

Naturens miniature skraldemænd

Visse svampe og bakterier udskiller superoxid anionen i vækstmediet med store miljømæssige konsekvenser, idet mangan(II) oxideres til reaktivt mangan(III/IV), der indgår i en lang række reaktioner.

Roseobacter på agarplade.
Foto: Quelle DSMZ.

Af Carsten Christophersen, carsten@techmedia.dk

Efter århundreders minedrift frigiver tusindvis af gamle og nye kulminer stærkt metal-forurenet dræningsvand til miljøet. Manganforurening er et alvorligt problem med Mn(II)-koncentrationer så høje som 150 mg/L. I aktive kulminer er den mest anvendte rensning for drænvand at tilsætte baser til en pH værdi over 9 og derved fælde mangan(II) som hydroxid. I nedlagte miner bruges overvejende en metode, hvor en biologisk kultur, der vokser på limsten, udfælder mangan som et oxideret mineral. Den biologiske metode er den aktive metode overlegen, derfor er det en god ide at pøde nye rensningsanlæg med kulturer fra gamle anlæg.

Biologisk rensning

Mange stilksporesvampe (basidiomyceter) og bakterier kan oxidere Mn(II) til Mn(III/IV) vha. et peroxidaseenzym. Men det kræver hydrogenperoxid for at virke. Sæksvampen (ascomyceten) *Stilbella aciculosa* er vidt udbredt. Den skaffer sig af med Mn(II) ved oxidation med superoxid til tungtopløselige oxider. Det sker ved, at den frigør superoxid anion til omgivelserne vha. ikke helt klarlagte enzymatiske reaktioner. Det samme gælder bakterien *Roseobacter* AzwK-3-b, der overraskende nok betjener sig af lignende enzymer. Der er ingen umiddelbar energigevinst ved superoxid-dannelsen for svampene eller bakterierne. Derfor mangler der en god forklaring på, hvorfor de spenderer energi på at sende det ud i omgivelserne.

Den direkte oxidation af Mn(II) til Mn(III,IV) med ilt er ekstremt langsom og forløber i praksis ikke under pH 9.

Hvorfor fjerne Mn(II)?

Mangan(II) er giftigt for mennesker, men ikke overvældende. Det har derimod stærke miljøskadelige virkninger. Mangan bør reduceres mest muligt i drikkevand, hvor det kan føre til nedsat intelligenskvotient og mentale skader. De dannede oxider hører til de mest reaktive mineraler som birnessit, der indgår i utallige processer i miljøet. Giftige grundstoffer som arsen, kviksølv, bly og krom indbygges eller absorberes i de noget rodet

■ Superoxid

Superoxid anionen er et frit radikal og er ekstremt reaktivt og giftigt. Den dannes ved adskillige biokemiske processer i cellerne, og der er udviklet effektive enzymforsvar for at uskadeliggøre den. Et er superoxid-dismutase, der danner hydrogenperoxid, som derefter uskadeliggøres af f.eks. catalaseenzymet. Superoxid er så reaktivt, at påvisningen af det er vanskelig, men efter reduktion til det meget mere stabile hydrogenperoxid kan dette påvises. Det gule kaliumsuperoxid kan fremstilles ved at brænde kalium i ren ilt.

■ Birnessit

Den empiriske formel for det reaktive mineral birnessit er ca. $\text{Na}_{0,3}\text{Ca}_{0,1}\text{K}_{0,1}(\text{Mn}^{4+}\text{Mn}^{3+})_2\text{O}_4 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$. Strukturen er uordnet og frembyder i massevis af ubesatte positioner, hvor der kan indbygges andre metalioner. Det udgør hovedkomponenten i dybhavets massive forekomster af mangannoduler og i "ørkenfarve", der er dannet af bakteriebelægninger på klipper i ørkener og tørre områder.

opbyggede krystaller. Mineralerne transporterer næringsstoffer som fosfat og oxiderer et væld af forbindelser som f.eks. lignin fra træmasse til bionedbrydelige substrater.

Kilder

Mn(II) oxidation by an ascomycete fungus is linked to superoxide production during asexual reproduction. C. M. Hansel, C. A. Zeiner, C. M. Santelli og S. M. Webb. *PNAS* 2012, Bind 109, side 12621-12625.

Defining manganese(II) removal processes in passive coal mine drainage treatment systems through laboratory incubation experiments. F. Luan, C. M. Santelli, C. M. Hansel og W. D. Burgos. *Applied Geochemistry* 2012, Bind 27, side 1567-1578.