

*M a a t a l o u d e n*  
*t u t k i m u s k e s k u k s e n*  
*j u l k a i s u j a*  
S A R J A A

46

*Riitta Salo (toim.)*

**Luonnonmukaisen  
tuotannon tutkimus-  
seminaari**

**18.–19.3.1998**

*Riitta Salo (toim.)*

---

# **Luonnonmukaisen tuotannon tutkimusseminaari**

**Esitelmät**

**Jokioinen 18.–19.3.1998**

**Symposium on Organic Production and Research**

---

**Maatalouden tutkimuskeskus**

---

**Salo, R.** <sup>1)</sup> (toim.) 1998. Luonnonmukaisen tuotannon tutkimusseminaari. Maatalouden tutkimuskeskus, Jokioinen, 18.–19.3.1998. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 46. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 75 p. ISSN 1238-9935, ISBN 951-729-530-8.

<sup>1)</sup> Maatalouden tutkimuskeskus, Tietopalveluyksikkö, 31600 Jokioinen, [riitta.salo@mtt.fi](mailto:riitta.salo@mtt.fi)

---

---

**Salo, R.** <sup>1)</sup> (ed.) 1998. Symposium on Organic Production and Research. Agricultural Research Centre of Finland, Jokioinen, 18.–19.3.1998. Publications of Agricultural Research Centre of Finland. Serie A 46. Jokioinen: Agricultural Research Centre of Finland. 75 p. ISSN 1238-9935, ISBN 951-729-530-8.

<sup>1)</sup> Agricultural Research Centre of Finland, Data and Information Services, FIN-31600 Jokioinen, Finland, [riitta.salo@mtt.fi](mailto:riitta.salo@mtt.fi)

---

ISBN 951-729-530-8

ISSN 1238-9935

*Copyright*

Maatalouden tutkimuskeskus

Kirjoittajat

*Julkaisija*

Maatalouden tutkimuskeskus, 31600 Jokioinen

*Jakelu ja myynti*

Maatalouden tutkimuskeskus, tietopalveluyksikkö, 31600 Jokioinen

Puhelin (03) 4188 2327, telekopio (03) 4188 2339

*Painatus*

Vammalan Kirjapaino Oy, 1999

Sisäsivujen painopaperille on myönnetty pohjoismainen joutsenmerkki.

Kansimateriaali on 75-prosenttisesti uusiokuitua.

# Sisällys

<i>Pirkkamaa, J.</i> Kehittämishankkeiden merkitys luomuelintarvikeketjussa . . . . .	5
<i>Korolainen, P.</i> Luomutuotteet kaupassa . . . . .	8
<i>Leskinen, M. &amp; Pietiläinen, H.-M.</i> Luomutuotteiden laatu ja soveltuvuus elintarviketeollisuuteen . . . . .	12
<i>Tiilikainen, A.</i> Kuluttajien ympäristöasenteet – näkökohtia ympäristöhuolen kaupalliseen hyödyntämiseen elintarvikesektorilla . . . . .	17
<i>Ylikoski, P.</i> Tutkimuksen arvovapaus . . . . .	23
<i>Kahiluoto, H.</i> Mitä luonnonmukaisen tuotannon tutkimuksen pitäisi olla – näkökulmia ja kritiikkiä . . . . .	28
<i>Mattila, P.</i> Ammoniakin haihtuminen lietelannasta . . . . .	32
<i>Heinonen-Tanski, H.</i> Karjanlannan aiheuttamat mikrobiologiset riskit ja niiden välttäminen . . . . .	38
<i>Luukkonen, E.</i> Lannan ja kompostin laatu . . . . .	45
<i>Kiiskinen, T.</i> Erityyppiset kanalat munantuotannossa . . . . .	48
<i>Partanen, K.</i> Sikojen ruokintatutkimuksen lähtökohdat . . . . .	58
<i>Kieksi, J.</i> Sikojen laiduntaminen . . . . .	66
<i>Jokiniemi, S.</i> Sikalarakentaminen luomutuotannossa . . . . .	72

# Kehittämishankkeiden merkitys luomuelintarvikeketjussa

Juha Pirkkamaa

*Agropolis Oy, 31600 Jokioinen*

Jokioisilla sijaitseva Agropolis Oy on maaseudun ja elintarviketalouden kehittämissyhtiö, jonka tavoitteena on yhdistää tutkimustoiminnan tulokset sekä maaseudun yritysten ja yritysverkkojen taidollinen osaaminen uusiksi tuote- ja yritysideoiksi.

Agropolis Oy koordinoi mm. luonnonmukaisen viljanviljelyn, perunan sekä öljy- ja kuitupellavan kehittämishankkeita. Sama luonnonmukaisesti tuotettu raaka-ai-

ne saattaa olla alku paitsi uudelle terveysvaikutteiselle elintarvikkeelle myös monelle non food -sovellukselle. Agropolis Oy on mukana kehittämässä Agronet-tietopalveluverkkoa, jota yritykset ja viljelijät hyödyntävät jo nyt sekä ajankohtaisen tutkimus- ja neuvontatiedon haussa että aktiivisessa tietojen vaihdossa keskenään ja esim. tuotteen laatuketjun kehittämistyössä.

*Avainsanat: Agronet, Agropolis Oy, kehittämishanketoiminta*

## Development projects and the organic food production

### Abstract

Located in Jokioinen, Agropolis Ltd, is a development firm operating in the rural and food sectors. Its goal is to combine research results with the skills and know-how of rural enterprises and entrepreneurial networks in order to generate new ideas. Ideas are further refined into practical market-based enterprises.

The organic production of grain, potato, flax and linseed are development projects coordinated by Agropolis. The same or-

ganically produced raw material can be used in both health food products and in non-food products. Agropolis Ltd is participating in the building of the Agronet database, which is used widely in information acquisition, production and quality control, and marketing.

*Key words: Agronet, Agropolis Ltd, development projects*

# Agropolis Oy:n toimintaympäristö

Jokioisilla sijaitseva Agropolis Oy on maaseudun ja elintarviketalouden kehittämissyhtiö. Tavoitteenamme on yhdistää tutkimustoiminnan tulokset sekä maaseudun yritysten ja yritysverkkojen taidollinen osaaminen uusiksi tuote- ja yritysideoiksi. Agropolis Oy on toiminut vuodesta 1995 alkaen ja tällä hetkellä meillä on käynnissä lähes 30 erilaista kehittämishanketta, jotka ovat saaneet alkunsa joko yritysten tai julkisten organisaatioiden toimeksiannosta. Noissa hankkeissa tehtävämme on etsiä sopivat yhteistyökumppanit mm. hankkeissa tarvittaviin tutkimusosioihin, sopia työnjosta sekä järjestää tarvittavat resurssit (henkilöt, tilat, kokonaisrahoitus). Toimintamme kautta meidät tunnetaan realistisinan hankearvioijina.

