

Varpu Kupiainen, Kristiina Dredge, Satu Sankari ja Timo Soveri

Nautojen seleenistatus Etelä-Savon tavanomaisilla ja luomulypsykarjatiljoilla

Selenium status in organic and conventional dairy herds in South-Savo, Finland

YHTEENVETO

Seleeni on elimistölle välttämätön hivenaine. Suomessa rebukasvien seleenipitoisuus on yleisesti hyvin alhainen ja siksi seleeniä lisätään lannoitteisiin. Luomutuotannossa teollisten lannoitteiden käyttö on rajoitettua ja luomurebujen on todettu sisältävän seleeniä vähemmän kuin tavanomaisesti viljeltyjen. Seleeniä siirtyy maitoon subteessa emän veren seleenikonsentraatioon, joten juottovasikan seleeninsaanti riippuu emän seleenistatuksesta. Luomutuotannossa vasikat ovat täysmaitojuotolla kolmen kuukauden ikään saakka, kun taas tavanomaisessa tuotannossa siirrytään aikaisemmin täysmaitojuotolta teollisiin juomarebuihin, joihin on lisätty välttämättömiä hivenaineita. Tutkimuksessa kartoitettiin Etelä-Savon alueen nautojen seleenistatusta mittaamalla niiden veren glutathioniperoksidaasin entsyymiaktiivisuutta. Suurimmalla osalla naudoista veren seleenipitoisuus oli riittävä. Kun tuotantosuunta verrattiin keskenään, havaittiin, että luomunautojen veren glutathioniperoksidaasiaktiivisuus oli tilastollisesti merkitsevästi alhaisempi kaikissa muissa ikäryhmissä, paitsi nuorkarjassa. Kuudella prosentilla naudoista glutathioniperoksidaasiaktiivisuus oli alle suositusrajan, kaikki luomutilojen eläimillä. Näilläkin eläimillä seleenipitoisuus ei ollut alle puutosrajan. Kyselytutkimuksen perusteella luomutiloilla ei esiintynyt tavanomaisia tiloja enempää seleenin puutteeseen viittaavia oireita. Voikin olla, että seleenipitoisuuden ollessa kohtalainen, ei puutteeseen viittaavia oireita vielä esiinny. Seleeninsaantia kannattaa selvittää tilakohtaisesti, mikäli puutosta epäillään.

SUMMARY

Selenium is an essential trace element for animals. Forages in Finland are generally low in selenium, and therefore, selenium is added to fertilizers. The use of industrially produced fertilizers in organic farming is restricted, and organic forages are found to contain less selenium than the conventional. Selenium content in milk depends on its concentration in the cow's plasma. Selenium supply of a milk-calf, is therefore, dependent on its dam's selenium status. Calves in organic herds are fed with whole milk until the age of three months. In conventional herds, the whole milk is changed earlier into industrial milk-replacer fortified with essential trace elements. We studied the selenium status in dairy herds in South-Savo by measuring the glutathione peroxidase activity in blood. Selenium concentration in blood, measured as glutathione peroxidase activity, was adequate in most of the animals. Glutathione peroxidase activity was significantly lower in every age group, except heifers, when organic and conventional herds were compared. Glutathione peroxidase activity was lower than recommended in six percent of animals, which were all from organic herds. Selenium status in these animals didn't, nevertheless, indicate clear selenium deficiency. According to our questionnaire, the animals in the organic dairy herds didn't have more signs indicating selenium deficiency than the conventional. Probably the animals do not have signs of selenium deficiency when the selenium status is still moderate. Selenium supply should be checked if deficiency is suspected.

JOHDANTO

Seleeni ja sen tehtävät elimistössä

Seleeni on elimistölle välttämätön hivenaine ja sen puutteesta aiheu-

tuvia sairauksia esiintyy maailmanlaajuisesti (Koller ym. 1986). Seleeni edistää monien lääkeaineiden ja elimistölle vieraiden aineiden tärkeitä metabolisia muutoksia elimistössä. Se esimerkiksi vähentää mo-

nien metallien, kuten elohopean ja lyijyn, myrkyllisyyttä elimistölle (Radostits ym. 2000). Elimistössä seleeni varastoituu maksaan (Adams 2001). Seleeniä on lihasten seleeniä kuljettavissa selenoprotei-

neissa, bakteerien entsyymeissä, formaatti-dehydrogenaasi- ja glysiinireduktaasientsyymeissä sekä kilpirauhashormoneissa (Radostits ym. 2000). Seleenin on myös glutationiperoksidaasientsyymiin biokeemiallinen osa.

Plasman glutationiperoksidaasi on antioksidantti, joka suojaa yhdessä E-vitamiinin kanssa solukalvoja ja soluorganelleja hapettumisreaktioilta (Radostits ym. 2000). Seleenin ja E-vitamiinin määrä elimistössä vaikuttaa elimistön vastainereaktioihin, tulehdussolujen fagosytoosiin, lymfosyyttien toimintaan ja eläimen infektioitautien vastustuskykyyn (Finch ja Turner 1996). Puutoksen on todettu alentavan elimistön vastustuskykyä infektio- ja virustaudeille, heikentävän neutrofiilien toimintaa (Boyne ja Arthur 1981, Grasso ym. 1990) ja vähentävän vasta-aineiden tuotantoa, estävän T- ja B-lymfosyyttien jakautumista vasteena tuotetuille mitogeeneille sekä heikentävän T-lymfosyyttien ja luonnollisten tappajasolujen kykyä tuhota vieraita organelleja (Radostits ym. 2000).

On arveltu, että seleenin lisäys ravintoon parantaa humoraalista immuunipuolustusta. Vastasyntyneiden vasikoiden veren korkea seleenipitoisuus saattaa myös suojata sairastumiselta heti syntymän jälkeen (Radostits ym. 2000). Feldmanin ym. (1998) tekemän tutkimuksen mukaan seleeni- ja E-vitamiinilisän saaneet vasikat saivat vähemmän infektioita ja paranivat nopeammin varsinkin keuhkokuumeesta kuin kontrolliryhmän vasikat. Lehmillä seleeninpuute on yhdistetty joissain tutkimuksissa muun muassa krooniseen mastiittiin (Braun ym. 1991), hedelmällisyyden alentumiseen (Braun ym. 1991, Radostits ym. 2000) ja jälkeisten jäämiseen (Radostits ym. 2000).

