

Т. І. Юсипіва

Дніпропетровський національний університет

ВПЛИВ ПРОМИСЛОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА ГІСТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПЕРВИННОЇ КОРИ СТЕБЛА ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *FRAXINUS* L.

Висвітлено результати досліджень гістологічних характеристик первинної кори стебла у аборигенного виду *F. excelsior* L та інтродуцентів *F. lanceolata* Borkh. і *F. pennsylvanica* Marsh. у сфері дії на лісові фітоценози викидів коксохімічного виробництва в умовах степового Придніпров'я. Фітотоксиканти викликають зміни у співвідношенні гістологічних елементів первинної кори: збільшення товщини захисних тканин корку та коленхіми у *F. excelsior* та їх зменшення у *F. lanceolata* і *F. pennsylvanica*, внаслідок чого діаметр первинної кори у першого виду зростає, у другого – знижується, а у *F. pennsylvanica* практично не відрізняється від контролю (у результаті розростання корової паренхіми).

The results of investigations of histological characteristics of primary bark of stems of denizen species *F. lanceolata* Borkh. and *F. pennsylvanica* Marsh. and *F. excelsior* L native species under emissions from coke and chemical industrial enterprize in conditions of steppe Dnipropetrovsk region considered. Phytotoxicants cause increase of the protection tissues thickness of *F. excelsior* cork and collenchyme and their reduction in *F. lanceolata* and *F. pennsylvanica* due to wich thickness of primary bark increases in the 1st species, reduces in the 2nd and stays similar to the controlled one in *F. pennsylvanica* as results of treading of bark parenchyma.

Придніпровський регіон є найбільш забрудненим районом України. Серед промислових підприємств його значна частка викидів належить коксохімічному заводу. Оскільки важливу роль в очищенні довкілля від токсичних речовин відіграє рослинність [5; 14], озеленення промислових комплексів повинно узгоджуватись з даними газостійкості деревних порід, отриманими при дослідженні лісів забруднених зон [2; 10].

Еколого-анатомічний метод дозволяє краще зрозуміти адаптації рослин до певних чинників навколишнього середовища [1], встановити зв'язок між структурою і функцією організму при дії на рослину екстремальних факторів [3], оскільки в залежності від тривалості та сили їх дії відбуваються функціональні і структурні зміни тканин і органів [9; 13]. На даному етапі хронічний вплив промислових емісій на анатомічну будову пагонів деревних порід досліджений недостатньо, а структура і співвідношення гістологічних елементів стебла у аборигенних та інтродукованих видів роду *Fraxinus* в умовах забруднених територій є практично не вивченими. Особливу увагу слід приділяти дослідженню структури захисних тканин стебла [3]. Виходячи з вищевикладеного, метою нашої роботи було вивчення впливу забруднення середовища викидами коксохімічного виробництва на гістологічні показники первинної кори стебла представників роду *Fraxinus* в умовах степового Придніпров'я.

Об'єктами дослідження були однорічні стебла 20–25-річних дерев трьох видів роду *Fraxinus* L.: інтродуцентів *F. lanceolata* Borkh. і *F. pennsylvanica* Marsh. та аборигенного виду, що знаходиться на межі свого природного ареалу *F. excelsior* L. Попередніми дослідженнями нами встановлено більшу стійкість за морфологічними ознаками *F. excelsior* порівняно з менш толерантним *F. pennsylvanica* і чутливим

F. lanceolata. Збирання матеріалу проводилось у серпні 2000–2001 рр. на двох пробних ділянках: моніторинговій точці, розміщеній у лісовому культурфітоценозі, що прилягає до АО «Дніпрококс» м. Дніпропетровська (середні концентрації забруднювачів, за даними ЦЗЛ, становили: SO_2 – 1,145 мг/м³, NO_x – 0,108 мг/м³, H_2S – 0,131 мг/м³, NH_3 – 0,32 мг/м³, феноли – 0,0106 мг/м³, завислі частки – 0,86 мг/м³) та контрольній (умовно чистій) зоні, де, за даними міської санепідемстанції, концентрації токсичних газів не перевищують ГДК. На кожній з пробних площ з гілок середнього ярусу південно-східного боку крони 5 модельних дерев на однаковій відстані від верхівки пагона було взято по 5 пагонів і зафіксовано у 96%-му спирті. Поперечні зрізи стебла готували з середньої частини меживузля за допомогою ручного мікротома і забарвлювали флороглюцином [11]. Препарати розглядали під мікроскопом: тканини – при збільшенні в 100 разів, клітини – в 250 разів. Повторність досліду була такою: 30–50 зрізів стебла одного виду з кожної пробної ділянки, 50–100 виміряних клітин на одному зрізі. Результати досліду оброблені статистично [12].

