Національний авіаційний університет*

ВЗАЄМОДІЯ МІКРОБНИХ ПОПУЛЯЦІЙ У МЕТАНОГЕННИХ АСОЦІАЦІЯХ І ШЛЯХИ ЗБІЛЬШЕННЯ ВИХОДУ МЕТАНУ В МЕТАНТЕНКАХ

Розглянуті актуальні питання забруднення навколишнього середовища високополімерними сполуками. Дана оцінка можливості трансформації цих сполук анаеробними метаногенними асоціаціями мікроорганізмів і перетворення їх на енергоносії. Вивчено механізми взаємодії між окремими популяціями мікроорганізмів метаногенної асоціації. Проведено селекцію штамів мікроорганізмів, які брали участь у трансформації полімерів. Створені штучні мікробні асоціації. Вивчено вплив факторів навколишнього середовища на трансформацію високополімерних сполук анаеробними мікроорганізмами.

The article touches upon the burning questions of environmental contamination with high-polymeric compounds. The possibility of these compounds transformation into energy carriers with the help of anaerobic methanogenic associations has been estimated. The mechanisms of interaction between certain populations of methanogenic association microorganisms have been studied. The selection of the microorganisms, which took part in the transformation of polymers into energy carriers, has been carried out. Some artificial microbial populations have been created. The influence of outer factors on the processes of intensification and increase of obtained amounts of energy carriers in the course of high-polymeric compounds transformation by anaerobic microorganisms has been studied.

Вступ

Проблеми збереження якості навколишнього середовища та отримання енергії стають все актуальнішими. Певний вклад у їх вирішення може внести використання анаеробних бактерій для деградації та утилізації промислових, побутових, сільсько-

© В. І. Карпенко, Л. С. Ястремська, Л. П. Голодок, І. Г. Бурун, Я. В. Лембей, О. С. Голубєв, 2006