

ЗМІНИ ВМІСТУ НИЗЬКОМОЛЕКУЛЯРНИХ АНТИОКСИДАНТІВ У ЛИСТКАХ *AESCVLUS HIPPOCASTANUM L.* ЗА УМОВ МІСТА ДНІПРОПЕТРОВСЬКА

Г. Россихіна-Галича, Ю. Лихолат

*Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара, НДІ
біології*

*пр. Гагаріна, 72, Дніпропетровськ, 49010, Україна
e-mail: anna-rossihina@rambler.ru*

Досліджено морфологічний стан каштана кінського звичайного (*Aesculus hippocastanum L.*) в антропогенних умовах міста. Автотранспортне навантаження основних магістралей м. Дніпропетровська викликає зменшення асиміляційної поверхні гіркого каштана, що обумовлено зменшенням площі листків на 30–39% та їх кількості на річному пагоні – на 43–61%. Для збереження нормальних реакцій у клітинах за цих умов існування рослини витрачають велику кількість аскорбінової кислоти і відновленої форми глутатіону, що може свідчити про адаптивні зміни каштанів до умов існування.

Ключові слова: *Aesculus hippocastanum L.*, аерополітанти, аскорбінова кислота, глутатіон, площа листків, антиоксиданти.

Основною екологічною проблемою Степового Придніпров'я сьогодні є забруднення середовища аерогенними викидами автотранспорту. Важливим біологічним фільтром, здатним поглинати аерозольні частинки, пил і акумулювати частину токсичних сполук з оточуючого середовища, є зелені рослини [13]. За впливу політантів у клітинах живих організмів посилюється утворення метаболічно-активних вільних радикалів, що викликають порушення метаболізму і розвиток окисного стресу. Зростання внутрішньоклітинної концентрації активних форм кисню (АФК) веде до пошкодження компонентів клітин і їх передчасного старіння, ушкодження молекул ліпідів, нуклеїнових кислот і білків [12].

У відповідь на збільшення АФК активуються антиоксидантні ферментативні та неферментативні компоненти системи захисту [12]. Дослідження дії стресових чинників оточуючого середовища на процеси метаболізму в рослинному організмі, його ферментних, низькомолекулярних і пігментних системах дає змогу показати їх роль у формуванні стійкості рослин до екзогенного стресу [1, 2, 7, 8 та ін.]. При цьому великий інтерес викликають низькомолекулярні антиоксиданти – аскорбінова кислота і глутатіон, які беруть безпосередню участь у забезпеченні стійкості рослин до пошкоджувальних факторів.

На цей час існує значна кількість досліджень із проблем адаптації рослин до різних видів стресорів, які висвітлюють структурні та метаболічні зміни, що відбуваються на різних рівнях фізіологічних процесів у рослинних організмах [6, 9–11], але з'ясування їх механізмів у деревних порід потребує подальшого поглибленого вивчення. Саме деревні рослини формують зелений покрив промислових міст і саме їм належить значна частка у складі урбоекосистем. Однією з головних складових деревних насаджень у містах і селищах є каштан кінський (*Aesculus hippocastanum L.*). Поліпшуючи мікроклімат, ці дерева уловлюють дим, кіптяву, різноманітні шкідливі гази, знижують швидкість вітру, міські шуми, послаблюють зимовий холод і літню спеку, тобто зменшують шкідливий вплив антропогенного навантаження міста. У зв'язку з вищевикладеним мета роботи –

на основі аналізу змін низки морфофізіологічних показників каштана кінського (*Aesculus hippocastanum* L.) охарактеризувати метаболічні адаптаційні перебудови за антропогенних умов м. Дніпропетровська.

Матеріали та методи

Як тест об'єкта було обрано каштан кінський звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.). Відбір листків здійснювали в 2011 р. у фази активного, вторинного росту та настання фази спокою на основних автомагістралях м. Дніпропетровська. Реакцію рослин на дію аерополітантів оцінювали за змінами показників асиміляційного апарату (кількість листків, їх площа) та вмісту низькомолекулярних компонентів (аскорбінової кислоти і глутатіону відновленого) [14]. Математичну обробку отриманих даних проводили за допомогою статистичного пакету Microsoft Excel 2000. Розбіжності між вибірками вважали достовірними при $p < 0,05$.