Agropolis Oy on osa Jokioisille rakentuvaa Agropolis-tiedepuistoa, missä jo nyt tehdään kiinteää yhteistyötä tutkimuksen ja yrityselämän välillä. Tärkein yhteistyökumppanimme on luonnollisesti samalla alueella sijaitseva Maatalouden tutkimuskeskus (MTT). Pohjoismaiden suurimpiin kuuluvan sektoritutkimuslaitoksen monipuoliselle osaamiselle on löytymässä hanketoimintamme kautta uusia käyttäjiä elintarviketalouden ja maaseudun yritysten pyrkiessä vastaamaan kovaan kilpailuun avoimilla markkinoilla. Jokioisilla sijaitsee myös toinen merkittävä yhteistyökumppanimme, ainoana Suomessa kasvinjalostusta harjoittava Boreal Suomen Kasvinjalostus. Elintarviketalouden verkostoituneen osaamiskeskuksen kautta myös alalla koko maassa toimivien muiden tutkimus- ja koulutusyksiköiden osaaminen on käytettävissämme kehittämistoiminnassa.

Toimimme tutkimuksen ja yrityselämän välisellä rajapinnalla, etsien myös koko ajan uusia toimintatapoja, millä vastata maaseudun muutoksen tuomiin haasteisiin. Parhaiten pystymme luonnollisesti palvelemaan niitä asiakkaita, jotka sijaitsevat

maantieteellisesti lähinnä Agropolis Oy:tä. Sijaintimme on siinä suhteessa edullinen, keskellä maamme merkittävintä maatalousaluetta sekä myös lähellä useimpia maatalouden tuotteita jatkojalostavia yrityksiä sekä kulutuskeskuksia. Tietotekniikan kehittyminen on kuitenkin vähentänyt yritysten sijainnin merkitystä ja suomalaisella maaseudulla on kenties maailman kattavin mikrotietokoneverkosto ja sitä myös hyödynnetään. Agropolis Oy on mukana kehittämässä Agronet-tietopalveluverkkoa, sen käyttäjäkoulutusta ja asiakaslähtöisiä tuotepaketteja verkkoon. Yritykset ja viljelijät hyödyntävät jo nyt tätä erityisesti elintarviketalouden ja maaseudun tarpeisiin suunniteltua tietopalveluverkkoa paitsi ajankohtaisen tutkimus- ja neuvontatiedon haussa myös aktiivisessa tietojen vaihdossa keskenään ja esim. tuotteen laatu- ja keuhittämistyössä.

## Kehittämishankkeet

Hanketoiminta on moderni, nopea ja joustava tapa vastata niihin tarpeisiin, joita toimintaympäristön jatkuva muuttuminen maaseudulla ja yrityksissä herättää. Määräaikaisessa projektissa, jolle asetetaan selkeät tavoitteet, voidaan tarvittavat, esim. viljelytutkimukset, analyysit, markkinatutkimukset ym. tehdä juuri ajankohtaisten käytännön tarpeiden pohjalta. Varsinaisessa tutkimustoiminnassa ei tähän ole juuri mahdollisuuksia, sillä pyrkimys on kohti laajempia tutkimusohjelmia, joilla vahvistetaan suomalaista osaamista vastaamaan koko alan haasteisiin myös lähitulevaisuudessa. Agropoliuksen koordinoimien kehittämishankkeiden avulla yritysten on mahdollista päästä tähän kehittyvän osaamisen imuun, kun huolehdimme sekä rahoituksesta tutkimushenkilöresurssista projektien kulloisiinkin tarpeisiin. Samalla myös tutkimus saa tarvitsemaansa palautetta käytännön elinkeinoelämästä.

Kehittämishankkeemme ovat taustallaan sekä toteutukseltaan varsin monipuoli-

sia, aivan kuten on muuttuva suomalainen maaseutu, ympäristö ja yritys-elämä. Varsinaiset yritysten tai yritysverkkojen toimesta käynnistämämme hankkeet tähtäävät useimmiten jonkin tuoteidean kehittämiseksi markkinakelpoiseksi tuotteeksi. Avoimilla markkinoilla kuitenkin harvoin ollaan mukana ainoana valmistajana tai myyjänä, muuallakin osataan kehittää sopiva, maukas tai terveellinen tuote, myös luomutuote. Kilpailuetu koostuukin entistä enemmän tuotteen koko elinkaareen liittyvien osien hallinnasta, todellisesta laatuketjusta pellolta pöytään. Tässä suhteessa mahdollisuutemme vastata yritysten antamiin haasteisiin ovat hyvät, sillä pelkästään yhteistyökumppanimme MTT:n osaaminen koko elintarvikeketjun ja sen ympäristövaikutusten tutkimuksessa on kansallisesti merkittävintä.

Myös hankkeiden rahoitus on etsittävä useista lähteistä, riippuen siitä, onko kysymyksessä esim. tuotekehitysprojekti vai hanke, jolla tähdätään maaseudun toimintaympäristön yleiseen kehittämiseen, esim. yritysten yhteistoimintaan markkinoinnissa. Maa- ja metsätalousministeriön, Opetusministeriön ja TEKES:in rahoittamien valtakunnallisten hankkeiden lisäksi olemme mukana maakunnallisissa, EU:n osaksi rahoittamissa esim. tavoite 5b-ohjelmissä sekä LEADER-yhteisöaloitteissa ja kansalliselta pohjalta käynnistetyissä POMO-ohjelmissä. Niissä, kuten myös paikallisissa hankkeissa kuntien ja seutukuntien rooli alueensa kehityksen suuntaajina ja rahoittajina on merkittävä.

## **Luomuhankkeiden erityispiirteitä**

Agropolis Oy koordinoi mm. luonnonmukaisen viljelyn kehittämishanketta Hämeen

ja Varsinais-Suomen alueilla. Tässä hankkeessa kiinnitetään huomiota erityisesti savi- ja viljanviljelyn ongelmien, kuten ravinnehuoltoon, viljelykiertoon ja rikkakasvien torjuntaan. Eli niihin välttämättömiin perusasioihin, joiden osaanmista ilman ei luomutuotteita markkinoille riitä! Uusimmat, alkavat hankkeemme liittyvät luomuperunaan sekä kuitu- ja öljypeltilavaan, eli erikoiskasveihin, joista valmistetuille tuotteille on löytynyt tai löytymässä markkinoita myös viennissä. Vaativan kasvun ja vaativan viljelymenetelmän sekä tuotteistamisen ja markkinoinnin hallinta tarjoaa riittävästi haasteita sopimusviljelijöille, yrittäjille, tutkijoille, neuvojille ja luonnollisesti meille Agropoliksessa. Ehkä mielenkiintoisin ja uusia, lupaavia näköaloja tarjoava havainto on se, että sama luonnonmukaisesti tuotettu raaka-aine saattaa olla alku paitsi uudelle terveysvaikutteiselle elintarvikkeelle myös monelle non food-sovellukselle.

