

УДК 581.2.02+581.036.2

Т. І. Юсипіва

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара
пр. Гагаріна, 72, м. Дніпропетровськ, 49010 Україна
e-mail: JusypivaTatjana@i.ua

ВПЛИВ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА ДИНАМІКУ ЛІГНІНУ В ОДНОРІЧНИХ ПАГОНАХ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ ACER L.

Техногенне забруднення, однорічні пагони, токсичні гази, важкі метали, динаміка вмісту лігніну

**ВПЛИВ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА ДИНАМІКУ ЛІГНІНУ В
ОДНОРІЧНИХ ПАГОНАХ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ ACER L. Т. І. Юсипіва.** – Наведено результати досліджень впливу аерогенного забруднення середовища на динаміку вмісту лігніну в однорічних пагонах представників роду *Acer* L. в умовах степового Придніпров'я. Описано спрямованість змін концентрації лігніну у стеблах *A. negundo* L., *A. platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., *A. tataricum* L. за дії на рослини важких металів і токсичних газів SO₂ та NO₂. Надано рекомендації для використання дослідженого гістохімічного параметру для фітоіндикації стану рослин у забруднених зонах.

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ДИНАМИКУ ЛИГНИНА В
ОДНОЛЕТНИХ ПОБЕГАХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА ACER L. Т. И. Юсипива.** – Представлены результаты исследований влияния аэрогенного загрязнения среды на динамику содержания лигнина в однолетних побегах представителей рода *Acer* L. в условиях степного Приднепровья. Описана направленность изменений концентрации лигнина в стеблях *A. negundo* L., *A. platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., *A. tataricum* L. под действием тяжелых металлов и токсических газов SO₂ и NO₂. Приводятся рекомендации для использования исследованного гистохимического параметра для фитоиндикации состояния растений в загрязненных зонах.

**INFLUENCE OF TECHNOGENIC POLLUTION ON LIGNIN DYNAMICS IN ANNUAL
SHOOTS OF ACER L. GENUS REPRESENTATIVES. T.I. Jusypiva.** – Research results of aerogenic environmental pollution influence on dynamics of lignin contents in annual shoots of representatives of *Acer* L. genus in the steppe Prydniprov'ya conditions are presented. Change trend of lignin concentrations in stems of *A. Negundo* L., *A. platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., *A. tataricum* L. under the influence of hard metals and toxic SO₂ and NO₂ gases is described. The recommendations for the using of studied histochemical parameter in phytomonitoring of plants state in polluted zones are given.

Техногенне забруднення довкілля промисловими емісіями негативно відображається на життєздатності деревних рослин, а отже, – і на функціонуванні лісів санітарно-захисного значення (Бессонова, Юсипива, 2001; Горейко, 2002). Тому однією із найважливіших вимог при проектуванні озеленення міст з розвинутою промисловою сферою є урахування стійкості деревних порід до інгредієнтів викидів, які переважають у складі конкретних промислових підприємств (Лаптев, 2001; Кузнецов, Немерцалов, 2008). Зміни біохімічних показників рослин є достовірними критеріями їх адаптації до несприятливих умов природного середовища (Бессонова, 2006), а гістохімічні тести здатні швидко й наочно виявити динаміку вмісту основних метаболітів – лігніну, цукрів, жирів – здатних забезпечити морозо-, посухо-, газостійкість однорічних пагонів рослин до комплексу абіотичних та антропогенних факторів довкілля (Фурст, 1986; Тищенко, 2007; Кучма, Павлюкова, 2009; Халезова, Коваль, 2009).

Зимостійкість деревних рослин значною мірою залежить від здерев'яніння тканин. Лігніфікація деяких тканин (наприклад, серцевини чи деревної паренхіми) лише частково порушує їх життєдіяльність; в таких клітинах відбувається накопичення запасних речовин, котрі виконують кріопротекторну функцію. Процес здерев'яніння клітин механічної тканини – луб'яних (твердого лубу) і деревних (лібриформу) волокон супроводжується відмиранням клітин і припиненням їх метаболічної активності.

