

УДК [581.145+502.211:581.1](477.63)

З.В. Грицай

*Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
пр. Гагаріна, 72, м. Дніпропетровськ, 49010 Україна*

ХАРАКТЕРИСТИКА ЦВІТІННЯ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН В УМОВАХ МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМБІНАТУ

Викиди металургійного підприємства, деревні рослини, інтенсивність цвітіння, фертильність пилку, аскорбінова кислота, глутатіон, каротиноїди

ХАРАКТЕРИСТИКА ЦВІТІННЯ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН В УМОВАХ МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМБІНАТУ. З.В. Грицай. – Досліджено вплив забруднення довкілля викидами металургійного підприємства на характеристики цвітіння деревних рослин. Встановлено зниження показників інтенсивності цвітіння та фертильності пилових зерен у дерев, що піддавалися дії техногенних емісій. Виявлені зміни концентрації компонентів антиоксидантної системи (аскорбінової кислоти, глутатіону, каротиноїдів) в елементах квіток. Надані рекомендації щодо використання чутливих показників цвітіння деревних рослин у моніторингових дослідженнях за умов техногенного навантаження.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЦВЕТЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА. З.В. Грицай. – Исследовано влияние загрязнения окружающей среды выбросами металлургического предприятия на характеристики цветения древесных растений. Установлено снижение показателей интенсивности цветения и фертильности пыльцевых зерен у деревьев, подвергавшихся воздействию техногенных эмиссий. Виявлені зміни концентрації компонентів антиоксидантної системи (аскорбінової кислоти, глутатіона, каротиноїдів) в елементах квіток. Дані рекомендації по використанню чутливих показників цвітіння деревних рослин в моніторингових дослідженнях в умовах техногенної навантаження.

BLOSSOMING CHARACTERISTICS OF WOODY PLANTS IN METALLURGICAL WORKS CONDITIONS. Z.V. Grytzay. – The influence of environment pollution by metallurgical works' emissions on blossoming parameters of woody plants was examined. Blossom intensity and pollen grains fertility were established in woody plants affected by technogenic emissions. Concentration changes of antioxidant system components (ascorbic acid, glutathione, carotenoids) were ascertained in blossom elements. Practical recommendations are given for usage of blossoming sensitive parameters of woody plants in monitoring researches under technogenic stress conditions.

Прогресуючий техногенний вплив є потужним фактором виснаження та деградації фітоценозів, особливо тих, які розташовані на території індустріально розвинених міст (Смит, 1985; Cudin, Chmelikova, 1996; Стефарук, Дмитренко, 2004; Юсіпіва, Заморена, 2011). Важливою умовою підтримання гомеостазу екосистеми є успішність процесів її самовідтворення. Репродуктивна здатність рослин – провідний критерій їх стійкості в несприятливих екологічних умовах (Karnosky, Stairs, 1974; Бессонова, Юсіпіва, 2001; Капелюш, 2004).

Цвітіння є важливою ланкою генеративного розвитку рослин, від якої значною мірою залежить насінневе відновлення. Тому дослідження показників флоральної сфери деревних рослин за дії промислових викидів має суттєвий інтерес для оцінки стійкості лісових фітоценозів, розташованих на техногенно забруднених територіях, підбору асортименту рослин, перспективних в озелененні промислових майданчиків (Капелюш, 2004; Бессонова, 2007), діагностики забруднення довкілля та стану насаджень у моніторингових дослідженнях.

Мета даної роботи – дослідити вплив викидів металургійного підприємства на інтенсивність цвітіння, фертильність пилку, вміст компонентів антиоксидантної системи

(аскорбінової кислоти, глутатіону, каротиноїдів) в елементах квіток деревних рослин.

Матеріал та методика дослідження

Об'єктами дослідження були гірकोкаштан звичайний *Aesculus hippocastanum* L., клен гостролистий *Acer platanoides* L., к. несправжньо-платановий *A. pseudoplatanus* L. Вплив викидів металургійного підприємства досліджували в деревних насадженнях санітарно-захисної зони навколо Нижньодніпровського трубопрокатного заводу імені К. Лібкнехта (м. Дніпропетровськ). Контрольна ділянка розташована в умовно чистій зоні, де концентрація забруднюючих речовин не перевищує ГДК.