Biologisen näytteen seleenipitoisuus voidaan määrittää useilla eri menetelmillä (Minson 1990). Glutationiperoksidaasin aktiivisuus pu-

nasoluissa on suoraan verrannollinen veren seleenikonsentraatioon naudoilla ja sen aktiivisuuden mittaamista voidaan käyttää seleenin puutteen diagnoimiseen (Radostits ym. 2000, Scholtz & Hutchinson 1979).

Ruokinnallinen lihasrappeuma

Ruokinnallista lihasrappeumaa esiintyy kaikilla kotieläimillä, mutta yleisimmin nopeasti kasvavilla vasikoilla, lampailla, kileillä ja varsoilla. Lihasrappeuma johtuu liian alhaisesta seleenin ja/tai E-vitamiinin saannista. Taudille altistavia tekijöitä ovat stressaavat tilanteet, kuten uloslasku keväällä ja siitä seuraava äkillinen liikunnan lisääntyminen, rokotukset tai sarvien katkaisu. Alhaisella seleeni- ja E-vitamiiniruokinnalla olleet hiehot voivat sairastua vakavaan, jopa kuolemaan johtavaan lihasrappeumaan poikimisen aikoihin (Radostits ym. 2000).

Runsaasti monitydyttymättömiä rasvahappoja sisältävät rehuraaka-aineet, kuten kalanmaksaöljy, pellavansiemenöljy ja soijapavut, liittyvät lihasrappeuman syntyyn (Kennedy ym. 1987). Monitydyttymättömien rasvahappojen lipoperoksidaatio tuhoaa varsinkin E-vitamiinia, mikä lisää E-vitamiinin ja samalla seleenin tarvetta ravinnossa. Tuore heinä sisältää keväällä runsaasti monitydyttymättöntä rasvahappoa, linoleenihappoa, mikä voi osaltaan selittää taudin esiintymisen juuri keväisin (Radostits ym. 2000). Nuorena heinässä on usein liian korkea monitydyttymättömien rasvahappojen määrä ja E-vitamiinipitoisuus nuorelle märehijälle, jonka pötsi ei vielä toimi täydellä teholla. Näissä olosuhteissa voi käynnistyä elimistön sisäinen rasvojen härskiintyminen, jota liikuntarasitus tehostaa (Jukola 1999).

Ruokinnallisessa lihasrappeumassa on kaksi pääoireyhtymää: 1) akuutti muoto; sydänlihaksen rappeutuminen, jota esiintyy tavallisimmin nuorilla vasikoilla ja lampailla ja 2) subakuutti muoto; luu-

rankoliuksen rappeutuminen, joka on yleisempi vanhemmilla vasikoilla ja vuoden ikäisillä naudoilla (Radostits ym. 2000).

Luurankoliuksen rappeumassa vasikka ei pysty liikkumaan kunnolla. Seisominen ja ylösnouseminen on kivuliasta ja emän imeminen voi olla mahdotonta. Vasikka seisoo selkä kaarella, häntä vähän koholla ja jalat vartalon alla. Alkuvaiheessa voidaan tuntea lihasten värinää painamalla kämmenellä lihasten päältä. Pidemmälle edenneessä rappeumassa lihasten värinä on silmin nähtävää. Värinä lakkaa, kun vasikka käy makuulle (Gissel-Nielsen ym. 1984).

Hengitysilhasten rappeumassa hengitys on tihentynyttä ja äänekästä, sieraimet ovat laajentuneet ja vatsaontelon seinämä liikkuu hengityksen tahdissa. Sydänlihaksen rappeumassa oireina on nopea ja heikko pulssi ja sydämen syke voi olla epätasainen. Vakavasta vauriosta voi seurata äkillinen kuolema (Gissel-Nielsen ym. 1984).

Makroskooppisesti rappeutunut liha näyttää kalan lihalta. Lihaskimpussa rappeutuneet säikeet erottuvat vaaleina juosteina normaalin värisestä lihasta. Myös sydänlihaksessa vauriot näkyvät erikokoisina vaaleina juosteina. Rappeutuneen lihaksen poikkileikkaus näyttää pöhöttyneeltä ja säikeiden välissä on kudostusta. Vaurioita voi olla missä lihaksessa tahansa, mutta yleisimmin niitä esiintyy palleassa, kylkivälilihaksissa ja raajojen luurankoliaksissa. Vauriot ovat tavalisesti symmetrisesti molemmin puolin ruhoa (Gissel-Nielsen ym. 1984).

Mikroskooppisesti lihassäikeissä nähdään säikeiden katkeilemista, hyelinisaatiota ja kalkkeutumista. Vaurioalueelle kerääntyy makrofageja, satelliittisolut lisääntyvät ja vaurioita yritetään korjata sidekudoksen muodostumisella. Mikroskooppinen kuva on näin jatkuvan nekroosin ja regeneraation yhdistelmä (Jones ym. 1997).

REHUKASVIEN SELEENIPITOISUUS

Suomessa rehukasvien seleenipitoisuus on yleisesti hyvin alhainen, eikä pitoisuus ole yhteydessä maaperän tyyppiin. Seleenin puutteesta aiheutuvat sairaudet ovat mahdollisia kaikkialla Suomessa, ellei seleeniä lisätä nautojen rehuun (Sandholm 1973). Kasvien kyky ottaa seleeniä maaperästä vaihtelee. Niukasti seleeniä ottaviin kasveihin kuuluvat muun muassa nurmiheinät, kun taas runsaasti seleeniä kerääviin kasveihin kuuluvat muun muassa palkokasvit ja ristikukkaiset (Kivisaari 1999). Maaperän alkaalisuus lisää kasvien seleenin ottoa, rikki taas kilpailee seleenin kanssa sitoutumiskohdista sekä kasveissa että eläimissä. Kasvien seleenipitoisuus on alhaisinta keväällä ja sateisina kausina (Radostits ym. 2000). Heinä ja säilörehu sisältävät vähemmän seleeniä kuin vilja (Jukola 1994).

