

Seleenin ja E-vitamiinin saanti suomalaisissa emolehmäkarjoissa

Selenium and vitamin E sufficiency in Finnish suckler herds

JOHANNA RATIA



YHTEENVETO

Seleenin puute aiheuttaa kasvuikäisissä nadoissa lihasrappeumaa. Lievä puutos voi ilmetä seleenihoidon vastaavien sairauksien lisääntymisenä, kuten immunitetin ja terveyden heikkenemisenä sekä hedelmällisyyden laskuna. Naudan riittävää seleenin saantia voidaan arvioida määrittämällä veren, plasman, seerumin tai maidon seleenipitoisuus tai seleeniä sisältävän glutationiperoksidaasientsyymin (GSH-Px) aktiivisuus. Kartoitimme lopputiineiden emolehmien ja niiden vasikoiden kokoveren GSH-Px-aktiivisuutta sekä plasman seleeni- ja E-vitamiinipitoisuutta. Luomutiloilla ja seleenitömiä lannoitteita käyttävillä tiloilla eläimillä oli pienemmät veren GSH-Px-aktiivisuudet ja plasman seleenipitoisuudet kuin tavanomaisessa tuotannossa olevilla tiloilla. Pienemmät arvot olivat seleenilisää käyttämättömien luomutilojen eläimillä. Lopputiineydessä annettu seleenilisä paransi emojen ja vasikoiden GSH-Px- ja seleenitasetta. Määritimme tuloksista veren GSH-Px-aktiivisuuden viitearvot emolehmille ja niiden vasikoille. Vasikoiden ja emojen plasman E-vitamiinipitoisuudet olivat pienempiä kuin laboratorion viitearvot.

SUMMARY

Selenium deficiency can cause muscular dystrophy in young cattle and increase the prevalence of selenium-responsive diseases in the herds. With cattle, adequate selenium intake can be estimated by measuring either selenium concentration or selenium-containing glutathione peroxidase enzyme (GSH-Px) activity in blood. We investigated in this survey, GSH-Px activities in blood and plasma selenium and vitamin E concentrations of suckler cows and their calves. Organic farms and farms that use fertilizers without selenium had smaller selenium concentrations than conventional farms. The vitamin E concentrations of the suckler cows and calves plasma were small. Selenium supplementation to cows in late pregnancy improved both the GSH-Px activity and selenium status of cows and calves.

KIRJALLISUUSKATSAUS

Suomen maaperän geokemiallisten ja ilmastollisten tekijöiden seurauksena seleeni on huonosti kasvien käytettävissä.¹ Maaperä on seleeniköyhää, kun vesiliukoisen seleenin pitoisuus on alle 0,5 mg/kg.² Natriumselenaatin lisäys lannoitteisiin on nostanut suomalaisten rehujen ja elintarvikkeiden seleenipitoisuuden tasolle, joka turvaa kotieläinten ja väestön riittävän seleenin saannin.¹

Naudan seleenin tarve

Seleenin tarve lasketaan kuiva-aineen syöntimäärän mukaan. Suomen suositus nautojen rehun seleenipitoisuudelle on 0,1 mg kilossa kuiva-ainetta (kg ka) rehuna. Seleenin lisäys lannoitteisiin nostaa rehun seleenipitoisuuden kymmenkertaiseksi, keskimäärin 0,02 mg:sta 0,2 mg:aan kilossa rehun ka:a.¹ Lopputiineen naudan rehun ka:n seleenipitoisuus tulisi olla vähintään 0,3 mg/kg, jotta voidaan turvata syntyvän vasikan riittävä seleenin saanti.³ Viimeisen tiineyskolmanneksen aikana

seleeni läpäisee istukan konsentroituen vasikkaan, joten suoraan veriteitse siirtynyt seleeni turvaa vastasyntyneen vasikan seleenitarpeen tehokkaammin kuin maidosta saatava seleeni.⁴

Seleenin puutos ja seleenihoidon vastaavat sairaudet

Seleeni on glutationiperoksidaasientsyymin (GSH-Px) rakenteellinen osa. GSH-Px suojaaa soluja peroksidien aiheuttamilta vaurioilta. Rasvaliukoinen E-vitamiini toimii solukalvoilla yhdessä GSH-Px:n kanssa elimistön antioksidanttina.⁵ Seleeni ja E-vitamiini korvaavat toisiaan jossain määrin. Seleeniä tarvitaan lisäksi lukuisissa eri selenoproteiineissa, muun muassa immuunipuolustuksessa.² Nutritionaalinen lihasrappeuma eli white muscular disease (WMD) ilmenee nopeasti kasvavilla nuorilla eläimillä. Seleenin puutos ja sitä kautta GSH-Px:n aktiivisuuden väheneminen yhdessä E-vitamiinin puutoksen kanssa saavat aikaan lihaksissa oksidatiivisia vaurioita, joita rasitus lisää, aiheuttaen kliinisten oireiden puhkeamisen. Akuutti

muoto ilmenee pikkuvaskoilla sydämen tai pallean rappeumana, mikä johtaa äkkikuolemaan. Subkliininen lihasrappeuma eli luurankolihasrappeuma ilmenee yleisimmin noin 2–4 kuukauden ikäisillä vaskoilla. Emolehmien sisäruokintakauden E-vitamiiniköyhä ruokavalio (kuivaheinä ja olki) lisäävät vasikoiden riskiä sairastua. Oireina ovat makailu, jäykkä liikkuminen sekä lihasvärinä. WMD-vasikan vireystaso ja imuhalu ovat normaaleja, jos kieli- tai poskilihakset eivät ole rappeutuneet. Subakuuttia lihasrappeumaa sairastavat eläimet vastaavat hoitoon muutamassa päivässä.⁶ Aikuinen nauta ei sairastu lihasrappeumaan, vaan seleenin puutoksen on todettu liittyvän korkeaan maidon solulukuun, heikentyneeseen kykyyn vastustaa utaretulehdusta^{2,5,7} ja reproduktio-ongelmiin, erityisesti jälkeisten jäämiseen, viivästyneeseen involuutioon, metriittiin, rakkuloihin ja huonontuneeseen sperman laatuun.² Seleenilisällä voidaan parantaa immunitettia sekä vähentää jälkeisongelmaa karjassa.⁸ Tutkimukset eivät osoita edellä mainittujen sairauksien johtuvan seleenin puutteesta.

