

УДК 631.618

А. Ф. Кулік, А. І. Крючкова, Л. С. Пащенко

Дніпропетровський національний університет

**СЕЗОННА ДИНАМІКА ПИТОМОЇ АКТИВНОСТІ ФЕРМЕНТІВ
ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕННЯ В ЛИСТКАХ *SALIX ALBA*
У ШТУЧНИХ НАСАДЖЕННЯХ**

Вивчено сезонну динаміку питомої активності каталази та пероксидази у листках верби білої у насадженнях по берегах р. Шпакова, що протікає у межах м. Дніпропетровськ. Виявлено залежність питомої активності оксидоредуктаз від сезону відбору проб і впливу очерету на процеси адаптації саджанців верби. Обговорюється важливість стресового впливу очерету південного на процеси адаптації саджанців верби.

A. F. Kulik, A. I. Kryuchkova, L. S. Pashenko

Dnipropetrovsk National University

**SEASONAL DYNAMICS OF THE PEROXIDATION
ENZYMES' SPECIFIC ACTIVITY IN *SALIX ALBA* LEAVES
OF THE ARTIFICIAL STALKS**

Seasonal dynamics of the specific activity of catalase and peroxidase in *Salix alba* L. leaves collected in the artificial stands along the Shpakova River (Dnipropetrovsk) was studied. The seasonal dependence of oxidoreductases' specific activity and the reed's influence on the osier seedlings adaptation were revealed. The importance of the reeds' stressful influence on the osier seedlings' adaptive processes is discussed.

Вступ

Відновлення прибережних лісів і, особливо, лісів по урізу води по берегах малих водойм степової зони України актуальне тому, що ці дії перешкоджають заростанню водних об'єктів очеретом південним (*Phragmites australis* (Cav.) Trin.) і, як наслідок, сприяють відтворенню гідрофауни та фітоценозів, характерних для умов природної гідроекосистеми у степовій зоні.

У зв'язку з необхідністю розробки теоретичних засад відновлення лісів по урізу води важливо проводити контроль стану насаджень сучасними фізіолого-біохімічними методами, які дозволяють об'єктивно оцінити рівень адаптаційних процесів, що відбуваються у тканинах верби білої (*Salix alba* L.). Тому в основу наших досліджень покладені концепції використання неспецифічних реакцій біологічних систем для оцінки функціонального стану рослин та екологічної ситуації у моніторингових дослідженнях [2; 4; 9; 10].

Роботами [2; 4] доведено, що різноманітні стресові чинники викликають зміни проникності мембранних структур рослинних клітин, інтенсивності фотосинтезу та дихання, метаболізму та структури білків. Зниження функціональної активності ферментів у рослин, викликане стресовим впливом [10; 13], відбувається внаслідок акти-

вності інгібіторів переключення енергетичних ресурсів для знешкодження негативних змін [11], але вплив стресових чинників провокує розвиток подальшого „окисного вибуху”, пов’язаного зі здатністю рослин виробляти значну кількість H_2O_2 на клітинній поверхні при біотичному стресі [6]. За літературними даними [3; 5; 6; 10], динаміка питомої активності таких дихальних ферментів як пероксидаза та каталаза досить точно характеризує стан лісових насаджень.

Тому мета наших досліджень – виявити особливості сезонного впливу на фізіолого-біохімічні параметри насаджень *Salix alba* L. по берегах ріки Шпакова, що протікає у межах м. Дніпропетровск.

Матеріал і методи досліджень

Об’єкти дослідження – саджанці *Salix alba* L., висаджені на дослідних ділянках по берегах р. Шпакова: 1 – контроль, правий берег, незначні зарості очерету; 2 – навпроти ділянки 1, лівий берег, значні зарості очерету; 3 – продовження ділянки 1, правий берег, значні зарості очерету; 4 – продовження ділянки 2, напроти ділянки 3, лівий берег, значні зарості очерету; 5 – нижче за течією від ділянки 1 на 500 м, лівий берег, зарості очерету відсутні. Ґрунти на ділянках – малогумусні суглинки.

Проведене дослідження питомої активності дихальних ферментів (пероксидаза та каталаза) за загальноприйнятими методами [1; 9], вмісту загального білка за методом М. Bradford [14] у листках саджанців верби, відібраних у травні, липні та вересні 2006 року. Статистичну обробку матеріалів проводили за стандартними методами [8].

