

УДК 581.2

І. В. Сенчишина

Дніпропетровський національний університет

ВМІСТ ХЛОРОФІЛУ ТА МІЦНІСТЬ ЗВ'ЯЗКУ ХЛОРОФІЛУ З БІЛКОМ У ДЕЯКИХ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ ACER L. В УМОВАХ ПРИДНІПРОВ'Я

Вивчено динаміку вмісту хлорофілу та міцність зв'язку хлорофілу з білком у представників роду *Acer L.* в умовах дії газоподібних забруднювачів. З'ясовано, що пігментний комплекс розглянутих видів клену досить стійкий до дії промислових політантів та виявляє неспецифічний характер реакції на промислові викиди.

The chlorophyll maintenance dynamics and strength of connection chlorophyll with albumen of representatives of genus *Acer L.* in conditions air pollutants action has been studied. It has been determined that pigmental complex of considered species of maples is sufficiently stable to the air pollutants action and reveal nonspecific character of the reaction to the air pollutants.

Вступ

В останній час забруднення оточуючого середовища є важливим зовнішнім фактором, до якого рослини еволюційно не пристосовані. Забруднення середовища суттєво впливає на їх зріст та розвиток, стан природних та культурних фітоценозів не тільки в локальному, але і в регіональному і глобальному масштабах [6].

Придніпров'я характеризується високою інтенсивністю взаємодії виробництва і природних комплексів і відноситься до групи регіонів України з найбільш порушеним станом навколишнього середовища. Тому широке використання кленів в озелененні Придніпров'я ускладнюється необхідністю пристосування їх не тільки до несприятливих природно-кліматичних умов існування, але й до негативного впливу техногенно забрудненого середовища.

Для оцінки та прогнозу подальшого стану деревостоїв у зоні впливу крупного промислового виробництва необхідна рання діагностика порушення життєдіяльності деревних рослин, які були піддані дії газових токсикантів. Встановлено, що пошкодження в першу чергу проявляється на фізіолого-біохімічному рівні, потім розповсюджується на ультраструктурний та клітинний, і лише після цього розвиваються видимі ознаки пошкодження – хлорози та некрози тканин листа, опад листа, гальмування зрісту [10].

Асиміляційні органи, які мають широко розвинену поверхність обміну з оточуючим повітрям, поглинають та осаджують з атмосфери найбільшу кількість домішок та відповідно більше інших органів мають зміни та пошкодження [7]. Хімічні забруднювачі, потрапляючи з атмосфери в листки рослин, локалізуються, насамперед, у хлоропластах [9]. Пігментний комплекс рослинного організму належить до числа систем, які відрізняються чуттєвістю до мінливих умов середовища. Хлорофіл – основний функціональний ланцюг фотосинтезуючих систем листа. Вміст хлорофілу визначається балансом його утворення та знищення. Також вміст хлорофілів є одним з біохімічних показників реакції рослин на зміну факторів зовнішнього середовища, ступеня їх адаптації до нових екологічних умов [1; 3; 7; 11; 14].

З огляду на все вищезначене метою нашої праці було дослідження вмісту хлорофілу та міцності зв'язку хлорофілу з білком у деяких видів кленів в умовах Придніпров'я.

Об'єкти та методи дослідження

Як об'єкти досліджень використані 4 види роду *Acer* L.: клен псевдоплатановий, чи явір (*Acer pseudoplatanus* L.), та клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), які є аборигенами дендрофлори України [9], види – клен сріблистий (*Acer saccharinum* L.) і клен ясенелистий (*Acer negundo* L.) – інтродуценти з атлантичного району Північної Америки [5]. Види кленів, які розглядаються нами як контрольні, ростуть у Ботанічному саду Дніпропетровського національного університету (умовно чиста зона). Види кленів, які розглядаються нами як дослідні, ростуть в умовах промислово-забрудненого середовища, де основними викидами є діоксид азоту (460 тонн на рік), окис вуглецю (230 тонн на рік), сірчистий ангідрид (170 тонн на рік) (за даними СЕС Бабушкінського району міста Дніпропетровська).

