

УДК 57.017.3: 546.81:546.48

ОКСИДАТИВНІ РЕАКЦІЇ РОСЛИН ПРИРУСЛОВОЇ ДІЛЯНКИ РІКИ ТИСА**О. Пацула*, М. Кобилецька*, О. Терек*, Ш. Балажі**, М. Товт****

*Львівський національний університет імені Івана Франка

вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна

e-mail: onto2007@gmail.com

**Вища школа м. Ніредьхаза

вул. Шоштої, 31/b, м. Ніредьхаза 4400, Угорщина

e-mail: balazsy@nyf.hu

Надходження важких металів у рослини призводить до оксидативного стресу й утворення активних форм кисню, зокрема пероксиду водню. Розклад пероксиду водню здійснює каталаза. Нашими дослідженнями показано, що зростання активності каталази відбувається на фоні збільшення концентрації пероксиду водню. Висока активність каталази у рослин *Ambrosia artemisiifolia* L. дає змогу рекомендувати цей вид для фітореMediaції забруднених територій.

Ключові слова: кадмій, свинець, каталаза, пероксид водню.

Антропогенне забруднення навколишнього середовища призвело до утворення нових форм полютантів, що має негативні наслідки для всіх живих організмів [9]. Із року в рік зростає надходження іонів важких металів у біосферу, фітотоксичність яких у рослин частково пов'язана з оксидантним стресом. Антропогенна емісія кадмію становить приблизно 30 000 тонн у рік [4]. Показано, що на фоні дії іонів свинцю у рослин зростає активність антиоксидантних ферментів, вміст антиоксидантів і збільшується активність перекисного окиснення ліпідів [1]. Оксидантний стрес, який виникає як наслідок дисбалансу в утворенні та дезактивації активних форм кисню, є викликом для рослинних організмів. Активні форми кисню – надзвичайно активні сполуки, які за відсутності захисних механізмів спричинюють значні пошкодження клітин і їхніх функцій. Тільки синхронна дія супероксиддисмутази, пероксидази, каталази та глутатіонредуктази захищає клітинні компартменти цих деструктивних змін. Антиоксидантна система є основним механізмом усунення токсичних пероксидів. Вона локалізована у більшості клітинних органел, включаючи хлоропласти, мітохондрії, пероксисоми, гліоксисоми та плазматичну мембрану.

Пероксид водню є сигналом для активації захисних систем, активатором експресії генів і процесів, що призводять до формування стійкості у рослин [8]. Відомо, що такі ферменти розщеплення пероксиду, як каталаза, можуть моделювати гомеостаз пероксиду і відповідно його сигнальну здатність. Каталаза активує розщеплення пероксиду водню до кисню та води, запобігаючи тим самим його токсичному ефекту, проте, на відміну від пероксидаз, вона не потребує відновного субстрату для своєї активності. Дослідження основних механізмів дії важких металів на рослини та ролі антиоксидантної системи у процесах адаптації дасть змогу розробити нові підходи для підвищення стійкості рослин і розробки нових методів фітореMediaції ґрунтів.

Метою нашої роботи було дослідити зміни концентрації пероксиду водню й активності каталази у надземних частинах рослин *Plantago major* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Taraxacum officinale* Webb ex Wigg., взятих із прируислової ділянки ріки Тиса у

трьох точках, а саме, біля м. Чоп, с. Вилोक Виноградівського р-ну, м. Виноградів (Закарпатська обл.).

Для визначення активності каталази ферментний препарат екстрагували 50 мМ фосфатним буфером рН 7,0. Гомогенат центрифугували протягом 15 хв при 13 000 g при +5°C. Активність ферменту визначали у надосадовій рідині спектрофотометрично при 240 нм [3]. Реакційна суміш містила: 50 мМ фосфатний буфер рН 7,0; 37,5 мМ H₂O₂ та ферментний препарат.

Вміст пероксиду визначали колориметрично [6]. Екстракцію проводили так само, як і екстракцію каталази. Для визначення кількості пероксиду до 1 мл супернатанту додавали 3 мл 0,1% Ti(SO)₄, інтенсивність забарвлення визначали при 410 нм.

Статистичну обробку даних проводили, визначаючи середнє арифметичне зі стандартною похибкою середнього (M±m).

На рис. 1 представлені результати визначення концентрації пероксиду водню у рослин прирусलोвої ділянки ріки Тиса. Нами було встановлено високий вміст цього метаболіту у рослин, що зростали поблизу м. Чоп. Попередніми дослідженнями було показано [2], що прируслова ділянка ріки Тиси після впадання у неї ріки Самош (із території Румунії), характеризується високим вмістом важких металів.

Синтез пероксиду водню відбувається за умов стресу і є сигналом для запуску ряду молекулярних, біохімічних і фізіологічних процесів у клітині [7], у тому числі й процесів адаптації рослин до токсичної дії іонів важких металів.