Vuoden 1984 seleeniryhmä totesi, että lypsylehmien ja lihanautojen seleenin saanti perusrehusta oli 10–60 prosenttia riippuen ruokintatyyppistä, kun seleenin vähimmäistarpeena pidettiin 0,1 mg/kg kuiva-ainetta. Seleeniä onkin lisätty lannoitteisiin Suomessa vuodesta 1984 lähtien, tavallisesti helppoliukoisena selenaattina.

Luomajärven (1998) mukaan seleeninpuutteen ei pitäisi olla luomutuotannossa tavanomaista pahempi ongelma, koska pelloilla ei käytetä voimakasta fosfaatti- ja nitraattilannoitusta, maan pH pyritään saamaan korkeammaksi, eikä pelloilla käytetä rikkilisää. Vuonna 1996 otetuissa näytteissä luomuviljassa oli kuitenkin vähemmän seleeniä kuin tavanomaisessa. Luomuviljelyssä ei voida käyttää seleenilannoitusta (Luomajärvi 1998).

JUOTTOVASIKOIDEN SELEENINSAANTI

Syntyvän vasikan veren seleenikoncentraatio on verrannollinen emän veren seleenipitoisuuteen. Seleeni

siirtyy helposti istukan kautta sikiön verenkiertoon ja sikiö pystyy konsentroimaan sitä. Näin ollen seleenipitoisuus sikiön veressä voi nousta emän veren pitoisuuksia korkeammaksi. Vasikoilla, joiden emän veren seleenipitoisuus oli korkea (0,25 mg/kg kokoverta) poikimisen aikaan, oli veren seleenipitoisuus ja punasolujen glutationiperoksidaasiaktiivisuus yhtä suuri kuin emällä. Vasikoilla, joiden emän veren seleenipitoisuus taas oli alhainen poikimisen aikaan (0,052 mg/kg verta), veren seleenipitoisuus syntymähetkellä oli 56 prosenttia korkeampi ja glutationiperoksidaasiaktiivisuus 67 prosenttia korkeampi kuin emällä (Koller ym. 1984).

Täysmaitojuotolla olevien vasikoiden seleenin saanti riippuu juotettavan maidon seleenipitoisuudesta. Ternimaidossa seleeniä on runsaasti, mutta jo viikon kuluttua poikimisesta pitoisuus laskee useita kertoja ternimaidon pitoisuutta alhaisemmaksi. Kahdeksan viikon ikäisten vasikoiden punasolujen glutationiperoksidaasiaktiivisuus on alhaisempi kuin niiden syntyessä, vaikka emän seleeninsaanti on pysynyt koko ajan samana (Koller ym. 1984).

Schlerka (1998) tutki kliinisesti terveiden vasikoiden veren seleenipitoisuuksia syntymästä kahdenkymmenen viikon ikään asti. Tutkimuksessa havaittiin, että vasikoiden veren seleenipitoisuus oli alhaisin heti syntymän jälkeen ja nousi kolmanteen päivään asti syntymästä, kun vasikat saivat vain ternimaitoa. Sen jälkeen seleenipitoisuudet laskevat viidenteen ikäviikkoon asti vasikoiden ollessa täysmaitojuotolla ja alkoivat kohota uudelleen vasta, kun vasikat alkoivat syödä kunnolla kiinteää rehua.

SELEENIN SAANTIA KOSKEVAT SUOSITUKSET

Seerumin keskimääräinen seleenipitoisuus on naudalla 70–100 µg/l, lampaalla 120–150 µg/l, hevosella

130–160 µg/l ja sialla 180–220 µg/l. Seerumin seleenipitoisuus nousee iän myötä ja on alle yhdeksän päivää vanhoilla vasikoilla keskimäärin 50–70 µg/l, yli kuukauden vanhoilla 60–80 µg/l ja yli vuoden iässä 65–90 µg/l (Stowe ja Herdt 1992).

Kasvava vasikka tarvitsee ravinnossaan seleeniä 1 mg/kg ka (Radostits ym. 2000). Kasvavan nuorkarjan ja tiineiden hiehojen tulisi saada seleeniä ainakin 0,1 mg Se/kg ka. Lypsävien ja tiineiden emolehmien sekä jalostussonnien suositusannos on 0,05–0,1 mg Se/kg ka (Minson 1990). Lypsylehmien seleenintarve on 0,2–0,25 mg Se/kg rehun kuiva-ainetta (Stowe ym. 1988). Päiväsaantina 0,3 mg/kg ka vastaa ummessaolevalle lehmälle 3 mg ja täydessä lypsyssä olevalle lehmälle 6 mg seleeniä päivässä (Luomajärvi 1998).

Jukolan (1994) tekemässä tutkimuksessa määritettiin lehmien, nuorkarjan ja vasikoiden veren seleenipitoisuutta ja glutationiperoksidaasiaktiivisuutta. Kaikilla eläimillä oli sisäruokintakaudella korkeampi veren seleenipitoisuus kuin laidunkaudella. Sillä, oliko eläimille syötetty heinää vai säilörehua, ei ollut vaikutusta veren seleenipitoisuuteen. Eläimillä, jotka saivat inorganista seleenilisää ravinnossa, oli korkeampi veren seleenipitoisuus. Rehujen seleenipitoisuudet olivat samanlaisia kuin vuoden 1990 seleenikomitean seurantaraportissa ilmoitetut pitoisuudet ja kaikkien eläinryhmien seleenistatus oli riittävä.

LUOMUTUOTANNON ERITYISPIIRTEET

Luomutuotannossa vasikan ravinnon tulee sisältää luonnollista maitoa vähintään kolme ensimmäistä elinkuukautta. Kuuden kuukauden iästä lähtien 60 prosenttia rehun kuiva-aineesta tulee olla karkearehujä. Karkearehun pitoisuutta voidaan kuitenkin alentaa 50 prosenttia kuiva-aineesta kolmen ensimmäisen lypsykuukauden ajaksi.

Pääsääntöisesti luomunaudat tulee ruokkia luomurehulla, joka on mie-luiten omalla tilalla tuotettua. Siirty-mäkaudella 24.8.2000–24.8.2005 saa kuitenkin 10 prosenttia vuotui-sesta rehun kuiva-ainesaannista olla tavanomaista, sen jälkeen 100 pro-senttia luomurehua (Luonnonmu-kaisen tuotannon ohjeet – eläintuo-tanto 2000).

