

Norsk Veterinærtidsskrift 2001, 113, 12: 771-774.

Koppermangel hos oppdrettshjort

**Olav Rosef, Norvald Fimreite og Bjørn Egeland
Institutt for natur-, helse- og miljøvern
Høgskolen i Telemark, 3800 Bø**

Key words: Red deer, copper deficiency, minerals, enzootic ataxia

Sammendrag

Oppdrett av hjort er en relativt ny næring i Norge og foreløpig av beskjeden omfang med 400 - 500 hinner fordelt på ca. 25 oppdrett. Interessen er imidlertid voksende, og det er bare tilgangen på livdyr som begrenser utviklingen. Kliniske symptomer som kunne føres tilbake til koppermangel eller ubalanse i mineralsammensetningen ble først beskrevet fra besetninger i New Zealand på 70-tallet, seinere i flere andre land, deriblant også Norge. Siden koppermangel best lar seg diagnostisere ved analyse av leverprøver ble det samlet inn slike prøver (n=60) fra 10 besetninger fra hele landet. Til sammenlikning ble det også samlet inn leverprøver fra villhjort (n=43) høsten 2000. Ved siden av kopper ble det analysert for metaller som vi vet kan forstyrre opptaket eller den biologiske tilgjengeligheten av kopper, nemlig molybden, svovel, sink og kadmium.

Kopperkonsentrasjonene var usedvanlig lave i oppdrettshjort og gjennomsnittlig under det nivå, 5 ppm våtvekt, som ofte framkaller koppermangelrelaterte sykdommer. I villhjort var de betydelig høyere, gjennomsnittlig 44,2 ppm. Vi analyserte også for kopper i serum fra to besetninger av oppdrettshjort (n= 23) og en gruppe villhjort (n=20). Middelerverdiene fra disse var henholdsvis 13,6 µmol/L og 21,1 µmol/L men med stor variasjon og der noen av verdiene fra oppdrettshjort lå under 8 µmol/L som er regnet for å være kritisk grenseverdi. Det var ingen signifikante forskjeller i molybdeninnholdet i leveren mellom oppdrettshjort og villhjort. I villhjort var forholdet for gjennomsnittsverdiene Cu/Mo = 65 mot tilsvarende 5,8 i oppdrettshjort. Sinkkonsentrasjonene var høyest hos villhjorten, men var innenfor det normale for begge gruppene. Det samme var tilfellet for svovelinnholdet. Kadmiumnivåene var lave og sannsynligvis uten noen signifikant biologisk virkning. Forskjellige tiltak som medikamentell behandling, fôrtilskudd og gjødsling med koppertilskudd er diskutert.

Summary

Copper deficiency in Norwegian farmed red deer

Raising red deer in enclosures for meat production is a relatively new practice in Norway and is based on national stocks (*Cervus elaphus atlanticus*). Presently only 400 - 500 hinds are reared in enclosures by 25 enterprises. Interest, however, is increasing with expansion limited only by the supply of breeding animals. Recently some deer in enclosures have shown disease symptoms typical for enzootic ataxia, and some have died. Since the disease is believed to be caused by copper deficiency we analyzed for this element and elements known to interact with copper and indirectly may cause copper deficiency including molybdenum, zinc, sulphur and cadmium. Liver

samples were collected from 60 enclosed deer representing 10 enterprises and compared with samples from 43 free-living animals. All liver samples were collected during the fall. Concentrations of copper in farmed deer (n=52) averaged only 4.0 ppm (wet weight). In a group (n=8) given feed added copper sulphate the average was 21.3 ppm. In free-living animals (n=43) copper levels averaged 44.2 ppm. We also analyzed for copper in serum samples from a selection of farmed deer (n= 23) and wild deer (n=20). The concentrations were 13.6 $\mu\text{mol/L}$ and 21.1 $\mu\text{mol/L}$ respectively. Molybdenum concentrations in liver averaged about 0.8 ppm in both farmed and free-living deer. Zinc levels were higher in wild animals (46.1 ppm) than those from enclosures (26.2 ppm). Cadmium concentrations were low in both groups while the sulphur concentrations exceeded 2000 ppm both in farmed and wild red deer. The biological significance of these findings and possible remedies are discussed.