Найбільш чутливими до дії полютантів були рослини *Ambrosia artemisiifolia* L., що зростали поблизу м. Чоп, у них вміст пероксиду був найвищим і становив 1,655 мкМ/г маси сирої речовини. Рослини, зібрані поблизу м. Виноградів і с. Вилोक, характеризувалися дещо нижчим вмістом цього метаболіту. Виняток становили росли-

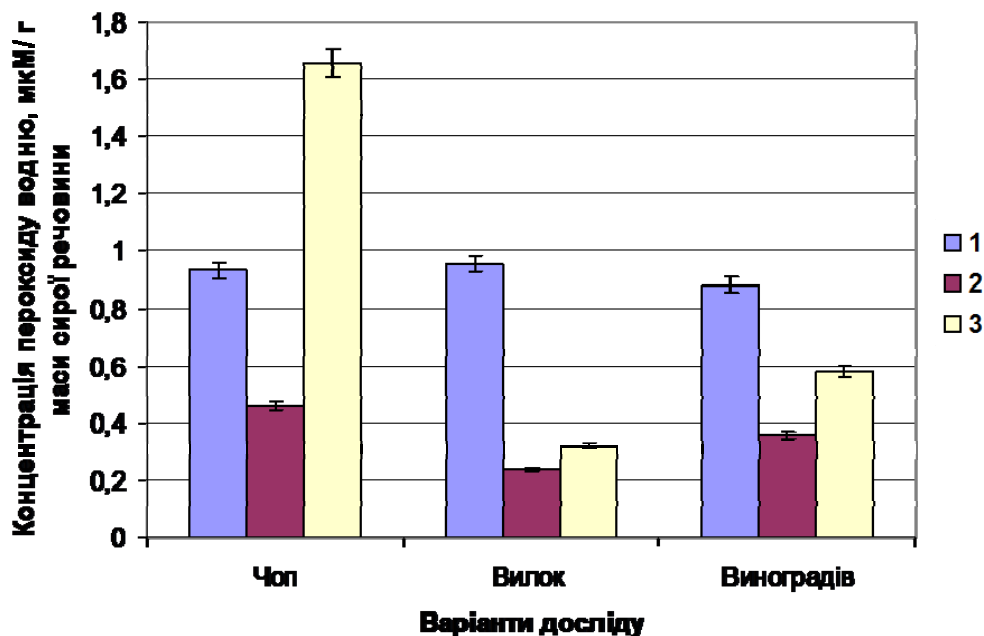


Рис. 1. Вміст пероксиду водню у надземних частинах рослин прирусलोвої ділянки ріки Тиса: 1 – *Plantago major* L., 2 – *Taraxacum officinale* Webb ex Wigg., 3 – *Ambrosia artemisiifolia* L.

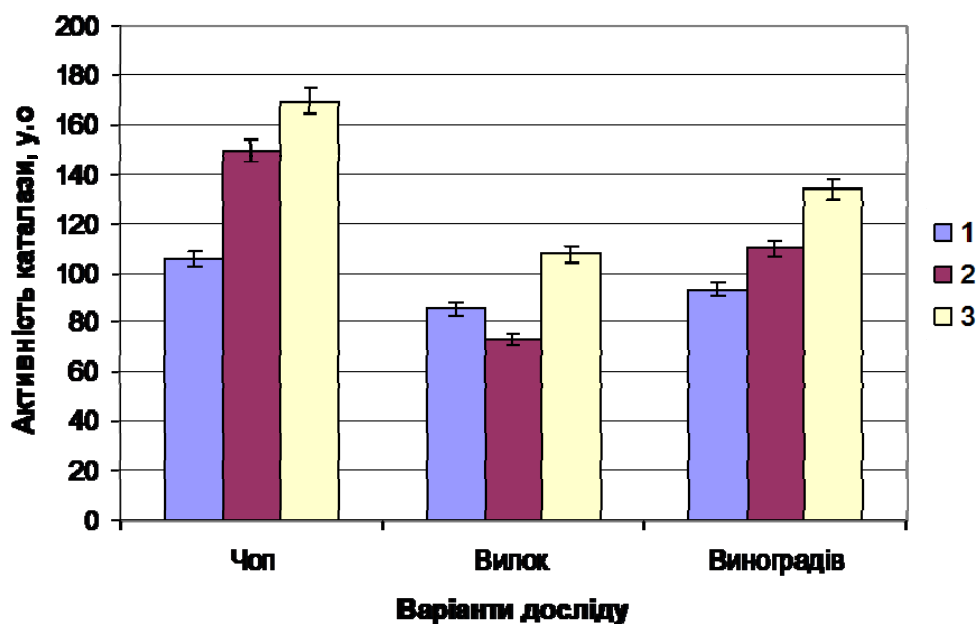


Рис. 2. Активність каталази у надземних частинах рослин прируслової ділянки ріки Тиса: 1 – *Plantago major* L., 2 – *Taraxacum officinale* Webb ex Wigg., 3 – *Ambrosia artemisiifolia* L.