Вивчення впливу промислових емісій на будову первинної кори стебла (табл. 1–2, рис. 1) виявило, що у стійкого до забруднення за комплексом морфометричних характеристик пагона виду *F. excelsior* її товщина збільшується на 19,0%, у менш толерантного *F. pennsylvanica* залишається практично незмінною. Діаметр цієї частини стебла в пагонах чутливої до токсичних речовин деревної породи (*F. lanceolata*) значно зменшується. Зниження досліджуваного показника при цьому складає 44,9%. Формування кори має надзвичайно важливе значення для деревних рослин, особливо у помірних широтах в умовах степової зони, оскільки вона захищає тканини, що лежать під корою, від різного роду несприятливих чинників середовища [4; 13].

Таблиця 1

Вплив промислового забруднення на гістологічні показники первинної кори стебла
однорічного пагона представників роду *Fraxinus L.*

Вид	Первинна кора	t _{табл.}	Корок	t _{табл.}	Коленхіма	t _{табл.}	Корова паренхіма	t _{табл.}
Товщина тканини, мкм								
<i>Fraxinus excelsior</i>	<u>455,0±15,0</u>	2,06	<u>90,0±10,3</u>	2,84	<u>105,0±7,5</u>	2,14	<u>235,1±15,0</u>	1,18
	541,5±39,6		120,0±2,3		145,2±17,2		206,3±19,5	
<i>Fraxinus lanceolata</i>	<u>693,3±33,4</u>	13,96	<u>154,7±14,8</u>	3,21	<u>189,1±18,7</u>	4,10	<u>341,0±39,2</u>	4,35
	381,7±36,7		85,7±15,7		99,1±11,6		157,9±15,2	
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	<u>352,8±37,8</u>	0,49	<u>87,8±3,5</u>	4,96	<u>76,5±5,8</u>	4,59	<u>184,3±8,7</u>	1,96
	332,2±18,9		72,2±3,5		43,5±4,3		209,3±9,4	
Число рядів клітин, штук								
<i>Fraxinus excelsior</i>	<u>23,7±0,7</u>	3,45	<u>5,3±0,4</u>	0,92	<u>7,0±0,9</u>	2,37	<u>12,1±0,4</u>	0,00
	27,3±0,8		6,0±0,7		9,1±0,1		12,1±1,7	
<i>Fraxinus lanceolata</i>	<u>34,2±2,4</u>	4,35	<u>7,6±1,1</u>	3,25	<u>9,2±0,1</u>	0,31	<u>17,0±0,4</u>	18,29
	23,5±0,4		3,9±0,1		9,0±0,1		9,2±0,2	
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	<u>22,8±1,9</u>	0,94	<u>4,7±0,2</u>	2,25	<u>5,5±0,1</u>	2,82	<u>9,6±0,2</u>	7,53
	20,6±1,4		3,7±0,4		5,9±0,1		16,5±1,8	

Примітка: В чисельнику – контроль, в знаменнику – проммайданчик; t_{табл.} = 1,96.

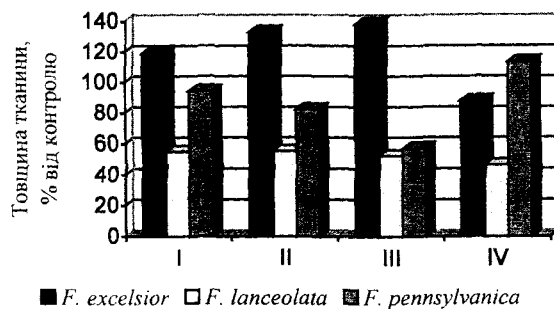


Рис. 1. Вплив промислового забруднення на гістологічні характеристики первинної кори стебла однорічного пагона представників роду *Fraxinus*, % від контролю. Товщина тканин: I – первинної кори, II – корку, III – коленхіми, IV – корової паренхіми

У досліджуваних нами деревних порід спостерігається зміна співвідношення різних гістологічних елементів первинної кори, що пов'язане, вірогідно, з неоднаковою закладкою і формуванням тканин, що входять до її складу (табл. 1, рис. 1, 2). В умовах чистої зони найдовший шар захисних тканин первинної кори розвивається у *F. lanceolata* – 49,6% відносно діаметру кори, дещо тонший він у *F. pennsylvanica* (46,2%) і найменший у *F. excelsior* (42,9%). При цьому товщина корку найбільша у *F. pennsylvanica*, у якого вона сягає 24,9% від усіх тканин первинної кори. У меншому ступені фелема розвивається у *F. lanceolata* (22,3%). Самий тонкий шар корку виявляється в однорічних пагонах *F. excelsior*, де він складає 19,8% від діаметру кори. Серед вивчених видів спостерігаються відмінності і у розвитку механічної тканини первинної кори. Так, найтовща коленхіма у *F. lanceolata* – 27,3%, менша у *F. excelsior* та *F. pennsylvanica* (23,1% і 21,7% відносно діаметра кори відповідно). Отже, у *F. lanceolata* і *F. pennsylvanica* розвинені захисні тканини, що може підвищувати стійкість рослин цих видів до несприятливих абіотичних факторів степової зони.

Таблиця 2

Вплив промислового забруднення на ширину клітин первинної кори стебла однорічного пагона представників роду *Fraxinus* L., мкм

Моніторингова почка	Корек	t _{табл.}	Коленхіма	t _{табл.}	Корова паренхіма	t _{табл.}
<i>Fraxinus excelsior</i>						
Контроль	17,05±0,09		15,01±0,14		19,43±0,16	
Проммайданчик	20,03±0,13	18,86	15,84±0,72	1,14	17,03±0,08	12,62
<i>Fraxinus lanceolata</i>						
Контроль	20,31±1,34		20,61±1,72		20,06±1,04	
Проммайданчик	21,90±2,03	0,65	11,02±0,48	5,35	17,06±1,08	2,00
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>						
Контроль	18,61±1,34		13,96±0,11		18,97±0,96	
Проммайданчик	19,46±0,72	0,57	7,25±0,09	47,92	13,39±1,03	3,96

Примітка: t_{табл.}=1.96.

У зоні техногенезу, як видно з табл. 1, товщина корку достовірно знижується у *F. lanceolata* та *F. pennsylvanica*. Так, для першого виду значення цього показника в умовно чистій зоні дорівнює 154,7 мкм, а на забрудненій ділянці – 85,7 мкм, для другого – 87,8 і 72,2 мкм відповідно. Зниження товщини коркового шару відбувається внаслідок закладання меншого числа рядів клітин корку. Особливо це характерне для більш чутливого виду *F. lanceolata*. Кількість рядів клітин в його стеблах знижується на 48,8% у порівнянні з контрольним значенням, тобто вдвічі. Для *F. pennsylvanica* ця величина складає 21,0% (табл. 1). Розміри клітин фелеми в обох видів відносно контролю не зменшуються (табл. 2). У *F. excelsior*, навпаки, спостерігається посилений розвиток корку, який перевищує контрольну величину на 33,3% (рис. 1). Це відбувається внаслідок збільшення розмірів клітин корку (табл. 2), що посилює захисні властивості цієї тканини. Слід зазначити, що фелема на пропускає гази і рідини [4]. Крім цього, вона має слабку теплопровідність і добре захищає рослини від посухи, перегріву й інших несприятливих впливів [8]. Усе вищевикладене дозволяє припустити, що збільшення товщини корку у стійкого до аерогенних полютантів виду *F. excelsior* може виступати як адаптивна реакція на вплив комплексу забруднювачів (оксиду сірки (IV), оксидів азоту, сірководню, аміаку, фенолів і завислих часток). І навпаки, її зниження у *F. lanceolata* і *F. pennsylvanica* в умовах промислового забруднення природного середовища може підвищувати чутливість дерев до токсичних газів і інших негативних впливів.

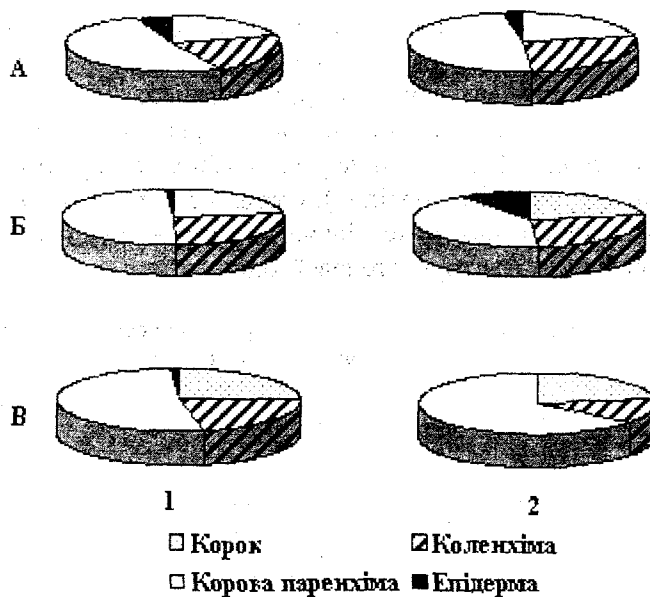


Рис. 2. Вплив промислового забруднення на співвідношення гістологічних елементів первинної кори стебла однорічного пагона представників роду *Fraxinus*, %. Моніторингові точки: 1 – контроль, 2 – проммайданчик. Види: А – *F. excelsior*; Б – *F. lanceolata*; В – *F. pennsylvanica*

