

Таким чином, на сінокосах в результаті господарського користування видовий склад бобових істотно не змінюється і не спостерігається також зсуву їх фітомаси у приземні шари травостою. Їхня загальна кількість на ділянках БС становить 41,4% відносно контрольної ділянки, що відповідає 38,4 г/м². На відміну від цього, на пасовищах при посиленні навантаження змінюється флористичний склад — зменшується трапляння конюшини лучної, лядвенцю рогатого і люцерни жовтої. Горошок мишачий зникає практично повністю. Проте у травостої законоживно збільшується частка конюшини білої. Тому при формальному підрахунку на пасовищах з надмірним навантаженням (БВ) зберігається 63,5% бобових. Але за рахунок концентрування їх зеленої надземної маси у шарі 0-5 см, реальна продуктивність становить лише 8,4 г/м² і протеїну — 0,3 г/м².

Значні пасовищні та сінокісні навантаження призводять до загального зниження продуктивності лук, а також до зміни вертикальної структури їх травостою. Надмірне випасання є найбільш потужним модифікатором, що спричиняє не тільки зниження продуктивності лук й висоти травостою, але й чітко виражену концентрацію основної фітомаси у найнижчому шарі (0-5 см). Це значно зменшує загальну продуктивність лук, оскільки зменшується доступність зеленої маси як для споживання тваринами, так і для заготівлі сіна. Нерегульоване сінокосіння, як і надмірне випасання, призводять до загальної деградації лучного травостою та істотного зниження виходу протеїну, що робить такий тип користування заплавними природними луками економічно невідгідним.

Література

1. Балашев Л.С. Типология лугов Украины и их рациональное использование / Л.С. Балашев, Л.М.Сипайлова, В.А. Соломаха, Ю.Р.Шеляг-Сосонко. — К.: Наук. думка, 1988. — 240 с.
2. Литвиненко І.Н. Заплавні луки р. Псла та їх поліпшення / І.Н.Литвиненко. — Суми: Обл. т-во для пошир. політ. і наук. знань, 1958. — 42 с.
3. Растительные белки и их использование в кормлении сельскохозяйственных животных / Под ред. Э.Э. Магона. — Л.: Колос, 1964. — 216 с.
4. Петриченко В.Ф. Луки України та шляхи їх поліпшення / В.Ф. Петриченко, В.Г. Кургак // Вісник аграрної науки, 2011. — Листопад. — С. 11-15.

СПІВВІДНОШЕННЯ КОМПОНЕНТІВ АСКОРБАТНОГО ЦИКЛУ У ПАГОНАХ МОХІВ ЯК БІОМАРКЕР ФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ОРГАНІЗМУ В НЕСПРИЯТЛИВИХ ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВАХ

*Кияк Н.Я., Оксенюк У.А.
Інститут екології Карпат НАН України*

Загальним наслідком будь-якого стресового впливу на рослинний організм є продукція вільних радикалів. Фізіологічно нормальний рівень вільнорадикальних процесів у клітині забезпечується функціонуванням складної системи антиоксидантного захисту. Ключову роль у рослинних клітинах відіграє аскорбінова кислота, яка безпосередньо взаємодіє з активними формами кисню, а також бере участь у відновленні інших низькомолекулярних антиоксидантів шляхом неферментативних і ферментативних реакцій [2; 4].

Відомості про функціонування аскорбатної системи у клітинах мохів

в умовах окиснювального стресу досить обмежені. Наприклад, у листового моху *Brachythecium velutinum* (Hedw.) Schimp. відзначено високий вміст аскорбату в умовах водного дефіциту [5]. У толерантного до водного дефіциту виду *Tortula ruraliformis* (Besch.) Ingham висушування спричиняло зменшення пулу аскорбату і водночас індукувало збільшення концентрації глутатіону в клітинах [6]. Тобто, пристосування рослин до зміни екологічних факторів забезпечується функціонуванням низькомолекулярних компонентів антиоксидантної системи.

У цьому аспекті унікальним об'єктом для досліджень є девастовані території Новояворівського державного гірничо-хімічного підприємства (ДГХП) „Сірка” з контрастними кліматичними умовами (нестабільним водним та температурним режимами, високою інсоляцією). Мохоподібні одними з перших поселяються на субстратах відвалів, з часом утворюють рясні, багатовидові обростання, тому важливим є пізнання особливостей їх адаптивної стратегії у несприятливих мікрокліматичних умовах.