Käytettävät lannoitteet ovat luonnonmukaisia. Pääasiassa käyte-tään omalla tilalla syntyneitä elope-räisiä aineita ja jätteitä, kuten lantaa ja virtsaa, ostolannoitteiden käytön täytyy perustua maaperäanalyysillä todettuun ravinteen puutteeseen. Synteettisiä lannoitteita ei saa käyt-tää. Sallituista täydennyslannoitteis-ta on säädetty erikseen neuvoston asetuksella. Ruokinnassa voidaan käyttää kivennäisrehuja, joihin on lisätty muun muassa seleeniä. Myös sallituista kivennäisistä ja hiven-aineista on säädetty erikseen neu-voston asetuksella (Luonnonmukai-sen tuotannon ohjeet – eläintuotan-to 2000).

TUTKIMUS

Tavoitteet

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää nautojen seleeninsaannin riittävyttä tavanomaisissa ja luo-mulypsykarjatiloiissa Etelä-Savossa sekä onko nautojen seleenistatuk-sessa eroa tuotantosuuntien välillä. Halusimme myös selvittää, vaikut-taako luomutuotannossa käytettävä vasikoiden pitkä täysmaitojuotto niiden seleeninsaantiin.

Aineisto ja menetelmät

Tutkimukseen osallistui 9 luomu- ja 11 tavanomaista lypsykarjaa Etelä-Savon alueelta. Eräaseen toiseen tutkimukseen (Dredge ja Soveri 2003) satunnaisotannalla valituilla tiloilla oli mahdollisuus osallistua tutkimukseen ja osallistuminen oli vapaaehtoista. Näytteenottoa var-ten tiloilta valittiin arpomalla 10 eläintä; kaksi ummessa olevaa leh-mää, kaksi 3–4 kuukautta aiemmin poikinutta lehmää, kaksi 3–5 viikon

ja kaksi 7–9 viikon ikäistä vasikkaa sekä kaksi 6–9 kuukauden ikäistä nuorkarjan eläintä. Kaikilta tiloilta ei luonnollisestikaan saatu kaikkia kymmentä näytettä tilakoon ja eläinten tuotosvaiheen tai ikäraken-teen vuoksi.

Näytteet kerättiin toukokuussa ja kesäkuun alussa vuonna 2002. Ve-rinäytteet otettiin kaulalaskimosta (Vena Jugularis externa) muoviseen 3 millilitran kalium-EDTA-vakuumi-verinäyteputkeen. Näytteet säilytetiin kylmälaukussa tilakäyntien ajan ja pakastettiin näytteenottopäivän iltana. Eläinten ruokinnasta kerät-tiin tietoa karjanomistajia haastatte-lemalla.

Näytteistä määritettiin glutationi-peroksidaasin aktiivisuutta käyttäen Günzlerin ym. (1974) menetelmää. Mittausmenetelmä perustuu NADPH:n absorbanssin vähenemi-seen reaktiosarjassa, jossa glutatio-niperoksidaasi katalysoi pelkistetyn glutationin reaktiota peroksidin kanssa, jolloin muodostuu vettä ja hapetettua glutationia. NADPH:ta kuluu, kun hapetettu glutationi pelkistyy takaisin pelkistetyksi glu-tationiksi.

Mittaus tehtiin 37 °C:n lämpöti-lassa, pH:ssa 7 seuraavin konsent-raatiomodifikaatioin: 0,33 U/ml glutationireduktaasia (Sigma, type III), 4,0 mM redusoitua glutationia, 0,20 mM NADPH:ta ja 0,85 nM ter-tiääristä butylhydroperoksidia (Merck 80 %) (Sankari 1985). Ennen mittauksia hemolysaatit laimen-nettiin 1:1 1,2 mM KCN-liuoksella. Absorbanssi mitattiin Gilford-analy-saattorilla (KONE SPECIFIC version 3.41). Näytteiden hemoglobiini määritettiin CELL-DYN System 3700 -laitteella (Abbott Laborato-ries).

Veren seleenipitoisuuden ja glutationiperoksidaasiaktiivisuuden välillä on positiivinen korrelaatio, jolloin seleenipitoisuus pystytään laskemaan seuraavalla laskentakaa-valla, kun glutationiperoksidaasiak-tiivisuus tunnetaan: $GSH-Px \mu kat/l = 6,3 \times Se \mu g/l - 63,6$ (Jukola ym. 1994).

Kokoveren seleenipitoisuus $< 50 \mu g/l$ on merkki seleeniinpuutteesta, pitoisuutta $50-100 \mu g/l$ pidetään kohtalaisena tasona ja $>100 \mu g/l$ on suositeltava taso. Vastaavasti koko-veren glutationiperoksidaasiaktiivi-suus $< 251,4 \mu kat/l$ viittaa seleeniin puutteeseen, $251,4-566,4 \mu kat/l$ on kohtalainen taso ja $> 566,4 \mu kat/l$ on suositeltava aktiivisuus (Jukola ym. 1994).

Ruokintakyselyssä kartoitettiin erikseen juottoikäisten vasikoiden ja 6–9 kuukautta vanhojen nuorkar-jan eläinten ruokintaa sekä sitä, onko tilojen naudoilla ollut selee-nin puutteesta johtuvia oireita tai onko eläinlääkäri diagnosoinut seleeniin puutetta tilalla.

Ryhmien vertailussa käytettiin kahden otoksen t-testiä (Statistik for Windows -ohjelma). Aineistot noudattivat normaalijakaumaa.

TULOKSET

Ruokinta ja oireet

Kaikki vasikat saivat ternimaitoa syntyessään. Luomutiloilla vasikat olivat täysmaitojuotolla kolmen kuukauden ikään saakka ja tavan-omaisilla tiloilla keskimäärin kol-mesta neljään viikkoa. Yhdellä ta-vanomaisella tilalla vasikat saivat täysmaitoa vain ensimmäisen vii-ikon ajan ja 27 prosenttia tiloista jatkoi täysmaitojuottoa kaksi kuu-kautta tai pitempään. Tavanomaiset tilat siirtyivät yhtä tilaa lukuun otta-matta täysmaitojuotolta juoma-rehun käyttöön ennen juotolta vie-roitusta. Vasikat vieroitettiin 82 prosentilla tiloista aikaisintaan kah-den kuukauden iässä, muilla tiloilla vähän aiemmin.