Markkinoiden kartoitus, vaikkapa edes alustavasti, jo etukäteen ennen kehittämishankkeeseen hakeutumista, auttaa yhteistyökumppaneitamme maaseudulla ja koko elintarviketalouden ketjussa saamaan hankkeistaan nopeammin suuremman hyödyn ja siten parantamaan kilpailuetuaan. Luomutuotanto ei tässä suhteessa, huolimatta meidän hyvistä tuotantoedellytyksistämme, tee mitään poikkeusta, pikemminkin päinvastoin. Osaamisesta on kysymys ja markkinoinnin osaaminen vasta tuo rahassa mitattavaa lisäarvoa.

Lähivuosina tulisi pyrkiä saamaan aikaan laajempia luonnonmukaisen tuotantoketjun, mukaan lukien markkinointi, tutkimus- ja kehittämishankkeita, jotta varmistetaan lupaavasti alkanut muutos pelkästä elämäntavasta vakavasti otettavaksi tuotantovaihtoehdoksi maaseudulle ja turvalliset tuotevaihtoehdot kuluttajalle mahdollisimman läheltä hänen asuinpaikkaansa.

# Luomutuotteet kaupassa

Päivi Korolainen

*K-Supermarket Mehevä, Petter Kumpulaisentie 5, 74130 Iisalmi*

Kaupan on oltava asiakkailleen luotettava ostopaikka. Luotettavuuskuva syntyy monesta asiasta, mm. tavaran saatavuudesta, laadusta, hinnasta, markkinoinnista jne. Luomutuotteet ovat toistaiseksi olleet luotettavuuden kannalta ongelmallinen tuoteryhmä. Kysyntä ja tarjonta eivät kunnolla kohtaa toisiaan, eli asiakkaat eivät aina saa tavaraa silloin, kun sitä haluaisivat, eikä kauppa toisaalta aina käy silloin kun tavaraa on tarjolla. Luomutuotteiden toimittajat ovat yleensä pieniä, tuotteiden laatu on liian usein epätasaista ja määrät vaihtelevat.

Asiakkaat ovat oppineet vaatimaan huippulaatua kaikissa tuotteissa, eivätkä luomutuotteet tee tässä suhteessa poikkeusta, vaan niitä vertaillaan samoin perustein kuin tavanomaisia tuotteita. Tietty -uskollinenkin - käyttäjäkunta on kyllä olemassa, mutta sen kunnollinen palveleminen vaatii kaupalta selvästi suurempia ponnistuksia kuin "tavallisten" tuotteiden kanssa työskentely. Siinä eräs syy siihen, miksi kaikki kauppiaat eivät ole innostuneita heidän mielestään "marginaaliseen" tuoteryhmään panostamisesta. Luomuasiaa eteenpäin ajavalta taholta, tuottajilta, Luomuliitolta ja vastaavilta, kaivataan toimenpiteitä kysynnän herättämiseksi ja näyttöä siitä, että on kaukonäköistä panostaa luomuun.

Myös meitä, jotka olemme valmiita yhteistyöhön ja yhteisiin markkinointiponnistuksiin, löytyy kaupan piiristä. Tarvitaan rohkeita yhteydenottoja, ehdotuksia ja ennen kaikkea tarjolle riittävästi laadukkaita luomutuotteita.

## **Luomu etenee maitotalous- ja viljatuotteissa, kasvikset ja liha vaikeampia**

Tavaran saatavuus ja laatu ovat parhaimmalla mallilla maitotalous-, vilja- ja leipätuotteissa, joissa mukana on niin suuria valmistajia, että tarjonta on jo lähes valtakunnallista. Suuret volyymit mahdollistavat myös kohtuullisen hintatason, joka ei enää merkittävästi poikkea vastaavista tavallisista tuotteista. Esimerkiksi Pirkka-sarjan tuore luomuleipä on lähtenyt tosi vauhdikkaasti liikkeelle. Tosin kuluttajien arvostaman paikallisen luomuleivän saanti vaihtelee, yritykset ovat pieniä ja toiminta vakiintumatonta. Esimerkiksi meillä Iisalmessa luomuleipää saa kahdelta toimittajalta, kummaltakin kerran viikossa ja leipurin lomalla ollessa pidetään taukoa... Koska valikoima on rajoitettu, pitäisi tarjolla olevien tuotteiden miellyttää mahdollisimman suurta asiakasjoukkoa, jotta volyymiä saataisiin riittävästi. Eikä sen perinteisen savolaisen ruisleivän tai rieskan teko noin vain onnistu!

Luomumaidon jalostus on ajankohtainen asia Ylä-Savossa, erityisesti Kiuruvedellä on runsaasti luomumaidon tuottajia ja siellä suunnitellaan omaa jalostustoimintaa. Näin kauppiaan näkökulmasta omaleimaiset alueelliset tuotteet ovat tietysti hyvä asia, mutta pienten yksiköiden tuotanto-



kustannukset ovat helposti sitä luokkaa, ettei kuluttaja suostu kyseistä Luomu-Kotiseutulisiä maksamaan. Sen sijaan esimerkiksi tilajuustot, joita tehdään Peltosalmen maaseutuopiston Runnin juustolassa, ovat tehneet hyvin kauppansa, tosin niitä ei vielä kovin paljon ole kaupan tiskille riittänyt.

Meillä K-Supermarket Mehevässä on myös ns. Maalaistuotteiden herkkupiste, jossa merkittävä osa tuotteista on paikallisia luomujalosteita. Jokainen tuottaja toimittaa ja laskuttaa omat tuotteensa ja jokainen huolehtii käydessään myyntipaikan kunnosta sekä viestittää toisille hyllypuutteet. Kukin vuorollaan järjestää myymälässä myyntiesittelyjä. Käytännössä herkkupiste toimii juuri niin hyvin kuin sitä hoidetaan ja esitellään. Hyvin omaperäiset tuotteet vaativat runsaasti konsulenttitoimintaa, sen sijaan esimerkiksi perushapankaali vaatii vain sen, että hyllyssä on aina tavaraa. Myös tyrnimarja on esimerkki tuotteesta, jota menisi huomattavasti enemmän kaupaksi sekä syksyllä tuoreena että pakasteena, kuin mitä myyntiin on tähän mennessä saatu.

Luomuvihannesten ja -juuresten tuottajat sopivat pienuutensa takia parhaiten kauppakohtaiseen yhteistyöhön. Paras ratkaisu olisi "omien" viljelijöiden tuottamat tuotteet, jolloin asiakkaille voidaan tehdä tutuksi vihannesten ja juuresten alkuperä ja niitä voidaan markkinoida viljelijän nimellä. Riittävä volyyymi ja tasainen laatu ovat ensisijaisia vaatimuksia. Sopiva monipuolisuus on myöskin etu; samalta tilalta saataisiin useampia tuotteita ja toisaalta viljelijä voisi suunnitella tuotantoaan järkeväksi sekä viljelykierron että työllistämisen perusteella. Tämä edellyttää kuitenkin tiivistä yhteistyötä tuottajan ja kauppiaan välillä sekä luottamusta, molemminpuolista sitoutumista ja joustavuuttakin, jotta päästään pitempiaikaiseen kauppasuhteeseen.

