

Användning av bentonit och zeolit som cesiumbindare i foder till ren - erfarenheter från Sverige

The use of bentonite and zeolite as caesium-binders in feed to reindeer - experiences from Sweden.

Birgitta Åhman,

Inst. för Veterinärmedicinsk näringslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, S-750 05 Uppsala.

Abstract: Feeding is used in Sweden to lower radiocaesium levels in reindeer before slaughter. In feeds used for this purpose, bentonite is added as a caesium-binder to prevent absorption of radiocaesium, since the animals usually have some access to contaminated pasture in their corrals. Bentonite is efficient as a caesium-binder but increases water consumption and excretion of urine. Zeolite has been used as a caesium-binder to reindeer in a few experiments. The effect, however, has been inferior to that of bentonite. It seems that zeolite, mixed in feeds, loses some of its effect as the feed is stored. The need of a caesium-binder is demonstrated by results from practical feeding of reindeer where radiocaesium levels have not decreased as expected when feed without bentonite has been used.

Key words: Reindeer, radiocaesium, feeding.

Rangifer, Special Issue No. 4: 41-46

Inledning

En stor del av renskötselområdet i Sverige blev drabbat av nedfall av radioaktivt cesium (^{134}Cs och ^{137}Cs) efter kärnkraftsolyckan i Tjernobyli 1986. Under de senaste två slaktsäsongerna, hösten/vintern 1987/88 och i 1988/89, har ca 25 % av totala antalet slaktade renar haft aktivitetskoncentrationer i köttet över gällande riktvärde 1500 Bq ^{137}Cs /kg.

Utfodring är ett av de sätt som används för att sänka halterna av radiocesium i renar före slakt. Sedan Tjernobyliolyckan har sammanlagt ca 12.000 slakt-renar utfodrats i Sverige i syfte att sänka cesiumhalterna.

I utfodringshagarna finns oftast en viss tillgång på betesväxter, som är mer eller mindre kontaminerade med radiocesium. För att förhindra att radiocesium tas upp i kroppen om renarna betar dessa växter, tillsätts vanligen cesiumbindare i det foder som används. Denna kan också binda cesium som cirkulerar i kroppen och som når mag-tarmkanalen framför allt via

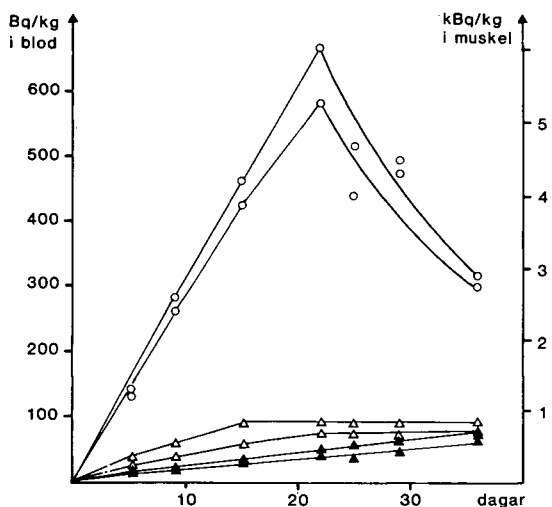
saliv. Bentonit har hittills använts i Sverige som cesiumbindare. I försök har även zeoliter testats. Hexacyanoferrat (Giese-salt), som används i Norge, är inte tillåtet som fodertillsats i Sverige.

I det följande redovisas dels resultat från några försök, där foder med tillsats av bentonit eller zeolit prövats, dels en del erfarenheter från praktisk utfodring.

Resultat och diskussion

Försök med bentonit

De första försöken med cesiumbindare (bentonit) gjordes under vintern och våren 1986/87 (Åhman 1988a). I figur 1 visas resultat från ett försök med 6 renar som fått foder, med eller utan bentonit, samtidigt som de ätit kontaminerad lav. Samtliga renar hade ett intag på 17-20 kBq ^{137}Cs /dag. Två renar, kontroller, utfodras utan cesiumbindare. Två renar fick foder innehållande 3 % bentonit och två renar fick foder



Figur 1. ^{137}Cs i blod från renar utfodrade med lav kontaminerad med radiocesium (17–20 kBq ^{137}Cs /dag) i kombination med foder utan cesiumbindare (\circ), foder med 3 % bentonit (\triangle) eller foder med 6 % bentonit (\blacktriangle). Under de två sista veckorna fick samtliga renar foder med 3 % bentonit.

