

лідження занесли в таблицю. Найбільші сходи та приріст рослин простежувалась на воді змиті з листків зеленого господарства, найменше з листків вулиці Ушакова. За результатами цього досліджуємо можемо говорити про певний рівень забруднення на вулиці Ушакова та в центрі міста.

Відомо, що корисні властивості проявляють лише здорові, стадійно молоді дерева та чагарники. Внаслідок зменшення площі, пошкодження листків, запиленості листової пластинки та поступового згасання біологічних процесів фітонцидна, незаражувальна, киснеутворююча здатність зелених насаджень сильно знижена.

За нашими дослідженнями можемо зробити висновки: у місті Глухові проблема розширення асортименту деревних рослин з метою озеленення доволі актуальна.

Найбільших змін зазнали листки на деревах з вулиці Ушакова та з центру міста, де відбувається найбільше навантаження автотранспортом та промисловими підприємствами. Найменших — в парку зеленого господарства, де техногенне навантаження порівняно невелике.

Найбільші сходи та приріст рослини крес-салату простежувались на воді змиті з листків зеленого господарства, найменше з листків вулиці Ушакова, що говорить про середній та слабкий рівень забруднення.

Нами розроблений міні-проект направлений на поліпшення озеленення міської території: «Глухів — еко-місто майбутнього», який висвітили у вигляді буклету.

В умовах складної екологічної ситуації у нашій державі зусилля кожного повинні бути спрямовані на збереження, відтворення та раціональне використання природних ресурсів.

Література

1. Кучерявий В.П. Урбоекологія./ В.П. Кучерявий — Львів: Світ, 2001. — 440с.
2. Панченка С.М. Основи спостережень за станом довкілля: навчально-методичний посібник / за заг. ред.. к.б.н. С.М. Панченка, к.пед.н. Л.В.Тихенко. — Суми: Університетська книга, 2013. — 352 с.
3. Руденко С.С. Загальна екологія: практичний курс. Частина I./ С.С. Руденко, С.С.Костишин, Т.В. Морозова — Чернівці.: Рута, 2003.

ЗМІНА АКТИВНОСТІ АНТИОКСИДАНТНИХ ФЕРМЕНТІВ ТА ЗАГАЛЬНОЇ АНТИОКСИДАНТНОЇ АКТИВНОСТІ МОХУ *BRYUM CAESPITICIMUM* HEDW. ЗА ДІЇ ГІПЕРТЕРМІЇ

Баїк О.Л.

Інститут екології Карпат НАН України

Температурний вплив на рослинний організм є одним з потужних абіотичних факторів середовища. Нині основна увага акцентується на вивченні біохімічних і молекулярно-генетичних аспектів стійкості рослин до стресових температур. У стійкості рослин до дії стрес-факторів, зокрема високих температур, значну роль відіграють неспецифічні захисні системи, зокрема антиоксидантна система. Антиоксидантний комплекс, що складається з ферментних і низькомолекулярних антиоксидантів належить до стрес-протекторних систем, задіяних у формуванні стійкості рослин, у тому числі й до гіпертермії [3, 4]. У зв'язку з цим вивчали вплив високих

температур на ферменти антиоксидантної системи (АОС) та загальну антиоксидантну активність (ЗАА) моху *Bryum caespiticium* Hedw. із девастованих територій сірчаного видобутку.

Матеріали та методика досліджень

Об'єктом досліджень був мох (відділ Bryophyta) *Bryum caespiticium* Hedw. з посттехногенних територій Язівського родовища видобутку сірки (Львівська обл., Яворівський р-н, площа 20 км²).

Для визначення активності пероксидази 2 мл ферментного препарату змішували з 0,5% розчином бензидину та 0,1 М ацетатним буфером (рН 5,4). Якісну реакцію розпочинали внесенням 3% розчину пероксиду водню. Через 5 хв проби фотометрували за довжини хвилі 412 нм [2].

Для визначення активності супероксиддисмутази (СОД) використовували загальноприйнятні методики [2]. Оптичну густину розчину вимірювали спектрофотометрично за довжини хвилі 540 нм.

Загальну антиоксидантну активність (ЗАА) низькомолекулярних антиоксидантів визначали за реакцією рослинного екстракту з розчином радикала — 1,1-дифеніл-2-пікрилгідразилу (ДФПГ). Оптичну густину розчинів визначали за довжини хвилі 517 нм [5].