Результати та їх обговорення

Дослідження показали (табл.), що у пробах, відібраних навесні, питома активність пероксидази сягала максимальних значень на ділянці 2 і у півтора раза перевищувала контроль. У листках верби, що росте на ділянках 3–5, питома активність пероксидази була близькою до контрольних значень.

У листках верби, відібраних улітку, питома активність даного ферменту значно підвищилась відносно контрольних значень (у 12 разів на ділянці 2). На ділянці 5 підвищення питомої активності пероксидази в 4,5 раза перевищувало контрольні. Значення питомої активності даного ензиму на інших ділянках було близьким до контрольних (див. табл.). Восени ми спостерігаємо у пробах, відібраних на більшості ділянок, деяке зниження питомої активності пероксидази відносно літніх показників. Максимальні значення питомої активності даного ензиму в листках верби, що росте на ділянці 4, на 127 % перевищували контроль. Мінімальні значення були відзначені на ділянці 3 – на 70 % нижче контролю.

Згідно з узагальненими даними, на ділянках спостерігається значне підвищення літніх значень і зниження осінніх показників питомої активності пероксидази відносно весняних значень. Порівнюючи середню питому активність даного ензиму на ділянках, зарослих очеретом, ми спостерігали підвищення значень для пероксидази приблизно на 40 % відносно подібних показників ділянок, вільних від очерету. На північному (лівому) березі середні значення питомої активності даної оксидоредуктази в листках дослідних рослин були вищими, ніж на правому, причому максимальна різниця в значеннях спостерігалася у пробах, відібраних улітку (див. табл.).

Відмінна динаміка спостерігається при розгляді середніх значень питомої активності каталази за сезонами порівняно із середніми значеннями пероксидази. Весняні показники питомої активності каталази мали мінімальні значення; на всіх дослідних ділянках вони перевищували контрольні і коливалися у межах 0,15–

0,30 кат/мг хв. (див. табл.). Питома активність каталази в листках верби, відібраних улітку, також у більшості випадків значно (до 20 разів на ділянці 4) переважала контрольні значення. Восени ж, навпаки, значення питомої активності даного ферменту були меншими за контрольні й сягали мінімуму на ділянці 3 (5,4 % від контролю). Чітко вираженої залежності середніх значень питомої активності каталази від присутності очерету на ділянках і умов освітленості рослин верби у нашому експерименті не спостерігалося.

Таблиця 1

Вплив розташування ділянок та присутності на них *Phragmites australis* (Cav.) Trin. на питому активність оксидоредуктаз листків *Salix alba* L.

| Сезон | Варіант досліджу | Пероксидаза | | Каталаза | |
|-------|------------------|--------------------|--------|------------------------|--------|
| | | $X \pm m$, Е/мг·с | C, % | $X \pm m$, кат/мг·хв. | C, % |
| Весна | 1 | 0,050±0,001 | 100,0 | 0,020±0,001 | 100,0 |
| | 2 | 0,083±0,001 | 167,6 | 0,152±0,009 | 760,0 |
| | 3 | 0,055±0,002 | 110,1 | 0,295±0,009 | 1470,0 |
| | 4 | 0,045±0,002 | 91,2 | 0,029±0,005 | 145,0 |
| | 5 | 0,056±0,004 | 113,3 | 0,221±0,017 | 1105,0 |
| Літо | 1 | 0,034±0,002 | 100,0 | 0,042±0,001 | 100,0 |
| | 2 | 0,414±0,017 | 1207,2 | 0,060±0,001 | 142,9 |
| | 3 | 0,032±0,002 | 92,5 | 0,049±0,008 | 116,7 |
| | 4 | 0,037±0,001 | 106,5 | 0,883±0,014 | 2102,4 |
| | 5 | 0,155±0,006 | 451,0 | 0,466±0,013 | 1109,5 |
| Осінь | 1 | 0,035±0,001 | 100,0 | 0,789±0,001 | 100,0 |
| | 2 | 0,042±0,002 | 119,5 | 0,132±0,001 | 16,7 |
| | 3 | 0,011±0,001 | 29,9 | 0,042±0,001 | 5,3 |
| | 4 | 0,081±0,058 | 227,4 | 0,163±0,003 | 20,7 |
| | 5 | 0,018±0,001 | 50,3 | 0,199±0,004 | 25,2 |

Відомо, що реакція пероксидази й каталази, які мають загальний субстрат у живій клітині, є неспецифічними відповідями рослинних організмів на дію стрес-чинників різного походження, а спрямованість змін активності цих ензимів свідчить про стан адаптації організму та рівень процесів вільнорадикального окислення. Узагальнюючи наведені дані, можна сказати, що питома активність пероксидази вища у пробах, відібраних на лівому березі, ніж на правому. Це, вірогідно, пов'язано з різними умовами освітленості рослин верби у насадженнях. Підвищення питомої активності пероксидази майже удвічі спостерігається у листках верби, яка росте на "очеретяних" ділянках, порівняно з вільними від очерету насадженнями. Питома активність каталази не мала такої чіткої залежності від розташування берега, але засміченість ділянок очеретом провокувала підвищення питомих значень даного ферменту навесні та улітку (також приблизно у півтора рази порівняно з чистими ділянками).

Висновки

Значення питомої активності досліджених оксидоредуктаз залежить від сезону відбору проб, розташування ділянок і засміченості останніх очеретом. Очерет мав значний вплив на умови росту та процеси адаптації у насадженнях верби білої по берегах р. Шпакова у межах м. Дніпропетровськ. Питома активність пероксидази, у даному випадку більш показово характеризує умови, у яких ростуть саджанці верби, та процеси адаптації, що відбуваються у тканинах цих рослин.

Бібліографічні посилання

1. **Бояркин А. А.** Быстрый метод определения пероксидазы // Биохимия. – 1961. – Т. 16, № 4. – С. 352–354.
2. **Деева В. Н.** Физиолого-биохимическая природа адаптивных реакций генетически различных форм растений с помощью физиологически активных веществ // Регулирование адаптивных реакций и продуктивности растений элементами минерального питания. – Кисшинев: Штинаца, 1987. – С. 11–19.
3. **Йокинен И.** Комбинированное использование биологических показателей и дисперсных моделей в мониторинге загрязнения атмосферного воздуха / И. Йокинен, Р. Карьялайнен, А. Кульмала // Комплексный мониторинг загрязнения окружающей природной среды. – Л.: Гидрометеоздат, 1982. – С. 358–363.
4. **Коцюбинська Н. П.** Аутоекологічна адаптація культурних рослин до антропогенних факторів довкілля / Автореф. дис. ... д-ра біол. наук. – Д., 1996. – 40 с.
5. **Коцюбинська Н. П.** Роль окисно-відновних ферментів в адаптогенезі рослин в умовах урболандшафтів та техногенезу / Н. П. Коцюбинська, Т. Р. Полетаєва, А. І. Крючкова // Фізіологія рослин та екологія. Матер. Всеукр. наук.-практ. конф. – Д., 2003. – С. 37.
6. **Крючкова А. І.** Вплив дії регуляторів росту та гербіцидів на динаміку активності пероксидази у проростках кукурудзи гібриду Дніпровський-337 / А. І. Крючкова, Н. П. Коцюбинська / Вісник Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Екологія. – 2004. – Вип. 12, т. 2. – С. 77–82.
7. **Кулік А. Ф.** Дія промислових фітотоксикантів на активність пероксидази в листках деревних рослин / А. Ф. Кулік, А. І. Крючкова / Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗДУ, 2005. – Вип. 10, № 2. – С. 77–82.
8. **Лакін Г. Ф.** Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
9. **Методы** определения активности каталазы / М. А. Королук, Л. И. Иванова, И. Г. Майорова, В. Е. Токарев // Лабораторное дело. – 1988. – № 3. – С. 6–18.
10. **Николаевский В. С.** Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2002. – 220 с.
11. **Пахомова В. М.** Неспецифический адаптационный синдром отсеченных корней / В. М. Пахомова, Д. В. Пахомов // Успехи современной биологии. – 1992. – Т. 112, № 3. – С. 398–409.
12. **Полевой В. В.** Физиология растений. – Л.: Высшая школа, 1989. – 464 с.
13. **Плешков Б. П.** Изоферменты растений. – М.: МГУ, 1975. – 42 с.
14. **Bradford M. M.** A rapid and sensitive method for quantities of protein utilizing the principle of protein dyu binding // Anal. Biochem. – 1976. – P. 248–254.

Надійшла до редколегії 15.03.2007