УДК: 581. 144. 4 + 504. 3. 054

ВПЛИВ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА АВТОТРАНСПОРТНИМИ ВИКИДАМИ НА АНАТОМІЧНУ БУДОВУ ЛИСТКІВ *CATALPA BIGNONIOIDES* WALT.

М.В. Леппік

Дніпропетровський державний аграрний університет

Проведено исследование влияния ингредиентов автотранспортных выбросов на анатомическое строение листьев растений *Catalpa bignonioides* Walt. Установлено, что в условиях загрязнения окружающей среды выбросами автомобилей анатомическое строение листа *C. bignonioides* приобретает некоторые черты ксероморфной структуры за счёт уменьшения размеров и увеличения количества устьиц на единицу поверхности, изменения устьичного индекса и других показателей, которые характеризуют строение листа.

Catalpa bignonioides Walt*., загрязнение окружающей среды, выбросы автотранспорта, лист, анатомическое строение*

ВСТУП

Сучасні темпи життя ініціюють збільшення кількості автомашин, що неодмінно призводить до підвищення рівня викидів автотранспорту. Давно відомо, що викиди цих засобів пересування негативно впливають на розвиток будь-яких рослинних організмів [1, 4, 13]. Зелені насадження захищають людину, постають своєрідним бар'єром або фільтром на шляху полютантів. Звісно, що в цьому разі більшість пилу, шкідливого газу або інших забруднювачів потрапляє на поверхню, а якась частина у поглинається листками рослин. Це негативно позначається на рослині через зміни у фізіолого-біохімічних реакціях рослинного організму, які можуть викликати морфологічні та анатомічні зміни у органах та тканинах [1, 7]. Характер цих змін залежить від рівня стійкості рослин та кількості і складу полютантів у повітрі, від яких найбільш страждають листки, як органи асиміляції, що мають найбільший контакт із навколишнім середовищем. Від стану асиміляційного апарату залежить ріст та розвиток рослини в цілому, тому щоб зрозуміти характер впливу, необхідно вивчати дію викидів автотранспорту на рослинні організми на всіх рівнях, в тому числі й на анатомічному.

Подібні дослідження проводились на основних дереноутворюючих травах [12], платані східному [8] та інших рослинах, але за умов

промислового забруднення. Роботи з вивчення зміни анатомічної будови листків представників роду *Catalpa* за дії інгридієнтів промислових викидівнам не відомі. Ці дерева все ширше застосовуються в озелененні індустріальних міст України.

Мета нашого дослідження – проаналізувати вплив викидів автотранспорту на показники анатомічної будови листків рослин *Catalpa bignonioides* Walt.

ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

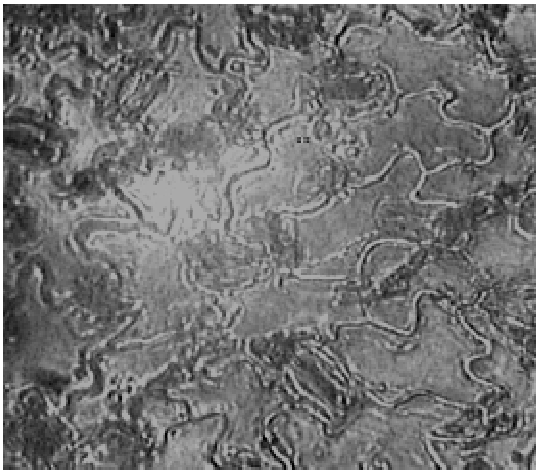
Об'єктом дослідження були рослини *Catalpa bignonioides* Walt. Вік дерев 25–30 років. Досліди проводились на двох ділянках. Контрольна ділянка знаходилась в умовно чистій зоні – парк ім. Т.Г. Шевченка, дослідна – у вуличному насадженні близько автошляху з інтенсивністю руху 39000 автомобілів на добу. Дослідження анатомічної будови листків проводили у вересні, проби відбиралися із середнього ярусу з західного боку крони. Анатомічні препарати готували за загально прийнятими методиками [3]. За допомогою окуляр-мікрометра у листків на поперечному зрізі визначали товщину палісадної та губчастої паренхіми, діаметр клітин губчастої паренхіми, ширину та висоту клітин стовбчастої паренхіми, товщину верхнього та нижнього епідермісу, товщину листка. Розміри замикальних клітин епідермісу та кількість продихів підраховували на відбитках нижнього епідермісу [9]. Визначали коефіцієнт прозенхімності, тобто відношення повздовжнього діаметру клітини палісадного мезофілу до поперечного діаметру [15], коефіцієнт палісадності [2], індекс ксероморфності [5] та продиховий індекс [2, 6, 10]. Експериментальний матеріал обробляли за допомогою стандартних статистичних методів [11].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Дослідження анатомічної будови листків рослин *Catalpa bignonioides* Walt. контрольної та дослідної ділянок показало, що дія на рослини інгредієнтів автомобільних викидів призводить до змін в анатомічній будові цих органів. Але їх характер у різних тканинах листка був не однаковим.