Hyvin pienten ja lisäksi hyvin monipuolista tuotantoa harjoittavien luomutilojen kohdalla sopivin vaihtoehto on mielestäni viljelijöiden yhteinen markkinointiyhtiö. Tasainen laatu taataan parhaiten siten, että yhtiö myös lajittelee ja pakkaa tuotteet! Jotta hinta olisi kohdallaan, tarvitaan pitkä-

jänteistä, markkinahenkistä hinnoittelustrategiaa, johon tuottajan ja kauppiaan on paneuduttava yhdessä. Tavoitteenahan on se, ettei periaatteessa luomuaatetta kannattava asiakas käytännössä kuitenkin tarttuisi siihen espanjalaiseen tuontikurkkuun tai tomaattiin!

Luomulihan ja -lihajalosteiden osalta tilanne on samantapainen kuin vihanneksissa. Luomulihaa on saatavilla vain osassa maata, tuottajat ovat pieniä ja pitkäjänteisen yhteistyön edellyttämä riittävän ja tasaisen määrän ja laadun turvaaminen on vaikeaa. Kokemukset kuitenkin osoittavat, että kiinnostusta luomulihaan on ja etenkin ruhon arvo-osien menekki on ollut hyvä. Toisaalta kaikki suurimmat liha-alan yritykset pyrkivät tuomaan markkinoille omia "laatu" lihatuotteitaan, jotka ovat luettavissa lähinnä IP-tuotantoon. On vaikea arvioida sitä, löytyykö luomutuotannosta riittävästi lisäarvoa, jotta sen markkinointi suuressa mitassa onnistuu näiden rinnalla.

Jakelussa voidaan mielestäni käyttää jo olemassa olevia kauppaketjujen omia kanavia, jolloin tuotteita saadaan kaikille halukaille ilman eri kustannuksia. Esimerkiksi K-ryhmässä logistiikkatoiminnot kaikkine terminaalikuljetuksineen on pyritty järjestämään mahdollisimman taloudelliseksi myös ympäristönäkökohdat huomioiden.

## **Onko luomubanaania olemassa?**

Kotimaisuus ja lähellä tuottaminen kuuluvat luonnonmukaisen tuotannon peruskäsitteistöön. Varsinkin hedelmissä Suomi on pääosin tuontituotteiden varassa. Luomubanaani tai -appelsiini ovat teoriassa ihan kannatettavia tuotteita, mutta voiko esimerkiksi Etelä-Amerikasta tai Etelä-Afrikasta tänne Pohjolaan kuljetettua tuotetta vielä kutsua luomuksi, jos oikein paneudutaan elinkaari-ajattelun perusteisiin? Ja päinvastoin, onko suomalainen luomutuote luomua vielä etelä-saksalaisen kaupan hyllyssä?

## Entä kauppiaskollegat maailmalla?

Keskolla on monenlaista kansainvälistä yhteistyötä niin ostamisen kuin kokemusten-vaihdon merkeissä. Näissä yhteyksissä on vertailtu myös luomutuotteiden kaupan kehitystä.

Ruotsissa luomutuotteita on selvästi enemmän kuin Suomessa, mutta saatavuus- ja laatuongelmia on sielläkin. Suurin kauppiasketju ICA aikoo selvästi nostaa luomun osuutta myynnistään, joissakin tuoteryhmissä on tavoitteena viiden vuoden sisällä jo yli 10 %:n markkinaosuus, kun nyt liikutaan useimmiten 2–3 %:ssa.

Englannissa ollaan vasta noin 1 %:n tasolla ja niin maatalous kuin kauppaakin joutuvat toistaiseksi käyttämään enemmän voimavaroja perinteisen naudanlihatuotannon ennalleen palauttamiseen kuin uusien luonnonmukaisten menetelmien kehittämiseen. Kauppa tekee työtä luomun hyväksi, mutta vauhdittajana on enemmän yritysten oma vastuuntunto ympäristöasioissa kuin kysynnän tuomat paineet.

Ranskalainen ruokakulttuuri ei taida pitää luomuajattelua ihan listojen kärjessä, mitään kummempaa ei ainakaan Ranskanmaalta ole näissä asioissa kuulunut.

Sen sijaan Saksassa luomu on kaupalle jo lähes yhtä tärkeä kuin Ruotsissa. Esimerkiksi suurimpiin elintarvikekauppiaisiin kuuluva Tengelmann on luonut EU:n luomusääntöihin tukeutuen viimeisten viiden vuoden aikana yli 70 tuotetta käsittävän Naturkind -luomutuotesarjan, jonka sanotaan olevan esillä kyseisen yrityksen kaikissa kaupoissa, eli volyyymi on jo melkoinen.

Sveitsissä niin Migros kuin Coop Schweiz ovat tehneet vuosikausia töitä luomun hyväksi. Kummallakin on runsaasti sopimusviljelijöitä – tosin enemmän ”kontrolloidun tuotannon” kuin puhtaan luomutuotannon piirissä – ja tuotteet myydään oman merkin alla. Erityisesti Migros poikkeaa muista eurooppalaisista kauppa-etuista siinä, että sen toiminta perustuu lähes

täysin omiin merkkeihin ja erittäin suuressa määrin omaan valmistukseen. Tämä luonnollisesti helpottaa niin suunnittelua kuin toteutuksen valvontaa.

Hollantilainen Ahold, joka on suuri kauppias myös USA:ssa, ei puhu omassa ympäristöraportissaan luomusta oikeastaan mitään Hollannin osalta. USA:ssa luomun, jossa Kalifornian tuotannon osuus on merkittävä, todetaan menestyvän erinomaisesti ja kasvavan selvästi muita tuotteita nopeammin. Esimerkiksi Giant-ketjun hedelmä- ja vihannesosastolla on nyt pysyvästi 75 luomutuotetta, ja tänä vuonna luvun uskotaan nousevan toiselle sadalle.

## Luomu jää pieneksi – IP valtaa markkinat?

Niin Suomessa kuin muuallakin kauppa arvioi luomun osuuden jäävän pitkällä tähtäimellä 5–10 %:iin ja pääpaino pannaan ”Integrated Production” – eli IP-tuotteille. Strategia lienee niin kuluttajan terveyden kuin taloudenkin kannalta hyvä. Maamme markkinat ovat siksi pienet, että valtakunnallisten luomutuotesarjojen luominen on hyvin vaikeaa. Merkkituotteiden laatuvaatimukset pelottavat tuottajia, eikä koko sesongin kestävään tasaiseen määrään ole kasvis- ja lihapuolella mahdollisuuksia, ellei maatalouden rakenteessa tapahdu todella suuria muutoksia. Joitakin poikkeamia keskimääräisiin ennusteisiin aina ilmaantuu, esimerkiksi kotimaiselle luomulastenruualle voisi ennustaa hyvin organisoituna suurta markkinaosuutta.