Luomutilojen vasikat saivat heti synnyttyään säilörehua 89 prosen-tilla tiloista ja lisäksi myös kuivaa heinää 78 prosentilla tiloista. Kaik-ki vasikat saivat karkearehuja vii-meistään kahden viikon iässä. Ta-vanomaisilla tiloilla oli kuivaa hei-nää tarjolla 64 prosentilla tiloista heti vasikoiden synnyttyä ja säilöre-hua 55 prosentilla tiloista viimeis-

TAULUKKO 1 TABLE

Veren glutathioniperoksidaasiaktiivisuus, $\mu\text{kat/l}$
 Blood glutathione peroxidase activity, $\mu\text{kat/l}$

		Luomu Organic	Tavanomainen Conventional	Yhteensä Combined	p-arvo** p-value
Vasikat 3-5 vkoa Calves 3-5 weeks	ka, mean sd n*	800,91 323,67 9	1155,87 341,69 11	996,14 372,01 20	0,0289
Vasikat 7-9 vkoa Calves 7-9 weeks	ka, mean sd n	886,42 361,56 10	1161,82 190,17 15	1051,66 322,76 25	0,009
Hiehot 6-9 kk Heifers 6-9 months	ka, mean sd n	1253,5 401,11 14	1287,32 354,67 20	1273,40 368,91 34	0,802
Lypsävät lehmät Lactating cows	ka, mean sd n	955,68 336,20 14	1307,43 204,94 20	1235,25 295,22 34	0,017
Ummessa olevat lehmät Dry cows	ka, mean sd n	1056,39 263,50 11	1356,27 185,54 14	1224,32 265,82 25	0,005
Kaikki yhteensä All	ka, mean sd n	1032,41 337,15 58	1285,09 364,57 80	1178,89 271,92 138	< 0,001

* näytteiden lukumäärä, number of samples

** kahden otoksen t-testi; two sample t-test

tään viikon iässä. Luomutiloilla tarjottiin väkirehujä heti syntymän jälkeen 56 prosentilla tiloista ja lopuilla tiloista viimeistään kahden viikon iässä. Tavanomaisista tiloista 90 prosenttia tarjosi vasikoille väkirehujä, 45 prosenttia tiloista heti syntymän jälkeen, 36 prosenttia viimeistään kaksi viikkoa syntymästä ja loput myöhemmin. Luomutiloilla väkirehujä oli yhtä tilaa lukuun ottamatta tarjolla vapaasti, tavanomaisilla tiloilla rajoitetusti. Luomutilojen rehut olivat pääasiassa samoja kuin lehmien rehut, kuten kotoisia jauhosekoituksia tai valmiita kaupallisia luomurehujä. Tavanomaisilla tiloilla annettiin kaupallisia rehujä tai tilan jauhoseosta. Kaikki luomutilat antoivat va-

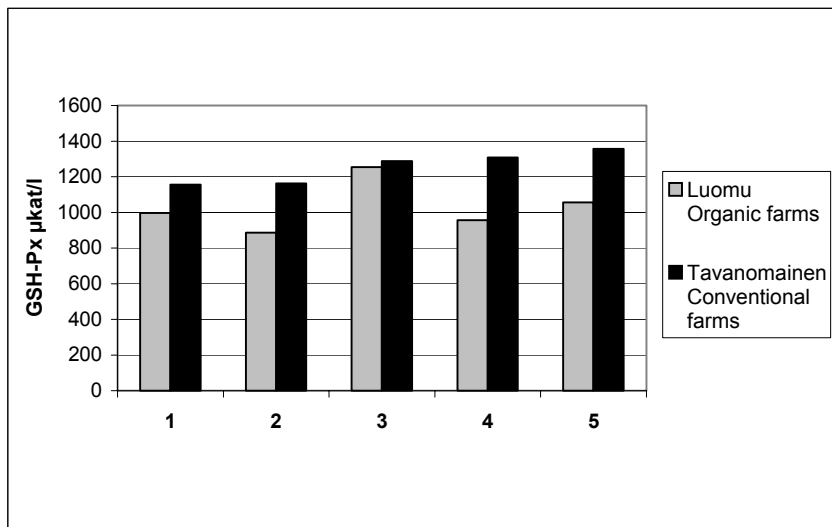
sikoille myös kivennäisiä, tavanomaisista tiloista alle puolet. Annetut kivennäiset olivat pääasiassa samoja kuin lehmillä.

Säilörehujä tarjottiin nuorkarjalle vapaasti 89 prosentilla luomu- ja 55 prosentilla tavanomaisista tiloista. Myös kuivajä heinää tarjottiin 89 prosentilla luomu- ja 73 prosentilla tavanomaisista tiloista, mutta vain 45 prosentilla tavanomaisista tiloista vapaasti. Väki-rehujä annettiin yhtä luomutilajä lukuun ottamatta kaikilla tiloilla, keskimäärin puolitoista kilojä päivässä luomu- ja kilojä päivässä tavanomaisilla tiloilla. Käytetyt väki-rehut olivat luomutiloilla yleensä samoja kuin lehmillä ja vasikoilla, kuten kotoisia jauhojajä kylmäpuristettujä rypsiä ja tavan-

omaisilla tiloilla joko lehmien rehujä tai kaupallisia nuorkarjan rehujä. Kaikki tilat antoivat myös kivennäisiä nuorkarjalle, pääasiassa samoja kuin lehmille.

Mahdollisesti seleenin puutteen viittaavia oireita, kuten lihasheikkoutta ja jäykkyyttä, vapinaa sekä vaikeutunutta ylösnousujä vasikoilla tai äkkikuolemia pikkuvasikoilla oli ollut 55 prosentilla luomu- ja 45 prosentilla tavanomaisista tiloista. Lisäksi eläinlääkäri oli epäillyt seleenin puutetta ilman havaittavia oireita yhdellä luomu- ja neljällä tavanomaisista tiloista.

Seleeniä annettiin naudoille 55 prosentilla luomutiloista ja 27 prosenttia tavanomaisista tiloista säännöllisinä kuureina. Näistä viidestä



KUVA 1 FIGURE

Veren glutationiperoksidaasiaktiivisuuksien keskiarvot ikäryhmittäin ja tuotantosuunnittain. 1 = vasikat 3-5 vkoa, 2 = vasikat 7-9 vkoa, 3 = biehöt 6-9 kk, 4 = lypsävät lehmät, 5 = ummessa olevat lehmät.

Mean glutathione peroxidase activity in blood in organic and conventional farms, divided into different age groups. 1 = calves 3-5 weeks, 2 = calves 7-9 weeks, 3 = heifers 6-9 months, 4 = lactating cows, 5 = dry cows.

luomutilasta yhdellä ja kolmesta tavanomaisesta tilasta kahdella tilalla oli ollut seleenipuutteen viittaavia oireita. Lähes kaikki oireilevat eläimet olivat olleet juottovasikoita, luomutiloilla noin 2-3 kuukautta vanhoja ja tavanomaisilla tiloilla vieroisikäisiä, noin 3-8 viikkoa vanhoja vasikoita.

Veren glutationiperoksidaasiaktiivisuus

Näytteitä saatiin yhteensä 138 naudasta (taulukko 1). Luomunautojen veren glutationiperoksidaasiaktiivisuus (GSH-Px) oli tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,05$) alhaisempi kaikissa muissa, paitsi nuorten nautojen ryhmässä (taulukko 1). Alhaisimmat GSH-Px-aktiivisuudet olivat luomutuotannossa 7-9 viikkoa vanhoilla vasikoilla ja tavanomaisen tuotannon ryhmässä 3-5 viikon ikäisillä vasikoilla (taulukko 1, kuva 1).

Kuvan 2 perusteella GSH-Px-aktiivisuudet nousivat varsinkin luomutuotannon eläimillä iän myötä

ollen korkeimmillaan nuorkarjalla eli 6-9 kuukautta vanhoilla eläimillä. Lypsykauden vaiheella ei näytetty olevan merkitystä veren GSH-Px-aktiivisuuteen (kuva 3). Sekä korkeimmat että alhaisimmat aktiivisuudet on mitattu noin sata päivää poikimisesta.

Kuvista 2 ja 3 nähdään, että vain luomutuotannossa osa eläimistä jäi alle glutationiperoksidaasiaktiivisuuden suositusrajan; 566,4 µkat/l. Glutationiperoksidaasiaktiivisuus oli suositusta alhaisempi kuudella prosentilla eli kahdeksalla naudalla. Kyseiset eläimet olivat kolmelta eri luomutilalta ja niistä kaksi oli 3-5 viikkoa ja kolme 7-9 viikkoa vanhaa vasikkaa, kaksi nuorkarjan eläintä ja yksi lypsävä lehmä. Yhtä pikkuvasikkaa lukuun ottamatta muut eläimet ovat kahdelta tilalta, kolme vasikkaa ja lehmä toiselta ja yksi vasikka ja nuorkarjan eläimet toiselta tilalta. Näillä tiloilla myös toisten nautojen glutationiperoksidaasiaktiivisuus oli alhaisempi kuin muilla tiloilla.

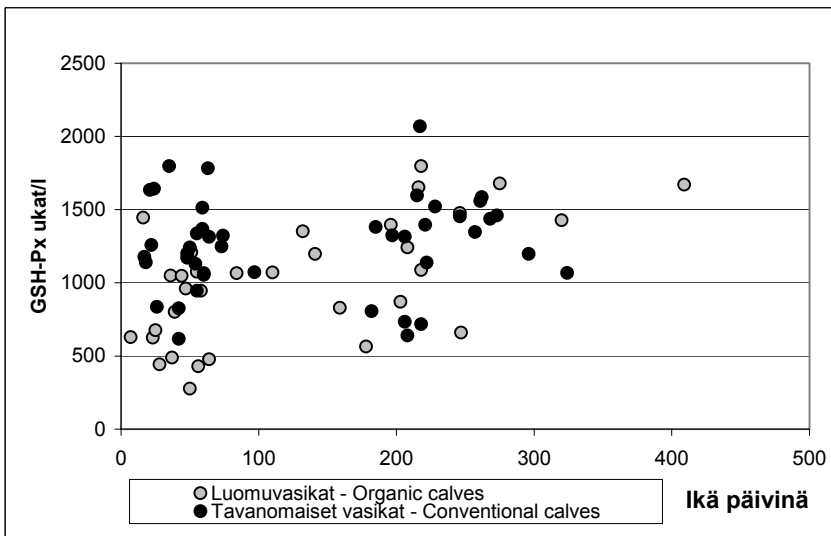
POHDINTA

Kaikilla tutkituilla naudoilla veren glutationiperoksidaasiaktiivisuus ja siten myös veren seleenipitoisuus oli joko kohtalainen tai suositeltava. Yhdenkään eläimen glutationiperoksidaasiaktiivisuus ei raja-arvojen mukaan viitannut seleeniin puutteeseen.

Kaikki eläimet, joiden glutationiperoksidaasiaktiivisuus oli alle suositusrajan, olivat luomutiloilta. Luomutiloilla ei kuitenkaan esiintynyt mahdolliseen seleenipuutteeseen viittaavia oireita enempää kuin tavanomaisilla tiloilla. Oireita oli esiintynyt ja eläinlääkäri oli epäillyt seleenipuutetta sekä sellaisilla tiloilla, joissa glutationiperoksidaasiaktiivisuudet olivat alle suositusarvon että sellaisilla, joissa ne olivat korkeita. Tutkimuksessa saaduilla seleenitilastusten eroilla ei siis näytä olevan yhteyttä oireiden esiintymiseen. Voikin olla, että seleenipitoisuuden ollessa kohtalainen, ei eläimillä vielä esiinny seleenipuutteeseen viittaavia oireita.

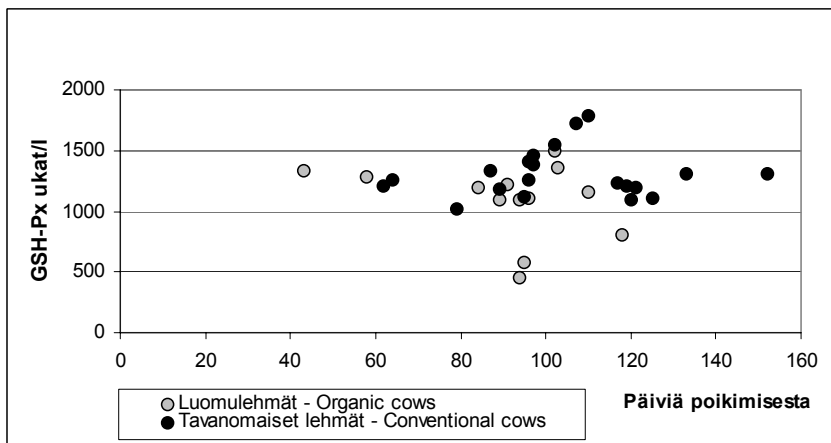
Seleeninsaantia tilalla kannattaa selvittää, mikäli puutetta epäillään. Jos luomutilalla epäillään seleenipuutetta, tulisi ensimmäiseksi tarkistaa kivennäisrehun seleenipitoisuus sekä varmistaa, että eläimet syövät kivennäisiä. Luomurehussa on vähemmän seleeniä kuin tavanomaisessa rehussa, joten kivennäisten laatu ja riittävä saanti on seleeninsaannin kannalta ratkaisevampi tekijä kuin tavanomaisilla tiloilla.

Jukolan (1999) mukaan eläinten seleeninsaantia laskettaessa voidaan luomutiloilla laskea vain kivennäisten sisältämä seleeni ja unohtaa perusrehujen seleenipitoisuus, koska niiden seleenipitoisuus on hyvin alhainen. Käytettävien kivennäisrehujen tulisi olla hyvin maittavia. Tarvittaessa voidaan maittavuuden varmistamiseksi pitää tarjolla kahta eri kivennäisrehua. Kivennäisten anto on muistettava myös laidunkaudella ja varsinkin laiduntamisen alussa, kun ruoho on



KUVA 2 FIGURE

Veren glutationiperoksidaasiaktiivisuuden vaihtelu eri-ikäisten ja eri tuotantosuuntaan kuuluvien väsköiden välillä.
Blood glutathione peroxidase activity of calves in different ages and production systems.



KUVA 3 FIGURE

Lehmien veren glutationiperoksidaasiaktiivisuuden vaihtelu eri tuotantovaiheissa ja eri tuotantosuuntaan kuuluvien lehmien välillä.
Blood glutathione peroxidase activity in the blood of dairy cows at different times from calving, and production systems.

hyvin valkuaispitoista ja nuorkarjan kasvu ja liikunta lisääntyvät.

Seleenin puute voi olla todellinen riski varsinkin luomutilalla, jos eläimet saavat liian vähän seleeniä kivennäisistä. Kivennäisten saanti voi jäädä liian alhaiseksi aina, kun yksilöllistä ruokintaa ei voida toteuttaa, kuten väsköiden ja nuor-

karjan ryhmäkarsinoissa. Ryhmäruokinnassa vähiten kivennäisiä saavat heikoimmat ja pienimmät yksilöt ja varsinkin sairaat eläimet, joilla saantitarve on vielä normaalia suurempi. Samassa ryhmässä olevien eläinten tulisi olla suunnilleen samankokoisia. Karsinassa pitää olla riittävästi tilaa eläintä kohden.

Erityisesti ruokintapöytätilaa on oltava tarpeeksi, jotta koko ryhmä mahtuu syömään yhtä aikaa. Tunnettavien lehmien seleeninsaannin tulisi olla muussa tuotantovaiheissa olevia lehmiä korkeampi, jotta seleeniä kertyisi riittävästi ternimaitoon.

Tutkimuksessamme olimme erityisen kiinnostuneita pitkän täysmaitojuoton vaikutuksesta väsköiden seleenistatukseen luomutiloilla. Sekä lehmien että väsköiden seleenistatus oli luomutuotannossa tilastollisesti merkitsevästi alempi kuin tavanomaisessa tuotannossa. Kyselyssämme kävi kuitenkin ilmi, että myös muissa ruokintakäytännöissä kuin väsköiden juotossa oli eroja tavanomaisten ja luomutilojen välillä. Pitkä täysmaitojuotto ei siis välttämättä ole syynä luomuväsköiden alhaisempaan veren seleenistatukseen. Täysmaitojuottoa voimakkaammin seleenistatukseen voi vaikuttaa väsköiden seleenisaanti muista tarjotuista rehuista.

Monet luomutilojen omistajat totesivat, että kolmen kuukauden ikäiset väskat ovat jo siirtyneet pääasiassa kiinteän rehun käyttöön, eikä niille tarjota enää kovinkaan suurta määrää maitoa. Kaikki luomutilat antoivat lisäkivennäisiä väsköille jo lähes syntymästä asti, kun tavanomaisilla tiloilla kivennäisiä sai vain puolet väsköistä. Luomutiloilla väskat myös saivat väkirehua vapaasti, tavanomaisilla tiloilla rajoitetusti. Tavanomaisilla tiloilla käytetään kuitenkin aika usein kaupallisia väsköiden ja täysrehuja, joihin on lisätty kivennäisiä, hivenaineita ja vitamiinit.

Seleenistatuksen määrittämiseen käytetystä glutationiperoksidaasiaktiivisuudesta 98 prosenttia aktiivisuutena määritettynä on liittyneenä veressä punasoluihin. Siksi veren alhainen punasolukonsentraatio alentaa myös glutationiperoksidaasiaktiivisuutta. Punasolukonsentraatiota arvioitiin määrittämällä verinäytteistä hemoglobiini. Saatua glutationiperoksidaasiaktiivisuuksia ei kuitenkaan korjattu hemoglobiini-

nipitoisuuden perusteella. Pitoisuudet vaihtelivat yksilöittäin, mutta niissä ei ollut eroja ikäryhmien tai tuotantosuuntien välillä ja hemoglobiinipitoisuuden huomioimisella olisi todennäköisesti merkitystä vain yksittäisissä tuloksissa.

Stevensin ym. (1985) tutkimuksen mukaan lypsykarjan seleenistatus riippuu maantieteellisestä sijainnista, koska maaperän seleenipitoisuus vaihtelee alueittain. Tutkimuksen tuloksia ei voikaan yleistää koko maan lypsykarjoihin. Tutkimus kartoitti kuitenkin melko kattavasti Etelä-Savon alueen lypsykarjojen seleenistatusta, jolloin tuloksia voidaan soveltaa Etelä-Savon alueen lypsykarjatiloihin.

