

Alger mot strontium och berlinerblått mot cesium.

Seaweed against strontium and preussian blue against cesium.

Michanek, G.

Dept of Marine Botany, University of Göteborg, Sweden.

Abstract: The fact that alginates bind strontium and cyanates bind cesium and are capable of removing these elements from living organisms is scientifically verified. Zeolites offer another possibility for exchange of these ions. Practical research should be initiated to find the right doses and procedure to decrease the body burden of radioactive isotopes in reindeer.

Keywords: Seaweed, alginate, radioisotopes, strontium, cesium, reindeer.

Rangifer Special Issue No. 2: 53—56

Mitt budskap är kort:

Alger binder strontium

Berlinerblått binder cesium

Sätt fart på forskning och försök!

Den bästa förmågan att binda strontium har brunalgerna, alltså «tang og tare». Det verkliga ämnet är alginat, som motsvarar landväxternas stärkelse och cellulosa, men som är så pass olika, att det inte kan brytas ner i tarmen och komma in i blodet som socker kan. Definitionsmässigt är det alltså kostfiber.

Det är inte bara radioaktivt strontium som bindes, utan alla tungmetaller, och vi människor bör äta alger för att befria oss från kadmium, kvicksilver och arsenik i födan, och framför allt bly, som bilarna spyr ut över säd och grönsaker.

Det otroliga är, att alginat befriar oss inte bara från strontium som kommit in i tarmen med födan utan också från sådan som redan sugits upp av blodet och deponerats i skelettet, där det normalt blir kvar och bombarderar kringliggande celler med sin farliga strålning. Detta, trots att alginaten, som sagt, inte kan komma in i kroppen utan stannar i tarmkanalen. Härmed förhåller det sig så, att av det strontium som avsatts i skelettet lämnar varje dag någon procent sin plats, kommer ut i blodet och avsätter sig så

småningom på nytt någonstans i skelettet. Men det finns en sak vi ofta glömmar: blodet lämnar vätska till saliv, magsaft, galla, bukspott och tarmsaft. Inga små mängder. Varje dygn kommer i genomsnitt 8,2 liter ut i tarmen med sina salter och tungmetaller. Av dem sugs 8 liter upp igen med sina salter och tungmetaller — om vi inte ätit alger under tiden, för då rensas tungmetallerna bort.

Jag har talat om strontium, eftersom jag är algolog och speciellt intresserad av algkolloidernas användning. Givetvis är cesium ännu viktigare, eftersom det finns i mycket större mängd i renarnas föda just nu. Men det finns andra som kan cesium och berlinerblått. Inte så många, kanske, men dessbättre några bland renforskarna här. Av de andra vill jag särskilt nämna Madshus och Strömme, därför att de använt sig själva till försöksobjekt. De har själva ätit radioaktivt cesium och sedan ätit berlinerblått för att skynda på utsöndringen. Eftersom de vågade pröva på sig själva och gjorde det med framgång, bör vi nu våga pröva det på renarna. Berlinerblått fungerar som jonbytare och verkar i princip som alginaterna. Det tar i tarmen hand om cesium ur födan och dessutom ur blodplasma, när den nära tre gånger om dygnet är ute i tarmen och fungerar som matsmältningsvätskor.

Det finns en viktig skillnad mellan de båda radioaktiva nedfallsprodukterna. Strontium lagras i skelettet och därmed kan vi inte bli av med det på något annat sätt än genom att fånga in det med alginater när en liten bråkdel av kroppsbördan tillfälligtvis hamnat i blodet och därmed i matsmältningsvätskorna i tarmen. Men cesium har kroppen en viss förmåga att själv utsöndra. Dess biologiska uppehållstid i kroppen är inte så stor. Ett bevis på den saken är ju också det lyckade resultatet av flyttningen av renar från Lapplandsfjällen till Dalarna. Deras stråldos sjönk från 10 000 å 12 000 Bq till 2 000 Bq. Utan något hjälpmedel alls har organismerna själva lyckats utsöndra överdosen, ned till den nya omgivningens nivå.

Det är verkligen strålandets resultat som redovisas. Vad vi här är intresserade av är möjligheten att öka takten på utsöndringen eller, om ni så vill, att minska tiden för kvarhållandet.

I ett ryskt försök (Danetskaia *et al.* 1977) mättes resultatet i antalet elakartade tumörer hos råttor. Tumörerna minskade till hälften och överlevnaden var 120 dagar längre hos behandlade råttor. De absorberade doserna minskade jämfört med kontrollerna till en 17-del för cesium i kroppen och till nära en fjärdedel för strontium i skelettet.

I ett jugoslaviskt försök (Kostial *et al.* 1980), där man gav radioaktivt ^{90}Sr , ^{137}Cs och ^{131}I till råttor, uppnådde man att det stannade 3,6–4,7 gånger mindre Sr i lårbenen på djur som fått alginat i födan. Kvarhållandet av radioaktivt cesium i musklerna var hela 29–51 gånger lägre hos råttor som fått ett tillskott av järn (III) ferrocyanid i kosten. Värdena på radioaktivt jod i sköldkörteln var 100–170 gånger lägre hos djur som fått natriumperklorat än i kontrollerna. Andra forskare har fått ännu bättre värden, men det viktiga är här, att man visat, att medlen kan tas samtidigt utan att hindra varandras verkan.

Ännu viktigare är försöket som Madshus och Strømme (1966) gjorde på sig själva. De tog en millicurie radioaktivt cesium och senare en kur med tre gram berlinerblått per dag och visade, att den biologiska halveringstiden, som normalt är 110–115 dagar, sjönk till 40 dagar.

Försöken att rensa ut radioaktiva isotoper är vanligtvis gjorda på möss och människor. Men renen är en idisslare, och idisslarna har en viss förmåga att åtminstone delvis spjälka alginatmolekylerna ner till sockerhknande byggstenar som tas upp av blodet. När det gäller fåren vet vi

å ena sidan att de kan leva på tång enbart och alltså tillgodogöra sig näring ur alginat, å andra sidan att spjälkningen inte kan vara fullständig eftersom alginatens lungmetallbindande förmåga kvarstår.

Om detta berättas en intressant historia från Island. Under ett torrår fanns det inte ett grönt strå åt fåren. En flock gick dagligen ner i tidvatensbältet och åt knöltång (på norska *grisetang*). Fåren överlevde och såg ut att må bra. Efter ett år ville man undersöka deras hälsa och fam inga fel. Men många tackor fick dödfödda lamm, som obducerades. Man fann då att de dött av kopparbrist. Koppar, ett farligt cellgift, som kroppen behöver otroligt litet av finns i alger också, men de ospjälkade delarna av alginatmolekylerna hade tydligen bundit allt som fanns i mödrarnas blod.

En annan nyligen uppmärksammas möjlighet, när det gäller bindning av strontium och cesium, är zeoliter, ett slags silikater med kristallstrukturer, som innehåller kanaler och hålrum, där olika molekyler kan fångas in. I enklaste fallet är det vatten i hålrummen, vilket har givit mineralet dess namn som betyder kokande sten. I tvättmedel kan de laddas med natrium, som de byter ut mot kalcium så att tvättvattnet blir mjukt. Det är alltså i första hand alkalimetaller som infångas, därmed är också cesium en intressant möjlighet. I kärnkraftverken utnyttjas denna jonbytande förmåga för att avlägsna radioaktivt strontium och cesium från lösningar av radioaktivt avfall.

I Sverige har man också prövat zeoliter på får och getter och människor, eller rättare sagt på en enda: forskaren Zeväld Forberg vid SSI har prövat på sig själv. Metoden är långt ifrån utexperimenterad, men med tanke på att renarna kan ha motvilja mot att ta stora doser berlinerblått kan man ju undersöka om en kombination av bådadera skulle ge bästa acceptabilitet.

Vi behöver nu billiga försök som ger snabba resultat. Utfodringsförsök ger bästa möjligheterna att kontrollera försöksbetingelserna och utvärdera resultaten. En genväg kunde vara att i de av radiaknedfall mest förorenade områdena samla hop en fårhjord, föra den till havet i ett väsentligt mindre förorenat område och stänga in hälften med tillgång till tång och bara begränsade mängder gräs, och hälften på tillräcklig betesmark utan tillträde till strandlinjen. Hur snabbt minskar fåren sin kroppsbördå av strontium och cesium i de båda grupperna? Kan man

göra ett motsvarande försök med renar? De lär ju acceptera alger, men hur mycket?

Problemet med radiaknedfallet i fjällen är inte bara renarnas. Vi får inte glömma människan, eftersom just renägarna är den mest utsatta gruppen i våra länder. Vi som minns hur provsprängningarna av atombomber på Novaja Semlja drabbade samerna med höga strontiumdoser, inser att nu är det bråttom att också få fram en effektiv huskur som hos människor kan få ner hotande kroppsbördor till acceptabla värden.

En målsättning just nu bör vara att snarast gå ut till allmänheten och tala om vad man kan ta och hur mycket man bör ta. Är 5 g algmjöl och 3 g berlinerblått en lämplig dagsdos? Hur länge bör man ta kuren? Hur kan man kontrollera resultatet? Behöver vi avskräcka neurotiska personer i huvudstäderna från att ta hysteriska överdoser? I så fall kan vi ju byta ut det trevliga ordet berlinerblått mot den avskräckande kemiska termen cyanat.

Käppen i hjulet är i Sverige lagstiftningen. Den håller benhårt på att om något kan skydda oss mot en allvarlig sjukdom, så får det inte saluföras fritt. Det är ett läkemedel, måste registreras som sådant och säljas på apotek. De föreskrivna kontrollerna tar tio år och kostar lika många miljoner. Till dess någon med så mycket pengar vill göra den satsningen får allmänheten hoppas att de stråldoser vi fått i oss inte är farliga.

I Norge är den byråkratiske svårigheten kravet på bevisning för att ett hälsomedel är verksamt. Det är ju i princip en riktig tanke, och jag har därför samlat ett antal representativa arbeten i en litteraturlista som omfattar mer än jag hunnit citera, men som jag hoppas skall ha värde både för experiment och för myndighetskontakter.

Det vore frestande att också beröra hur nyttiga algerna är ur andra synpunkter, hur husdjuren växer fortare, blir mer fertila, får vackrare päls eller fjäderdräkt och ger mer mjölk eller ägg. Men av litteraturen på detta område är det bästa gjort i Norge och mycket är redan skrivet på norska.

Litteratur

Algernas förmåga att binda tungmetaller och radioisotoper

- Baslow, M. H.** 1969. Marine Pharmacology, Chapter 7: E Useless Radioisotope Intoxication: pp 75 - 77 with references.
- Carr, T. E. F.** et al. 1968. Reduction in the absorption and retention of dietary strontium in man by alginate. - *Int. J. Radiat. Biol.* 14: 225 - 233.
- Carr, T. E. F., Nolan, J., Durakovic, A.** 1969. Effect of alginate on the absorption and excretion of ²⁰³Pb in rats fed milk and normal diets. - *Nature* 224: 1115.
- Erhardt., J. P.** 1973. Contribution des algues à la médecine et la biologie IIIC. Le rôle des algues dans la radiodecontamination interne: 208 - 9. IV B Le pouvoir radiodecontaminant des algues: 212 - 13 - *Rev. Int. Océanogr. Médicale XXXII*: 191 - 219.
- Harrison, G. E.** et al. 1969. Effect of alginate on the absorption of lead in man. - *Nature* 224: 1115 - 1116.
- Harrison, J. McNeill, K. G., Janiga, A.** 1966. The effect of sodium alginate on the absorption of strontium and calcium in human subjects. - *Canad. Med. Ass. J.* 95: 532 - 534.
- Hesp, R., Ramsbottom, B.** 1965. Effect of sodium alginate in inhibiting uptake of radiostrontium by the human body. - *Nature* 208: 1341 - 1342.
- Hodgkinson, A.** et al. 1967. Radiostrontium absorption in man. Suppression by calcium and by sodium alginate. - *Canad. Med. Ass. J.* 97: 1139 - 1143.
- Kostial, K., Kargačin, B., Šimonović, I.** 1987. Reduced radiostrontium absorption in a human subject treated with composite treatment for mixed fission product contamination. - *Health Physics* 52 (3): 371.
- Kostial, K.** et al. 1980. A method for a simultaneous decrease of strontium, caesium and iodine retention after oral exposure in rats. - *Int. J. Radiat. Biol.* 37 (3): 347 - 350.
- Madshus, K.** et al. 1966. Diminution of radiocaesium body-burden in dogs and human beings by Prussian Blue. - *Int. J. Radiat. Biol.* 10 (5): 519 - 520.
- Skoryna, S. C., Hong, K. C., Tanaka, Y.** 1972. The effect of enzymatic degradation products of alginates on intestinal absorption of radiostrontium. - *Proc. Int. Seaweed Symp.* 7: 605 - 7.
- Skoryna, S. C., Paul, T. M., Waldron-Edward, D.** 1964. Studies on the inhibition of intestinal absorption of radioactive strontium: I. Prevention of absorption from ligated intestinal segments. - *Can. Med. Ass. J.* 91: 283 - 288.

- Skoryna, S. C.** et al. Prevention of gastrointestinal absorption of excessive trace elements intake.
- Stara, J. F., Waldron-Edward, D.** 1967. Repressive action of sodium alginate on absorption of radioactive strontium and calcium in cats. – *Abstr. Symp. Diagnosis and Treatment of Deposited Radionuclides*, Richland, Wash.
- Suda, I., Takahashi, H.** 1986. Enhanced and inhibited biotransformation of methyl mercury in the rat spleen. – *Toxicology and applied pharmacology* 82: 45 - 52.
- Sutton, A.** 1967. Reduction of strontium absorption in man by the addition of alginate to the diet. – *Nature* (London) 216: 1005 - 7.
- Takahashi, Y., Tsuji, K.** 1981. Studies on the binding properties of alginic-acid to heavy metals 1. Metal ratio in alginate formed by precipitation and dialysis method. – *Esei-Kagaku* 27 (1): 30 - 37.
- Tanaka, Y., Waldron-Edward, D. and Skoryna, S. C.** 1968. Studies on inhibition of intestinal absorption of radioactive Strontium: VII Relationship of biological activity to chemical composition of alginate obtained from North American seaweeds. – *Can. Med. Ass. J.* 99.
- Tanaka, Y.** 1970. Application of metal-binding properties of marine algae in medicine. – *Proc. Food-Drugs from the Sea* 1969.: 351 - 7.
- Tanaka, Y.** et al. 1972. Application of algal polysaccharids as in vivo binders of metal pollutant. – *Proc. Int. Seaweed Symp.* 7: 602 - 607.
- Tanaka, Y., Stara, J. F.** 1979. Algal polysaccharids: their potential use to prevent chronic metal poisoning. – In *Marine Algae in Pharmaceutical Science* In: Hoppe, Levring, Tanaka (Eds.): 525 - 543.
- Taub, H. J.** 1972. Kelp can guard against radiation danger. – *Prevention* 24 (8): 31, 34, 36, 39, 40, 42, 44, 46, 48, 49.
- Triffitt, J. T.** 1968. Binding of calcium and strontium by alginates. – *Nature* (London) 217: 457 - 8.
- Van den Borght, O., et al.** 1967. Radiocontamination from milk in piglets (swine): influence of sodium alginate on the 85 Sr/134 Cs-ratio of the body-burden and on the comparative 85 Sr/47 Ca-absorption.
- Van der Borght, O., Van Puymbroeck, S., Babakova, I.** 1978. Effect of combined alginate treatments on the distribution and excretion of an old radiostrontium contamination. – *Health Phys.* 35: 255 - 258.
- Waldron-Edward, D.** 1968. The use of alginate in the prevention and treatment of radio-strontium toxicity. – In: Freudenthal, H. D. (Ed.) *Drugs from the Sea*: 267-275.
- Berlinerblått och bindning av cesium.*
- Danetskaia, E. V.** et al. 1977. Evaluation of the protective effect of Prussian blue, sodium alginate and calcium phosphate according to tumor development after single and chronic exposure to strontium 90 and cesium 137 mixture. – *Vopr. Onkol* 23 (6): 57 - 61 (på ryska).
- Kargačin, B., Kostial, K.** 1985. Reduction of 85Sr, 137Cs, 131I and 141Ce retention in rats by simultaneous oral administration of calcium alginate, ferrihexacyanoferrate (II), KJ and Zn-DTPA. – *Health Physics* 49 (5): 859 - 864.
- Kargačin, B., Rabar, I.** 1982. The effect of chemotherapy for mixed fission products on the toxicokinetics of cadmium and mercury in rats. – *Sci. Total Environ*: 287 - 289.
- Kostial, K.** et al. 1980. A method for simultaneous decrease of strontium, caesium and iodine retention after oral exposure in rats. – *Int. J. Radiat. Biol.* 37: 347 - 350.
- Kostial, K.** et al. 1981. Simultaneous reduction of radioactive strontium, caesium and iodine retention by single treatment in rats. – *Sci. Total Environ.* 22 (1): 1 - 10.
- Kostial, K., Kargačin, B., Šimonović, I.** 1983. Efficiency of a composite treatment for mixed fission products in rats. – *J. Appl. Toxicol.* 3: 291 - 296.
- Madshus, K.** et al. 1966. Diminution of radiocaesium bodyburden in dogs and human beings by Prussian Blue. – *Int. J. Radiat. Biol.* 10: 519 - 520.
- Nigrovic, V.** 1963. Enhancement of the excretion of radiocaesium in rats by ferric cyanoferrate (II). – *Int. J. Radiat. Biol.* 7: 307 - 309.
- Nigrovic, V., Bohne, F., Madshus, K.** 1966. Dekorporation von Radionukleiden (Untersuchungen an Radiocaesium). – *Strahlen-therapie* 130: 413 - 419.