Valitettavasti IP on käsitteenä vielä kovin epäyhtenäinen ja tuskin sitä aivan yhtenäiseksi saadaankaan. Suomessa ja Ruotsissa IP lienee sisällöltään jokseenkin sama, tosin meilläkin näyttää pieneen maahan mahduttuvan kaksi koulukuntaa, kun jo nyt puhutaan IP-viljasta ja ISO-viljasta. Englannissa Marks&Spencerillä on oma Quality Select Crop Management -sopimustuottajakuntansa ja Sainsburyllä omat Integrated Crop

Management System – eli ICMS-tuottajansa. Molemmat tekevät yhteistyötä sikäläisen MTK:n kanssa. Englantilainen ICMS poikkeaa varmasti jossain määrin Hollannin Aholdin vastaavan järjestelmän periaatteista, jotka tuskin taas ovat lähelläkään Migroksen Sano-tuotteiden periaatteita.

Eikä luomukaan näytä kaikkialla ihan samaa tarkoittavan. Kun USA:ssa liittovaltiotason sääntöjä suunnittelevat virkamiehet kysyvät vaihteeksi teollisuudelta, mitä luomulla tarkoitetaan, mukaan mahtuisivat nyt jo niin geenimuuntelut kuin säteilytyskin, tosin viljelijät itse panevat vielä lujasti hanttiin. Meillä onneksi Luomuliiton vaatimukset ovat yhtenäistäneet tilanteen, vaikka joissakin tuoteryhmissä niiden tiukkuus on ollut myös esteenä tuotannon liisäntymiselle. Mitä geenimanipuloituihin tuotteisiin tulee, K-ryhmän etiikan mukaan kuluttajan on aina tiedettävä, millä tavalla käsiteltyjä tuotteita hän syö.

Luomu on kuluttajalle käsitteenä tuttu ja ymmärretty, ja sellaisena se on myös syytä pitää. Muiden käsitteiden kuten IP:n selkeyttämiseksi on vielä tehtävä paljon työtä ennenkuin niitä voidaan markkinoinnissa käyttää. Ellei kansainvälisiin normeihin ole mahdollisuuksia, pitäisi ainakin pystyä kertomaan, mitä kansallisella tasolla on mahdollisesti sovittu, jotta jonkinlaiset järkevät vertailut olisivat mahdollisia.

Luomun ja leppäkerttumerkin tuttuus on mielestäni tällä hetkellä luomutuotannon suuri mahdollisuus. Kuluttajien taloudellinen asema on kohentunut, terveys- ja

ympäristötietoisuus kasvanut, nyt heitä kiinnostavat vaihtoehdot. Mikäli luomutuotteet halutaan kaikkien kuluttajien ulottuville, on yhteistyö kaupan ja tuottajien välillä aloitettava tosissaan ennenkuin ”etikko-aika” kuluu ohi ja eurosuomalainen ei enää tiedosta eroa espanjalaisen ”lentokurkun” ja kotimaisen luomutuotteen välillä!

Markkinointi on tässä avainasemassa. Nykykuluttaja on tottunut ostamaan merkituotteita, siksi pienten tuottajien pakkaamat ja jalostamat tuotteet on aina helpompi jättää hyllyyn kuin joku ylikansallinen tuote, jota kehuaan televisiossa ilta illan jälkeen. Voisiko luomun leppäkerttu olla se brandi, joka tekisi tuotteesta todella halutun vaihtoehdon? Näin leppäkerttumerkki viestisi asiakkaille sen, että kysymyksessä on huippulaatuinen tuote, joka maistuu ja näyttää hyvältä, ja joka lisäksi on terveellinen, puhdas ja tuotettu ympäristöä säästäen. Tällöin tuotteen haluttavuus perustuu muuhun kuin hintaan. Suuriin TV-mainoskampanjoihin ei varmaan kovin usein ole varaa, mutta uskon, että kaikki ne kaupat, jotka suhtautuvat vakavasti luomun mahdollisuuksiin, olisivat kiitollisia myymälämainosmateriaalista: reilunkokoisista leppäkerttumerkeistä, julisteista, tiedotteista jne. Uskon, että luovia luomuihmisiä riittää niin tuottajissa kuin kauppiassakin, kun vaan pistetään aivoriihi koolle. Ja paras markkinointiväline on aina viljelijä myymässä ja kertomassa omista tuotteistaan suoraan asiakkaalle.

# Luomutuotteiden laatu ja soveltuvuus elintarviketeollisuuteen

Marita Leskinen ja Hanna-Maija Pietiläinen

*Helsingin yliopisto, Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus Mikkeli,  
Lönrotinkatu 3–5, 50100 Mikkeli*

Suomessa toimii tällä hetkellä runsaat 360 luomuelintarvikkeita valmistavaa, pakkaavaa tai kolmansista maista tuontia harjoittavaa yritystä. Lukumääräisesti suurin osa jalostajista on mylly- ja leipomoteollisuuden yrityksiä. Yleisimmät ongelmat luomujalostuksessa ovat tällä hetkellä raaka-aineen riittämättömyys, yksipuolisuus ja joissakin tapauksissa raaka-aineen epätasainen laatu. Lisäksi yleisiä jalostuksessa tarvittavia luomuraaka-aineita, kuten sokeria, voita, margariinia, juustoja ja mausteita, saa Suomesta erittäin rajoitetusti tai ei ollenkaan, jolloin niitä joudutaan tuomaan muualta. Kotimaisia luomujalosteita on markkinoilla erittäin vähän. Yleisimmin luomujaloste on tällä hetkellä kopio tavanomaisesta. Raaka-aineet on vaihdettu luomulaatuiseksi ja muutettu reseptiä tai valmistustekniikka siten, että tuote täyttää luomuehdot ja on rakenteeltaan suunnilleen hyväksyttävä.

Luomujalostuksen eteenpäin viemiseksi ja raaka-ainetuotannon takaamiseksi jalostajille selvitetäänkin parhaillaan elintarvi-

keteollisuuden laatuvaatimuksia luomuraaka-aineelle. Raaka-aineen laatua (luomuperuna, -porkkana, -keräkaali, -punajuuri ja -mansikka) tutkitaan kemiallisin määrittelyin ja aistinvaraisin arvioinnein. Eri lajikkeista valmistetaan teollisuusmittakaavassa ja pienimuotoisesti erilaisia tuotteita ja tarkastellaan näiden laatua.