KIRJALLISUUS

Boyne, R. & Arthur, J. R. Effects on selenium and copper deficiency on neutrophil function in cattle. *J. Comp. Path.* 91, 1981, s. 271-276.

Braun, U., Forrer, R., Fürer, W. & Lutz, H. Selenium and vitamin E in blood sera of cows from farms with increased incidence of disease. *Vet. Rec.* 128, 1991, s. 543-547.

Dredge, K. & Soveri, T. Piilevän ketoosin esiintyminen luomu- ja tavanomaisissa lypsykarjoissa Etelä-Savossa. Hankkeen loppuraportti. 2003. www.vetmed.helsinki.fi/Saari.

Finch, J. M. & Turner, R. J. Effects of selenium and vitamin E on the immune responses of domestic animals. *Res. Vet. Sci.* 60, 1996, s. 60.

Gissel-Nielsen G., Gupta U. C., Lamand L. & Westermark T. Selenium in soil and plants and its importance in livestock and human nutrition. In: Brady, N. C. (ed). *Advances in Agronomy*, vol 37. Academic Press, Orlando 1984, s. 398-460.

Grasso, P. J., Scholz, R. W., Erskine, R. J. & Eberhart, R. H. Phagocytosis, bacteriostatic activity, and oxidative metabolism of milk neutrophils from dairy cows fed selenium-supplemented and selenium-deficient diets. *Am. J. Vet. Res.* 51, 1990, s. 269-274.

Günzler, W. A., Kremes, H. & Flohé, L. An Improved Test Procedure for Glutathione Peroxidase (EC 1.11.1.9.) in Blood. *Z. Klin. Chem. Biochem.* 12, 1974, s. 444-448.

Jones, T. C., Hunt, R. D. & King, N. W. *Veterinary pathology*. 6. ed. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore 1997. 1392 s.

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. Diss., Coll. Vet. Med. Helsinki 1994. 195 s.

Jukola, E. Riittävä seleeniinsaanti - lehmän terveyden yksi takuumies. *Luomulehti* 1999, (3) s. 24-26.

Kennedy, S., Rice D. A., & Davison, W. B. Experimental myopathy in vitamin E- and selenium-depleted calves with and without added dietary polyunsaturated fatty acids and model for nutritional degenerative myopathy in ruminant cattle. *Res. Vet. Sci.* 43, 1987, s. 384-394.

Kivisaari, S. Seleeni ja nurmiviljely. *Luomulehti* 1999, (2) s. 27-29.

Koller, L. D. & Exon, J. H. The Two Faces of Selenium - Deficiency and Toxicity - are Similar in Animals and Man. *Can. J. Vet. Res.* 50, 1986, s. 297-300.

Koller, L. D., Whitbeck, G. A. & South, P. J. Transplacental transfer and colostral concentrations of selenium in beef cattle. *Am. J. Vet. Res.* 45, 1984, s. 2507-2510.

Luomajärvi, U. Seleeni ja LUOMU. *Luomulehti* 1998, (5) s. 28-30.

Luonnonmukaisen tuotannon ohjeet -eläintuotanto. KTTK:n julkaisuja, B2 Luomutuotanto 4/2000, päivitetty 12/2001. Loimaa 2000. 47 s.

Minson, D. J. *Forage in Ruminant Nutrition*. Academic Press, Inc., New York. 1990, s. 369-381.

Radostits, O. M., Gay, C. C., Blood, D. C. & Hinchcliff. *Veterinary medicine: A textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses*. 9. ed. W. B. Saunders Company Ltd, London 2000. 1877 s.

Sandholm, M. Biological aspects of selenium: Uptake of selenium and different organic materials in the ecosystem. Diss., Coll. Vet. Med. Helsinki 1973. 124 s.

Sankari, S. Plasma glutathione peroxidase and tissue selenium response supplementation in swine. *Acta Vet. Scand. Suppl.* 81, 1985, 127 s.

Schlerka, G. Selen- und Eisenkonzentrationen im Blutplasma sowie Hämoglobin und Hämatokrit. *Tierärztliche Umschau*, 53, 1998, s. 239-242.

Seleenityöryhmän ehdotus lannoitteisiin lisättävistä seleenimääristä. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki 1984. 19 s.

Stevens, J. B., Olson, W. G., Kraemer, R. & Archambeau, J. Serum selenium concentra-

tions and glutathione peroxidase activities in cattle grazing forages of various selenium concentrations. *Am. J. Vet. Res.* 46, 1985, s. 1556-1560.

Stowe, H. D. & Herdt, T. H. Clinical assessment of selenium status of livestock. *J. Anim. Sci.* 70, 1992, s. 3928-3933.

Stowe, H. D., Thomas, J. W., Johnson, T., Marteniuk, J. V., Morrow, D. A. & Ullrey, D. E. Responses of dairy cattle to long-term and short-term supplementation with oral selenium and vitamin E. *J. Dairy Sci.* 71, 1988, s. 1830-1839.

KIRJOITTAJIEN OSOITTEET

Varpu Kupiainen, ELL
Vellamonkatu 15 C 24
00550 Hki
pub. 050 589 0253
varpu.kupiainen@fimnet.fi

Kristiina Dredge, ELL
Kliininen opettaja,
terveydenhuolto
HYELTDK,
kliinisen eläinlääketieteen laitos,
Saaren yksikkö
Pohjoinen pikatie 800
04920 Saarentaus
pub. (019) 529 5322 ja
0400 616 642
kristiina.dredge@helsinki.fi

Satu Sankari, ELT
Kliininen opettaja,
eläinlääketieteellinen kliininen
kemia
HYELTDK,
kliinisen eläinlääketieteen laitos
PL 57, 00014 Helsingin yliopisto
Pub. (09) 1914 9533
satu.sankari@helsinki.fi

Timo Soveri, ELT
ma. professori
HYELTDK,
kliinisen eläinlääketieteen laitos,
Saaren yksikkö
Pohjoinen pikatie 800
04920 Saarentaus
pub. (019) 529 5310 ja
040 721 4971
timo.soveri@helsinki.fi

Artikkeli kuuluu Kupiaisen syventäviin opintoihin.