Зважаючи на вищевикладене, мета нашої роботи – дослідити вплив аерогенного забруднення середовища важкими металами та токсичними газами на динаміку вмісту лігніну у стеблах однорічних пагонів представників роду *Acer* L. в умовах степового Придніпров'я.

Матеріал та методика досліджень

Збір матеріалу проводився у вересні–квітні 2009–2010 рр. на трьох пробних ділянках. Дві дослідні розміщені в штучному лісонасадженні вздовж автодороги, яка є джерелом забруднення важкими металами, на різному віддаленні від ЗАТ "Дніпропрес" м. Дніпропетровська, у викидах якого присутні токсичні гази SO_2 та NO_2 . Контрольна (умовно чиста) ділянка – зона Ботанічного саду ДНУ ім. Олеса Гончара, де, за даними міської санепідемстанції, концентрації забруднювачів не перевищують ГДК.

У моніторинговій точці I (зоні сильного забруднення), на відстані 1000 м від ЗАТ "Дніпропрес", середні концентрації забруднювальних речовин становили: SO_2 – 0,29 мг/м^3 атмосферного повітря, NO_2 – 0,24 мг/м^3 , Zn – 36,2 мг/кг ґрунту, Hg – 0,03 мг/кг , Mn – 287,35 мг/кг , Cr – 18 мг/кг , Fe – 910 мг/кг ; у точці II (зоні середнього забруднення) на відстані 3000 м від підприємства, концентрації SO_2 та NO_2 склали 0,15 мг/м^3 і 0,13 мг/м^3 відповідно, а важких металів: Zn – 23 мг/кг , Hg – 0,01 мг/кг , Mn – 70,0 мг/кг , Cr – 6,0 мг/кг , Fe – 600 мг/кг . Лісорослинні умови, характеристики деревостану, склад насаджень на дослідних площах і в контрольній зоні подібні.

Об'єктами дослідження були однорічні пагони чотирьох видів роду *Acer*: інтродукованого *A. negundo* L., аборигенного *A. tataricum* L. та двох аборигенних видів, що знаходяться на межі свого природного ареалу, – *A. platanoides* L. і *A. pseudoplatanus* L.

На кожній з пробних ділянок щомісяця відбирали по 10 однорічних пагонів кожного виду рослин із західної сторони середньої частини крони, в подібних умовах освітлення. Ступінь здерев'яніння тканин однорічних пагонів визначали за допомогою реакції флороглюцину на лігнін Ф й оцінювали за 5-ти бальною шкалою (Пермяков, 1988). Експериментальні дані оброблено статистично (Приседський, 1999).

Результати досліджень та їх обговорення

Аналіз гістохімічної реакції пагонів досліджених видів на лігніфікацію, представлений на рис. 1–4, свідчить про те, що спрямованість накопичення лігніну в умовах чистої зони у всіх представників роду *Acer* практично однакова. Ступінь здерев'яніння зростає восени, сягаючи максимуму у *A. pseudoplatanus* в листопаді, у трьох інших видів – у грудні, та поступово знижуючись до квітня.

Під дією промислового забруднення лігніфікація тканин стебла має таку ж динаміку, як у контрольних рослин, лише у *A. pseudoplatanus*. Слід зазначити, що кількість лігніну, відкладеного у тканинах стебла *A. pseudoplatanus*, що зростає у моніторингових точках I і II (рис. 1), восени дещо нижча, ніж у контролі (на 0,5–1 бали залежно від пробної