Під дією промислових емісій спостерігаються зміни діаметра кутово-пластинчастої коленхіми в усіх деревних порід. Її товщина зростає у стеблах

F. excelsior, стійкого до впливу комплексного забруднення середовища. Оскільки в однорічних пагонах корок ще слабо розвинений і знаходиться на стадії формування, збільшення об'єму механічної тканини в первинній корі має пристосувальне значення. Як відомо [3; 4], клітини коленхіми беруть активну участь у процесах обміну і щільно розташовані одна до одної, тому зростання її товщини у стеблах толерантного виду може обмежувати надходження токсикантів до рослинного організму. Товщина механічної тканини у *F. excelsior* збільшується за рахунок закладання додаткових шарів клітин, а їх розміри практично не змінюються.

У стеблах інших представників роду *Fraxinus* в умовах антропогенного навантаження діаметр коленхіми значно знижується порівняно з таким у чистій зоні. Він становить 52,4% відносно контролю у *F. lanceolata* і 56,9% у *F. pennsylvanica*. Як видно з табл. 2, таке значне його зменшення відбувається внаслідок пригнічення росту клітин, розміри яких, як свідчать результати дослідів, достовірно знижуються в умовах хронічної дії на рослини комплексу забруднюючих речовин. Кількість рядів клітин у *F. lanceolata* не відрізняється від контролю (різниця між варіантами недостовірна при 5%-му рівні значимості). Значення цього показника у *F. pennsylvanica* перевищує контрольну величину на 8,2%, але внаслідок суттєвого зниження ширини клітин товщина механічної тканини сильно знижується.

Слід зазначити, що деякі науковці вивчали закладання і розвиток коленхіми у відповідь на стресові фактори середовища [6; 7; 15]. Так, В. М. Гришко, В. М. Кучма, Д. М. Радзюн (1997) спостерігали зменшення кількості шарів пластинчастої та кутової коленхіми в 1,3–2 рази у *Populus italica* L. і *P. deltoides* L., що зростали в умовах дії на рослини комплексного забруднення середовища [6]. Т. І. Юсиповою (1997) встановлено підвищення об'єму механічної тканини у первинній корі стебла самосіву стійких до токсичних газів SO₂ та NO₂ деревних порід, пов'язане як зі збільшенням числа рядів клітин (у *Robinia pseudoacacia* L. та *Acer negundo* L.), так і за рахунок зростання їх розмірів (*A. negundo*), та зниження діаметра коленхіми у чутливого виду *A. platanoides* [15]. Л. А. Івашкіною (1986) встановлено, що зимостійкість пагонів представників роду *Acer* (*A. negundo*, *A. platanoides*, *A. tataricum*) значною мірою залежить від ступеня розвитку механічної тканини первинної кори [7]. Таким чином, зменшення її діаметра у *F. lanceolata* і *F. pennsylvanica*, що спостерігається у наших дослідів, може негативно впливати як на газостійкість цих рослин, так і на стійкість до високих та низьких температур.

Розміри корової паренхіми під впливом поллютантів практично не змінюються у *F. excelsior* і зменшуються в стеблах *F. lanceolata* (табл. 1). Збільшення цього показника у *F. pennsylvanica* на 13,5% у порівнянні з контрольною величиною компенсує за об'ємом зниження діаметра коленхіми, внаслідок чого товщина первинної кори в цілому у стеблах пагонів даного виду не змінюється. Характерним є те, що в усіх об'єктів у техногенних умовах достовірно зменшується ширина клітин цієї тканини відносно значення параметра, що вивчається, у рослин чистої зони (табл. 2).

Наведені у табл. 1 дані виражені у мкм. Але для аналізу дії промислових емісій на процес формування покривних тканин стебла потрібно знати значення

гістологічних показників не лише у абсолютних, а й відносних величинах, тобто частку кожної тканини у відсотках по відношенню до загальної ширини первинної кори пагона. Як видно з рис. 2, викиди коксохімічного заводу викликають зміни у співвідношенні складових частин первинної кори в усіх досліджених видів. Так, у *F. excelsior* частка корку та коленхіми від загального об'єму кори зростає, а корової паренхіми – зменшується порівняно з чистою зоною. У *F. lanceolata* товщина фелеми (у % від об'єму первинної кори) практично не змінюється, а механічної тканини і паренхіми – знижується. І лише у *F. pennsylvanica* зменшуються частки обох захисних тканин досліджуваної частини стебла корку та коленхіми (на 3,2 та 8,6%), а збільшується частка корової паренхіми (на 11,6%) порівняно з умовно чистою ділянкою.

Таким чином, проведені дослідження показали, що негативний вплив промислового забруднення середовища викидами коксохімічного виробництва викликає значні зміни у співвідношенні гістологічних елементів первинної кори стебла представників роду *Fraxinus*. Хронічна дія на рослини інгредієнтів промислових викидів призводить до збільшення порівняно з контролем товщини фелеми у *F. excelsior* та зменшення її у *F. pennsylvanica*. Діаметр корку у *F. lanceolata* в абсолютних одиницях знижується, а у відносних – не змінюється порівняно зі значенням показника в стеблах рослин умовно-чистої зони. В умовах техногенезу товщина коленхіми зростає в однорічних пагонах аборигенного, але значно зменшується у інтродукованих видів роду *Fraxinus*. Виявлені достатньо надійні для моніторингу стану деревних порід в умовах аерогенного забруднення середовища гістологічні тест-параметри: ширина первинної кори, корку і коленхіми (тест-об'єкт *F. lanceolata*).

Бібліографічні посилання

1. Баранов М. П. Некоторые принципы эколого-анатомических исследований / М. П. Баранов, Г. М. Борисовская, Б. Р. Васильев // I Всесоюз. конф. по анат. раст. (Ленинград, окт. 1984 г.). – Л.: Наука, 1984. – С. 15–16.
2. Бессонова В. П. Семенное возобновление древесных растений и промышленные поллютанты (SO₂ и NO₂) / В. П. Бессонова, Т. И. Юсыпова. – Запорожье: ЗДУ, 2001.
3. Брайон О. В., Чикаленко В. Г. Анатомія рослин. – К.: Вища школа, 1992.
4. Влияние загрязнителей воздуха на растительность. Причины. Воздействие. Ответные меры / Под общ. ред. Х. Г. Десслера. – М.: Лесная пром., 1981.
5. Вінниченко О. М. Анатомія рослин. – Д.: ДНУ, 2000.
6. Гришко В. Н. Анатомическое строение побегов некоторых древесных растений при загрязнении окружающей среды / В. Н. Гришко, В. Н. Кучма, Д. В. Радзион // Вопросы биоиндикации и экологии. – Запорожье: ЗДУ, 1997. – Вып. 2. – С. 49–54.
7. Ивашкина Л. А. Рост и анатомическое строение однолетнего побега трех видов клена разной зимостойкости // Вопр. эколог. физиологии раст. – Пермь, 1986. – С. 62–67.
8. Киселева Н. С., Шелухин Н. В. Атлас по анатомии растений. – Минск: Вышэйшая школа, 1969.
9. Лотова Л. И., Тимонин А. К. Анатомия стеблей и вторичных проводящих тканей древесных растений. – М.: МГУ, 1990.
10. Николаевский В. С. Биологические основы газоустойчивости растений. – Новосибирск: Наука, 1979.
11. Пермяков А. И. Микротехника. – М.: МГУ, 1988.

12. ^{Yusypiva T. I.} **Приселський Ю. Г.** Статистична обробка результатів біологічних експериментів. – ^{Industrial pollution influence on histological indices of stem primary bark of *Populus L.* genus representatives} Донецьк, 1999.
13. **Хмелев К. Ф., Хватова В. Н.** Воздействие выбросов Новолипецкого металлургического комбината на структуру однолетних стеблей рода *Populus (Salicaceae)* // Бот. журн. – 2003. – Т. 88, № 5. – С. 119–124.
14. **Шяпятене Я.** Оценка жизнеспособности сосны, ели и березы в условиях Литвы / Я. Шяпятене, М. Мастаускис, Э. Барткавичус и др. // Лесное хоз-во. – 1989. – № 9. – С. 33–35.
15. **Юсыпова Т. И.** Изменения анатомического строения стебля самосева древесных растений в условиях промышленного загрязнения // Матер. V Междунар. конф. молодых ученых «Проблемы дендрологии, плодоводства и цветоводства». (Крым, Ялта. окт. 1997 г.). – Ялта, 1997. – С. 181–185.

Надійшла до редколегії 11.02.05