Кількісний вміст хлорофілу визначали екстрагуванням у 85% ацетоні [12], визначення міцності зв'язку хлорофілу з білком проводили за методом Годнева і Осипової [15]. Статистичну обробку проводили за Рокицьким [13]. Дослідження проводили у трикратній послідовності. Показники вмісту хлорофілу та міцність зв'язку хлорофілу з білком у кленів вивчалися у сезонній динаміці з травня по вересень, коли рослини знаходилися у фазі росту (активного та прихованого).

Результати та їх обговорення

Розглядаючи відмінності по вивчаємим показникам між аборигенними видами кленів та інтродуцентами можна зробити висновок, що зміни вмісту хлорофілу у представників роду *Acer* L. коливаються протягом вегетаційного періоду (табл. 1). Однак у контрольних і дослідних аборигенних видів – клена псевдоплатанового та гостролистого – загальна кількість хлорофілу має тенденцію до зменшення з травня по вересень (з 0,508 та 0,553 до 0,390 та 0,413 мг у клена псевдоплатанового, відповідно у контрольних та дослідних видів, з 0,621 та 0,560 до 0,545 та 0,555 мг у клена гостролистого) на відміну від інтродуцентів – клену сріблистого (контрольного варіанта) та ясенелистого, у котрих кількість хлорофілу $a+b$ незначно зростає (з 412 до 0,494 мг у контрольного клена сріблистого та з 0,307 та 0,279 до 0,400 та 0,283 мг у клена ясенелистого, відповідно у контрольних та дослідних видів). Зростання загального хлорофілу в інтродуцентів можна розглядати як «захисну фазу гальмування», протягом якої відбувається інтенсивне поновлення клітинних структур, в тому числі й хлорофілу [7]. Тобто ті фактори, що для інтродуцентів є стресовими, для аборигенних видів такими не являються.

Загалом у аборигенів, кленів псевдоплатанового та гостролистого, спостерігається дещо вищий фон вмісту пігменту, ніж у інтродуцентів. Це вказує на їх кращу пристосованість до умов навколишнього середовища [4].

Дослідження впливу аеротехногенних забруднювачів на динаміку хлорофілу в листях кленів показало, що не існує чіткої закономірності в зниженні чи підвищенні загального вмісту хлорофілу та вмісту хлорофілу a і b . Ці зміни коливаються протягом вегетаційного періоду, змінюючись або в бік зростання, або в бік зниження (табл. 1). В середньому відмінностей між контрольними та дослідними варіантами стосовно кількості загального хлорофілу не виявлено, окрім клена псевдоплатанового, у котрого контрольний варіант має більшу кількість хлорофілу $a+b$ (0,355 до 0,305 мг). По окремій кількості хлорофілів a та b відмінностей не виявлено. Проте у всіх видів кленів спостерігається знижена кількість хлорофілу a в порівнянні з хлорофілом b , що свідчить про більшу стійкість хлорофілу b до дії газоподібних забруднювачів [2]. Тобто характер порушень пігментних комплексів під дією газоподібних токсикантів не є строго специфічною відповідною реакцією рослин, а по-

дібний зі змінами, які обумовлені різними стресовими діями (природного походження). При цьому слабка непошкоджуюча дія несприятливого фактора звичайно є наслідком новоутворення хлорофілу, а пошкоджуюча – гальмування синтезу і зруйнування пігментів [3].

Таблиця 1

Вміст хлорофілу у листках кленів (мг)