ни *Plantago major* L., у яких концентрація пероксиду водню була приблизно однаковою на всіх досліджуваних ділянках.

Утворення активних форм кисню, в тому числі і пероксиду водню, під впливом абіотичного стресу ініціює у рослин каскад реакцій, що допомагає їм уникати таких стресових навантажень [7]. Однією із ланок цього процесу є зростання активності антиоксидантних ферментів. Активність каталази у рослин прируслової ділянки ріки Тиса (рис. 2) була найвищою у зразках, відібраних поблизу м. Чоп.

Зростання активності цього антиоксидантного ферменту свідчить про високий рівень забруднення навколишнього середовища. Активність каталази у рослин *Plantago major* L., котрі були відібрані поблизу м. Виноградів і с. Вилко, була наближеною до такої у зразках, що росли поблизу м. Чоп. Висока активність ферменту, як і у випадку із нагромадженням пероксиду водню, була у рослин *Ambrosia artemisiifolia* L. Таку особливість цього виду можна використати при фіторемерації забруднених політантами територій.

Отже, нами був встановлений зв'язок між вмістом пероксиду водню й активністю каталази у рослин прируслової ділянки ріки Тиса. Було показано, що забруднення навколишнього середовища ініціює генерацію пероксиду водню, який, у свою чергу, активує каталазу, котра підвищує стійкість рослин до антропогенного забруднення. Активність цього ферменту можна використати як біохімічний маркер, що дав би змогу здійснювати відбір рослин для фіторемерації забруднених територій.

Роботу виконано за підтримки Міністерства освіти і науки України.

1. Коцюбинська Н. П. Загальні механізми адаптації рослин до негативних чинників різного походження // Фізіол. рослин в Україні на межі тисячоліть. 2001. Т. 2. С. 60–66.

2. Козловський В., Романюк Н., Терек О. та ін. Важкі метали у ґрунтах та рослинах заплави ріки Тиса // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2005. Вип. 40. С. 35–51.
3. Bisbis B., Kevers C., Penel C. et al. Biosynthesis of tetrapyrrole-containing compounds, including peroxidases, in a non-chlorophyllous fully habituated sugarbeet callus via the unique shemin pathway // Plant Peroxidases Newsletter. 1998. Vol. 11. P. 19–26.
4. Di Toppi L. S., Lambardi M., Pazzagli L. et al. Response to cadmium in carrot *in vitro* plants and cell suspension cultures // Plant Science. 1999. Vol. 137. P. 119–129.
5. Jackson A. P., Alloway B. J. The transfer of cadmium from sewage sludge amended soils into the edible component of food crops // Water, Air and Soil Pollution. 1991. Vol. 57. P. 873–881.
6. Li-Men Chen, Ching-Huei Kao. Effect of excess copper on rice leaves: evidence for involvement of lipid peroxidation // Bot. Bull. Acad. Sin. 1999. Vol. 40. P. 283–287.
7. Neill S. J., Desikan R., Clarke A. et al. Hydrogen peroxide and nitric oxide as signalling molecules in plants // J. Exp. Botany. 2002. Vol. 53. N 372. P. 1237–1247.
8. Polidoros A. N., Scandalois J. S. Role of hydrogen peroxide and different classes of anti-oxidant in the regulation of catalase and glutathione-S-transferase gene expression in maize (*Zea mays* L.) // Physiologia Plantarum. 1999. Vol. 106. P. 112–120.
9. Schutzendubel A., Polle A. Plants responses to abiotic stresses: heavy metal-induced oxidative stress and protection by mycorrhization // J. Exp. Botany. 2002. Vol. 53. N 372. P. 1351–1365.

OXIDATION REACTION IN THE PLANTS OF NEAR-RIVER SITES OF TYSA RIVER

O. Patsula*, M. Kobyletska*, O. Terek*, S. Balazy**, M. Toth**

**Ivan Franko National University of Lviv
4, Hrushevskiyi St., Lviv 79005, Ukraine
e-mail: onto2007@gmail.com*

***College of Nyiregyhaza
31/b, Sostoi, Nyiregyhaza 4400, Hungary
e-mail: balazsy@nyf.hu*

Excess of the cadmium and lead cause the oxidative stress and excess production of active oxygen species, such as hydrogen peroxide. This metabolite is eliminated by catalase. Our studies show increasing catalase activity under high hydrogen peroxide content. High rates of catalase activity in *Ambrosia artemisiifolia* L. plants us to propose these species for phytoremediation.

Key words: cadmium, lead, catalase, hydrogen peroxide.

Стаття надійшла до редколегії 10.09.08

Прийнята до друку 15.10.08