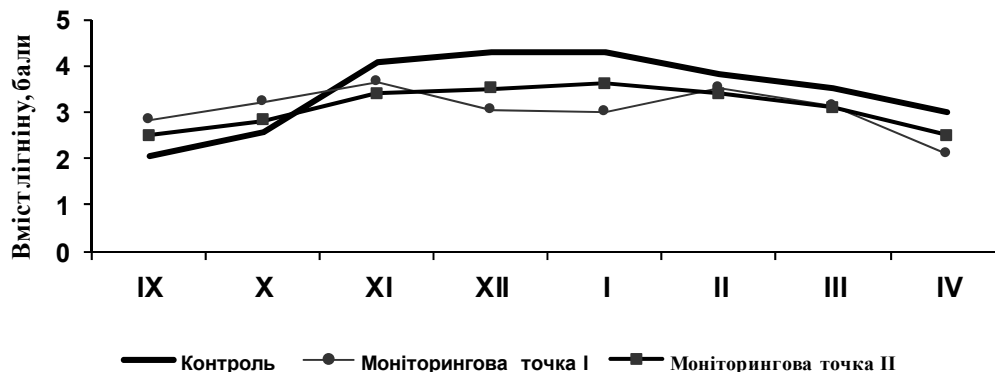


Рис. 1. Вплив аерогенного забруднення на динаміку вмісту лігніну в однорічних пагонах *Acer pseudoplatanus*, бали.

Примітка: Фази розвитку пагонів: вересень – закінчення вегетації та входження пагонів у спокій, жовтень – грудень – фізіологічний (глибокий) спокій, січень – лютий – вимушений спокій, березень – квітень – вихід зі стану спокою та відновлення весняної вегетації

ділянки). Починаючи з грудня і до квітня вміст лігніну перевищує значення цього показника порівняно з рослинами умовно чистої зони, причому більшою мірою – у точці II.

У стеблах *A. platanoides*, *A. negundo*, *A. tataricum* в зоні середнього забруднення динаміка накопичення лігніну практично повторює криву у контрольних рослин, хоча концентрація цієї речовини значно менша за вміст сполуки у контрольних рослин протягом всього періоду досліджень. Щодо стосується *A. negundo* (рис. 2), лігніфікація тканин стебла

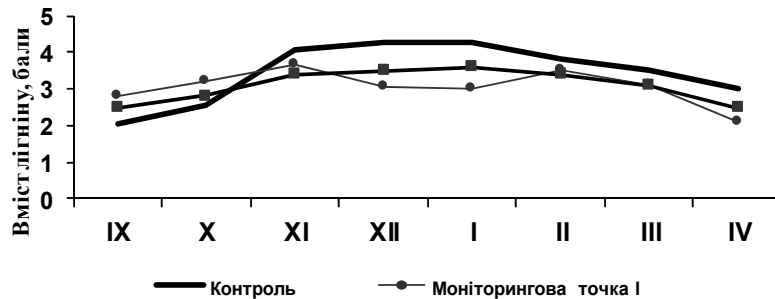


Рис. 2. Вплив аерогенного забруднення на динаміку вмісту лігніну в однорічних пагонах *Acer negundo*.

Примітка така, як і до рис. 1.

в моніторинговій точці I протягом вересня–листопада відбувається так само, як і в контролі, після чого вміст лігніну різко знижується (на 20 % порівняно з контролем) і починає зростати, сягаючи другого піку в лютому, та знижується в подальшому.

В зоні з високим рівнем забруднення середовища SO_2 , NO_2 , важкими металами ступінь здерев'яніння тканин протягом року суттєво відрізняється від контролю: у *A. platanoides* (рис. 3) і *A. tataricum* (рис. 4) кількість лігніну в стеблах восени знижується,

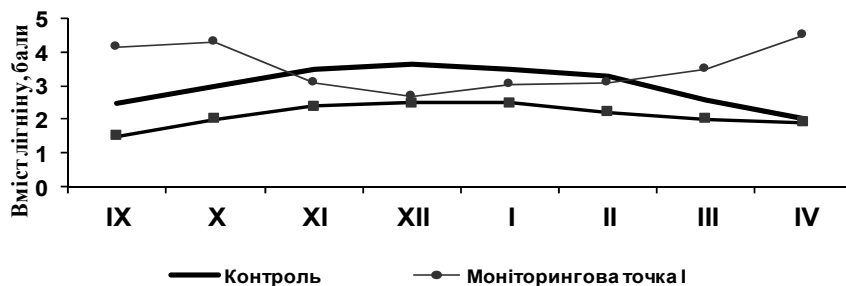


Рис. 3. Вплив аерогенного забруднення на динаміку вмісту лігніну в однорічних пагонах *Acer platanoides*.

Примітки такі, як і до рис. 1.

сягаючи мінімуму в грудні, після чого зростає і перевищує контрольні значення показника в 1, 2–2,5 рази залежно від виду і дати відбору проб.

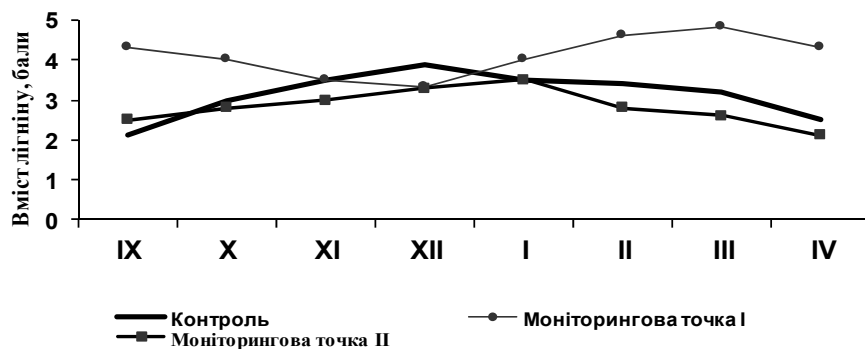


Рис. 4. Вплив аерогенного забруднення на динаміку вмісту лігніну в однорічних пагонах *Acer tataricum*.

Примітки такі, як і до рис. 1.

Аналізуючи вищевикладене, можна зробити висновки, що в умовах техногенного забруднення ступінь лігніфікації тканин стебла досліджених об'єктів відрізняється від контролю, забезпечуючи більшу ступінь здерев'яніння у *A. pseudoplatanus* (в обох моніторингових точках) та *A. platanoides* і *A. tataricum* (в зоні сильного забруднення). Така динаміка накопичення лігніну свідчить про морозостійкість пагонів даних видів, що може позитивно позначитися на загальній адаптивній здатності рослин до техногенних умов зростання. За результатами досліджень лігніфікації стебла *A. negundo* виявився найменш стійким видом, оскільки кількість лігніну в його стеблах в обох моніторингових точках менша за контрольні значення показника.

Низкою авторів відмічені зміни під дією фітотоксикантів у процесах дозрівання пагонів. Так, І.О. Зайцевою (1997) зареєстрована слабка лігніфікація оболонок клітин ксилеми та твердого лубу в пагонах *Tilia cordata* L. і *Aesulus hippocastanum* L. в умовах міського середовища. Автор підкреслює, що це призводить до зниження зимостійкості пагонів і підмерзання їх у зимовий період.

Т.І. Юсипіва та В.С. Заморена (2011) виявили, що в стеблах *Betula pendula* Roth. лігніфікації піддаються клітини серцевини, деревини і твердого лубу. Ступінь здерев'яніння луб'яних волокон максимальний як в умовах чистої зони, так і за дії важких металів і токсичних газів. Автори відзначають, що клітини ксилеми й серцевини рослин, що зростають на дослідній ділянці, лігніфіковані значно сильніше, ніж у рослин контрольної зони, що свідчить про морозостійкість однорічних пагонів *B. pendula* в умовах техногенезу. Як результат, пагони можуть витримувати значне зниження температур і бути більш стійкими до абразивної дії токсичних речовин.

Отже, під дією комплексного забруднення середовища SO_2 , NO_2 і важкими металами в стеблах представників роду *Acer* змінюється концентрація лігніну, що в умовах степового Придніпров'я може суттєво впливати і на стійкість рослин до інших негативних факторів довкілля: високих і низьких температур, посухи тощо.

Висновки

Гістохімічні дослідження однорічних пагонів рослин роду *Acer* свідчать про те, що в умовах техногенного забруднення середовища токсичними газами і важкими металами динаміка накопичення лігніну в них має, в цілому, таку ж спрямованість, як і у рослин умовно чистої зони. Відмінності стосуються, в основному, кількісних значень досліджуваного показника.

За ступенем лігніфікації вивчені види в порядку зниження їх стійкості до токсичних газів і важких металів можна ранжувати таким чином: *A. negundo* > *A. platanoides* > *A. tataricum* > *A. pseudoplatanus*.

Визначення змін вмісту лігніну в однорічних пагонах кленів (особливо на стадії вимушеного спокою рослин) можна рекомендувати для використання в моніторингових дослідженнях стану видів роду *Acer* в забруднених зонах (тест-об'єкт *A. pseudoplatanus*).

Бессонова В. П. Влияние тяжелых металлов на фотосинтез растений / В. П. Бессонова. – Днепропетровськ : Изд-во Днепропетр. гос. аграрного университета, 2006. – 208 с.

Бессонова В. П. Семенное возобновление древесных растений и промышленные поллютанты (SO_2 и NO_2) / В. П. Бессонова, Т. И. Юсипова. – Запорожье : ЗГУ, 2001. – 193 с.

Горейко В. А. Экологическое значение защитного лесоразведения / В. А. Горейко // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – Дніпропетровськ : РВВ ДНУ, 2002. – Вип. 6. – С. 83–89.

Зайцева И. А. Биолого-экологическая оценка ростовых процессов древесных растений в городских условиях / И. А. Зайцева // Вопросы биоиндикации и экологии. – Запорожье : ЗГУ, 1997. – Вып. 2. – С. 41–46.

Кузнецов С. І. Фактори впливу та вимоги до інтродукційної оптимізації зелених насаджень міського середовища / С. І. Кузнецов, В. В. Немерцалов // Сучасні проблеми інтродукції та акліматизації рослин : міжнар. наук.-практ. конф. : матер. – Дніпропетровськ : ДНУ, 2008. – С. 13–14.

- Кучма В. М. Сезонні зміни крохмалю в пагонах інтродукованих деревно-чагарникових рослин / В. М. Кучма, Н. Ф. Павлюкова // Вісник Київського національного ун-ту. Інтродукція та збереження рослинного різноманіття. – 2009. – Вип. 25–27. – С. 97–98.
- Лаптев О. О. Інтродукція та акліматизація рослин з основами озеленення / О. О. Лаптев. – К. : Фітосоціоцентр, 2001. – 128 с.
- Пермяков А. И. Микротехника / А. И. Пермяков. – М. : МГУ, 1988. – 48 с.
- Приседський Ю. Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів / Ю. Г. Приседський. – Донецьк : ДДУ, 1999. – 210 с.
- Тищенко Д. Д. Дослідження гістохімічних особливостей однорічних пагонів представників роду *Cotoneaster* / Д. Д. Тищенко // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – Дніпропетровськ : ДНУ, 2007. – Вип. 15, т. 1, № 3. – С. 183–187.
- Фурст Г. Г. Анатоми-гистохимическое изучение стебля разных по зимостойкости видов рода *Rosa* L. / Г. Г. Фурст // Рост и развитие древесных растений в культуре. – М. : Наука, 1986. – С. 18–34.
- Халезова А. С. Роль лігніфікації тканин видів роду *Rosa* L. у зв'язку з їх зимостійкістю / А. С. Халезова, І. В. Коваль // Наукові основи збереження біотичної різноманітності: 9 наук. конф. мол. вчених : матер. (Львів, 1–2 жовтня 2009 р.). – Львів, 2009. – С. 181–182.
- Юсипіва Т. І. Чутливість анатомо-гістохімічних показників стебла *Betula pendula* Roth. до дії промислового забруднення / Т. І. Юсипіва, В. С. Заморена // Рослини та урбанізація: матер. IV Міжнар. наук.-практ. конф. (Дніпропетровськ, 29–30 листопада 2011 р.). – Дніпропетровськ, 2011. – С. 99–100.

Надійшла 20.04.2013 р.

Рекомендує до друку
Н.О. Гавриленко