У зв'язку з цим, метою роботи було дослідити сезонні зміни вмісту компонентів аскорбатної системи у пагонах мохів *Bryum argenteum* Hedw. та *Bryum caespitium* Hedw. залежно від інтенсивності світла і температури на території відвалу видобутку сірки.

Матеріали і методи досліджень

На території відвалу № 1 Язівського сірчаного родовища, підпорядкованого ДГХП „Сірка”, для досліджень були відібрані два домінантні види: *Bryum argenteum* Hedw. та *Bryum caespitium* Hedw. Для аналізу зразки мохів збирали на 2 дослідних трансектах відвалу північної експозиції (схил та вершина) упродовж вегетаційного сезону.

У свіжозібраному рослинному матеріалі визначали вміст аскорбінової (АК), дегідроаскорбінової (ДАК) та дикетогулонової кислот (ДКГК) за методом Г.М. Чупахіної [3]. Вміст вологи у мохових дернинах визначали ваговим методом та обчислювали у відсотках від маси абсолютно сухої речовини [1]. Інтенсивність освітлення на дослідних ділянках визначали за допомогою люксметра Ю116. Усі досліді повторювали тричі, одержані цифрові результати опрацьовували статистично.

Результати та їх обговорення

Досліджували вміст компонентів аскорбатної системи у пагонах мохів *B. argenteum* та *B. caespitium* залежно від інтенсивності світла і температури на території відвалу видобутку сірки та виявили чітку сезонну динаміку їх розподілу. У досліджуваних видів максимальну кількість АК визначали у весняний та осінній період, що, імовірно, пояснюється сприятливими гідротермічними умовами середовища, які створювалися за середньомісячної температури повітря +14,2 — +17,9°C і поверхні субстрату +13,5 — +22,4°C та інтенсивності світла 70 — 80 тис. лк. Для *B. argenteum* вміст АК становив 388,8–493,2 мг/ г маси с. р., для *B. caespitium* — 140,2–348,9 мг/ г маси с. р. Вміст ДАК та ДКГК був досить низьким в обидвох видів (111,7–228,1 мг/ г маси с. р. та 89,2–133,6 мг/ г маси с. р., відповідно) (табл., рис.). Тобто, в сприятливих умовах у клітинах мохів рівновага між компонентами аскорбатного циклу зміщена до АК і цей стан характеризує резервні можливості антиоксидантної системи мохів, її потенційну здатність стабілізувати прооксидантно-антиоксидантну рівновагу у стресових умовах.

У літні місяці, коли середньомісячна температура становила +22,6 — +23,2°C, поверхня субстрату на схилах відвалу прогрівалася до +37,5°C, на вершині — до +40,5°C, а інтенсивність світла підвищувалася

до 100-110 тис. лк, зафіксовано зміни у співвідношенні компонентів аскорбатного циклу. Спостерігали зменшення вмісту АК в обох видів до 111,7–329,8 мкг/г маси с.р., натомість, відзначено збільшення кількості ДАК у 1,5–2 рази, що свідчило про посилення окиснювальних процесів у клітинах мохів.

Таблиця

Сезонна динаміка вмісту аскорбінової та дегідроаскорбінової кислот у пагонах мохів, мкг/г маси сухої речовини

Місце збору зразків мохів	квітень-травень			липень-серпень			вересень-жовтень		
	АК	ДАК	АК/ДАК	АК	ДАК	АК/ДАК	АК	ДАК	АК/ДАК
<i>Bryum argenteum</i>									
Вершина	472,9±25,6	135,5±10,7	3,5	324,2±22,1	233,3±7,9	1,4	388,8±28,4	228,1±18,2	1,7
Схил	493,2±21,3	127,8±9,6	3,9	329,8±24,3	198,6±8,6	1,7	399,3±30,7	134,4±8,8	3,0
<i>Bryum caespiticium</i>									
Вершина	316,8±22,1	102,8±9,7	3,1	111,7±9,6	189,2±33,5	0,6	181,3±13,6	113,9±9,7	1,6
Схил	348,9±31,6	117,8±10,6	2,9	142,7±13,2	207,8±8,7	0,7	140,2±12,6	141,3±11,8	1,0

У таких умовах істотно накопичувалася ДКГК, що є показником іншої спрямованості фізіологічних процесів, оскільки ДКГК є кінцевим продуктом у перетворенні аскорбату і не проявляє біологічної активності. Тому значне збільшення її вмісту у спекотні літні місяці — результат інтенсивного використання пулу АК на ліквідацію наслідків негативного впливу факторів середовища. Максимальні показники вмісту ДКГК визначали у пагонах мохів на вершині відвалу (202,7–343,9 мкг/г маси с.р.), де найменше сприятливі умови для росту рослин (рис.).

