

Bakterien, der blæser på stråling

Ekstrem tolerance mod stråling hos verdens mest hårdføre organisme hænger nært sammen med evnen til at ophobe mangan og udelukke jern. Måske kan den bruges ved radioaktive forureninger

Af Carsten Christophersen, carsten@kiku.dk

I 1956 beskrev Dr. Arthur W. Anderson og medarbejdere fra Oregon Agricultural Experiment Station i Corvallis en dåse kødkonserves, der var rådden. Det vakte opstandelse, fordi dåsen var steriliseret med γ -stråler. Et nærmere studium resulterede i isolering af en lille bærformet, lyserød bakterie, som i dag hedder *Deinococcus radiodurans*. Det betyder »det mærkelige bær, der modstår stråling«. Siden da har utallige mulige anvendelser, forklaringer på evnen til at overleve og spekulationer over bakteriens oprindelse set dagens lys. Men nu har nye undersøgelser afklaret enestående forhold i bakteriernes levestrategi. Overraskende nok har de mekanismer, der beskytter, ikke så meget mod DNA-nedbrydning, men mod oxygenfri radikaler. Mangan er ansvarlig for virkningen.

En hård nitte

Bakterien er ikke kun uimodtagelig for stråling, den er også ualmindeligt resistent mod udtørring, mod hydrogenperoxid (H_2O_2) og mod ultraviolet lys. Dens hårdføre natur afspejles i de lokaliteter, hvor den findes f.eks. i jord, animalske ekskrementer, behandlet kød, nedbrudt granit, en tør antarktisk dal, husstøv og strålesteriliserede kirurgiske instrumenter.

Hvad kan den så?

Bakterien gør bedst i Mn(II)-rige substrater, når den bestråles. Uden bestråling gror den lige godt med og uden Mn(II). γ -stråling danner reaktive oxygenfri radikaler (ROR). De uskadeliggøres af Mn(II) ved en endnu ukendt mekanisme. Så mindskes det oxidative stress i cellen, og arveanlægget beskyttes. Andre strålingsresistente bakterier koncentrerer også Mn(II). F.eks. kan blågrønalgen *Deinococcus geothermalis* oplagre 0,78 nanomol Mn/mg protein, og 10% af cellerne overlever 10.000 Gy.

Alt tyder på, at *D. radiodurans* ikke har mere effektive systemer for reparation af nedbrudt DNA end andre bakterier. Den



totale arvemasse er kendt for denne bakterie, men der er ikke fundet synderligt afvigende mængder blåtryk for reparations-enzymmer i den.

Hydrogenperoxid er skurken

Hydroxylradikaler ($HO\cdot$) dannes ved bestråling af vand. De er enormt reaktive og danner superoxidion ($O_2^{\cdot-}$) og H_2O_2 ved reaktion med O_2 . Superoxidionen tages under behandling af det Mn-holdige enzym superoxid dismutase og omdannes til H_2O_2 . Bakterien formår at uskadeliggøre H_2O_2 ved en Mn-afhængig proces og har oven i købet et af de højest kendte indhold af enzymet catalase, der lynhurtigt spalter H_2O_2 til vand og oxygen. Hydrogenperoxid er et biprodukt ved normale biokemiske processer, og evnen til at neutralisere det kan forklare ufølsomheden mod udtørring.



Jern der dræber

Mange bakterier koncentrerer Mn, men overlever alligevel ikke selv moderate doser stråling. Et eksempel er *Enterococcus faecium*, der akkumulerer næsten tre gange så meget Mn som *D. radiodurans*, men hvor 2.000 Gy dræber 90% af cellerne. Det skyldes, at niveauet af jern er fire gange højere end i den resistente bakterie og giver et forhold Mn/Fe på 0,17. I andre arter som *Shewanella oneidensis*, der ligner *Escherichia coli*, tåler kun 10% af cellerne 70 Gy og Mn/Fe måles til 0,0005.

Grunden til denne følsomhed over for Fe er at finde i Fenton-reaktionen og Haber-Weiss-processen, hvor henholdsvis H_2O_2 og $O_2^{\cdot-}$ omdannes til $HO\cdot$, der ødelægger arveanlægget. Det er i øvrigt de samme processer, der spiller en afgørende rolle ved ældningsprocessen.

Kan den bruges?

Modstandskraft mod ioniserende stråling gør den til en ideel kandidat til at rense (bioremediere) affald med organiske giftstoffer og radioaktivitet. Samtidig foretrækker den, heldigt nok, at vokse i medier med overflod af organiske stoffer. Den er nem at gensejle, og det er muligt at sætte information om enzymer, der nedbryder toluen og chlorerede forbindelser, ind i arveanlægget. Det er vigtigt, fordi radioaktivt atomaffald tidligere blev opbevaret sammen med organiske opløsningsmidler i betonbeholdere, der nu er på grænsen til gennemtæring.

Kilde

M. J. Daly og 12 medarbejdere *Science* Bind 306 side 1025-1028, 2004. Accumulation of Mn(II) in *Deinococcus radiodurans* Facilitates Gamma-Radiation Resistance.

g-stråling

Absorberet stråling måles i enheden Gray, der forkortes Gy. Tidligere var enheden rad mest brugt. En Gy betyder, at der absorberes 1 joule pr. kg, og det er 100 rad. For mennesket vil en enkeltdosis på 3 Gy dræbe hver anden person. Gravide kvinder anbefales abort ved enkeltdoser på 0,1 Gy. Hos *D. radiodurans* udholder 10% af bakterierne enkeltdoser på 16.000 Gy.