Вид	Місяць	Хлорофіл a+b		$t/t_{0,05}$	Хлорофіл a		Хлорофіл b		$t/t_{0,05}$
		1	2		1	2	1	2	
<i>Acer pseudo-platanus</i> L.	травень	0,508± 0,010	0,553± 0,005	0,94	0,240± 0,009	0,262± 0,005	0,268± 0,010	0,291± 0,005	0,47
	червень	0,504± 0,007	0,471± 0,002	1,04	0,239± 0,007	0,223± 0,002	0,265± 0,007	0,248± 0,002	0,52
	липень	0,553± 0,005	0,482± 0,008	1,28	0,253± 0,005	0,228± 0,007	0,300± 0,006	0,254± 0,008	0,64
	серпень	0,519± 0,005	0,479± 0,003	1,58	0,246± 0,005	0,227± 0,003	0,273± 0,005	0,252± 0,003	0,79
	вересень	0,390± 0,008	0,413± 0,010	0,41	0,185± 0,008	0,195± 0,009	0,205± 0,008	0,218± 0,011	0,20
<i>A. platanoides</i> L.	травень	0,621± 0,002	0,560± 0,007	2,06	0,294± 0,002	0,265± 0,006	0,327± 0,002	0,295± 0,007	1,03
	червень	0,623± 0,006	0,623± 0,007	0	0,295± 0,005	0,295± 0,007	0,328± 0,006	0,328± 0,007	0
	липень	0,510± 0,009	0,613± 0,007	2,05	0,241± 0,009	0,290± 0,007	0,269± 0,010	0,323± 0,007	1,03
	серпень	0,545± 0,007	0,555± 0,006	0,25	0,258± 0,007	0,263± 0,005	0,287± 0,008	0,292± 0,006	0,13
	вересень	0,545± 0,008	0,505± 0,004	1,07	0,258± 0,007	0,239± 0,004	0,287± 0,008	0,266± 0,004	0,54
<i>A. saccharinum</i> L.	травень	0,412± 0,007	0,485± 0,003	2,25	0,195± 0,006	0,229± 0,003	0,217± 0,007	0,256± 0,004	1,13
	червень	0,392± 0,003	0,442± 0,005	2,01	0,185± 0,003	0,209± 0,004	0,207± 0,004	0,233± 0,005	1,01
	липень	0,496± 0,004	0,487± 0,007	0,26	0,235± 0,004	0,230± 0,007	0,261± 0,004	0,257± 0,008	0,13
	серпень	0,346± 0,009	0,475± 0,003	3,25	0,164± 0,008	0,225± 0,003	0,182± 0,009	0,250± 0,003	1,63
	вересень	0,494± 0,005	0,416± 0,007	2,07	0,234± 0,005	0,197± 0,007	0,260± 0,005	0,219± 0,008	1,04
<i>A. negundo</i> L.	травень	0,307± 0,002	0,279± 0,006	1	0,145± 0,002	0,132± 0,006	0,162± 0,002	0,147± 0,007	0,50
	червень	0,317± 0,006	0,321± 0,005	0,12	0,150± 0,006	0,152± 0,005	0,167± 0,006	0,169± 0,005	0,06
	липень	0,435± 0,006	0,350± 0,006	2,28	0,206± 0,006	0,166± 0,006	0,229± 0,007	0,184± 0,007	1,14
	серпень	0,318± 0,006	0,292± 0,008	0,61	0,151± 0,006	0,138± 0,007	0,167± 0,008	0,154± 0,008	0,31
	вересень	0,400± 0,006	0,283± 0,005	3,31	0,198± 0,006	0,134± 0,005	0,202± 0,007	0,149± 0,005	1,66

• 1 – контрольні види кленів, 2 – дослідні види кленів

Хлорофіл у пластидах знаходиться в тісному зв'язку з білком. Без білково-ліпоїдного комплексу молекули хлорофілу є нестійкими і розпадаються. Діючим початком у цьому процесі можуть виступати несприятливі фактори, у тому числі й забруднення атмосфери [3; 7].

Дослідження міцності хлорофілу з білком у кленів показало, що даний показник зменшується з травня по вересень у всіх видів кленів на відміну від клену ясенелистного (з 28,7 та 29,76 до 9,81 та 20,07% у клена псевдоплатанового контрольного та дослідного виду, з 17,77 та 63,31 до 9,38 та 20,24% у клена гостролистого, з 69,15 та 81,74 до 32,36 та 29,41% у клена срібlistого) (табл. 2). У клена ясенелистного відбувається незначне підвищення міцності зв'язку хлорофілу з білком з травня по вересень (з 7,89 та 23,82 до 13,91 та 30,31% у контрольного та дослідного виду відповідно). Даний показник вище у дослідних видів, ніж у контрольних видів (в середньому: 20,22 до 17,59 у клена псевдоплатанового, 32,94 до 13,22 у клена гостролистого, 58,08 до 46,58 у клена срібlistого, 24,13 до 11,56 у клена ясенелистного). Виходячи з думки деяких авторів [14], можна зробити висновок, що клени, які зростають на території промислового забруднення, є пристосованими до цих умов.