Результати досліджень та їх обговорення

Важливу роль у захисті рослин від окислювального стресу відіграє антиоксидантна система (АОС), що включає як високомолекулярні, так і низькомолекулярні антиоксиданти. Вважається, що низькомолекулярні антиоксиданти, від яких залежить ЗАА, є одним з механізмів конститутивної стійкості рослин до гіпертермії [3]. Низькомолекулярні антиоксиданти різні за структурою і хімічними властивостями сполуки, які здатні взаємодіяти з кисневими та органічними радикалами, інгібувати протікання вільнорадикальних процесів в клітинах. Хоча неферментативні низькомолекулярні антиоксиданти є менш ефективною АОС, порівняно з ферментативною, однак сприяють стійкості рослин до стресових впливів.

Досліджували активність основних антиоксидантних ферментів та загальну антиоксидантну активність *Bryum caespiticium* Hedw. з дослідних трансект на території видобутку сірки залежно від температурного режиму.

Одними із центральних ферментів у дослідженні механізмів адаптації є ізоформи пероксидаз, які належать до надзвичайно лабільних і поліфункціональних „стресових” ферментів. Установлено залежність активності пероксидази *B. caespiticium* із різних трансект північної експозиції відвалу № 1 видобутку сірки (основа, схил та вершина) від температури на трансектах відвалу № 1. Особливо вирізняється активність пероксидази моху у літній період за високої температури 35,0–37,5 °С на північній вершині та північному схилі відвалу, порівняно з основою. Так, активність пероксидази у *B. caespiticium* була найвищою на північній експозиції (вершина та схил) відвалу та становила $20,9 \pm 0,2$ та $24,7 \pm 0,2$ (відн. од./г с. м.) відповідно, тобто в 1,2–1,4 рази вищою, ніж в основі відвалу. В умовах експерименту, коли зразки піддавались впливу температури 42°С впродовж 2 год, встановлено підвищення активності пероксидази у *B. caespiticium* приблизно в 1,8 рази, причому найвища активність пероксидази була у зразках з північного схилу та північної вершини: $44,7 \pm 0,2$ та $37,3 \pm 0,2$ відн. од./г сирової маси відповідно (рис. 1).

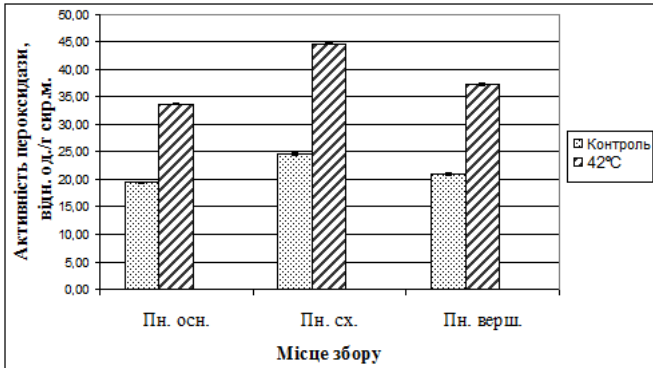


Рис. 1. Активність пероксидази (відн. од./г сирі маси) *Bryum caespiticium* із різних трансект північної експозиції відвалу № 1 видобутку сірки (основа, схил та вершина)

СОД розглядається не лише як антиоксидантний фермент, а й як компонент сигнальних систем [1]. Сигнали, що формуються за участю активних форм кисню (АФК), призводять до посилення експресії генів й активзації стрес-протекторних систем. З'ясовано, що активність СОД *B. caespiticium* також залежала від температури на трансектах відвалу № 1. Так, улітку найвищі показники активності СОД у *B. caespiticium* відзначено на північній вершині та плато відвалу: $9,1 \pm 0,3$ та $9,8 \pm 0,3$ (відн. од./хв мг/білка) відповідно. В умовах експерименту за дії гіпертермії встановлено підвищення активності СОД у *B. caespiticium* в 1,9 рази. Причому, найістотніше зростання активності СОД виявлено у моху з північної вершини відвалу: $17,1 \pm 0,5$ (відн. од./хв мг/білка) (рис.2).

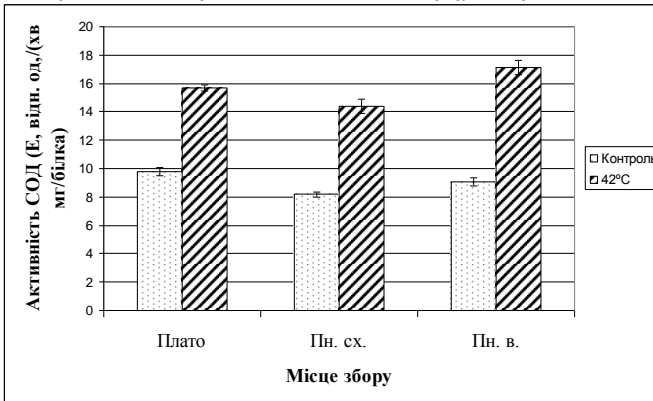


Рис. 2. Активність СОД (відн. од./хв мг/білка) *Bryum caespiticium* із різних трансект північної експозиції відвалу № 1 видобутку сірки: (плато, схил та вершина)

Показано, що найвища ЗАА була у зразків моху з північної вершини ($80,6 \pm 4,5$ %) відвалу за високих температур у літні місяці. У зразках *B. caespiticium* з північного схилу та основи відвалу ЗАА була дещо нижчою — $62,2 \pm 2,1$ % та $33,1 \pm 2,5$ % відповідно (рис. 3).

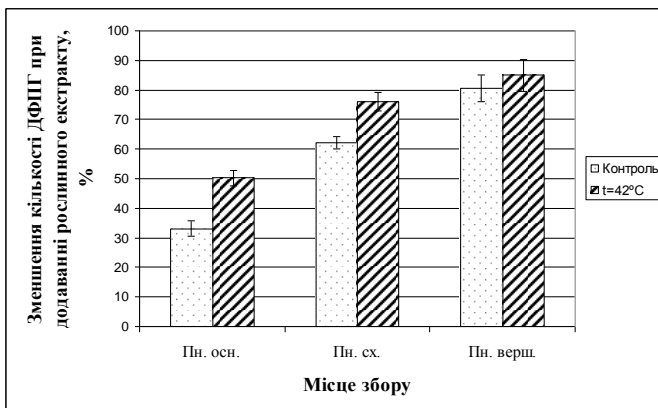


Рис. 3. Загальна антиоксидантна активність (ЗАА) *Bryum caespiticium* із різних трансект північної експозиції відвалу № 1 видобутку сірки (основа, схил та вершина)

В умовах експерименту за дії гіпертермії ЗАА зростала в усіх випадках, однак у зразків з вершини відвалу це збільшення не було таким значним, лише в 1,1 раз. Так, ЗАА у рослин після прогріву з північної вершини становила $81,3 \pm 3,2\%$, з північного схилу $75,9 \pm 3,1\%$, а з основи $50,2 \pm 2,5$. Таким чином, найбільше зростання ЗАА після прогріву було у зразках *B. caespiticium* з основи відвалу. Можна припустити, що зростання ЗАА відіграє важливу роль від окислювального пошкодження в умовах температурного стресу.

Отримані результати досліджень свідчать, що гіпертермія спричиняла в *B. caespiticium* не лише підвищення активності пероксидази та СОД, а також зростання загальної антиоксидантної активності, що мобілізує захисні системи та сприяє стійкості рослин до температурного стресу на території породного відвалу видобутку сірки.

Література

1. Колупаєв Ю.Є. Активні форми кисню і антиоксидантна система при перехресній адаптації рослин до дії абіотичних стресорів / Ю.Є. Колупаєв, О.І. Обозний // Вісн. Харк. нац. аграрн. ун-ту. Сер: Біологія. — 2013. — Вип. 3(30). — С. 18-31.
2. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова. 3-е изд., переработанное и дополненное. — Ленинград: Агропромиздат, 1987: — 325 с.
3. Обозный А.И. Динамика активности антиоксидантных ферментов при кросс-адаптации проростков пшеницы к гипертермии и осмотическому шоку / А.И., Обозный, Ю.Е. Колупаєв, Н.В. Швиденко, А.А. Вайнер // Вісн. Харк. нац. аграрн. ун-ту. Сер: Біологія. — 2012. — Вип. 2(26). — С. 71-84.
4. Helena M. Drought stress and reactive oxygen species. Production, scavenging and signaling / M. Helena, C. Calvalho // Plant Signal Behav. — 2008. — V. 3. — P. 156-165.
5. Molyneux P, The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity / P. Molyneux // Songklanakarin J. Sci. Technol. — 2004. — 26 (2). — P. 211-219.