Як видно з рис. 1 для *C. bignonioides* характерний аномоцитний тип продихового апарату (безладноклітиний, або ранункулоїдний). Така будова продихів характеризується відсутністю спеціалізованих навколопродихових клітин [17]. Продихи зосереджені на абаксіальному боці епідермісу (рис. 1) і знаходяться на одному рівні з іншими епідермальними клітинами. Поблизу жилок вони відсутні.

Забруднення навколишнього середовища не змінює тип продихового апарату. Відомо, що ця ознака має високу стабільність і практично не варіює в межах виду [14]. Але шкідливі ексгалати впливають на розміри та кількість продихів на одиницю поверхні. Так, довжина замикальних клітин рослин, які зростали за умов забруднення викидами автотранспорту, знижується на 17,63 %, а ширина на 22,77 % порівняно з контролем (табл. 1, рис. 1). Зниження розмірів клітин епідермісу призводить до появи більшого числа продихів на одиницю площі. Кількість продихів на 1 мм^2 у рослин дослідної ділянки підвищилась на 18,68 % порівняно з контролем, а епідермальних клітин – на 7,84 % (різниця статистично достовірна на 0,05 % рівні істотності) (табл. 1).


А

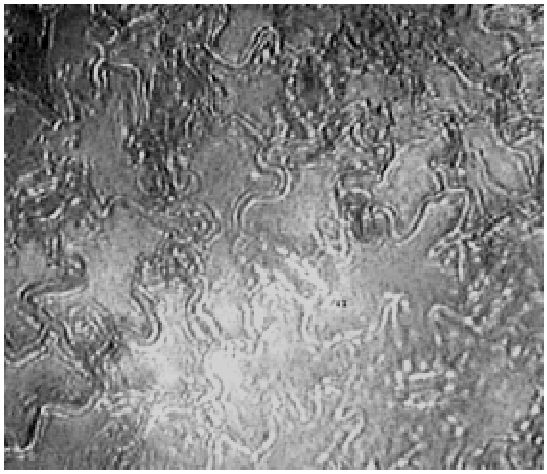

Б

Рисунок 1 – Продиховий апарат *Catalpa bignonioides*:

А – абаксіальний бік епідермісу з продихами (дослід, зб. 10×40);

Б – абаксіальний бік епідермісу з продихами (контроль, зб. 10×40).

Дія автомобільних вихлопів викликає анатомічні зміни в структурі листка у бік ксероморфності. Зміна числа клітин епідерми відображає щільність складення тканини та обумовлює кількість продихів на одиницю поверхні, тому збільшення цього показника можна розглядати як додаткову рису, що говорить про ксерофітизацію листка. Кількість клітин нижньої епідерми на 1 мм^2 у рослин контрольного варіанту становила 1858,51±34,09 шт. (табл. 1), що за шкалою, яку запропонував Б.Р. Васильєв [2], відповідає клітинам середніх розмірів. Цей показник у рослин дослідного варіанту дещо збільшується.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика продихового апарату рослин *Catalpa bignonioides*, що зростали в умовно чистій зоні (контрольна ділянка) та за умов забруднення викидами автотранспорту (дослідна ділянка)

Анатомічні показники	Контрольна ділянка	Дослідна ділянка	Відсоток до контролю, %	t_d
Довжина замикаючих клітин, мкм	13,67±0,20	11,26±0,09	82,37	10,99
Ширина замикальних клітин, мкм	3,91±0,15	3,02±0,03	77,23	5,01
Кількість продихів на 1 мм^2, шт.	283,29±8,71	336,22±6,71	118,68	4,81
Кількість епідермальних клітин на 1 мм^2, шт.	1575,22±29,47	1698,73±14,31	107,84	3,77
Загальна кількість клітин абоксіального епідермісу на 1 мм^2, шт.	1858,51±34,09	2034,95±15,62	109,49	4,71
Продиховий індекс	15,24±0,36	16,52±0,30	108,40	2,73
Індекс ксероморфності	4483,11±185,11	5710,88±121,38	127,39	5,55

Продиховий індекс є одним із показників ксероморфності листка. Враховуючи шкалу Б.Р. Васильєва [2], ми можемо віднести цей показник у рослин контрольної ділянки до середнього. Продиховий індекс дослідної ділянки достовірно відрізнявся від контролю всього на 8,4 %, але за вказаною шкалою його вже можна віднести до великого.

Про зміни структури листків рослин дослідної ділянки в бік ксероморфності, порівняно з контрольною ділянкою, також свідчать величини індексу ксероморфності [5]. Його значення в дослідному варіанті, стосовно контролю, збільшилися на 27,39 % (табл. 1).

Потовщення епідермісу за дії на рослину інгредієнтів промислових та автотранспортних емісій спостерігали деякі дослідники. Так, С.А. Сергійчик і С.А. Іванов [15] за умов забруднення довкілля викидами Світлогорського заводу штучного волокна відмітили потовщення епідерми у чотирьох родів деревних рослин: *Tilia, Castanea, Populus* та *Betula*. О.К. Кустова [10] у ефіроолійної рослини *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae Lindl.) за умов Донбасу спостерігала потовщення клітинної стінки верхнього епідермісу. Т.Ф. Чипиляк [16] досліджувала два види роду *Hemerocallis* за умов забруднення викидами автотранспорту і встановила у *H. lilio-asphodellus* зменшення товщини адаксіального і абаксіального епідермісу, а у *H. middendorffii* – тенденцію до збільшення товщини верхнього і нижнього епідермісу.

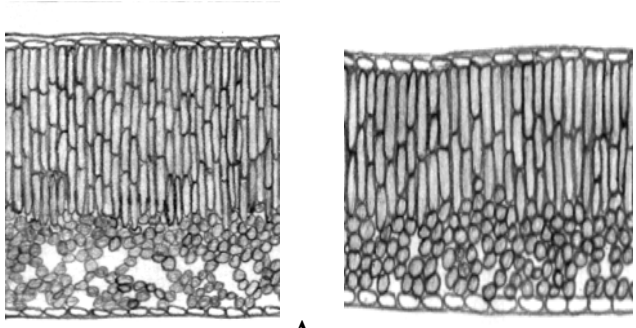
У *C. bignonioides* за умов вуличного насадження поблизу автошляху спостерігалось збільшення товщини верхньої епідерми на 27,51 % порівняно з контрольними значеннями. Товщина нижнього епідермісу листків рослин на дослідній ділянці не змінюється в порівнянні з контролем (табл. 2). Різниця у величині даного показника цих двох варіантів статисстично недостовірна.

Таблиця 2 – Порівняльна характеристика асиміляційного апарату рослин *Catalpa bignonioides*, що зростали в умовно чистій зоні (контрольна ділянка) та за умов забруднення викидами автотранспорту (дослідна ділянка)

Анатомічні показники	Контрольна ділянка	Дослідна ділянка	Відсоток до контролю, %	t_d
Товщина верхнього епідермісу, мкм	14,94±0,36	19,05±0,66	127,51	5,47
Товщина нижнього епідермісу, мкм	16,41±0,86	16,41±0,45	100,00	0,00
Товщина листка, мкм	239,67±1,33	171,11±0,81	71,39	44,03
Товщина стовбчастої паренхіми, мкм	100,79±1,09	70,91±1,66	70,35	15,05
Ширина клітин стовбчастої паренхіми, мкм	12,60±0,61	17,29±0,56	137,22	5,66
Висота клітин стовбчастої паренхіми, мкм	33,99±1,62	42,19±1,78	124,12	3,41
Товщина губчастої паренхіми, мкм	95,81±0,90	67,98±0,59	70,95	25,86
Діаметр клітин губчастої паренхіми, мкм	12,3±1,19	15,53±0,95	126,26	2,12
Коефіцієнт палісадності	105,30±1,17	104,56±2,76	99,30	0,25
Коефіцієнт прозенхімності	2,840±0,21	2,496±0,13	87,89	1,39