Результати і їхнє обговорення

Роль асиміляційної поверхні у процесі росту і життєдіяльності рослини загальновідома. Приріст органічної маси рослин значною мірою визначається динамікою росту фотосинтетичного апарату – площі листків, а також тривалістю активної роботи асимілюючої поверхні. Численні експериментальні дослідження екологічного та агрофізіологічного планів показують, що визначну роль у формуванні продуктивності рослин відіграє не стільки активність фотосинтетичного апарату, окремих хлоропластів або одиниці площі листка, скільки загальна площа асиміляційної поверхні рослини чи рослинного ценозу як популяції рослин [3]. Листок відігравав головну роль в адаптації рослин у процесі еволюції [17] і продовжує залишатися ведучим органом пристосування до умов середовища, в тому числі техногенних [5, 15, 16].

Техногенні умови існування викликали значне зменшення асиміляційної поверхні гіркогокаштанів. Кількість листків на річних пагонах дерев, які росли на пр. Кірова в умовах забруднення середовища вихлопами автотранспорту зменшувалася порівняно з контрольними рослинами на 30%, а на пр. К. Маркса та пр. Гагаріна відповідно – на 37 і 39% (табл. 1). При цьому розміри листових пластинок знижені щодо контролю до 43–58%.

Отримані нами дані узгоджуються з літературними. В.П. Бессоною встановлено, що на кожен саме з цих показників забруднення середовища аерополітантами справляє негативний вплив. Зниження асиміляційної поверхні модельної гілки деревних рослин обумовлено саме зниженням площі листків і їх кількості [3].

Таблиця 1

Кількість листків і їхня площа на річному пагоні гіркогокаштанів з різних районів м. Дніпропетровська

Район досліджень	Кількість листків на річному пагоні, шт		Площа листків, см ²	
	$\bar{X} \pm m$	$p < 0,05$	$\bar{X} \pm m$	$p < 0,05$
с. Першотравенка	10,90±0,40	–	687,20±6,60	0,0002
проспект Кірова	7,77±0,37	0,0002	392,50±7,17	0,0001
проспект К. Маркса	6,90±0,48	0,0001	266,90±5,48	0,0001
проспект Гагаріна	6,62±0,32	0,0001	290,45±5,32	0,0002

Виходячи з отриманих даних, можна припустити, що дерева каштана кінського на досліджуваних моніторингових ділянках піддавалися суттєвому антропогенному впливу. Підтримка організму в стресових умовах відбувається, зокрема, за рахунок низькомолекулярних антиоксидантів.

Експериментально показано (рис. 1), що в фази активного росту в листках гіркогокаштанів, які росли в с. Першотравенка, концентрація аскорбінової кислоти

становила 44,9 мкг/г маси сирової речовини. У фотосинтезуючій тканині дерев із проспектів міста в цей період виявлено активне накопичення аскорбату щодо рослини з чистої зони на 30–35%. Оскільки аскорбінова кислота є інгібітором вільного радикального окислення, то відзначена у фазу вторинного (прихованого) росту тенденція зниження концентрації цього антиоксиданта на 22–29%, ймовірно, свідчить про підвищену витрату аскорбату рослинами на інактивацію надлишкової кількості вільних радикалів. Для періоду настання фізіологічного спокою характерні аналогічні зміни. Порівняння вмісту аскорбінової кислоти в листках гіркого каштанів із різних районів м. Дніпропетровська показало, що рослини зазнавали стресу одного рівня. Відзначене поступове зниження вмісту аскорбінової кислоти в листках каштанів протягом вегетації (липень-серпень) згідно з [4] пов'язане зі зниженням активності окисно-відновних процесів.

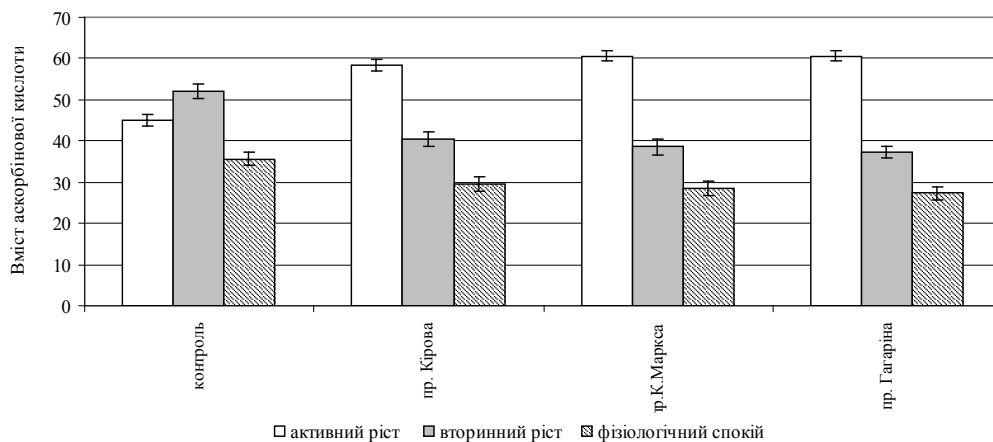


Рис. 1. Вміст аскорбінової кислоти у листках гіркого каштанів за умов дії аерополлютантів, мкг/г маси сирової речовини.

Установлено, що в метаболічних процесах і реакціях, пов'язаних із захистом та стійкістю клітин до дії поллютантів бере участь також глутатіон і продукти його окислення. Вміст трипептиду в листках гіркого каштанів, які ростуть на головних проспектах промислового м. Дніпропетровська та екологічно чистій території, представлені на рис. 2. Найбільший вміст глутатіону (40–50%) характерний для листків у першій половині вегетації (у травні). Виявлене зниження даного показника на етапі вторинного росту на 35–45% відбувалося включно до фази фізіологічного спокою – на 45–60%. Зареєстрований факт вказує на пристосувальну витрату глутатіону рослинами з метою збереження нормальних реакцій у клітинах і свідчить про адаптивні перебудови в метаболізмі каштана кінського до умов автотранспортного навантаження м. Дніпропетровська.

Проведені дослідження показали, що в умовах хронічної дії викидів автотранспорту протягом вегетації відбуваються певні зміни у функціонуванні метаболічних процесів організму каштана кінського, які можна характеризувати як стрес-індуковані. Універсальною реакцією досліджуваних дерев є пригнічення морфометричних параметрів і посилення витрати глутатіону й аскорбінової кислоти.

Кількість листків на річному пагоні та площа листків каштана кінського, які зазнають впливу аерогенних викидів, знижується до 30–39% та 43–58% щодо контролю.

Упродовж вегетаційного сезону за хронічного аеротехногенного забруднення середовища в асиміляційних органах каштанів відбувалося захисне зниження вмісту аскорбінової кислоти і відновленого глутатіону.

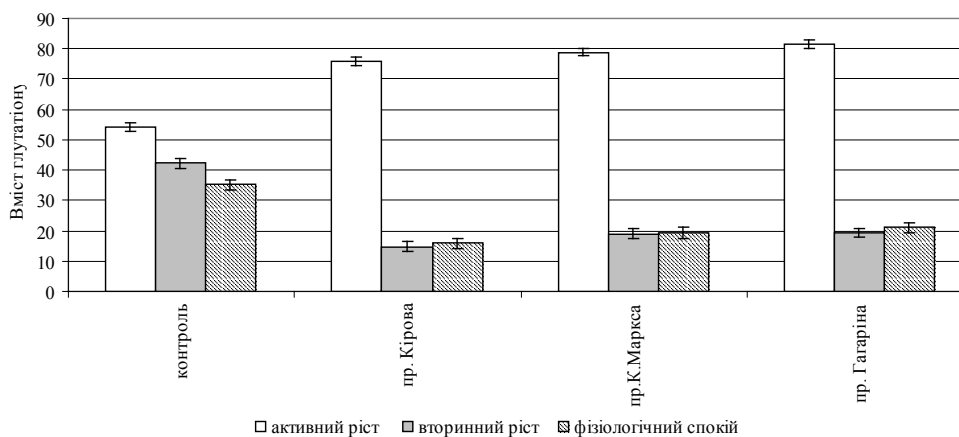


Рис. 2. Вміст глутатіону в фотосинтезуючих органах рослин гіркокаштана з різних районів м. Дніпропетровська, мг/100 г маси сирої речовини.

Для експрес-аналізу стану окремих дерев і насаджень можна використовувати показники площі, кількості листків і вмісту низькомолекулярних неферментативних антиоксидантів (глутатіон, аскорбінова кислота).

У подальшому нами буде досліджено динаміку активності ферментів-детоксикаторів АФК каштана кінського упродовж різних фаз вегетації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Антонова Г. Ф., Стасова В. В., Вараксина Т. Н. Аскорбиновая кислота и развитие клеток ксилемы и флоэмы в стволе сосны сибирской // Физиология растений. 2009. Т. 56. № 2. С. 210–219.
2. Бацманова Л. М., Грудіна Н. С., Стороженко В. О. та ін. Адаптивні реакції рослин озимої пшениці різних екотипів за дії перексиду водню // Физиология и биохимия культ. растений. 2010. Т. 42. № 2. С. 163–168.
3. Бессонова В. П. Влияние тяжелых металлов на фотосинтез растений. Д.: ДГАУ, 2006. 208 с.
4. Бухарина И. Л., Поварнищина Т. М., Ведерников К. Е. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде. Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. 216 с.
5. Гетко Н. В. Растения в техногенной среде. Минск: Наука и техника, 1989. 209 с.
6. Грицай З. В. Вплив промислового забруднення на анатомічні показники однорічного пагона деревних інтродуцентів // Інтродукція та захист рослин у ботанічних садах та дендропарках: Матеріали міжнар. наук. конф. Донецьк, 2006. С. 197–201.
7. Гришко В. М., Демура Т. А. Вплив регуляторів росту на стійкість проростків кукурудзи, розвиток процесів пероксидного окислення ліпідів і вміст аскорбінової кислоти за сумісної дії кадмію і нікелю // Физиология и биохимия культ. растений. 2009. Т. 41. № 4. С. 335–343.
8. Демура Т. А., Гришко В. Н. Зміни про-/антиоксидантної рівноваги у проростків кукурудзи за різного рівня накопичення кадмію та нікелю // Вісн. Харків. нац. аграрного ун-ту. 2008. Вип. 1 (13). С. 22–29.

9. Джура Н., Цвілинюк О., Терек О. Реакція осоки шершавої на нафтове забруднення // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2006. Вип. 42. С. 142–146.
10. Долгова Л. Г., Самойлова М. В. Вміст глутатіону відновленого як показник стійкості рослин-інтродуцентів роду *Rosaceae* // Вісн. Дніпропетр. ун-ту. Сер. біол. екол. 2009. Т. 2. Вип. 17. С. 41–45.
11. Долгова Л. Г., Чернодуб Л. В. Вплив промислового забруднення на систему аскорбінової кислоти – глутатіон у листках деревних рослин // Питання біоіндикації та екології. 2002. Т. 7. №. 1. С. 32–39.
12. Кулинский В. И. Активированные формы кислорода и окислительная модификация макромолекул: польза, вред, защита // Соросов. образов. журн. 1999. № 1. С. 2–7.
13. Майдебуря И. С. Влияние загрязнения воздушного бассейна города Калининграда на анатомо-морфологические и биохимические показатели древесных растений: автореф. дис. канд. биол. наук. Калининград, 2006. 23 с.
14. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений. М.: Колос, 1968. 183 с.
15. Сергейчик С. А. Растения и экология. Минск: Ураджай, 1997. 224 с.
16. Сергейчик С. А. Устойчивость древесных растений в техногенной среде. Минск: Наука и техника, 1994. 279 с.
17. Сытник К. М., Мусатенко Л. И., Богданова Т. Л. Физиология листа. К.: Наукова думка, 1978. 392 с.

Стаття: надійшла до редакції 22.06.12

прийнята до друку 07.09.12

CHANGES OF LOW-MOLECULAR ANTIOXIDANTS LEVEL IN LEAVES OF *AESCULUS HIPPOCASTANUM* L. IN DNIEROPETROVSK' CONDITIONS

A. Rossikhina-Galycha, Yu. Lykholat

Oles Honchar Dnipropetrovsk National University,
Scientific Investigation Institute of Biology
72, Gagarin Ave., Dnipropetrovsk 49010, Ukraine
e-mail: anna-rossikhina@rambler.ru

Morphological-physiological state of the ordinary horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) in anthropogenic conditions of the city was investigated. Motor transport loading of Dnipropetrovsk' basic highways is caused by diminishing of assimilatory surface of the chestnut, that is contingent by decreasing of leaf area on 30–39% and its amounts on annual escape on 43–61%. At these conditions for the maintenance of normal reactions in the cells the plant outlay plenty of ascorbic acid and picked up thread form of glutathione that can testify to adaptive changes of chestnuts to the conditions of existence.

Keywords: *Aesculus hippocastanum* L., pollutants, ascorbic acid, glutathione, leaf area, antioxidants.

**ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ АНТИОКСИДАНТОВ
В ЛИСТЬЯХ *AESCULUS HIPPOCASTANUM* L. В УСЛОВИЯХ ГОРОДА
ДНЕПРОПЕТРОВСКА****А. Россихина-Галыча, Ю. Лихолат**

*Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара,
НИИ биологии
пр. Гагарина, 72, Днепропетровск 49010, Украина
e-mail: anna-rossihina@rambler.ru*

Исследовано морфофизиологическое состояние каштана конского обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) в антропогенных условиях города. Автотранспортная нагрузка основных магистралей г. Днепропетровска вызывает уменьшение ассимиляционной поверхности каштана конского, что обусловлено уменьшением площади листьев на 30–39% и их количества на годовом побеге – на 43–61%. Для сохранения нормальных реакций в клетках при этих условиях существования растения теряют большое количество аскорбиновой кислоты и восстановленной формы глутатиона, что может свидетельствовать об адаптивных изменениях каштана к условиям существования.

Ключевые слова: *Aesculus hippocastanum* L., аэрополлютанты, аскорбиновая кислота, глутатион, площадь листьев, антиоксиданты.