Figure 1. ^{137}Cs in blood from reindeer fed radiocaesium-contaminated lichens (17–20 kBq ^{137}Cs /day) and feed with no caesium-binder (\circ), with 3 % of bentonite (\triangle) or with 6 % of bentonite (\blacktriangle).

med 6 % bentonit. Blodprover togs regelbundet för att följa ändringen i kroppens cesiumaktivitet. Aktivitetskoncentrationen av ^{137}Cs i kött är ca 9 gånger högre än den i blod (Åhman 1986).

Efter tre veckors utfodring hade aktivitetsskoncentrationerna i blodet hos kontroldjuren nått värden motsvarande 6 kBq/kg i kött. De renar som fått bentonit (3 respektive 6 % i fodret) visade halter i blod motsvarande endast 0,7 respektive 0,4 Bq ^{137}Cs /kg i kött.

Under de därpå följande två veckorna fick samtliga renar foder, innehållande 3 % bentonit, i kombination med samma mängd lav som tidigare. Hos de renar, som tidigare inte fått cesiumbindare, sjönk aktivitetsskoncentrationerna i blodet snabbt (figur 1). De renar som också tidigare fått 3 % bentonit, låg stabilt på samma nivåer i blod som tidigare, medan nivåerna i blod hos de renar som tidigare fått den högre mängden bentonit (6 % i fodret), ökade något.

Parallellt med detta försök helutfodrades renar med initialt hög nivå av radiocesium i kroppen under 1 till 2 månader med pelleterat ren-

foder och hö. Ingen säker skillnad i halveringstid för cesium kunde påvisas mellan renar som inte fick cesiumbindare och dem som fick bentonit. Tillsats av extra kalium (+ 1,4 %) i fodret gav däremot signifikant kortare halveringstid.

Både kalium och bentonittillskott visades öka vattenförbrukningen och urinutsöndringen hos renarna (Åhman 1988b). Detta är en orsak till att man vill minimera användning av kalium och bentonit och försöka finna andra, lämpligare, cesiumbindare.

Försök med zeolit

Under våren 1988 utfördes ett försök där renar utfodrades med foder innehållande zeolit. Renarna gavs samtidigt lav kontaminerad med radioaktivt cesium (8–9 kBq ^{137}Cs /dag). Zeoliten var testad i laborieförsök och fungerade där bättre som cesiumbindare än bentonit (Forberg 1989). När zeoliten gavs till ren (2,5 respektive 5 % zeolit i fodret) reducerades upptaget av ^{137}Cs från mag-tarmkanalen till ungefär hälften jämfört med utfodring utan cesiumbindare. Detta resultat kan jämföras med resultaten i ovan beskrivna försök där absorptionen av cesium hos de renar som fått bentonit var en tiondel till en femtedel av absorptionen hos renar som fått foder utan cesiumbindare.

Under februari – april 1989 gjordes ytterligare två försök, där bentonit och zeolit jämfördes. I första försöket utfodrades renarna med enbart pelleterat foder och hö (inget intag av radioaktivt cesium). Renarna var delade på tre grupper med 8 djur i vardera gruppen. De olika grupperna utfodras i tur och ordning (under tre veckor) med foder utan tillsats av cesiumbindare (kontroll), foder med 2,5 % bentonit och foder med 5 % zeolit.

Cesiumaktiviteterna i renarna följdes genom regelbundna mätningar av extern strålning (Åhman, G. 1988). Vid utfodringens start låg aktivitetsskoncentrationerna i muskel mellan 1 och 5 kBq ^{137}Cs /kg. Den genomsnittliga halveringstiden för ^{137}Cs i de olika grupperna varierade mellan 15 och 22 dygn (tabell 1). Någon signifikant skillnad mellan de olika behandlingarna erhöles inte.

I det andra försöket testades effekten av tillsatt bentonit och zeolit i foder som också innehöll radioaktivt cesium. Under två veckor utfodrades samtliga djur (11 stycken) med foder innehållande 15 % lav (kontaminerad med ra-

Tabell 1. Halveringstid (dagar, medelvärde \pm S.D) för ^{137}Cs i renar utfodrade med foder utan cesiumbindare (kontroll) respektive med bentonit (2,5 %) eller zeolit (5 %) under 3 veckor. Inom parentes anges period (I: 26/2-18/3, II: 18/3-8/4, III: 8-27/4).

Table 1. Half-time (days, mean \pm S.D.) for ^{137}Cs in reindeer fed uncontaminated feed without caesium-binder (controls), with 2.5 % bentonite or with 5 % zeolite during 3-week periods. (Period within parenthesis; I: Feb 26-March 18, II: March 18-April 8, III: April 8-27).

Foder Feed	Grupp 1 Group 1 $t_{1/2}$ (dagar)	Grupp 2 Group 2 $t_{1/2}$ (dagar)	Grupp 3 Group 3 $t_{1/2}$ (dagar)
Kontroll	20,6 \pm 5,5 (I)	22,0 \pm 3,9 (II)	18,1 \pm 4,2 (III)
Bentonit	—*	15,2 \pm 2,5 (I)	21,0 \pm 3,7 (II)
Zeolit	17,3 \pm 3,5 (II)	21,1 \pm 5,5 (III)	17,2 \pm 4,5 (I)

* alltför låga (och osäkra) externstrålningsvärden vid periodens slut.

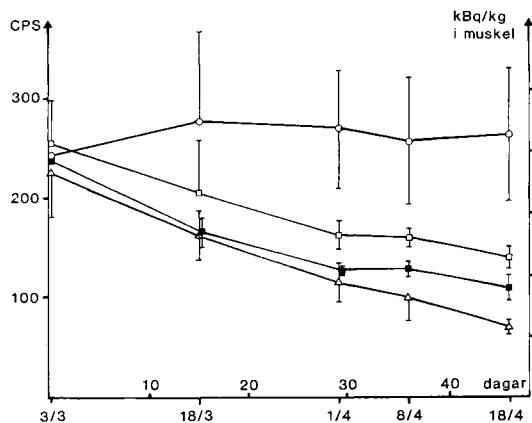
diocesium) och ingen cesiumbindare. Därefter delades renarna i fyra grupper. Två djur, kontroller, gavs samma foder som tidigare, utan cesiumbindare. Tre grupper om vardera tre renar fick foder innehållande respektive 2,5 % bento-

nit, 2,5 % zeolit och 5 % zeolit. Samtliga dessa foder innehöll 15 % kontaminerad lav. Intaget av ^{137}Cs var 6,0 kBq/dag.

Aktivitetskoncentrationerna av ^{137}Cs i renarna följdes genom regelbundna mätningar av extern strålning. I samband med att renarna började utfodras med foder innehållande cesiumbindare samlades träck från två renar ur vardera gruppen för mätning av den dagliga avgången av ^{137}Cs via träck. Ytterligare trücksamling gjordes efter fyra veckors utfodring.

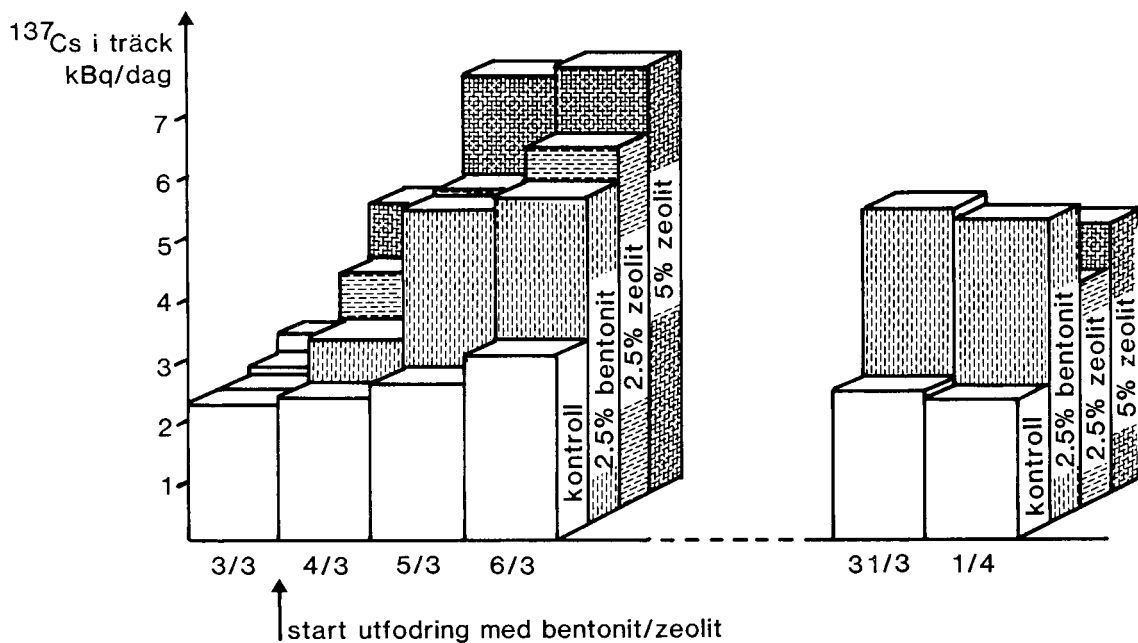
Aktivitetskoncentrationerna av ^{137}Cs kontrolldjuren ändrades obetydligt under försöket (figur 2). I de grupper som fick cesiumbindare sjönk nivåerna av ^{137}Cs med ca 30 % under de första 14 dagarna av försöket. Hos de renar som fick bentonit fortsatte halterna att sjunka i ungefär samma takt under hela försöket. I zeolitgrupperna sjönk halterna långsammare under senare delen av försöket.

Mängden ^{137}Cs som avgick via träck var i genomsnitt 3 kBq/dag, innan utfodringen med cesiumbindare startade (figur 3). När renarna fick bentonit respektive zeolit, ökade snabbt mängden ^{137}Cs i träck. Efter fyra veckor låg den oförändrat högt hos de renar som fick bentonit, medan hos renar som fick zeolit, mängden ^{137}Cs i träck hade minskat avsevärt. En förklaring till den minskade effekten av zeolit med tiden kan vara, att zeoliten, som är inblandad i fodret, genomgår någon kemisk eller fysikalisk förändring när fodret lagras. Detta måste dock närmare undersökas. Man bör också pröva att utfodra med zeolit separat skild från fodret.



Figur 2. Extern strålning (CPS) från renar utfodrade med foder innehållande 15 % lav (kontaminerad med radiocesium, 6 kBq ^{137}Cs /day) och ingen cesiumbindare (\circ), 2,5 % bentonit (\triangle), 2,5 % zeolit (\square) eller 5 % zeolit (\blacksquare), medelvärde \pm S.D.

Figure 2. External radiation (CPS) from reindeer fed pellets containing 15 % lichens (contaminated with radiocaesium, 6 kBq ^{137}Cs /day) and no caesium-binder (2 animals, \circ), 2.5 % bentonite (3 animals, \triangle), 2.5 % zeolite (3 animals, \square), or 5 % zeolite (3 animals, \blacksquare), mean \pm S.D.



Figur 3. Daglig mängd ¹³⁷Cs i träck hos ren utfodrad med foder innehållande 15 % lav kontaminerad med radiocesium (6 kBq ¹³⁷Cs/dag). Dag 0 har samtliga renar fått foder utan cesiumbindare. Kontroller (□) har fått foder utan cesiumbindare under hela försöket. Från dag 1 har övriga renar fått foder med 2,5 % bentonit (▣), 2,5 % zeolit (▤) eller 5 % zeolit (▥). Mean from two reindeer out of each group.

Figure 3. Daily excretion of ¹³⁷Cs with faeces from reindeer fed pellets containing 15 % lichens contaminated with radiocaesium (6 kBq ¹³⁷Cs/day). Day 0 all reindeer were given feed without any caesium-binders. Controls (□) received feed without caesium-binders throughout the experiment. From day 1 the other reindeer were given feed containing 2.5 % bentonite (▣), 2.5 % zeolite (▤) or 5 % (▥). Mean from two reindeer out of each group.

Erfarenheter av praktisk utfodring

Under de senaste två vinternas har ca 5000 renar per år utfodrats i syfte att sänka radiocesiumnivåerna. Normalt har utfodringen pågått under två till två och en halv månad. Pelleterat renfoder med inblandning av 2,5 % bentonit har vanligen använts. Exempel på en foderblandning ges i tabell 2. I vissa fall har foder med inblandning av hömjöl använts, men som regel har hö utfodrats separat. Dödligheten har varit låg. Under vintern 87/88 låg mortaliteten på de flesta utfodringsplatser under 1 %. Vintern 88/89 var den högra i Jämtland (upp till 5 % på några platser). Anledningen tros vara dålig kvalitet på höet på grund av den våta och kalla sommaren. Halveringstiden för ¹³⁷Cs har beräknats antingen med utgångspunkt från genomsnittlig aktivitetskoncentration i köttet hos renar slaktade vid utfodringens start och aktivitetskoncentrationen hos de utfodrade renarna

vid slakt, eller utifrån mätningar av extern strålning hos enskilda djur under utfodringen. (I ett par fall har aktivitetskoncentrationerna av ¹³⁷Cs i blod använts som mått på halten i kött). Halveringstiderna för ¹³⁷Cs har vanligen varierat mellan 15 och 20 dagar. Halveringstiden hos kalvar har i allmänhet varit kortare än hos vuxna djur.

Det har diskuterats, huruvida bentoniten är nödvändig som tillsats i fodret. Emellertid föreligger risk att misslyckas med att sänka cesiumhalterna tillräckligt, om cesiumbindare utesluts. Följande exempel från Hotagens och Grans samebyar visar detta.

I figur 4 visas fördelningen med avseende på ¹³⁷Cs i kött vid slakt av renar utfodrade i Hotagens sameby (Jämtland) i februari – april 1988. Renarna (sammanlagt 109 st) har under första delen av utfodringen fått foder med bentonit. Under de sista två veckorna före slakt använde

Tabell 2. Sammansättning på renfoderblandning från foderfabrikken i Holmsund, Umeå.

Table 2. Composition of pelleted reindeer feed used when feeding reindeer to lower their radiocaesium levels.

Huvudingredienser (Ingredients)	Betfor/Betmelass (<i>Bete pulp/molasses</i>)	19 %
	Spannmål (<i>Grain</i>)	40 %
	Avrens/Havrekli (<i>Screenings/oatbran</i>)	27 %
	Bentonit (<i>Bentonite</i>)	2,5 %
Kemisk sammansättning (Chemical composition)	Råprotein (<i>Crude protein</i>)	9,4 %
	Råfett (<i>Crude fat</i>)	4,0 %
	Växttråd (<i>Crude fibre</i>)	13 %
	Ca	0,6
	P	0,35 %
	K	1,1 %
	T.S. (<i>dry matter</i>)	88 %

man ett foder utan bentonit. Renarna har gått i en stor hage i granskog med hänglav. (Vuxna vajor uppvisade här värden överskridande gällande riktvärde, 1500 Bq/kg kött, medan kalvorna legat under detta värde).

Vid en annan utfodring, i Grans sameby i november 88 – januari 89 användes initialt foder utan cesiumbindare. Renarna gick i en ny hage med god tillgång på naturbete. Vid utfodringens

start mättes extern strålning på 10 renar. Efter 7 veckor gjordes en ny mätning på samma renar. Därvid upptäcktes, att radiocesiumnivåerna inte minskat, som de borde (tabell 3). Efter byte till foder med bentonit (2,5 %), som utfodrades under ytterligare 3 veckor, erhöles normala halveringstider för ^{137}Cs .

Sammanfattningsvis kan sägas att i de fall utfodringshagar är belägna inom områden som är

Tabell 3. Halveringstider för ^{137}Cs vid utfodring i Grans sameby nov 1988 – jan 1989. Ingen cesium-bindare användes i början av utfodringen. Under de tre sista veckorna användes foder med bentonit.

Table 3. Half-times for ^{137}Cs in reindeer from Gran (calves and adults) fed uncontaminated feed during two months, from November 1988 to January 1989. No caesium-binder was used during the first period. During the last three weeks prior to slaughter feed containing 2,5 % of bentonite was used.

	27/11–8/1 (43 dagar) Ingen cesiumbindare <i>No caesium-binder</i> $t_{1/2}$	9/1–30/1 (21 dagar) 2,5 % bentonit <i>2.5 % bentonit</i> $t_{1/2}$
Kalvar (<i>Calves</i>)	38–49 d (n=5)	9–18 d (n=6)
Vuxna renar (<i>Adults</i>)	100–147 d (n=3) hos 2 renar ökade halten ^{137}Cs	14–24 d (n=5) undantag 1 ren: 34 d

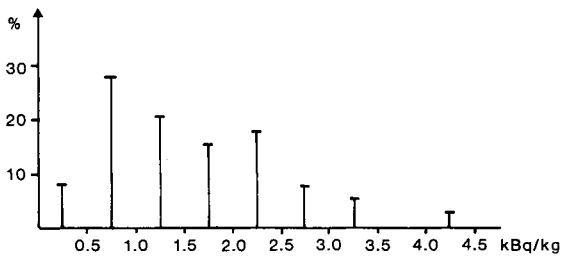


Figure 4. Procentuell fördelning med avseende på ¹³⁷Cs i kött vid slakt, Renar utfodrade i Hotagens sameby februari – april 1988.

Figure 4. Percentage of reindeer with different activity concentrations of ¹³⁷Cs in meat at slaughter. Reindeer from Hotagen, fed during February to April 1988. (The reindeer showed activity concentrations of ¹³⁷Cs around 6 kBq/kg in muscle at the start and were fed uncontaminated feed containing bentonite during six weeks. During two weeks prior to slaughter the reindeer received feed without bentonite).

lindrigt kontaminerade, eller där tillgången på betesväxter i hagen är mycket liten, kan tillsats av cesiumbindare möjligen vara överflödiga. Finns kontaminerad betesvegetation i hagen, bör cesiumbindare alltid tillsättas fodret. Det är dock önskvärdt att finna en annan cesiumbindare än bentonit, som binder cesium lika bra men som inte påverkar renens vätskebehov och urinutsöndring.

Referenser

- Forberg, S. 1989. Reduktion av renars cesiumhalt med zeoliter. Rapport till Statens Strålskyddsinstitut samt till Lantbruksstyrelsen. Juni 1989.
- Åhman, B. 1988a. Utsöndringen av Cs-137 hos renar vid ufodring med foder innehållande varierande mängd bentonit respektive kalium. – *Rangifer Special Issue* No. 2: 44–52.
- Åhman, B. 1988b. Intag och utsöndring av vatten hos renar vid utfodring med foder innehållande tillsatser av kalium eller bentonit. – *Rangifer Special Issue* No. 2: 38–43.
- Åhman, B., Forberg, S., Åhman, G. 1990. Zeolite and bentonite as caesium binders in reindeer feed. – *Rangifer Special Issue* No. 3 (in press).
- Åhman, G. 1986. Studier av radioaktivt cesium i svenska renar. Översikt över pågående undersökningar 1986. *Rangifer*, 1986, No. 1. Appendix: 53–64.
- Åhman, G. 1989. *Undersökning av sambandet mellan extern strålning från levande renar och halten Cs-137 i renkött februari – april 1988.* – Rapport från Renförsöksavdelningen, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.