Innledning

Intensivt hjorteoppdrett er en relativt ny næring, utviklet på New- Zealand for 20 – 25 år siden. På verdensbasis er oppdrett av hjort alt en velutviklet næring. Mer enn 4 millioner hjort er i hegn i mer enn 30 land. Likevel er antall hegnede hjort stigende, og en regner med at mer enn 5000 nye hjortefarmer med til sammen 2-300.000 dyr blir etablert årlig.

I Norge er imidlertid oppdrett av hjort en gryende næring med bare ca 25 oppdrett med til sammen 400 - 500 hender i hegn. Men interessen for oppdrett i Norge er sterkt voksende; det er tilgangen på livdyr som til nå har begrenset utviklingen. Det er to hjortearter som er i hegn Norge, det er dåhjort (*Dama dama*) i noen hegn på Østlandet (og ett på vestlandet) mens kronhjørtheegnene (*Cervus elaphus atlanticus*), som er de dominerende, er spredt rundt i landet. Tillatelse til etablering av hjorteoppdrett (unntatt for dåhjort) er flyttet fra Direktoratet for naturforvaltning til kommunene og blir vurdert i sammenheng med annen næringsutvikling og husdyrbruk. Kronhjorten i hegnene stammer fra innfanga dyr fra områder med tette bestander og er utelukkende basert på vår nasjonale hjortestamme.

Sjukdommen enzootisk ataxi ble oppdaget tidlig i de nyetablerte farmene på New Zealand. De mente tilstanden skyldtes koppermangel (1,2). Seinere er slike tilstander rapportert fra mange land (3,4,5), og nå er også klinisk koppermangel beskrevet fra flere besetninger i Norge med klare symptomer på enzootisk ataksi (6, O. Rosef, upublisert materiale). Andre tilstander som settes i sammenheng med koppermangel er leddbetennelse, dårlig tilvekst, avmagring og bustet hårlag. Individuer av kronhjort og dåhjort med enzootisk spinal ataxi er undersøkt fra Sør- Bayersen av

Geisel et al.(3) som konstaterte at sjukdommen der er sekundær koppermangel forårsaket av et høyt innhold av molybden og et lavt innhold av kopper i føden. Det blir også hevdet at årsaken til tilstanden skyldes et kompleks av antagonistiske og synergistiske effekter av metaller der foruten kopper og molybden, svovel, sink og kadmium medvirker (7).

Da en ser for seg en sterk utvikling av hjorteoppdrett i Norge, regner vi med at mange veterinærer vil stifte bekjentskap med næringen. For disse er det nødvendig å skaffe seg kunnskaper om ernæringsrelaterte sjukdommer hos oppdrettshjort. Formålet med denne undersøkelsen er å bidra med slik kunnskap slik at mulige forebyggende tiltak kan settes inn. Vi har derfor samlet inn materiale fra oppdrettshjort i en toårsperiode og analysert for relevante metaller. Hensikten har videre vært å sammenlikne data fra oppdrettshjort med villhjort for å få referanseverdier.

Material og metoder

Siden koppermangel best lar seg diagnostisere ved analyse av lever, ble det samlet inn leverprøver fra hjorteslakt og felte dyr høsten 2000. Prøvene fra oppdrettshjort er tatt fra 10 besetninger av til sammen 60 individer og representerer et utsnitt av landets hjortebesetninger. Fra villhjort ble det samlet inn prøver fra 43 dyr, fra henholdsvis Telemark (n=20) og fra Namsostraktene (n= 23). Etter slaktning ble leverprøver tatt ut og frosset ned. Mellom 1,0 og 2,0 g lever (våtvekt) ble innveid og tilsatt 5 mL konsentrert salpetersyre og oppsluttet i mikrobølgeovn. Etter oppslutningen ble prøvene fortynnet med destillert vann til ønsket volum. Prøvene ble for de enkelte elementene analysert ved de aktuelle bølgelengder med ICP. Det ble utført analyser på følgende elementer: Cd, Cu, Mo, S og Zn. I tillegg til leverprøver ble det tatt ut 23 serumprøver fordelt på to besetninger og 20 prøver fra villhjort. Disse ble analysert bare for kopper. Serum ble fortynnet 5 ganger og analysert ved atomabsorpsjonsspektrofotometri.

Fordi resultatene ikke følger normalfordeling, ble de ikke-parametriske testene Mann - Whitney U-test (M-W U) og Kruskal - Wallis test (K-W) valgt for testing av hhv. to- utvalg og flere utvalg.

Resultater

Hovedresultatene er gjengitt i Tabell 1. Mest oppsiktsvekkende er de lave kopperverdiene for oppdrettshjort, som basert på gjennomsnittverdiene i lever utgjorde bare 9 % av dem som ble funnet i villhjort, 4,0 ppm versus 44,2 ppm. Hos oppdrettshjort varierte kopperkonsentrasjonene i lever fra 1,0 til 21,8 ppm og hos villhjort fra 0,8 til 111 ppm. I en besetning hvor koppersulfat ble

tilsatt fôret var kopperkonsentrasjonen for 8 individer i gjennomsnitt 21,3 ppm, men også her med betydelig individuell variasjon, fra 4,7 til 66 ppm (Tabell 2).

Tabell 1 viser at molybdenverdiene er gjennomsnittlig 0,779 ppm for oppdrettshjort og 0,823 ppm for villhjort og er ikke signifikant forskjellige ($p = 0,4637$). Svovelinnholdet er signifikant høyere i villhjort enn i farmhjort, med gjennomsnittsverdier henholdsvis 2358 og 2058 ppm. Sinknivåene er innenfor den normale variasjonsbredde både for oppdretts- og villhjort, men likevel signifikant høyere i villhjort. Også kadmiumkonsentrasjonene er signifikant høyere i villhjort enn i oppdrettshjort, men likevel lave i begge tilfeller.

Tabell 3 viser relasjoner mellom kopper og kopperpåvirkende elementer. Analysene av kopper relatert til de øvrige 4 analyserte komponentene viser alle klare statistisk signifikante forskjeller mellom villhjort og oppdrettshjort på medianverdiene. Spesielt er forholdet uttalt mellom kopper og molybden, som er 5,8 for oppdrettshjort og 65 for villhjort. Om kopperverdiene er lave, ligger de likevel for oppdrettshjortens vedkommende gjennomsnittlig ca. 8 ganger over molybdenverdiene.

Effektene av alder på elementforholdene i lever ble analysert for 5 aldersgrupper (0,5, 1,5, 2,5, 3,5 og 4,5 år eller eldre) Kruskal-Wallis tester viste forskjeller for kopper, men ikke for de andre elementene. Testene viste at medianverdiene av kopperkonsentrasjonene hos 0,5 år aldersgruppe (laveste ranksummen) og hos 1,5 år aldersgruppe (høyeste ranksummen) var forskjellige. Hele materialet fra oppdrettshjort og villhjort inngikk i testingene. Testing av alderseffekter på innholdet av de 5 elementene innen hver av gruppene oppdrettshjort og villhjort ga ingen signifikante forskjeller. Det var heller ingen signifikante kjønnsforskjeller når det gjelder konsentrasjonene med unntak for molybden i villhjort der hundyra hadde høyere verdier enn handyra ($p=0,005$).

Resultatene av serumprøvene er vist i Tabell 4. Kopperkonsentrasjonene er også her høyere i villhjort enn i oppdrettshjort med gjennomsnittsverdier på henholdsvis 21,1 og 13,6 $\mu\text{mol/L}$, men det var nokså store variasjoner, spesielt for villhjortens vedkommende. Flere av oppdrettshjortene hadde verdier mindre enn 8 $\mu\text{mol /L}$, men ingen av villhjortene.

Diskusjon

Foreliggende studie er den første omfattende undersøkelse av elementer i lever hos oppdrettshjort i Norge og avdekker at alle 10 hjortebeasetninger som er undersøkt har lavere kopperinnhold enn de undersøkte villhjortene. Kopperverdiene vi fant i villhjort er imidlertid ikke forskjellige fra dem som er funnet i villhjort fra tidligere studier (8). Det er derfor nærliggende å se disse verdiene i sammenheng med utvikling av symptomer på koppermangel som er observert i hegnhjort her i landet, endatil med dødelig utfall (6, O.Rosef upublisert). Klassisk koppermangel uttrykt ved enzootisk ataksi er registrert her i landet. I tillegg er det sett avmagring og diare med dødelig utfall hvor koppermangel trolig er årsaken. Andre sjukdomstilstander som kan opptre er hovne og ømme ledd (3,5). Frank et al. (7) holder fram at adekvat koppernivå i lever hos elg er mer enn 20 ppm våt vekt og at konsentrasjoner under 5 ppm indikerer alvorlig koppermangel. Vi vil anta at kopperbehovet hos hjort og elg ikke er vesentlig forskjellig. Når det likevel er funnet slike lave verdier i oppdrettshjort der symptomer på koppermangel ikke er observert, kan dette skyldes at disse symptomene først og fremst opptre der molybdeninnholdet er høyt.

Hos drøvtyggere er utnyttelsen og tilgjengeligheten av kopper sterkt influert av samspillet mellom Cu, Mo og S (9). Dette 3-veissamspillet er innfløkt og er ikke helt klarlagt, men det er godt dokumentert at Mo er en utpreget antagonist til Cu, og at den metabolske effekten av molybden kan forsterkes i nærvær av S, et forhold som trolig skyldes dannelsen av Cu-thiomolybdat som reduserer den biologiske tilgjengeligheten av kopper. Når Cu/Mo- forholdet i fôret ligger under 2-3, er faren for indusert koppermangel stor (9). Når noen dyr reagerer på lave kopperverdier og andre ikke under ellers like forhold, kan dette forklares ut fra det som er funnet for andre dyrearter at det er markerte genetisk baserte individuelle forskjeller i evnen til å utnytte kopper (10).

Svovelinholdet kan synes høyt, men det er vanskelig å finne sammenliknende data. Det er dokumentert at økende svovelnivåer reduserer avsetningen av molybden i kroppsvev. I et forsøk med sauer fant en at en økning i fôrets svovelinhold fra 0,1 til 0,3 % senket vevsavsetningen av molybden fra 37 til 4 % (10). Det er også dokumentert at svovel kan føre til danning av utilgjengelig koppersulfid (10, 11). Imidlertid er det uklart om nivået i lever reflekterer det en finner i fôret. Forholdet Cu/Mo i lever av villhjort er i våre undersøkelser 65 mot bare 5,8 i oppdrettshjort, men vi har ingen holdepunkter for å si om disse store forskjeller innebærer noen biologisk betydning.

Kopperinnholdet i serum viser mindre forskjeller mellom gruppene enn dem i lever selv om også disse er høyest i villhjort. For begge grupper ligger gjennomsnittet høyere enn den grense, 8 μmol per L, som i følge Mackintosh et al. (12) indikerer kopperbrist. Imidlertid er flere leververdier hos oppdrettshjort under denne grensen. Kadmium er også antagonist til kopper, men konsentrasjonene er så lave at de neppe kan ha hatt noen signifikant betydning for opptak og metabolisme av kopper.

Denne undersøkelsen har avdekket til dels svært lave kopperkonsentrasjoner hos oppdrettshjort, og siden det er observert kliniske tilstander som kan relateres til koppermangel, er det naturlig å drøfte tiltak. Medikamentell behandling er mest nærliggende. Forebyggende behandling med kopperoksidtabletter har gitt tilfredsstillende kopperstatus og kan være å anbefale til rutinemessig behandling. Felleskjøpet fører nå et granulert kopperholdig fôr som nå utprøves til hjort. Det inneholder 30 mg kopperoksid/kg og gis som tilskudd. Siden det ikke er praktisk mulig å fôre hjortene individuelt, kan dette by på vansker når det gjelder å oppnå de riktige nivåene. Koppersalt tilsatt drikkevannet i konsentrasjoner på 2-3 mg per L har også vist seg å hindre koppermangel (13). På sikt kan tilførsel av kopperholdig gjødsel være en løsning. Fra Australia har en erfaring for at 0,5 – 0,7 kg koppersulfat per dekar har gitt tilfredsstillende nivåer i fôret i flere år (14). Tilleggsfôr basert på mineralholdige vekster, og som normalt utgjør en viktig del av villhjortens fôrgrunnlag, slik som selje og vier (*Salix spp.*) og osp (*Populus tremula*) bør utprøves. Positiv effekt av koppertilførsel på tilveksten av hjortedyr er ikke nytt. Beskrivelser av dødsfall og svekkelse av vilt med tentativ lungeormdiagnose ga ”oppsiktsvekkende” resultater ved at sjukdommen forsvant ved tilførsel av et koppersalt. Kopperbiklorat synes å ha en ganske særegen virkning (15). Men når det er utviklet ikke reversibel enzootisk ataxi, kan en ingenting gjøre. Det er bare forebyggende tiltak som hjelper.

Etterord

Vi takker Anders Andersen, Miljølaboratoriet i Telemark og Bjørn Steen, Høgskolen i Telemark for utførelse av de kjemiske analysene.

Referanser

1. Both DH, Wilson PR, Alexander AM. The effect of oral oxidised copper wire on copper in farmed red deer. N Z Vet J 1989; 37: 98-101
2. Wilson PR. Bodyweight and serum copper concentrations of farmed red deer stags following oral copper oxide wire administration. N Z Vet J 1989; 37: 94-97.
3. Geisel O, Betzl E, Dahme E, Schmahl W, Hermanns W. Enzootische spinale Ataxie bei

- Dam- und Rotwildt in Gehenen in Oberbayern. Tierärztl Prax 1997; 25: 598-604.
4. Suttle NF. Copper deficiency in ruminants; recent developments. Vet Rec 1986; 119: 519-522.
 5. Wilson MP, Orr MB, Key EL. Enzootic ataxia in red deer. N Z Vet J 1979; 27:252-254.
 6. Handeland K, Bernhoft A, Aartun MS, Hansen-Møllerud N. Kobbermangel hos hjort i oppdrett. Nor Vet Tidsskr 2000; 112: 463-464.
 7. Frank A, Galgan V and Petersson LR. Secondary copper deficiency, chromium deficiency and trace element imbalance in the moose (*Alces alces* L.): effect of anthropogenic activity. Ambio 1994; 23: 315-317.
 8. Kålås JA, Øyan H.S. Metaller, selen, kalsium og fosfor i elg, hjort og rådyr, 1995-96 Program for terrestrisk naturovervåkning, NINA. Rapport nr. 77. 1997.
 9. Lee Russel McDowell. Minerals in animal and human nutrition. Academic Press.1992.
 10. Dick AT. Molybdenum in animal nutrition. Soil Science 1956; 81: 229 – 236.
 11. TL Alexander and D Buxon. Management and Diseases of Deer. Veterinary Deer Society Publication 1994.
 12. Mackintosh CG, Wilson PR, Bateson NS, Turner K, Johnstone P. Preliminary report of the liver:serum copper relationship in red deer. In Proceedings of a deer course for veterinarians, Rotorua, 1990
 13. Farmer PE, Adams TE, Humphries WR. Copper supplementation of drinking water for cattle grazing molybdenum-rich pastures. Vet Rec 1982;111:193-195.
 14. Davis GK, Mertz W. Copper in animal tissues and fluids. In: Mertz W. Trace elements in human and animal nutrition. Academic Press 1987.
 15. Odhner T. Nye undersøkelser av lungeorm hos husdyr og vildt. Norsk Jæger og fiskerforenings tidsskrift 1917; 46 (4), 13-15.

TABELL 1

Konsentrasjonen av Cu, Cd, Mo, S og Zn i lever (mg/kg) hos oppdrettshjort og villhjort.
Concentrations of Cu, Cd, Mo, S and Zn in livers (mg/kg) of farmed and wild red deer.

	Oppdrettshjort (Farmed red deer)						Villhjort (Wild red deer)						M-WU*p=
	No	Gj.snitt (Mean)	Median	SD	Max	Min	No	Gj.snitt (Mean)	Median	SD	Max	Min	
Cu	52	4,0	3,0	3,6	21,8	1,0	43	44,2	39,2	28,7	111,6	0,8	<0,0001
Cd	52	0,035	0,027	0,028	0,137	0,003	43	0,123	0,087	0,104	0,476	0,010	<0,0001
Mo	52	0,779	0,843	0,376	1,500	0,102	43	0,823	0,902	0,382	1,439	0,046	0,4637
S	52	2058	1973	359	3037	1379	43	2358	2375	405	3592	1067	<0,0001
Zn	51	26,2	25,0	16,4	88,1	6,3	43	46,1	47,7	27,9	112,8	3,7	0,0027

* Mann-Whitney U-test

TABELL 2

Konsentrasjonen av Cu, Cd, Mo, S og Zn i lever (mg/kg) i et oppdrett hvor det er gitt kopperoksid i fôret.
Concentration of Cu, Cd, Mo, S and Zn in livers (mg/kg) of farmed red deer given copper oxide as a dietary supplement.

	No	Gj.snitt (Mean)	Median	SD	Max	Min
Cu	8	21,3	13,4	20,9	66	4,7
Cd	8	0,046	0,046	0,005	0,052	0,039
Mo	8	1,0557	1,0161	0,1317	1,3393	0,9374
S	8	2424	2377	151	2703	2298
Zn	8	66,7	66,3	3,7	70,7	60,2

TABELL 3

Forholdet mellom kopper og utvalgte elementer i lever hos oppdrettshjort og villhjort.
Relationship between copper and selected elements in livers of farmed and wild red deer.

	Oppdrettshjort (<i>Farmed red deer</i>)						Villhjort (<i>wild red deer</i>)						
	No	Gj.snitt (Mean)	Median	SD	Max	Min	No	Gj.snitt (Mean)	Median	SD	Max	Min	*M-WU p=
Cu/Zn	51	0,167	0,127	0,150	0,998	0,046	43	1,390	1,036	1,141	4,865	0,012	<0,0001
Cu/Cd	52	164,5	127,9	122,3	509,8	27,1	43	476,5	369,5	366,1	1764,7	21,7	<0,0001
Cu/Mo	52	5,8	4,4	5,4	32,8	2,2	43	65	36,9	53,9	235,6	3,5	<0,0001
Cu/S	52	0,002	0,002	0,002	0,011	0,001	43	0,019	0,016	0,012	0,045	0,000	<0,0001
Cu/ (MoxS)	52	0,003	0,002	0,002	0,13	0,001	43	0,029	0,015	0,026	0,104	0,002	<0,0001

* Mann-Whitney U-test

TABELL 4

Cu i serum fra oppdrettshjort og villhjort i $\mu\text{mol/L}$.
Cu in serum of farmed and wild red deer in $\mu\text{mol/L}$.

	Oppdrettshjort (<i>Farmed red deer</i>)	Villhjort (<i>Wild red deer</i>)
No	23	20
Gj.snitt. (Mean)	13,6	21,1
SD	6,0	9,9
Median	16,0	17,5
Max	27,0	42,0
Min	3,1	9,4