Товщина листка у рослин *C. bignonioides* у дослідному варіанті зменшується на 28,61 % у порівнянні з контролем. Це відбувається за рахунок потоншення мезофілу у рослин дослідної ділянки. Так, товщина стовбчастої та губчастої паренхім зменшується на 29,65 та 29,05 % відповідно. Це пов'язано зі скороченням числа шарів клітин. В умовно чистій зоні (парку ім. Т.Г. Шевченка) у листах досліджуваного виду, палісадна хлоренхіма складалася з 3-х, рідше – з 4-х шарів клітин. У дослідних варіантах кількість клітинних шарів змінюється до 2 – 3-х (рис. 2). Не зважаючи на те, що товщина шару стовбчастого мезофілу змінюється,

клітини його, навпаки, збільшуються у розмірах і дорівнюють 137,22 та 126,26 % стосовно контрольних значень.



А Б

Рисунок 2 – Асиміляційний апарат *Catalpa bignonioides* (зб. 10×8).
А – контрольний варіант; Б – дослідний варіант

Коефіцієнт прозенхімності є відношенням довжини клітин стовбчастої паренхіми листка до їх ширини та відображує ступінь щільності цієї тканини. Тому збільшення цього показника може розглядатись як посилення ксерофітизації листка [15]. Однак, різниця між показником прозенхімності листків *C. bignonioides* контрольної ділянки і дослідної не достовірна.

У губчастій паренхімі в контролі спостерігається велика кількість міжклітинників, а в дослідному варіанті кількість міжклітинників різко зкорочується. Через це, а також через зкорочення кількості шарів клітин зменшується товщина губчастого мезофілу.

У губчастій паренхімі листків рослин забрудненої ексгалатами автотранспорту ділянки відбувається зменшення об'єму міжклітинників та збільшення розмірів клітин (на 26,26 % у порівнянні з контролем) з одночасним зменшенням товщини губчастого мезофілу.

Ще однією з характеристик ксероморфності є коефіцієнт палісадності. Ця величина є відношенням товщини шару стовбчастої паренхіми до товщини шару губчастої паренхіми, що виражена у відсотках. За Б.Р. Васильєвим [2], коефіцієнт палісадності, який менше 30 %, вважається дуже низьким, від 30 до 40 % – низьким, від 40 до 50 % – середнім, від 50 до 60 % – високим і більше 60 % – дуже високим. Чим більший цей показник, тим більш ксероморфну структуру має листок. За наведеною шкалою коефіцієнт палісадності у листків рослин контрольної ділянки первісно – дуже високий і складає 105,30 ± 1,17%. Цей показник у рослин дослідної ділянки дещо менший, але різниця між контрольними і дослідними значеннями недостовірна.

Таким чином, у рослин, що зазнавали хронічної дії вихлопів

автотранспорту спостерігається тенденція зміни анатомічної структури листка до ксероморфності з відповідним підвищенням продихового індексу та індексу ксероморфності, зростанням товщини верхнього епідермісу, ширини та висоти клітин стовбчастої паренхіми, діаметру клітин губчастої паренхіми, збільшенням числа продихів та клітин епідерми на одиницю поверхні, а також зменшенням лінійних розмірів продихів, мезофілу і відповідно товщини листка.

ВИСНОВКИ

1. Вплив викидів автотранспорту призводить до змін анатомічної будови листків *Catalpa bignonioides* у бік ксероморфності, про що свідчать зміни ряду показників (розміри та кількість продихів на одиницю поверхні епідермісу, збільшення продихового індексу, індексу ксероморфності). Ступінь зміни цих показників різна. За дії інгредієнтів автомобільних викидів не змінюються величини таких показників, як товщина нижнього епідермісу, коефіцієнти палісадності та прозенхімності.
2. За умов забруднення навколишнього середовища викидами автотранспорту товщина листка *Catalpa bignonioides* потоншується, причому це відбувається за рахунок зменшення в однаковій мірі товщини як губчастого, так і стовбчастого мезофілу.
3. Товщина стовбчастої паренхіми стає меншою за рахунок скорочення кількості шарів клітин, які її складають, а губчастої – за рахунок зменшення кількості шарів клітин та суттевого зменшення міжклітинників.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Бессонова В.П. Цитофизиологические эффекты воздействия тяжёлых металлов на рост и развитие растений. – Запорожье: Изд-во Запорож. гос. ун-та, 1999. – 208 с.*
2. *Васильєв Б.Р. Строение листа древесных растений различных климатических зон / Под ред. В.М. Шмидта. – Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1988. – 208 с.*
3. *Вехов В.Н., Филин В.В. Практикум по анатомии и морфологии растений. – М:., Изд-во Моск. ун-та, 1980. – 196 с.*
4. *Говорун А.Г., Скороченко В.Ф., Худалий М.М. Транспорт и окружающая среда. – К.: Урожай, 1992. – 144 с.*
5. *Жалдак С.Н. Взаимодействие в сообществах однолетних галофитов и их влияние на анатомо-морфологические структуры растений //*

Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗГУ, 2000. – Вып.5, № 3 – С. 17–21.

6. *Ільїнська А.П., Андрощук О.Ф. Анатомічна будова епідермісу листків Achillea nobilis L. Залежно від умов місцезростання рослин // Укр. ботан. журн. – 1979. – 36, № 4. – С. 302–307.*
7. *Илькун Г.М. Газоустойчивость растений. – К.: Наук. думка, 1971. – 146 с.*
8. *Капелюш Н.В., Бессонова В.П. Зміна анатомічних показників Platanus orientalis L. під дією промислових емісій (техногенного навантаження) // Інтродукція рослин. – 2005. – № 1. – С. 81–87.*
9. *Клейн Р.М., Клейн Д.Т. Методы исследования растений. – М.: Колос, 1974. – С. 528.*
10. *Кустова О.К. Будова епідермісу листків Ocimum basilicum L. (Lamiaceae Lindl.) // Укр. ботан. журн. – 2000. – 57, № 4. – С. 450–454.*
11. *Лакин Г. Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1990. – С. 352.*
12. *Лихолат Ю.В., Кучма В.М., Семенко А.В., Антонечко Н.О. Зміни анатомічної будови листків основних дерноутворюючих трав в умовах промислового забруднення // Питання біоіндикації та екології. – 2002. – Вип. 7, № 1. – С. 3–9.*
13. *Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні. – К., 1998. – 146 с.*
14. *Нинова Д. Сравнительно-анатомическое исследование васильков Болгарии. I. Эпидерма и устьичный аппарат // Ботанический журнал. – Т. 58. – Л.: Изд-во Наука, 1973. – С. 1357–1360.*
15. *Сергейчик С.А., Иванов С.А. Анатомические исследования адаптаций растений к атмосферным токсикантам // Интродукция растений и стабилизация окружающей среды средствами озеленения. – М.: Наука и техника, 1977. – С. 153–160.*
16. *Чипиляк Т.Ф. Анатомічна будова листків деяких видів лілійнику за дії забруднення довкілля автотранспортом // Сучасні проблеми фізіології та інтродукції рослин: Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції до 80-річчя професора Л.Г. Долгової. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2007. – С. 140.*
17. *Эсау К. Анатомия растений. – М.: Изд-во «Мир», 1969. – 660 с.*

THE ANATOMICAL STRUCTURE OF PLANTS CATALPA BIGNONIOIDES WALT. IN CONDITIONS POLLUTION OF THE ENVIRONMENT

M.V. Leppik

Influencing of the motor transports air pollution ingredients on anatomical structure of plants Catalpa bignonioides Walt. leaves have been investigated. The leaves of C. bignonioides in condition contamination acquire a xeromorphic feature. It take place a decrease of dimensions and increase in manpover of stomas per unit area, overpatching of stomatal indexes and another exponents of leaves structure.

УДК: 581. 144.4 + 504. 3. 054

Леппік М.В. Вплив забруднення навколишнього середовища автотранспортними викидами на анатомічну будову листків *Catalpa bignonioides* Walt. // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗНУ, 2008. – Вип. 13, № 1. – С. 23–32.

Проведено дослідження впливу інгредієнтів автотранспортних викидів на анатомічну будову листків рослин *Catalpa bignonioides Walt.* Встановлено, що за умов забруднення довкілля викидами автотранспорту відбувається ксерофітизація листків *C. bignonioides* за рахунок зменшення розмірів та підвищення кількості продихів на одиницю поверхні, зміни продихового індексу та деяких інших показників, що характеризують будову листка.
Бібл. 14. Табл. 2. Рис. 2.