Vuoden 1997 tulosten mukaan eri kasvien lajikkeiden kemialliset koostumukset erosivat joiltain ominaisuuksiltaan toisistaan. Eroja lajikkeiden välillä oli lähinnä perunan C-vitamiini-, sokeri- ja kuiva-ainepitoisuudessa, porkkanan beetakaroteenipitoisuudessa, keräkaalin sokeripitoisuudessa sekä mansikan C-vitamiini- ja sokeripitoisuuksissa. Maaliskuuhun mennessä tehtyjen aistinvaraisten arviointien lajikkeiden välillä ei ole voitu todeta merkittäviä eroja. Näyttäisi siltä, että lajikkeiden kemialliset erot säilyisivät myös niistä valmistetuissa tuotteissa.

*Avainsanat: elintarvikkeet, keräkaali, laatu, luonnonmukainen tuotanto, mansikka, peruna, porkkana*

# Quality of organic products and their usability in the food industry

## Abstract

In Finland over 360 companies currently manufacture, pack or import organic food products from third countries. The most common problems faced by organic food producers, mainly milk and bakeries, are the inadequacy, lack of variety and, in some cases, uneven quality of the raw material. Furthermore, some of the organic raw materials needed in refining, such as sugar, butter, margarine, cheese and spices, are in very short supply or not available at all in Finland, in which case they have to be imported. There are very few domestic organic food producers on the market. The majority are copies of conventional products only. The raw materials having been replaced by organic materials and the recipe or the manufacturing technique changed so that the product meets the regulations for organic products and is texturally acceptable.

The quality requirements of the food industry for organic raw materials are cur-

rently being defined with a view to promoting organic food and raw material production. The quality of the raw material (organic potato, carrot, cabbage, beetroot and strawberry) is assessed by analyses and sensory evaluations. Different products are made from different varieties and on industrial scale, and their quality is then assessed.

The results for 1997 showed that varieties of the different plants differed from each other in some properties, mainly in vitamin C, sugar and dry matter content of potato, in beta-carotene of carrot, in sugar of cabbage and in sugar and vitamin C of strawberry. No significant differences were found between varieties in sensory evaluations conducted by March. It would seem that the chemical differences in varieties were still present in made from them.

*Key words: cabbage, carrot, foodstuffs, organic, production, potato, quality, strawberry*

# Luomujalostuksen nykytila

Luomutuotteiden kysynnän jatkuvasti lisääntyessä on luomutuotanto tarjonnut todellisen ja taloudellisesti kannattavan tuotantovaihtoehdon yhä useammille maanviljelijöille. Kasvintuotannon tarkastuskeskuksen tilastojen mukaan vuonna 1996 Suomessa viljeli luonnonmukaisesti 4452 tilaa (Kasvintuotannon tarkastuskeskus 1997). Luomussa oleva kokonaispeltopinta-ala oli 105 995 ha. Lukuun on laskettu varsinaisen luomualan lisäksi siirtymävaiheala ja luomuun vuosina 1997–98 siirrettävä ala. Lukumääräisesti eniten luomutiloja oli Uudenmaan, Turun, Vaasan, Pirkanmaan ja Etelä-Pohjanmaan maaseutualueilla. Pinta-alallisesti eniten viljeltiin rehu- (6888 ha) ja leipäviljoja (3776 ha).

Luonnonmukaisesti tuotettuja elintarvikkeita valmistaa tai tuo maahan 363 yritystä eri puolilla Suomea (Elintarvikevirasto 1997). Lukumääräisesti suurin osa jalostajista on mylly- ja leipomoteollisuuden yrityksiä.

Suomen luomuviljelijöitä ja -jalostajia sitovat Euroopan yhteisön laatimat ohjeet ja vaatimukset. Tärkeimmät Suomessa luonnonmukaista tuotantoa ja jalostusta säätelevät säädökset ovat:

- EU-asetus maataloustuotteiden luonnonmukaisesta tuotantotavasta ja siihen liittyvistä merkinnöistä maataloustuotteissa ja elintarvikkeissa, 2029/91 (koskee pääasiassa kasvisperäisiä kasvikunnan tuotteita)
- maa- ja metsätalousministeriön päätös luonnonmukaisesta maataloustuotannosta sekä luonnonmukaisesti tuotettujen maataloustuotteiden ja elintarvikkeiden valvonnan järjestämisestä, 1339/95
- Luonnonmukaisen Viljelyn Liiton tuotanto-ohjeet (sekä eläin- että kasvikunnan tuotteet).

Luomuelintarvikkeita koskee sama elintarvikelainsäädäntö kuin tavanomaisiakin elintarvikkeita. Kansallisten liittojen, kuten Luomu-Liiton, antamat ohjeet ja määräykset saavat olla tiukempia kuin EU-asetuksen vaatimukset.

Suomalaisten elintarvikeyritysten ongelmana ovat tällä hetkellä raaka-aineen riittämättömyys, yksipuolisuus ja joissakin tapauksissa raaka-aineen epätasainen laatu. Perunaa, porkkanaa, kaalia ja sipulia sekä vilja- ja joitakin maitotuotteita on saatavilla kotimaisina. Koska vain tietyt ei-luomua olevat raaka-aineet ovat lainsäädännön mukaan sallittuja, joudutaan alkuvaiheessa tuomaan muualta monia raaka-aineita kuten sokeria, voita, margariinia, juustoja ja mausteita. Myös luomutukkureita on vähän ja varsinkin tuontitavaroilla hintavaihtelut ovat suuria. Luomuhjeitten mukaan luomujalosteesta ei saa käyttää säilöntäaineita ja sallittuja lisäaineitakin on huomattavasti vähemmän kuin tavanomaisissa tuotteissa. Tämä vaikuttaa tuotteen säilyvyyteen ja esim. luomumehu ei säily huoneenlämmössä ellei pakkaamista tehdä aseptisesti.

Yleisimmin luomujaloste on tällä hetkellä kopio tavanomaisesta. Raaka-aineet on vaihdettu luomulaatuiseksi ja muutettu reseptiä tai valmistustekniikkaa siten, että tuote täyttää luomuehdot ja on rakenteeltaan suunnilleen hyväksyttävä. Saadaanko tuotteelle riittävästi hintaa vain raaka-aineita muuttamalla?

Kotimaisia luomujalosteita on markkinoilla erittäin vähän. Markkina-aukkoja on, kunhan ne osataan hyödyntää. Jotta jalostustoiminnassa päästäisiin eteenpäin, tiettyjen raaka-aineiden tuonti on hyväksyttävä, vaikka se olisi kuinka kestävä kehityksen vastaista. Isompi teollisuus kiinnostuu tietyistä massatuotteista ja pienille yrityksille jää tilaa valmistaa tiettyjä erikoistuotteita kuten maitohapatettuja tuotteita.