Проби суцвіть відбирали з декількох модельних дерев, гілок одного порядку галузження середньої частини крони, з південно-східного боку. Дослідження морфобіометричних показників цвітіння проводили за загальноприйнятими методиками, фертильність пилку оцінювали за З.П. Паушевою (Паушева, 1988), вміст аскорбінової кислоти та глутатіону – методом Петта (Практикум..., 1972), каротиноїдів – в ацетонової витяжці, спектрофотометрично (Гавриленко и др., 1975). Отримані результати опрацьовані статистично (Лакин, 1990).

Результати дослідження та їх обговорення

Встановлено, що в умовах впливу на дерева викидів металургійного підприємства знижується показник інтенсивності цвітіння. У всіх дослідних видів за дії техногенних емісій зменшується кількість суцвіть на модельній гілці та квіток у суцвітті (табл. 1). Досліджені породи за цим показником виявляють різну чутливість до промислового забруднення. Найзначніше інтенсивність цвітіння знижується в *Aesculus hippocastanum* (на 41% порівняно з контролем), дещо менш суттєво – в *Acer platanoides* і *A pseudoplatanus* (на 38,1% та на 32,0% відповідно).

Суттєвий інтерес представляє показник фертильності пилку, адже від життєздатності пилкових зерен залежить успішність запилення та запліднення. Дані про рівень стерильності пилку мають важливе значення також у моніторингу стану довкілля (Бессонова та ін., 1994).

Аналіз отриманих нами даних свідчить (табл.1), що в контролі дослідні деревні породи мають досить високу життєздатність пилку: *Acer pseudoplatanus* – 97,2%, *A. platanoides* – 95,2%, *Aesculus hippocastanum* – 95,8%. За дії на дерева викидів металургійного підприємства фертильність пилкових зерен суттєво знижується, найбільшою мірою – у *Aesculus hippocastanum* (з 95,8% в контролі до 70,0% на дослідній ділянці).

Таблиця 1. Вплив викидів металургійного підприємства на інтенсивність цвітіння та фертильність пилкових зерен деревних рослин

Вид	Контроль	Санітарно-захисна зона навколо НТЗ ім. К. Лібкнехта	% до контролю	t
Кількість суцвіть на модельній гілці, шт.				
<i>Aesculus hippocastanum</i>	7,42±0,38	5,18±0,29	69,8	4,69
<i>Acer platanoides</i>	12,1±0,56	9,17±0,33	75,8	4,51
<i>Acer pseudoplatanus</i>	9,80±0,26	8,22±0,31	83,9	3,91
Кількість квіток у суцвітті, шт.				
<i>Aesculus hippocastanum</i>	109,2±3,04	89,8±2,39	82,2	5,02
<i>Acer platanoides</i>	59,4±0,75	48,3±0,68	81,3	10,9
<i>Acer pseudoplatanus</i>	67,3±0,80	55,8±0,87	82,9	9,73
Кількість квіток на модельній гілці, шт.				
<i>Aesculus hippocastanum</i>	802,±1,8	473,4±18,3	59,0	11,6
<i>Acer platanoides</i>	706,2±16,4	436,9±12,7	61,9	12,9
<i>Acer pseudoplatanus</i>	636,8±14,5	433,2±13,2	68,0	10,4
Фертильність пилкових зерен, %				
<i>Aesculus hippocastanum</i>	95,8±3,08	70,0±2,73	73,0	6,27
<i>Acer platanoides</i>	95,2±2,94	73,7±2,16	77,4	5,89
<i>Acer pseudoplatanus</i>	97,2±2,23	82,1±2,07	84,5	4,97

У зв'язку з процесами запилення та запліднення важливе значення мають біохімічні

характеристики елементів квітки, їх фізіологічний стан. В умовах промислового забруднення особливий інтерес представляють біохімічні параметри, здатні підвищувати захисні реакції організму. Тому нами було визначено вміст компонентів антиоксидантної системи захисту (аскорбінової кислоти, глутатіону) в пиляках і маточках квіток досліджуваних деревних рослин за дії на них викидів металургійного комбінату. Як свідчать дані таблиці 2, концентрація вищевказаних антиоксидантів в елементах квіток в умовах промислового майданчика, порівняно з незабрудненою зоною, змінюється неоднозначно: вміст вітаміну С і глутатіону в пиляках на дослідній ділянці знижується відносно контрольної в усіх дерев, а в маточках – зменшується у *Aesculus hippocastanum* та *Acer platanoides*, і, навпаки, збільшується у *A. pseudoplatanus*.

Таблиця 2. Вплив викидів металургійного підприємства на вміст аскорбінової кислоти, глутатіону та каротиноїдів у пиляках і маточках деревних рослин

Вид	Контроль	Санітарно-захисна зона навколо НТЗ ім. К. Лібкнехта	% до контролю	t
Вміст аскорбінової кислоти в пиляках, мг%				
<i>Aesculus hippocastanum</i>	8,33±0,28	5,74±0,36	68,9	5,76
<i>Acer platanoides</i>	4,91±0,17	3,22±0,13	65,6	7,90
<i>Acer pseudoplatanus</i>	5,08±0,22	3,86±0,19	76,0	4,21
Вміст аскорбінової кислоти в маточках, мг%				
<i>Aesculus hippocastanum</i>	10,2±0,21	7,16±0,26	70,2	9,10
<i>Acer platanoides</i>	6,18±0,24	5,02±0,14	81,2	4,19
<i>Acer pseudoplatanus</i>	4,85±0,18	5,87±0,19	121,0	3,92
Вміст глутатіону в пиляках, мг%				
<i>Aesculus hippocastanum</i>	116,7±3,82	71,5±2,56	61,3	9,84
<i>Acer platanoides</i>	93,6±2,06	72,1±1,98	77,0	7,54
<i>Acer pseudoplatanus</i>	144,3±1,73	124,2±2,29	86,1	7,00
Вміст глутатіону в маточках, мг%				
<i>Aesculus hippocastanum</i>	70,4±1,89	52,0±1,63	73,9	7,37
<i>Acer platanoides</i>	56,4±1,54	40,2±1,48	71,3	7,59
<i>Acer pseudoplatanus</i>	92,8±2,27	113,7±2,91	122,5	5,66
Вміст каротиноїдів у пиляках, мкг/г сирої маси				
<i>Aesculus hippocastanum</i>	136,6±3,21	87,4±2,47	64,0	12,1
<i>Acer platanoides</i>	148,1±3,64	103,7±2,81	70,0	9,66
<i>Acer pseudoplatanus</i>	124,4±2,59	117,8±2,74	94,7	1,75
Вміст каротиноїдів у маточках, мкг/г сирої маси				
<i>Aesculus hippocastanum</i>	67,2±1,83	57,3±1,44	85,3	4,25
<i>Acer platanoides</i>	60,9±2,08	46,6±1,90	76,5	5,07
<i>pseudoplatanus</i>	81,4±2,72	94,7±2,16	116,3	3,82

Для оцінки фізіологічного стану квіток також було досліджено вміст каротиноїдів у пиляках і маточках. Каротин є важливою ланкою в загальному ланцюгу окислювально-відновних реакцій, що визначають рівень обміну в органах рослин, компонентом протиокислювальної системи генеративних органів. Деякі науковці вказують на безпосередню участь каротиноїдів у запиленні та причетність до тих змін середовища в клітинах приймочки і стовпчика, що зумовлюють проростання пилку і ріст пилкових трубок (Бритиков, 1954; Горницкая, 1969). Наші дослідження свідчать, що в дерев, які піддавалися впливу промислових викидів, зміни концентрації жовтих пігментів у пиляках і маточках мають видову специфічність: у *Aesculus hippocastanum* і *Acer platanoides* на техногенно забрудненій території їх вміст, порівняно з контролем, знижується як у пиляках, так і в маточках, а в *Acer pseudoplatanus* у пиляках змінюється статистично недостовірно, у маточках – збільшується на 16,3%.

Зниження концентрації аскорбінової кислоти, глутатіону, каротиноїдів у пиляках і маточках квіток *Aesculus hippocastanum* і *Acer platanoides*, а також у пиляках квіток *Acer pseudoplatanus* може спричинювати послаблення протиокислювального захисту в тканинах цих органів, а, отже – посилення пошкоджуючої дії вільних радикалів на компоненти клітин.

Враховуючи антиоксидантну роль каротину, вітаміну С і глутатіону та їх значення в статевому процесі рослин, можна припустити, що здатність зберігати їх вміст на висо-

кому рівні в маточках *Acer pseudoplatanus* є показником зростання активності антиоксидантної системи захисту у цього виду. Це може підтримувати на більш високому рівні протиокислювальний статус рослин в умовах посилення вільнорадикальних процесів під впливом промислових токсикантів, що, можливо, є одним із механізмів пристосування даного виду до техногенного забруднення.

Висновки

У деревних рослин, які піддаються впливу викидів металургійного підприємства, встановлено зменшення кількості суцвіть на модельній гілці та числа квіток у суцвітті, зниження фертильності пилкових зерен. Це в подальшому може негативно позначитись на здатності фітоценозу до насінневого відновлення.

За дії промислових емісій у дослідних видів виявлені зміни вмісту компонентів антиоксидантної системи (аскорбінової кислоти, глутатіону, каротиноїдів) у пиляках і маточках, характер яких має видову специфічність: у *Aesculus hippocastanum* і *Acer platanoides* концентрація їх знижується і в пиляках, і в маточках квіток; у *Acer pseudoplatanus* в пиляках вміст аскорбату та глутатіону зменшується, каротиноїдів – змінюється статистично недостовірно; в маточках – збільшується концентрація всіх вивчених антиоксидантів, що ми пов'язуємо з адаптивною реакцією на забруднення.

Зниження показників інтенсивності цвітіння та фертильності пилкових зерен рекомендуємо використовувати як тест-параметри в моніторингових дослідженнях для оцінки стану деревних фітоценозів на техногенно забруднених територіях. Найбільш інформативним об'єктом за цими показниками є *Aesculus hippocastanum*.

- Бессонова В. П. Комплексна проблема "Рослини та урбанізація", актуальні питання, головні задачі / В. П. Бессонова // Рослини та урбанізація : матер. І міжнарод. наук.-практ. конф. – Дніпропетровськ, 2007. – С. 11–15.
- Бессонова В. П. Семенное возобновление древесных растений и промышленные поллютанты (SO₂ и NO₂) / В. П. Бессонова, Т. И. Юсыпова. – Запорожье : Изд-во Запорож. гос. ун-та, 2001. – 193 с.
- Бессонова В. П. Можливості оцінки екологічної ситуації в промисловому місті за гаметоцидною дією на рослини промислових емісій / В. П. Бессонова, З. В. Грицай, І. І. Лиженко // Екологія і освіта – проблеми теорії і практики : матер. міжнарод. наук.-практ. конф. – Умань, 1994. – С. 49–51.
- Бритиков Е. А. Физиология опыления и оплодотворения / Е. А. Бритиков. – М. : Знание, 1957. – 32 с.
- Гавриленко В. Ф. Большой практикум по физиологии растений / В. Ф. Гавриленко, М. Е. Ладыгина, Л. М. Хандобина. – М. : Высш.шк., 1975. – 392 с.
- Горницкая И. П. Содержание каротина в генеративных органах огурцов и плодообразование при искусственном опылении цветков разных ярусов / И. П. Горницкая // Физиолог. раст. – 1969. – Т. 16, № 5. – С. 819–825.
- Капелюш Н. В. Вплив інгредієнтів промислових викидів на характеристики плодів і насіння *Platanus orientalis* L. / Н. В. Капелюш // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя : ЗДУ, 2004. – Вип. 9, № 2. – С. 119–127.
- Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М. : Высш. шк., 1990. – 352 с.
- Паушева З. П. Практикум по цитологии растений / З. П. Паушева. – М. : Агропромиздат, 1988. – 271 с.
- Практикум по физиологии растений / Под ред. И. И. Гунара. – М. : Колос, 1972. – 168 с.
- Смит У. Х. Лес и атмосфера / У. Х. Смит. – М. : Прогресс, 1985. – 429 с.
- Стефарук В. П. Біологічна індикація стану наземних екосистем Прикарпаття за умов аеротехногенного забруднення / В. П. Стефарук, А. С. Дмитренко // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя : ЗДУ, 2004. – Вип. 9, № 2. – С. 56–67.
- Юсупіва Т. І. Чутливість анатомо-гістохімічних показників стебла *Betula pendula* Roth. до дії промислового забруднення / Т. І. Юсупіва, В. С. Заморена // Рослини та урбанізація : матер. II міжнарод. наук.-практ. конф. – Дніпропетровськ, 2011. – С. 99–100.
- Cudin P. Degradation and restoration processes in crowns and fine roots of polluted montane Norway spruce ecosystems / P. Cudin, E. Chmelikova // Phytol. – 1996. – Vol. 36, № 3. – P. 69–76.
- Karnosky D. F. The effects of SO₂ on in vitro forest tree pollen germination and tube elongation / D. F. Karnoski, G. R. Stairs // Jour. of Envir. Quality. – 1974. – № 3. – P. 406–409.

Надійшла 05.03.2012 р.