Таблиця 2

Міцність зв'язку хлорофілу з білком (%)

Вид	Місяць	Хлорофіл а+в		$t/t_{0,05}$
		контроль	дослід	
<i>Acer pseudoplatanus L.</i>	травень	28,70±0,7	29,76±0,76	0,26
	червень	16,69±0,4	19,69±0,5	1,06
	липень	16,48±0,7	16,06±0,5	0,11
	серпень	16,27±0,5	15,50±0,2	0,31
	вересень	9,81±0,6	20,07±0,3	3,50
<i>A.platanoides L.</i>	травень	17,77±0,8	63,31±0,6	10,68
	червень	13,32±0,9	43,33±0,5	6,94
	липень	13,66±0,8	33,64±0,4	5,24
	серпень	11,98±0,4	22,10±0,5	3,83
	вересень	9,38±0,3	20,24±0,8	2,86
<i>A.saccharinum L.</i>	травень	69,05±0,6	81,74±0,9	2,86
	червень	51,93±0,8	73,10±0,5	5,25
	липень	44,30±0,6	58,42±0,5	4,43
	серпень	35,27±0,4	47,74±0,3	6,32
	вересень	32,36±0,6	29,41±0,4	0,98
<i>A.negundo L.</i>	травень	7,89±0,6	23,82±0,5	4,52
	червень	6,47±0,6	14,67±0,6	2,28
	липень	18,34±0,5	37,47±0,7	5,08
	серпень	11,19±0,4	13,75±0,3	1,26
	вересень	13,91±0,5	30,31±0,6	5,01

Таким чином, дослідження пігментного комплексу асиміляційного апарата деяких представників родини Асер L. показало, що в цілому він досить стійкий до дії промислових полютантів та виявляє неспецифічний характер реакції на промислові викиди. Аборигенні види кленів демонструють підвищений вміст загального хлорофілу на відміну від інтродуцентів, що є ознакою кращої пристосованості до умов Придніпров'я.

Бібліографічні посилання

1. Бессонова В. П. Цитофизиологические эффекты воздействия тяжелых металлов на рост и развитие растений. – Запорожье: Изд-во Запорожского гос. ун-та, 1999.
2. Бессонова В. П. Семенное возобновление древесных растений и промышленные поллютанты (SO₂ и NO₂) / В. П. Бессонова, Т. И. Юсыпова. – Запорожье: Запорожский государственный ун-т, 2001.
3. Гетко Н. В. Растения в техногенной среде. Структура и функция ассимиляционного аппарата. – Минск: Наука и техника, 1989.
4. Долгова Л. Г. Содержание зеленых пигментов в листьях чубушников // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції “Фізіологія рослин та екологія” (Дніпропетровськ, 23-24 квітня 2003 р.). – Днепропетровск, 2003. – С. 32–33.
5. Древесные растения в природе и культуре / Под ред. П. И. Лапина. – М.: Наука, 1983.
6. Духовский Г. Реакция растений на комплексное воздействие природных и антропогенных факторов / Г. Духовский, Р. Юкнис, А. Бразайтите, И. Жукаускайте // Физиология растений. – 2003. – Т. 50, №2. – С. 165–173.
7. Илькун Г. М. Газоустойчивость растений. – К.: Наукова думка, 1971.
8. Кохно Н. А. Клены Украины. – К.: Наукова думка, 1982.
9. Литвинова Л. И. Зеленые насаждения и охрана окружающей среды / Л. И. Литвинова, Ф. М. Левон. – К.: Здоров'я, 1986.
10. Мальхотра С. С. Биохимическое и физиологическое действие приоритетных загрязняющих веществ / С. С. Мальхотра, А. А. Хан // Загрязнение воздуха и жизнь растений. – Л., 1988. – С. 141–190.
11. Николаевский В. С. Биологические основы газоустойчивости растений. – Новосибирск: Наука, 1979.
12. Практикум по физиологии растений / Под ред. Н. Н. Третьякова. – М.: Агропромиздат, 1990.
13. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. – Минск: Высшая школа, 1967.
14. Сидорович Е. А. Устойчивость интродуцированных растений к газообразным соединениям серы в условиях Белоруссии / Е. А. Сидорович, Н. В. Гетко. – Минск: Наука и техника, 1979.
15. Фізіологія рослин: Практикум / О. В. Брайон, В. Г. Чикаленко, П. С. Славний та ін. – К.: Вища школа, 1995.

Надійшла до редколегії 20.03.05