Вміст компонентів аскорбатзалежної системи також залежав і від місцезнаходження рослин на схилах відвалу, насамперед у літній період, оскільки простежувалася тенденція до зниження вмісту АК та збільшення кількості її дегідроформ у рослинах на вершині відвалу.

Співвідношення АК/ДАК у клітинах мохів також є важливим параметром їх окисно-відновного статусу. Упродовж вегетаційного періоду цей показник змінювався у широких межах 0,6–3,9 і свідчив про фізіологічний стан рослинного організму залежно від мікрокліматичних умов: більша величина АК/ДАК була результатом високої інтенсивності процесів життєдіяльності мохів у сприятливих умовах середовища, а її зниження відбувалося унаслідок нагромадження дегідроформ аскорбату у клітинах та, відповідно, наростання окиснювальних процесів. Можливо, це пояснюється тим, що співвідношення АК/ДАК у клітинах рослин має значний вплив на процеси дихання, оскільки ДАК інгібує активність дегідрогеназ, пригнічує

інтенсивність відновлювальних процесів, утворення макроергічних зв'язків [7]. Тому підвищення величини АК/ДАК за рахунок зменшення вмісту ДАК супроводжувалося посиленням дихання і росту рослинних клітин. У наших досліджах мінімальні значення величини АК/ДАК були зафіксовані у пагонах *B. argenteum* на вершині відвалу у серпні, що було свідченням того, що рослини перебували у стані пригнічення процесів життєдіяльності.

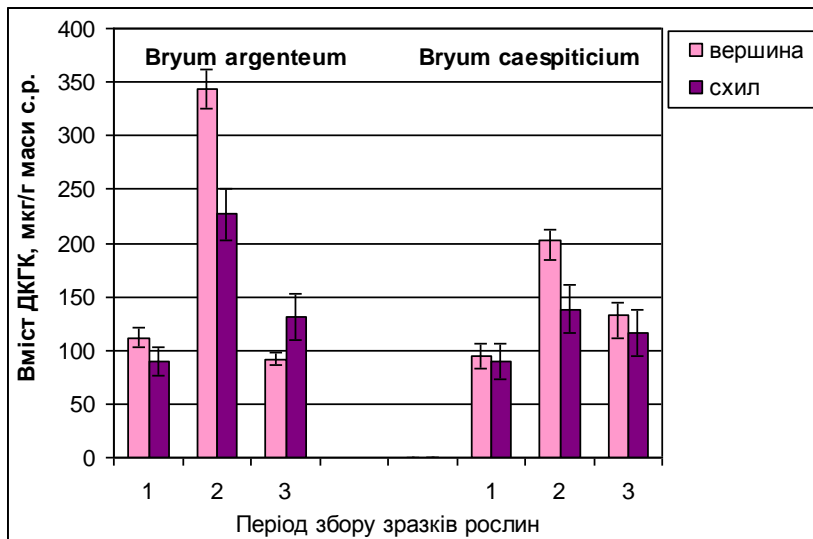


Рис. 1. Сезонні зміни вмісту дикетоглуконової кислоти у пагонах мохів. Умовні позначення: 1 — квітень-травень; 2 — липень-серпень; 3 — вересень-жовтень.

Таким чином, визначено узгодженість функціонування аскорбатзалежної антиоксидантної системи, що стабілізує прооксидантно-антиоксидантну рівновагу в клітинах мохів у мінливих екологічних умовах навколишнього середовища. Одержані результати дозволяють зробити висновок, що співвідношення компонентів аскорбатного циклу у клітинах мохів може бути біомаркером фізіологічного стану рослинного організму в стресових умовах.

Література

1. Минеев В. Г. Практикум по агрохимии / В. Г. Минеев. — М.: Изд-во МГУ, 1989. — 304 с.
2. Чупахина Г. Н. Система аскорбиновой кислоты / Г. Н. Чупахина. — Калининград: Изд-во Калининград. гос. ун-та, 1997. — 130 с.
3. Чупахина Г. Н. Физиологические и биохимические методы анализа растений: практикум / Г. Н. Чупахина. — Калининград: Изд-во Калининград. гос. ун-та, 2000. — 59 с.
4. Шорнинг Б. Ю., Полещук С. В., Горбатенко И. Ю., Ванюшин Б. Ф. Действие антиоксидантов на рост и развитие растений / Б. Ю. Шорнинг, С. В. Полещук, И. Ю. Горбатенко, Б. Ф. Ванюшин // Известия РАН. Сер. биол. — 1999. — № 1. — С. 30–38.

5. Paciolla C., Tomassi F. The ascorbate ssystem in two bryophytes: *Brachytecium velutinum* and *Marchantia polymorpha* / C. Paciolla, F. Tomassi // *Biologia plantarum*. — 2003/2004. — Vol. 47, № 3. — P. 387–393.
6. Seel W. E., Hendry G. A. F., Lee J. A. Effects of desiccation on some activated oxygen processing enzymes and anti-oxidant in mosses / W. E. Seel, G. A. F. Hendry, J. A. Lee // *J. Exp. Bot.* — 1992b. — Vol. 43. — P. 1031–1037.
7. Smifnoff N. Ascorbic acid: metabolism and functions of a multi-facetted molecule / N. Smifnoff // *Curr. Opin. in Plant Biol.* — 2000. — Vol. 3. — P. 229–235.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТОЛЕРАНТНОСТІ ДО ДЕФІЦИТУ ВОЛОГИ ПРОТОНЕМИ ВЕГЕТАТИВНИХ ТА ГЕНЕРАТИВНИХ КЛОНІВ *BRYUM ARGENTEUM*

Кіт Н.А.

Інститут екології Карпат НАН України

Мохоподібні, особливостями водного режиму яких є пойкилогідричність і високий вміст поверхневої води, на відміну від гомойогідричних рослин, відзначаються високою цитоплазматичною стійкістю як до тривалого водного стресу, так і висушування [7]. Завдяки простоті будови мохи виробили ефективну систему регуляції вмісту води: унікальну поглинальну і водоутримуючу здатність та можливість до швидкої регідратації. Відсутність продохів та лігнінової кутикули у бріофітів призводить до вільного обміну через клітинні стінки водою, речовинами і газами [8].

Мохи поглинають воду всією поверхнею пагонів і через відсутність коренів легко віддають її під час висушування. За високої поглинальної здатності мохи запасають воду в десятки і сотні разів більше їхньої власної ваги [5]. Вони витривалі і не гинуть навіть в умовах водного дефіциту, зберігаючи здатність до регідратації і нормального функціонування після припинення дії стресу [4]. Життєва форма і габітус мохів тісно пов'язані з їхнім водним режимом [6]. Передумовою розвитку мохів є забезпечення водою, оскільки її джерела — опади, туман і роса — нерегулярні, вони вододіють різноманітними механізмами толерантності до висушування.

Матеріал і методи досліджень

Об'єктом дослідження був мох *Bryum argenteum* Hedw., зразки якого збирали на відвалі № 1 Гірничо-хімічного підприємства "Сірка" і в м. Львові. Для оцінки толерантності вегетативних і генеративних клонів моху до водного дефіциту досліджували проростання спор і регенераційну здатність виводкових бруньок *B. argenteum*. Водний дефіцит створювали додаванням в поживне 0, 75 % агаризоване середовище Кнопа 1–4 % поліетиленгліколя (ПЕГ). Стерильні культури вирощували в люмінестаті в контрольованих умовах освітлення (2500–3000 люкс), температури (20–22° С) і вологості (85–90 %). Контролем були рослини *B. argenteum*, які росли на середовищі Кнопа без ПЕГ. На 7-й день аналізували кількість пророслих спор і прорегенерованих виводкових бруньок. Діаметр дернинок аналізували на 15-й день росту, а кількість пагонів на дернинку — на 30-й день росту [1].

Результати досліджень та їх обговорення

Встановлено, що залежно від експозиції і пологення на відвалі навіть на низьких (1 і 2 %) концентраціях ПЕГ дернинки вегетативних клонів