Seleenilisällä voidaan kuitenkin pienentää sairastumisen todennäköisyyttä.²

Orgaaninen ja epäorgaaninen seleeni

Epäorgaaninen seleeni eli natriumseleniitti ja -senaatti lisätään teollisesti rehuun ja lannoitteisiin. Orgaanista seleeniä eli selenometioniinia voidaan lisätä rehuun seleenihiiivana tai se voidaan saada suoraan rehukasviin sitoutuneena. Kasvit sitovat vesiliukoisen seleenin itseensä muuttaen sen orgaaniseksi yhdisteiksi.¹ Kaupallisiin kivennäisiin lisättävä seleenihiiwa valmistetaan kasvattamalla hiivaa natriumseleniittiä sisältävällä kasvatusalustalla. Selenometioniinia muodostuu rikkiatomin korvautuessa seleenillä hiiwasolun metioniinissa.⁹

Märehtijät käyttävät epäorgaanisen seleenin huonosti hyödykseen, koska pötsimikrobisto pelkistää natriumselenaatista ja -seleniitistä kolmanneksen liukenemattomaan muotoon. Orgaaninen seleeni sitoutuu pötsissä mikrobivalkuaiseen viisi kertaa epäorgaanista tehokkaammin¹⁰ ja lisää paremmin veren seleenipitoisuutta, GSH-Px-aktiivisuutta ja maidon seleenipitoisuutta.^{11–14} Maidossa on metioniinia kaksi kertaa enemmän kuin veressä, mikä vaikuttaa maidon seleenipitoisuuteen runsaasti orgaanista seleeniä sisältävässä ruokinnassa.¹⁵

Brennan ym.¹⁶ totesivat, että hiehoilla epäorgaanisen- ja orgaanisen seleenin yhdistelmä on yhtä tehokas kuin pelkkä orgaaninen seleeni. Ennen poikimista orgaanista seleeniä saaneiden emojen vasikoilla on syntyessään suurempi veren GSH-Px-aktiivisuus kuin epäorgaanista seleeniä saaneiden emojen vasikoilla.¹⁷ Hall ym. havaitsivat, että seleenilannoitetun pellon rehua sisäruokintakaudella syöneet lihanaudat selviytyvät kesän luonnonlaitumella ilman seleenilisää toisin kuin pelkkää epäorgaanista seleeniä saaneet lihanaudat.¹⁸

Epäorgaanisen seleenin toksinen annos ja turvamarginaali ovat pieniä. Korkein sallittu seleenipitoisuus päiväannoksessa naudalla on 0,5 mg/ kg ka:ssa rehua (Maa- ja metsätalousministeriön asetus N:o 43/2005). Jatkuva yli 5 mg/ kg:n pitoisuus seleeniäaudan rehun ka:ssa voi aiheuttaa kroonisen seleenimyrkytyksen, jonka oireina ovat ruununrajasta alkavat sorkan epämuodostumat ja leesiöt sarven tyvessä. Yli 25 mg/ kg rehun ka:ssa voi aiheuttaa akuutin seleenitoksikoosin.¹⁹ Injektiona tai suun kautta annettaessa 0,5 mg/ kg epä-

YDINKOHDAT

- Teimme 28 tiläkäyntiä emolehmäkarjoihin ja tutkimme 283 verinäytteestä plasman seleenin ja E-vitamiinin pitoisuudet sekä GSH-Px-aktiivisuuden.
- Luomutiloilla ja seleenittömiä lannoitteita käyttävillä emolehmätiloilla päästiin samoihin plasman seleenitasoihin käyttämällä seleenilisää ruokinnassa kuin tavanomaisilla tiloilla ilman seleenilisää. Vasikoiden plasman seleenipitoisuudet olivat pienempiä kuin emojen.
- Suomalaisissa emolehmäkarjoissa E-vitamiinitasot olivat matalia.

Artikkeli tuli toimitukseen 22.6.2015.

orgaanista seleeniä voi aiheuttaa naudalle kroonisen seleenimyrkytyksen oireita, ja yksittäinen natriumseleniitti-injektio annoksella 1–2 mg/ kg on vasikalle letaali.²⁰ Orgaaninen seleeni on turvallisempaa suurempina annoksina kuin epäorgaaninen, koska se tunnistetaan elimistössä aminohappona.²¹ Juniplerin ym.²² tutkimuksessa jopa kymmenkertaiset seleenihiiwa-annokset olivat turvallisia naudoille.

E-vitamiini

E-vitamiinin puutos voi olla osatekijä WMD-tapauksissa erityisesti kuukauden ikäisillä vasikoilla, joiden emot ovat syöneet vain kuivaheinää ja olkea.²³ Ternimaito on vasikan ensisijainen E-vitamiinin lähde. Koska istukka läpäisee E-vitamiinia huonosti, kuivaheinällä ja oljella ruokitun emon vasikalla voi syntyessä olla niukka E-vitamiinitaso.^{23,24} Kuukauden ikäisillä vasikoilla, joiden emot syövät tuoretta laidunruohoa, on suuremmat plasman E-vitamiinipitoisuudet kuin vasikoilla, joiden emot saavat kuivaheinää.²³ Jukolan²⁴ mukaan vasikat alkavat saada riittävästi E-vitamiinia karkearehusta, kun ne syövät hyvälaatuista säilörehua vähintään yhden kuiva-ainekilon vuorokaudessa. Juottovasikan E-vitamiinin tarve on 100–150 mg/ vrk ja aikuisten nautojen E-vitamiinin tarve on noin 200–300 mg päivässä.²⁵

Lääkeseleeni ja seleenilisät

Lihasrappeumaa hoidetaan natriumseleniittiä ja E-vitamiinia sisältävällä injektioilla. Injektio lisää tehokkaasti veren seleenipitoisuutta, jos vasikan veren seleenipitoisuus on huono tai kohtalainen. Jos vasikalla on valmiiksi paljon seleeniä, ei injektio lisää veren seleenipitoisuutta merkittävästi.²⁶ Weiss ym.²⁶ totesivat, että vasikat, joiden emot saavat lopputiineydessä 5 mg seleeniä päivässä, eivät hyödy seleeni-injektioista, koska seleenin kudoksiin otto ja erityis lisääntyvät. Koska injektio lisää seerumin seleenipitoisuutta korkeintaan 4 viikon ajaksi, seleeni-injektio ei ole riittävä keino ehkäistä lihasrappeumaa karjassa, jossa seleenin saanti ravinnosta on riittämätöntä.^{4,27} Suun kautta annettava seleeni ja E-vitamiini ovat tehokkaampi tapa varmistaa karjan riittävä seleenin ja E-vitamiinin saanti.²⁸ Parhaiten vasikan seleenin saanti turvataan varmistamalla emon seleenin saanti lopputiineyden aikana.²⁶

Täyskivennäisten lisäksi naudoille voidaan antaa seleeniä joko lääkeseleeninä reseptivalmisteena tai vapaan kaupan seleenilisinä, joita on saatavilla rakeina, liuoksina, boluksina ja nuolukivinä. Seleenilisällä tarkoitetaan kivennäisten lisäksi annettavaa ravintolisää, joka sisältää muun muassa seleeniä ja E-vitamiinia. Liuokset tai bolukset eivät sisällä selenometioniinia. Muissa tuotteissa orgaanisen ja epäorgaanisen seleenin suhde vaihtelevat. Epäorgaanista seleeniä sisältäviä pötsiboluksia on olemassa sekä aikuisille naudoille että nuorkarjalle. Bolusten on todettu lisäävän veren seleeni- ja GSH-Px-pitoisuuksia tasaisesti ja pitävän niitä yllä pitkiä aikoja.^{27,29,30} Emolehmille lopputiineydestä annettu pötsibolus nostaa sekä emon että syntyvän vasikan seleenitasetta.³⁰ Maaperältään seleeniköyhässä Uudessa-Seelannissa turvataan laiduntavien nautojen seleenin saanti pitkävaikutteisilla injektioilla, pötsiboluksilla, seleenipitoisilla lannoitteilla tai juomaveteen lisättävällä seleenillä.³¹ Australiassa on käytössä pitkävaikutteinen, nahan alle annettava bariumselenaatti-injektio, joka pitää veren seleenipitoisuuden riittävänä 2–3 vuoden ajan.³²

Naudan seleeninsaannin arviointi

Seleenipitoisuus määritetään joko suoraan verestä, seerumista, plasmasta, maidosta tai kudoksista. Se voidaan myös määrittää epäsuorasti mittaamalla GSH-Px-entsyymin aktiivisuus. Useimmissa kansainvälisissä tutkimuksissa määritetään sekä see-

TAULUKKO 1 TABLE 1

Veren GSH-Px-aktiivisuus, plasman seleeni ja E-vitamiinipitoisuudet (keskiarvo ja keskivirhe) suomalaisissa pihvikarjoissa ja suomalaisista lypsykarjoista tehdyistä tutkimuksissa^{24,25,36}
Blood GSH-Px activity, plasma selenium and Vitamin E concentrations (mean and standard error) in Finnish suckler herds and studies from Finnish dairy herds^{24,25,36}.

	Tavanomainen tila, ei seleenilisää Conventional farm, no selenium additives	Tavanomainen tila, seleenilisää Conventional farm, selenium additive	Luomutila, ei seleenilisää Organic farm no selenium additives	Luomutila, seleenilisää Organic farm, selenium additive	Lypsykarjatilat Dairy farms (Jukola 1996 ^{24,25}) ^a	Lypsykarjatilat, tavanomainen tuotanto Dairy farms conventional (Kupiainen 2004 ³⁶) ^b	Lypsykarjatilat, luomu Dairy farms, organic (Kupiainen 2004 ³⁶) ^b
GSH-Px (µkat/l) Emot, sucler cows Vasikat, calves	978,2±3,0 937,4±6,5	1104,8±3,8 1286,3±6,1	724±8,8 482,1±4,7	999,4±6,5 876,6±6,9	1047±43,9 1267±96,5	1356,3±49,6 1161,8±49,1	1056,4±79,5 886,4±114,3
Seleeni (µg/l) Selenium (µg/l) Emot, sucler cows Vasikat, calves	77,8±1,5 50,7±3,4	88,2±2,1 60,7±4,5	51,9±4,1 25,7±2,6	78,7±3,9 44,8±3,5	74±5,9 48±6,2		
E-vitamiini (mg/l) Vitamin E (mg/l) Emot, sucler cows Vasikat, calves	2,7±0,2 1±0,1	2,7±0,2 0,9±0,2	1,5±0,1 0,8±0,1	1,9±0,3 1,5±0,3	1,5±0,1 (4,5±0,6 ^c) 1,3±0,3 (2,8±0,2 ^c)		

^a Emot=umnessaolevat lypsylehmät, kuivaheinävaltainen dieetti. Kokoveren GSH-Px, seerumin seleeni ja E-vitamiini. Seleenimääritys tehty fluorometrisellä metodilla.

^b Emot=umnessaolevat lypsylehmät, vasikat 7–9 vk. Kokoveren GSH-Px.

^c Säilörehuvaltainen dieetti.

^a Suckler cows=dry dairy cows, fed with hay. Whole blood GSH-Px, serum selenium and vitamin E. Selenium were measured using the fluorometric method.

^b Suckler cow s= dry dairy cows, calves 7–9 weeks. Whole blood GSH-Px.

^c Fed with silage.

rumin tai plasman seleenipitoisuus että GSH-Px-aktiivisuus. Naudalla noin 98 % kokoveren GSH-Px:sta on punasoluihin sitoutuneena.³³ Entsyymi syntetisoituu punasoluihin erytropoieesin yhteydessä,⁴ joten GSH-Px-aktiivisuus lisääntyy punasolujen uusiutuessa riittävässä määrin aikuisella naudalla vasta 6–8 viikkoa³⁰ ja vasikoilla 5 viikkoa seleenihoidon jälkeen.³³ GSH-Px-aktiivisuus ei lisäännä akuutissa seleenimyrkytyksessä.¹⁹ Kokoveren seleenin tai GSH-Px-aktiivisuuden mittaaminen on luotettava menetelmä, jos halutaan mitata eläinten seleenin saantia pidemmällä aikavälillä. Plasman tai seerumin seleenipitoisuuden mittaaminen kertoo seleenin saannista näytteenottohetkellä. Luotettavien tulosten saamiseksi verinäytteitä otetaan noin 5–6. Näytteitä ei tule yhdistää.³⁴ Seerumin kreatiniinikinaasin nousu seleeninpuutoksen yhteydessä ei ole yksiselitteinen eikä luotettava diagnosointikeino.³³

AINEISTO JA MENETELMÄT

Teimme kevään 2011 aikana 28 tilakäyntiä emolehmäkarjoihin Etelä- ja Länsi-Suo-

men alueella. Tiloista kuusi oli luomutuotannossa ja 22 tavanomaisessa tuotannossa. Tavanomaisista tiloista 20 käytti jatkuvasti seleenipitoisia lannoitteita, yksi seleenittömiä lannoitteita ja yksi seleenittömiä lannoitteita joka toinen vuosi. Valitsimme jokaiselta tilalta satunnaisotannalla viisi lopputiinetä emoa ja ensikkoa sekä viisi alle kuukauden ikäistä vasikkaa. Myöhemmin keväällä seleenittömiä lannoitteita käyttävällä tilalla todettiin kliinistä lihasrappumaa kahdella vasikalla, joista otettiin verinäytteet ja tulokset yhdistettiin aineistoon. Eläimistä otettiin EDTA- ja litium-hepariini-verinäytteet ja niille tehtiin yleistutkimus. Verinäytteitä kerättiin yhteensä 283 eläimestä, joista vasikoita oli 140, lopputiineita emoja 119 ja ensikoita 24.

Tuottaja täytti kyselykaavakkeen, jossa kysyttiin lannoituksesta, ruokinnasta, seleeni-vitamiinilisten ja injektoiden käytöstä sekä seleenin puutteeseen liittyvien sairauksien esiintyvyydestä tilalla. Lopputiineet emot saivat pelkästään säilörehua tai säilörehua ja olkea tai kuivaheinää. Kolmella tilalla emot saivat pelkästään kuiva-

heinää tai kuivaheinää ja olkea. Kaikkien tilojen emot saivat lisäksi seleeniä sisältäviä täyskivennäisiä.

EDTA-putkiin otetuista verinäytteistä tutkittiin perusverenkuva (B-Ery, B-HB, B-Hkr, B-Leuk, B-MCH, B-MCHC, B-MCV, B-Tromb), minkä jälkeen ne pakastettiin (-20 °C). GSH-Px-aktiivisuus tutkittiin kliinisen hevos- ja pieneläinlääketieteen osaston keskuslaboratoriossa käyttäen Günzlerin ym. menetelmää.³⁵ Litiumhepariini-putkiin otetuista verinäytteistä erotettiin plasma, joka pakastettiin (-20 °C). Osasta plasmanäytteistä (138 näytettä 24 eri tilalta, 80 emoa ja 58 vasikkaa) määritettiin P-Se- ja E-vitamiinipitoisuudet massaspektrometrillä (IDEXX laboratorio, Leipzig, Saksa).

Tilastolliset menetelmät

Analysoimme aineiston Stata-tilasto-ohjelmalla, versio 11 (Statacorp, Texas, USA). Jaoin tilat tavanomaisiin tiloihin ja luomutiloihin sekä seleenilisiä lopputiineille emoille antaviin tiloihin ja antamatomiin tiloihin. Seleenittömiä lannoitteita osittain tai kokonaan käyttävät kaksi tilaa

yhdistimme luomutiloihin. Joka toinen vuosi seleenittömiä lannoitteita käyttävän tilan eläinten P-Se ei eronnut luomutiloista, joten yhdistimme sen luomutiloihin. Ryhmät olivat näin jaettuna: 1 = seleenipitoiset lannoitteet, ei seleenilisää (12 tilaa, 72 emoa, 59 vasikkaa), 2 = seleenipitoiset lannoitteet, seleenilisä (6 tilaa, 34 emoa, 39 vasikkaa), 3 = luomutila, ei seleenilisää (4 tilaa, 17 emoa, 15 vasikkaa), 4 = luomutila, seleenilisä (4 tilaa, 20 emoa, 27 vasikkaa). E-vitamiinipitoisuuksia analysoitaessa käytimme samaa jaottelumallia, koska kaikki seleenilisät jotka olivat käytössä, sisälsivät myös E-vitamiinia. Emme huomioineet karkearehuruokinnan vaikutusta plasman E-vitamiinipitoisuuksiin.

Koska emme havainneet ensikoiden ja vanhempien emolehmien kokoveren GSH-Px-aktiivisuuksissa eroa ($p = 0,74$), yhdistimme ne. Emme tehneet ensikoiden näytteistä muita analyysejä. Tilastanalyysiin emme ottaneet kahden tilan vasikoita, jotka olivat saaneet seleenilisää joko injektiona tai suun kautta syntymän jälkeen (yhteensä 10, ryhmästä 2 ja 4). Veren GSH-Px-aktiivisuudet ja P-Se-pitoisuudet olivat visuaalisesti normaalijakautuneita. Plasman E-vitamiinipitoisuudelle teimme logaritimuunnoksen, jotta se saatiin normaalijakautuneeksi.

Analysoimme aineiston käyttäen regressiomallia, jossa tila oli sekoittavana tekijänä. Vertasimme eri tilatyypin (luokiteltu variaabeli) ja eläimen iän (emo tai vasikka) yhteyttä eri lopputuloksiin (GSH-Px-aktiivisuus, plasman seleeni- tai E-vitamiinipitoisuus). Testasimme myös muita muuttujia (poikimakerta, kuntoluokka) mallissa, mutta niillä ei ollut vaikutusta eri pitoisuuksiin. Tilastollisesti merkitsevä arvo pidimme $p < 0,05$. Malleja arvioimme tarkastelemalla residuaalien normaalijakautumista.

Plasman seleenipitoisuuden ja kokoveren GSH-Px:n välisen korrelaation laskimme käyttämällä Pearsonin korrelaatiota. Aineiston kuvailuun käytimme keskiarvoa ja keskivirhettä.

Määritimme GSH-Px-aktiivisuuden viitearvot käyttämällä arvoista keskimäiset 95 %. Viitearvoanalyysiin otimme mukaan ainoastaan tilat (viitearvotilat), joilla ei esiintynyt kerättyjen tietojen mukaan lihasrappeumaa tai seleeniin vastaavia sairauksia (17 tilaa, 87 emoa, 79 vasikkaa). Seleeni- ja E-vitamiinipitoisuuksien viitearvojen laskemiseen eläinten lukumäärä oli liian pieni (13 tilaa, 44 emoa, 16 vasik-

kaa), joten niistä on ilmoitettu plasmapitoisuuksien vaihteluväli näillä tiloilla.

TULOKSET

Kokoveren glutationiperoksidaasientsyymin aktiivisuus ja plasman seleeni

Luomutiloilla, joilla ei annettu seleenilisää, oli pienemmät GSH-Px-aktiivisuudet kuin tavanomaisessa tuotannossa olevilla tiloilla ($p < 0,00$) (taulukko 1). Tavanomaisilla tiloilla ruokinnan yhteydessä annettu seleenilisä lisäsi veren GSH-Px-aktiivisuuksia ($p = 0,03$). Seleenisä käyttävät luomutilat eivät eronneet tavanomaisista tiloista, joilla ei käytetty seleenilisää ($p = 0,34$). Vasikoiden ja emojen GSH-Px-aktiivisuudet eivät eronneet ($p = 0,24$). GSH-Px-tuloksia käytettiin myös viitearvojen laskemiseksi. Viitearvoksi saatiin emoille 676–1311 $\mu\text{kat/l}$ ja vasikoille 607–1375 $\mu\text{kat/l}$.

Sekä emojen, että vasikoiden plasman seleenipitoisuudet olivat luomutiloilla pienemmät kuin tavanomaisessa tuotannossa olevilla tiloilla ($p < 0,00$). Suurimmat P-Se-pitoisuudet olivat tavanomaisessa tuotannossa olevilla tiloilla, jotka käyttivät seleenilisää ($p < 0,04$) (taulukko 1). Seleenisä käyttävien luomutilojen eläinten P-Se-pitoisuudet eivät eronneet pitoisuuksista tavanomaisessa tuotannossa olevien tilojen eläimissä, jotka eivät saaneet seleenilisää ($p = 0,51$). Vasikoiden P-Se-pitoisuudet olivat pienemmät kuin emojen ($p < 0,00$). Vaihteluväli viitearvotiloilla oli emoilla 33–96 $\mu\text{g/l}$ ja vasikoilla 23–67 $\mu\text{g/l}$. IDEXX:in laboratorion antama viitearvo plasman seleenipitoisuudelle on $> 50 \mu\text{g/l}$.

Plasman E-vitamiini

Tavanomaisessa tuotannossa olevien tilojen emoilla oli suurimmat plasman E-vitamiinipitoisuudet (2,7 mg/l) (taulukko 1), mutta tilastollisesti pitoisuudet eivät eronneet eri tilatyypin välillä ($p = 0,96$). Vasikoiden plasman E-vitamiinipitoisuudet olivat pienemmät kuin emojen ($p < 0,00$). Vaihteluväli viitearvotiloilla oli emoilla 0,7–5,4 mg/l ja vasikoilla 0,4–4,3 mg/l . IDEXX:in laboratorion antama viitearvo plasman E-vitamiinipitoisuudelle on $> 3 \text{ mg/l}$.

POHDINTA

Tutkimuksemme vaihteluväli emolehmien P-Se-pitoisuudelle korreloi hyvin kansainvälisten tutkimustulosten kanssa, kun taas

E-vitamiinipitoisuudet olivat tutkimuksemme huomattavan pieniä. Tulosten perusteella voimme päätellä, että tavanomaisessa tuotannossa suomalaisten emolehmäkarjojen seleeninsaanti on vasikoille riittävä, vaikka E-vitamiinitaso on matala, kun käytössä ovat seleenipitoiset lannoitteet. Seleenisä pitoisuudet olivat kuitenkin niin pieniä, että seleenihoitoon vastaavien sairauksien esiintymistä emolehmäkarjoissa voidaan mahdollisesti vähentää lisäämällä ruokintaan seleeniä. Luomutiloilla ja seleenittömiä lannoitteita käyttävillä tiloilla seleenipuutos on mahdollinen, jollei seleenilisää anneta.

Seleenin saannin vaikutus GSH-Px-aktiivisuuteen ja plasman seleeniin

Yksilöiden väliset seleenitaseen vaihtelut karjan sisällä olivat suuria erityisesti täysin epäorgaanisen seleenin varassa olevissa karjoissa. Syynä voi olla kivennäisten ja lisen epätasainen saanti. Tähän voi vaikuttaa laumahierarkia, kivennäisten ja seleenili-
sän maittavuus sekä antotapa. Tästä syystä näytteiden yhdistämistä kustannusten pienentämiseksi tulee välttää. Tutkimukseen osallistuneella tilalla, jolla oli käytössä seleenittömät lannoitteet, todettiin patologin lausunnon perusteella kliinistä lihasrappeumaa kahdella vasikalla. Tilan keskimääräinen GSH-Px-aktiivisuus ja P-Se-pitoisuus olivat viitearvojen rajoissa, mutta yksilöiden väliset vaihtelut olivat suuria. Lihasrappeuman puhkeamisen syitä voivat olla sairastuneiden vasikoiden emojen heikko seleenili-
sän syönti loppu-
tiineyden aikana (laumahierarkia), pieni orgaanisen seleenin osuus ruokinnassa, vähäinen E-vitamiinin saanti sekä vasikoiden hetkellinen voimakas rasitus.⁶

Rehusta saatu orgaaninen seleeni varastoituu tehokkaammin ja pidempään ja tämän takia yksilöt sietävät paremmin kivennäisten ja seleenili-
sien epätasaista saantia. Jollei tilalla ole käytössä seleenisä lannoitteita ja seleenin saanti on kaupallisten valmisteiden varassa, tulisi ravinnon seleenistä vähintään 50 % olla orgaanista.¹⁶

Kun kivennäisiä tai vitamiineja on nuolukivenä tai rakeena vapaasti tarjolla, yksilön todellista seleeninsaantia ei tiedetä, vaikka karjatasolla kokonaiskulutus olisi laskettu riittäväksi. Kivennäisten jakaminen ruokintapöydälle ”top dressing”-menetelmällä, sekoittaminen huolellisesti appeeseen tai useamman kuin yhden valmisteiden vapaa tarjoaminen voivat tasata

yksilöllistä saantia. Bolusten muodossa annettu seleeni voi varmistaa yksilön tasanaisen seleenin saannin,^{29,30} mutta bolusten käyttö emolehmäkarjoissa on ongelmallista eläinten kiinnioton, asiallisten käsittelytilojen puutteen sekä oikean annosteluajan kohdan takia.

Injektiohoito on tehokas ja tarpeellinen ainoastaan kliinisen lihasrappeuman hoidossa.^{4,26,27} Sairastuneille yksilöille ja karjan muille eläimille annetaan jatkohoitona lääkeseleeniä suun kautta, kunnes seleenin puute saadaan korjattua ruokinnan avulla. Eläinten seleenipitoisuuksia seurataan jatkossa verinäyttein kahden kuukauden välein, kunnes tilanne korjaantuu.

Kupiainen ym.³⁶ kartoitti GSH-Px-aktiivisuuksia Etelä-Savon tavanomaisilla ja luomulypsykarjatiljoilla, joissa lypsykarjojen GSH-Px-aktiivisuudet olivat suuremmat kuin kartoitustutkimuksemme vastaavilla emolehmillä (taulukko 1). Emme havainneet emolehmäkarjoilla eroa GSH-Px-aktiivisuuksissa ensikkojen, lehmien tai vasikoiden välillä, kun taas Pavlata ym.³⁷ totesivat lypsykarjojen hiehoilla olevan pienemmät aktiivisuudet kuin muilla naudoilla. Tulosten ero voi johtua lypsylehmien tarkemmasta ja laadukkaammasta ruokinnasta, ja tämä heijastuu seleenin osalta myös vasikoihin. Lypsykarjatiljan hiehot puolestaan syövät ravintoarvoltaan heikompaa rehua kuin lypsävät lehmät.

E-vitamiini

Norjalaisessa tutkimuksessa³⁸ luomulypsykarjatiljoilla veren keskimääräinen E-vitamiinipitoisuus on 4,2 mg/l. Jukolan ym.²⁴ mukaan E-vitamiinitasot ovat suomalaisilla lypsykarjatiljoilla riittävät, jos naudat syövät säilörehua. Seerumin E-vitamiinipitoisuus säilörehua syöville lehmillä ummessaoloaikana on 4,5 mg/l ja lypsävillä 6,5 mg/l. Kuivaheinää syöville lehmillä pitoisuudet ovat tästä kolmanneksen. Tutkimukssamme emojen plasman E-vitamiinitasot olivat luomussa 1,5 mg/l ja tavanomaisessa tuotannossa 2,7 mg/l. Lypsylehmien vasikoilla E-vitamiinipitoisuudet olivat noin kaksi kertaa suuremmat kuin Jukolan tutkimuksen emolehmien vasikoilla.²⁴ Jukolan tutkimuksessa pikkuvasikoilla ja kuivaheinävaltaisella dieetillä olevilla naudoilla E-vitamiinipitoisuudet ovat vielä selvästi pienemmät (taulukko 1).^{7,24} Vaikka emme jakaneet tuloksia karkearehuokinnan mukaan, emolehmäkarjojen plasman E-vitamiinipitoisuus

det olivat samalla tasolla kuin kuivaheinävaltaisella dieetillä olevien lypsykarjojen lehmillä ja vasikoilla. Oletamme, että emojen saadessa kuivaheinävaltaista dieettiä E-vitamiiniarvot sekä emoilla että vasikoilla voivat olla huomattavan pienet.

Viitearvot

Viitearvoina tulisi käyttää vain näytteet tutkineen laboratorion viitearvoja. On myös huomioitava viitearvojen taustalla oleva viitepopulaatio. Lypsykarjan viitearvoja ei välttämättä voi soveltaa emolehmäkarjaan, koska seleeni- ja E-vitamiinipitoisuudet ovat voimakkaasti riippuvaisia niiden saannista.¹⁹ Tuloksia tarkastellessa on myös huomioitava, että seerumin tai plasman ja kokoveren seleenipitoisuudet eivät ole verrattavissa keskenään. Jukola ym.^{7,24} määrittivät, että lypsykarjalle riittävä seerumin E-vitamiinipitoisuus on > 4 mg/l ja seerumin seleenipitoisuus > 70 µg/l (kokoveren Se > 200 µg/l), jotta seleenilisään vastaavat sairaudet voidaan minimoida.²⁵ P-Se:n ja GSH-Px:n välillä ei ollut selvää korrelaatiota (korrelaatio 0,47), mikä oli odotettavissa, koska muuttujien vaste on erilainen suhteessa seleeninsaannin ajankohtaan.

Tutkimuksemme perusteella lasketut emolehmäkarjojen viitearvot ja saadut vaihteluvälit poikkeavat annetuista lypsykarjan viitearvoista. Suomalaisen emolehmien ja vasikoiden E-vitamiinin saanti voi olla riittämätön, mutta runsas seleenin saanti voi kompensoida E-vitamiinin puutetta. Koska molemmat tekijät vaikuttavat lihasrappeuman puhkeamiseen, ei selkeää sairastumisen raja-arvoa voida laskea. E-vitamiinin saantisuosituksen laatimiseksi tarvitaan lisätutkimusta.

Ohjeita terveydenhuoltoon

Luomutiloilla ja seleenittömiä lannoitteita käyttävillä emolehmätiloilla tarvitaan kivennäisten lisäksi seleeni- ja E-vitamiinilisää. Erityisen tärkeä ryhmä ovat E-vitamiiniköyhää rehua syövät lopputiineet emot.

Tiloilla, jotka käyttävät seleenipitoisia lannoitteita vuosittain, ei erillistä seleenilisää kivennäisten lisäksi tarvita. Seleeni- ja E-vitamiinilisää voidaan tarvittaessa antaa verinäytetulojen perusteella lopputiineille emoille, mikäli niiden ravinnossa on vähän E-vitamiinia tai karjassa ilmenee seleenilisään vastaavia sairauksia.

Emolehmätiloilla ei ole tarpeellista eikä kustannustehokastakaan tehdä terveyden-

huoltoon liitettävää rutiininomaista karjataso- verinäytetutkimusta. Ongelmata-pauksissa verinäytetutkimuksella voidaan selvittää karjan seleenin ja E-vitamiinin saantia. Näytteitä tulisi ottaa riskiarvion mukaan 5–6 yksilönäytettä.³⁴

KIITOKSET

Kiitämme Eläinlääketieteen säätiötä apuraha-avustuksesta ja Kliinisen tuotanto-eläinlääketieteen osaston laboratorion henkilökuntaa ja näytteenotossa avustaneita kollegoita. Osa tutkimuksesta tehtiin Satafood Kehittämisyhdistys ry:n koordinoiman ”Rotukarjan hyvinvoinnin ja taloudellisten toimintaedellytysten kehittäminen” -hankkeen puitteissa saadulla hankerahoituksella. Lisäksi kiitämme kaikkia tutkimukseemme osallistuneita tiloja.

KIRJOITTAJIEN OSOITTEET

Sanni Väränkivi, erikoistuva eläinlääkäri
Luhdintie 133, 07230 Monninkylä
sanni.varrankivi@countryvet.fi

Heli Simojoki, ELT, kliininen opettaja
Helsingin yliopisto ELTDK, kliinisen tuotantoeläinlääketieteen osasto
Heidi Härtel, tuotantoeläinten sairauden ja terveydenhuollon erikoiseläinlääkäri, nautaterveydenhuoltoeläinlääkäri
Satu Sankari, professori, eläinlääketieteellinen kliininen kemia, Helsingin yliopisto ELTDK

LÄHDEKIRJALLISUUS

1. Eurola M, Alftan G, Ekholm P, Levonmäki M, Root T, Venäläinen E ym. Seleenyöryhmän raportti 2008. Maa- ja elintarviketalous 132.
2. Wichtel JJ. A review of selenium deficiency in grazing ruminants part 1: New roles for selenium in ruminant metabolism. *New Zealand Vet J.* 1998;46:47-52.
3. Abdelrahman MM, Kincaid RL. Effect of selenium supplementation of cows on maternal transfer of selenium to fetal and newborn calves. *J Dairy Sci.* 1995;78:625-30.
4. Enjalbert F, Lebreton P, Salat O, Schelcher F. Effects of pre- or postpartum selenium supplementation on selenium status in beef cows and their calves. *J Anim Sci.* 1999;77:223-9.
5. Gerloff BJ. Effect of selenium supplementation on dairy cattle. *J Anim Sci.* 1992;70:3934-40.
6. Radostits OM, Gay CC, Blood DC, Hinchcliff KW. Selenium and/or vitamin E deficiencies. Kirjassa: Radostits OM, Gay CC, Blood DC, Hinchcliff KW, toim. A textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses. W B Saunders, Lontoo; 2000, 1515-32.

7. Jukola E, Hakkarainen J, Saloniemi H, Sankari S. Blood selenium, vitamin E, vitamin A, and -carotene concentrations and udder health, fertility treatments, and fertility. *J Dairy Sci.* 1996;79:838-45.
8. Eger S, Drori D, Kadoori I, Miller N, Schindler H. Effects of selenium and vitamin E on incidence of retained placenta. *J Dairy Sci.* 1985;68:2119-22.
9. Surai PF. Selenium in nutrition and health. Nottingham University Press, Nottingham, UK; 2007.
10. Mainville AM, Odongo NE, Bettger WJ, McBride BW, Osborne VR. Selenium uptake by ruminal microorganisms from organic and inorganic sources in dairy cows. *Can J Anim Sci.* 2009;89:105-10.
11. Pehrson B, Ortman K, Madjid N, Trafikowska U. The influence of dietary selenium as selenium yeast or sodium selenite on the concentration of selenium in the milk of suckler cows and on the selenium status of their calves. *J Anim Sci.* 1999;77:3371-6.
12. Juniper DT, Phipps RH, Jones AK, Bertin G. Selenium supplementation of lactating dairy cows: Effect on selenium concentration in blood, milk, urine, and feces. *J Dairy Sci.* 2006;89:3544-51.
13. Juniper DT. Effect of dietary supplementation with selenium-enriched yeast or sodium selenite on selenium tissue distribution and meat quality in beef cattle. *J Anim Sci.* 2008;86:3100.
14. Slavik P, Illek J, Brix M, Hlavicova J, Rajmon R, Jilek F. Influence of organic versus inorganic dietary selenium supplementation on the concentration of selenium in colostrum, milk and blood of beef cows. *Acta Vet Scand.* 2008;50:43.
15. Weiss WP, Hogan JS. Effect of selenium source on selenium status, neutrophil function, and response to intramammary endotoxin challenge of dairy cows. *J Dairy Sci.* 2005;88:4366-74.
16. Brennan KM, Burris WR, Boling JA, Matthews JC. Selenium content in blood fractions and liver of beef heifers is greater with a mix of inorganic/organic or organic versus inorganic supplemental selenium but the time required for maximal assimilation is tissue-specific. *Biol Trace Elem Res.* 2011;144:1-13.
17. Gunter SA, Beck PA, Phillips JM. Effects of supplementary selenium source on the performance and blood measurements in beef cows and their calves. *J Anim Sci.* 2003;81:856-64.
18. Hall JA, Harwell AM, Van Saun RJ, Vorachek WR, Stewart WC, Galbraith ML ym. Agronomic biofortification with selenium: Effects on whole blood selenium and humoral immunity in beef cattle. *Anim Feed Sci Technol.* 2011;164:184-90.
19. Aitken P. Selenium toxicity. In *Practice* 2001;23:286-9.
20. MacDonald DW, Christian RG, Strausz KI, Roff J. Acute selenium toxicity in neonatal calves. *Can Vet J.* 1981;22:279-81.
21. Wu X, Huang K, Wei C, Chen F, Pan C. Regulation of cellular glutathione peroxidase by different forms and concentrations of selenium in primary cultured bovine hepatocytes. *J Nutr Biochem.* 2010;21:153-61.
22. Juniper DT, Phipps RH, Givens DJ, Jones AK, Green C, Bertin G. Tolerance of ruminant animals to high dose in-feed administration of a selenium-enriched yeast. *J Anim Sci.* 2008;86:197-204.
23. Maas J, Hoar BR, Myers DM, Tindall J, Puschner B. Vitamin E and selenium concentrations in month-old beef calves. *J Vet Diagn Invest.* 2008;20:86-9.
24. Jukola E, Hakkarainen J, Saloniemi H, Sankari S. Effect of selenium fertilization on selenium in feedstuffs and selenium, vitamin E, and -carotene concentrations in blood of cattle. *J Dairy Sci.* 1996;79:831-7.
25. Jukola E. Selenium, vitamin E, vitamin A and beta-carotene status of cattle in Finland, with special reference to epidemiological udder health and reproduction data. *Eläinlääketieteellinen korkeakoulu; Helsinki*, 1994.
26. Weiss WP, Colenbrander VF, Cunningham MD. Maternal transfer and retention of supplemental selenium in neonatal calves. *J Dairy Sci.* 1984;67:416-20.
27. Wichtel JJ. A review of selenium deficiency in grazing ruminants part 2: Towards a more rational approach to diagnosis and prevention. *New Zealand Vet J.* 1998;46:54-8.
28. Swecker Jr. WS, Hunter KH, Shanklin RK, Scaglia G, Fiske DA, Fontenot JP. Parenteral selenium and vitamin E supplementation of weaned beef calves. *J Vet Intern Med.* 2008;22:443-9.
29. Hemingway RG, Parkins JJ, Ritchie NS. Sustained-release boluses to supply trace elements and vitamins to calves. *Vet J.* 1997;153:221-4.
30. Hidioglou M, Proulx J, Jollette J. Effect of intraruminally administered, selenium soluble-glass boluses on selenium status in cows and their calves. *J Anim Sci.* 1987;65:815-20.
31. Grace ND, Knowles SO. Trace element supplementation of livestock in New Zealand: meeting the challenges of free-range grazing systems. *Vet Med Int.* 2012;2012:1-8.
32. Judson GJ, Babidge PJ. Depot injection of barium selenate for long-term prevention of selenium inadequacy in beef cattle. *Aust Vet J.* 2010;88:154-5.
33. Scholz RW, Hutchinson LJ. Distribution of glutathione peroxidase activity and selenium in the blood of dairy cows. *Am J Vet Res.* 1979;40:245-9.
34. Laven RA. Diagnosis of the Cu and Se status of dairy cattle in New Zealand: how many samples are needed? *N Z Vet J.* 2013;61:269.
35. Gunzler W, Kremers H, Flohe L. Improved coupled test procedure for glutathione peroxidase (Ec 1.11.1.9.) in blood. *Zeitsch Klinische Chem Klinische Bioch.* 1974;12:444-8.
36. Kupiainen V, Dredge K, Sankari S, Soveri T. Nautojen seleenistatus Etelä-Savon tavanomaisilla ja luomulypsykarjatiljoilla. *Suom Eläinlääkäril.* 2004;12:640-6.
37. Pavlata L, Podhorsky A, Pechova A, Chomat P. Differences in the occurrence of selenium, copper and zinc deficiencies in dairy cows, calves, heifers and bulls. *Vet Med.* 2005;50:390-400.
38. Govasmark E, Steen A, Strøm T, Hansen S, Singh BR, Bernhoft A. Status of selenium and vitamin E on Norwegian organic sheep and dairy cattle farms. *Acta Agric Scand Sect A Anim Sci.* 2005;55:40-6.