# Elintarviketeollisuuden laatuvaatimuksia selvitetään

Elintarviketeollisuuden laatuvaatimukset luonnonomukaisesti tuotetuille kasviksille ja marjoille -hankkeen tavoitteena on selvittää luomukasvisten ja -marjojen soveltuvuutta elintarviketeollisuudelle. Luomuperunasta, -porkkanasta, -keräkaalista, punajuuresta ja -mansikasta määritetään kemiallinen koostumus ja aistinvarainen laatu. Tutkitut kasvikset ja marjat prosoidaan erilaisiksi tuotteiksi ja tarkastellaan niiden laatua sekä kemiallisin määrittäisin että aistinvaraisesti arvioiden. Lisäksi määritetään avomaavihannesten kasvualustan kasvutekijät.

Ensimmäisenä vuonna raaka-aineilla tehtiin prosessointikokeiluja yritysten kanssa ja pienimuotoisesti kokeittiössä. Pienimuotoisesti tehtiin seuraavia tuotteita: porkkana- ja hapankaalimehuja, hapankaalia, mansikkahilloja ja -mehuja. Yritysten kanssa koevalmistettiin niiden tavanomaiseen tuotevalikoimaan kuuluvia tuotteita

luomuna. Tavoitteena on mm. kokeilla eri lajikkeiden sopivuutta luomutuotteisiin. Lajikkeina olivat vuonna 1997 perunassa Nicola ja Van Gogh, porkkanassa Panther, Napoli ja Parano, keräkaalissa Castello, Lennox ja Rinda, punajuuressa Forono ja Dragon sekä mansikassa Honeoye, Polka, ja Jonsok.

## Ensimmäisen kasvukauden alustavia tuloksia

Raaka-aineesta analysoitiin C-vitamiini, kokonaissokeripitoisuus, nitraatti, tuhka, kuiva-aine, typpipitoisuus, pH, sekä perunasta tärkkelys ja porkkanasta beetakaroteeni. Kaikki raaka-aineiden kemiallisten analyysien tulokset testattiin Studentin T-jakauman avulla. Sen mukaan mansikoissa oli eroja Honeoyen ja Polkan sekä Honeoyen ja Jonsokin C-vitamiinipitoisuuksissa ja Jonsokin ja Polkan sokeripitoisuuksissa. Perunalajikkeissa Nicolan ja Van Goghin välillä todettiin olevan eroja C-vitamiini-, so-

**Taulukko 1.** Luomuperunan, -porkkanan, -keräkaalin ja -mansikan eri lajikkeiden kemiallisten ominaisuuksien keskiarvot.

	C-vitamiini mg/100 g tp.	Sokeri % tp.	Kuiva-aine %	Proteiini g/100 g tp.	Nitraatti mg/kg tp.	Beetakaroteeni mg/100 g tp.
Peruna						
Nicola	18,74	2,20	18,03	6,2	28,83	-
Van Gogh	13,55	1,61	20,23	5,7	21,00	-
Porkkana						
Napoli	4,99	5,70	10,80	6,27	50,35	6,20
Panther	5,96	6,07	11,08	6,69	101,00	9,34
Parano	5,75	6,75	12,20	6,70	47,00	5,82
Keräkaali						
Castello	48,86	4,98	10,30	3,63	249,5	-
Rinda	45,74	4,35	7,85	2,46	244,5	-
Lennox	49,28	4,45	10,15	3,06	431,5	-
Mansikka						
Honeoye	90,44	7,15	14,03	0,85	alle 200	-
Polka	65,69	8,05	15,33	0,85	alle 200	-
Jonsok	56,57	6,40	12,50	0,70	alle 200	-

keri- ja kuiva-ainepitoisuuksissa. Porkkana-lajikkeet (Napoli ja Panther sekä Parano ja Panther) erosivat beetakaroteenin suhteen. T-testin mukaan keräkaalien (lajikkeet Castello ja Lennox) kokonaisokeripitoisuudet erosivat toisistaan. Taulukossa 1 on esitetty mansikka-, peruna-, porkkana- ja keräkaalilajikkeiden kemiallisten ominaisuuksien keskiarvot. Aistinvaraisen arvioinnin mukaan mansikkalajikkeiden välillä ei ole merkittäviä eroja. Myöskään keräkaalilajikkeissa ei havaittu merkittäviä eroja. Perunan ja porkkanan aistinvarainen arviointi jatkuu vielä toukokuuhun asti. Tuloksia tarkasteltaessa on syytä muistaa, että ne ovat vasta yhden kasvukauden antamaa tietoa.

## **Luomutuotteiden valmistus**

Porkkanamehut valmistettiin kolmesta eri lajikkeesta. Porkkanamehuista analysoidaan C-vitamiinipitoisuus-, kokonaisokeri-, nit-

raatti- ja beetakaroteenipitoisuus. Määrittäykset tehdään heti mehujen valmistuksen jälkeen, keskellä arvioitua säilymisaikaa ja säilymisajan lopussa. Lisäksi pH mitataan säilytyksen aikana kerran kuussa. Maaliskuun alussa tehtiin toinen erä mehuja samalla ohjeella, jolloin voidaan tarkastella, pysyykö porkkanamehun laatu tasaisena valmistettaessa sitä läpi vuoden. Hapankaalia tehtiin kaksi kertaa talven 1997–98 kolmesta eri luomuhapankaalilajikkeesta. Mansikkamehut ja -hillot tehtiin myös kolmesta eri mansikkalajikkeesta. Mansikkahillojen ja -mehujen, porkkanamehujen ja hapankaalien osalta aistinvaraisen arvioinnin tulokset valmistuvat kevään aikana. Eri lajikkeiden soveltuvuudesta tuotteisiin saatiin alustavia havaintoja mm., että täydellistä tuotetta ei saa tekemällä sitä yhdestä lajikkeesta. Esimerkiksi paras väri porkkanamehuihin saatiin Panther-lajikkeesta, mutta hyvä maku taas toisesta lajikkeesta. Lajikkeiden väliset kemiallisten ominaisuuksien suhteet näyttäsivät myös säilyvän porkkanamehussa.

## **Kirjallisuus**

---

Elintarvikevirasto. 1997. Luomuvalvonnan vuositarkastukset 1998. E 3/217/98. 17 p.

Kasvintuotannon tarkastuskeskus. 1997. Luonnonmukaisen maataloustuotannon tilastoja vuodelta

1996. Esitelmämoniste. Kasvintuotannon tarkastuskeskus, Luonnonmukaisen tuotannon valvonta.



# **Kuluttajien ympäristöasenteet – näkökohtia ympäristöhuolen kaupalliseen hyödyntämiseen elintarvikesektorilla**

Aimo Tiilikainen

Ei saatavissa











# Tutkimuksen arvovapaus

Petri Ylikoski

*Helsingin yliopisto, Käytännöllisen filosofian laitos, PL 24, 00014 Helsingin yliopisto*

Pohdittaessa tutkimuksen arvovapautta on hyvä erottaa tieteen sisältö ja tieteellinen tutkimus toimintana. Sisällön tasolla tosiasioiden ja arvojen välillä on kategorinen ero ja tästä syytä voidaan puhua arvovapaudesta. Tutkimus toimintana kuuluu kaiken inhimillisen toiminnan tavoin moraalisen

arviointiin piiriin. Toimintaa, siis myös tutkimusta, voidaan arvioida sen päämäärien, toimintatavan ja seurausten suhteen. Ajatus tutkimuksen arvovapaudesta ei sovellu tässä yhteydessä.

*Avainsanat: arvot, arvovapaus, tosiasiat, tutkimus*

## Value-freedom of research

### Abstract

When considering the idea of value-freedom, it is useful to distinguish between the results of science and scientific research as an action. There is a categorical distinction between facts and values in the case of the results of science; here it is meaningful to speak about value-freedom. In terms of

scientific research as an action, however, the case is different. Scientific research, like any other form of human action, comes within the sphere of moral evaluation. Its aims, the way it is conducted, and its consequences can be morally evaluated. The idea of value-freedom does not then apply.

*Key words: facts, research, value-freedom, values*

## Johdanto

Keskusteltaessa arvojen ja tutkimuksen suhteesta lähtökohtana ovat usein saksalaisen sosiologin Max Weberin (1864–1920) tutkimuksen arvovapautta ja objektiivisuutta puolustavat kirjoitukset (Weber 1949). Nämä kirjoitukset tarjoavatkin artikkeloidun keskustelun kiintopisteen niin arvovapauden kriitikoille kuin puolustajillekin. En aio tässä kirjoituksessa esitellä sen tarkemmin Weberin näkemysten puolustajien kuin hänen kriitikojensakaan näkemyksiä, joita molempia on kattavasti esitelty Robert Proctorin mainiossa monografiasa (Proctor 1991). Sen sijaan esitän oman näkemykseni asiasta. Johtopäätökseni ovat varsin weberiläisiä, vaikka käsittelytapani onkin erilainen.

Weberin tavoitteeksi on usein ymmärretty tieteen autonomian puolustaminen suhteessa poliittisiin ja uskonnollisiin ideologioihin. Tämä näkemys ei ole väärä, mutta se on vain osatotuus. Weberin motiiveihin kuului yhtälailla myös arvojen suojele skientistisiltä yrityksiltä johtaa niitä tutkimuksen tuloksista. Jaan tämän saman tavoitteen. Tehdäksemme oikeutta tosiasioille ja arvoille, meidän tulee ymmärtää niiden väliset kategoriset erot.

Esitykseni lähtökohtana on, että puhuttaessa tieteestä ja tutkimuksesta on syytä erottaa kaksi tiede-sanan käyttöä. Ensimmäisessä merkityksessä tiede tarkoittaa tiedeyhteisön hyväksymiä tutkimustuloksia, tieteen sisältöä. Toisessa merkityksessä sana viittaa tieteeseen tutkimusprosessina, tiettyyn tapaan tuottaa tietoa. Erityisesti pohdittaessa arvovapautta, tosiasioiden ja arvojen suhdetta, ero näiden kahden käsitteen välillä on tärkeä. Riippuen käyttämästämme käsitteestä, saamme esille hyvinkin erilaiset suhteet arvojen ja tieteellisen tutkimuksen välillä.

## Tiede tuloksina

Aloitan tarkasteluni pohtimalla arvojen asemaa suhteessa tieteellisen tutkimuksen sisältöön, sen tuloksiin. Tieteen tulokset ymmärrän tässä yhteydessä vain sen tiedollisena sisältönä. Perinteisesti ajatellaan, että tieteen tulokset voidaan esittää empiirisiä ja matemaattisia tosiasioita kuvaavien väitelauseiden muodossa. Arvojen sisältö taas voidaan esittää normatiivisten, arvottavien, väitelauseiden muodossa. Tässä käsitteellistämistavassa arvojen ja tosiasioiden suhdetta tutkitaan pohtimalla deskriptiivisten ja normatiivisten väitelauseiden suhteita.

Arvovapausteetin takana on ajatus arvojen ja tosiasioiden erillisyydestä, kutsuttakoon tätä ajatusta heterogeenisyysteesiksi. Sen mukaan tieteellisistä tosiasioista ei voi johtaa arvoja, eikä arvoista tieteellisiä tosiasioita. Heterogeenisyysteesi tunnetaan myös Humeen giljotiinina, skottilaisen filosofin David Hume (1711–1776) mukaan. Sen keskeinen ajatus on, että deskriptiivisten ja normatiivisten väitelauseiden välillä ei ole suoraa loogista seuraamissuhdetta.

Ajatellaanpa esimerkiksi lauseita ”Kidutus aiheuttaa kohteelleen suurta kärsimystä” ja ”Kidutus on väärin”. Ensimmäinen väite on selvästi deskriptiivinen ja jälkimmäinen normatiivinen. Heterogeenisyysteetin mukaan ensimmäisestä väitteestä ei loogisesti seuraa jälkimmäistä. Looginen seuraamissuhde saadaan aikaan vain jos lisäämme premissin, ”Tahallinen kärsimyksen tuottaminen on väärin”, joka on sisällöltään normatiivinen. Keskeinen idea on siis, että mikäli lähtökohtanamme ovat pelkästään deskriptiiviset väitteet, emme voi saada johtopäätöksiksi normatiivisia väitteitä ja päinvastoin. Ja koska tiede määritelmän mukaan keskittyy vain empiirisiin tosiasioihin, ei sen johtopäätöksissä voi esiintyä arvoväittämiä ellei niitä ole sinne lisätty tieteen sisällön ulkopuolelta.



# Heterogeenisyysteessin seuraukset

Heterogeenisyysteestistä seuraa, että tieteilijällä ei ole tieteilijänä mitään erityistä arvoasiantuntemusta tai arvoauktoriteettia. Tosiasioihin liittyvä asiantuntijuus ei siis ulotu arvoihin. Arvostuksissaan tieteilijä on täsmälleen samassa asemassa kaikkien muiden ihmisten kanssa. Kuten Weber toteaa, tiede on kuin kartta, joka kertoo kuinka päästä tiettyyn paikkaan, mutta se ei kerro mihin mennä. Tiede voi siis kertoa miten jokin tavoite saavutetaan, mutta se ei kerro, mitä pitäisi tavoitella.

Tutkimuksen objektiivisuuden on usein ymmärretty vaativan tieteilijöiden pidättäytymistä kaikista arvoväitteistä. Tässä ei kuitenkaan ole Weberinkään mukaan mitään tieteellistä. Arvoista puhumatta jättäminen ei ole sen tieteellisempää tai objektiivisempää kuin joihinkin tiettyihin arvoihin sitoutuminen. Weber ei vastustanut tieteilijöiden yhteiskunnallista aktiivisuutta, mutta hänen mukaansa tieteellinen ammattikunnia vaatii, että tieteilijä ei väitä arvostuksensa juontuvan pelkästään tutkimistaan tosiasioista tai että hänellä olisi tieteilijänä erityinen auktoriteetti arvostuksiin liittyvissä asioissa. