EVALUAREA CAPACITĂŢII DE AUTOPURIFICARE A APELOR LACULUI DĂNCENI ÎN CONDIŢIILE DE CREŞTERE A CONCENTRAŢIEI DE CISTEINĂ

Elena BUNDUCHI, Ruslan BORODAEV
CZU: [543.88 +574.5/.6]:577.112.386 egbunduchi@gmail.com
borisiv@mail.ru

Creşterea concentraţiei de cisteină în apele naturale de suprafaţă, în majoritatea cazurilor, se explică prin intensitatea activităţii biotei şi a metabolismului ei. Aceste modificări, conform unor ipoteze, pot să aducă la aşa-numitele efecte de „redox-toxicitate" în mediul acvatic natural [1, 2].

Pe exemplul cisteinei, derivat al tiolilor, şi a apelor lacului Dănceni au fost realizate cercetări pentru a stabili încărcătura de substanţă care nu va pune în dificultate realizarea proceselor de autopurificare care formează capacitatea de autopurificare a sistemului acvatic.

Cercetările au fost realizate pe sisteme de tip microcosmuri, care reprezintă modele simplificate ale ecosistemelor menţinute în ambianţă de laborator. Concentraţiile cisteinei au fost selectate, în aşa fel ca să modeleze situaţia de poluare în apele naturale şi au fost de ordinul $0{,}8\cdot10^{-4}$M; $1{,}0\cdot10^{-4}$M; $1{,}5\cdot10^{-4}$M; $2{,}0\cdot10^{-4}$M. Volumul fiecărui sistem a fost de 6 L. Procesele de autopurificare au fost supravegheate timp de 7 zile, după parametrii: gradul de saturaţie cu oxigen, rH_2, raportul H_2O_2/Red (Red – substanţe oxidate de către H_2O_2), capacitatea de inhibiţie $\sum k_i\cdot[S_i]$, s^{-1} (constanta efectivă de ordinul pseudo-unu de întrerupere a lanţului proceselor de oxidare prin radicali din apele naturale).

Gradul de saturaţie cu oxigen dizolvat reprezintă unul dintre parametrii esenţiali ai ecosistemelor acvatice. Examinarea rezultatelor privind dinamica conţinutului de oxigen denotă că în primele 24 h s-a produs diminuarea, cu cca 20%, comparativ cu microcosmul de referinţă, a gradului de saturaţie cu oxigen dizolvat doar în sistemele care în debutul experimentului conţineau cele mai înalte concentraţii, $1{,}5\cdot10^{-4}$ M şi $2{,}0\cdot10^{-4}$ M (Fig.1). Micşorarea cantităţii de O_2 sugerează indirect despre consumul acestuia în procesele microbiologice de

transformare a cisteinei. În următoarele zile gradul de saturaţie cu oxigen pentru toate sistemele a crescut şi a fost egal cu cel al referinţei sau chiar şi uşor mai mare. Creşterea concentraţiei de oxigen poate fi explicată prin aceea că în perioada dată în apele naturale se dezvoltă activ algele fotosintetizatoare.

Evoluţia caracterului redox al mediului a fost urmărită după parametrul integrativ rH_2-ul. Până la adăugarea cisteinei în microcosmuri (Fig. 2), valorile iniţiale ale indicelui rH_2 erau egale cu 28,3, ce este aproape cu valoarea neutralităţii (28,0) din punct de vedere redox. După 24 ore de la adăugarea cisteinei, se constată micşorarea valorii parametrului nu doar în sistemele cu conţinut de cisteină (25,0-22,7), dar şi la referinţă (26,6), descreşterea mărindu-se odată cu creşterea concentraţiei cisteinei. În următoarele zile, indicatorul este în creştere, dar nu atinge valoarea de 28,3 nici pentru un sistem. Un alt fapt observat este că pentru sistemele cu concentraţiile mai mici $0{,}8\cdot 10^{-4}$M şi $1{,}0\cdot 10^{-4}$M, valoarea parametrului deşi s-a majorat a fost totuşi mai mic decât al referinţei, pe când pentru concentraţiile mari, $1{,}5\cdot 10^{-4}$M şi $2{,}0\cdot 10^{-4}$M, indicatorul era egal sau uşor mai mare decât al referinţei.

Măsurările preliminare (până la adăugarea cisteinei) efectuate asupra apei naturale, au indicat o capacitate de autopurificare scăzută a apelor lacului Dănceni susţinută de peroxidul de hidrogen şi radicalii OH, în ape lipsea peroxidul de hidrogen (sensibilitatea metodei folosite pentru determinarea peroxidului de hidrogen în apele naturale constitue $3\cdot 10^{-7}$M) şi dominau substanţele oxidate preferabil de către acesta, şi erau prezente, în cantităţi semnificative, substanţele cu proprietăţi de captori de radicali OH (Fig.3 și 4).

Valorile indicatorilor cinetici măsuraţi la 2 ore de la începerea experimentului, adică timpul trecut de la adăugarea în apa naturală a cisteinei, au semnalat despre realizarea unui efect de „redox-toxicitate” mai accentuat în sistemul natural cercetat (Fig.3 și 4). În raport cu referinţa, care prezenta apa naturală fără adaos de cisteină, în sisteme s-a înregistrat o creştere a conţinutului de reducători peroxidazici şi a substanţelor captori de radicali OH.

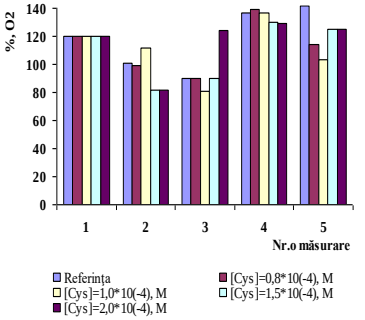


Fig. 1. Dinamica gradului de saturaţie a oxigenului dizolvat

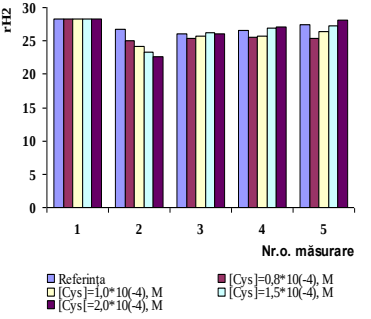


Fig. 2. Dinamica parametrului rH2

Adăugarea cisteinei a condus la creşterea conţinutului reducătorilor susceptibili la oxidarea cu H_2O_2 de aproape 3,0-3,9 ori faţă de referinţă. Dar, dacă comparăm între ele valorile pentru sistemele cu adaus de cisteină, atunci constatăm că majorarea conţinutului de reducători nu s-a produs cu acelaşi pas cu care se deosebeau între ele concentraţiile de cisteină.

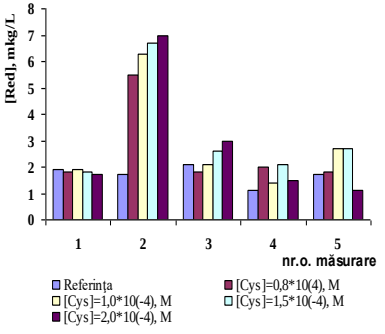


Fig. 3. Dinamica conţinutului de substraturi peroxidazice

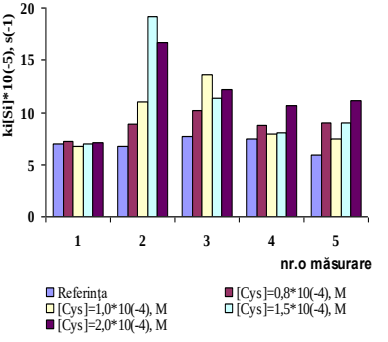


Fig. 4. Dinamica capacităţii de inhibiţie

După 24 h de la începerea experimentului, cantităţile de substanţe peroxidazice au scăzut, valoarea acestora egalându-se practic cu cea a

referinţei. În următoarele zile ale monitorizării, nu au fost semnalate fluctuaţii importante în dinamica conţinutului de reducători nici în raport cu referinţa, nici între sisteme, dar aceştia continuau să domine cantitativ peste peroxidul de hidrogen.

Măsurarea indicatorului cinetic, capacitatea de inhibiţie am relevat că în apele lacului Dănceni, în momentul începerii experimentului, apa era poluată cu substanţe cu propietăţi de captori de radicali OH (Fig. 4).

Măsurările ulterioare au relevat că adaosul de cisteină a influenţat valoarea indicatorului, şi anume, în sensul creşterii. Chiar dacă pe durata experimentului se înregistrează micşorarea capacităţii de inhibiţie în sistemele ce conţin cisteină, totuşi acestea se menţin la valori mai mari faţă de cele înregistrate pentru sistemul de referinţă.

Aşadar, cercetările au demonstrat că cisteina, în concentraţiile de ordinul $(0,8\text{-}2,0)\cdot10^{-4}$M, afectează capacitatea de autopurificare a sistemului acvatic natural, prin micşorarea acesteia, consumând atât oxigenul, cât şi formele active ale acestuia din ape, peroxidul de hidrogen şi radicalii OH. La fel, se poate de constatat că sistemul de autopurificare chimico-biologic al lacului Dănceni neutralizează efectul negativ de „redox-toxicitate”, cauzat de adăugarea cisteinei, în timp de nu mai mult de 48 h.

Referinţe:

1. СКУРЛАТОВ, Ю.И., ВИЧУТИНСКАЯ, Е.В., ЗАЙЦЕВА, Н.И. и др. Формы и пути миграции и трансформации опасных химических веществ в окружающей среде. В: *Химическая физика*, 2017, том 36, №7, сс. 42-53.
2. DUCA, Gh., TRAVIN, S. Reactions Mechanisms and Applications of Hydrogen Peroxide. In: *American Journal of Physical Chemistry*, 2020, no. 9(2), pp. 36-44.

Lucrarea a fost realizată în cadrul Proiectului instituţional ***20.8009.5007.27 „Mecanisme fizico-chimice ale proceselor redox cu transfer de electroni implicate în sisteme vitale, tehnologice şi de mediu”***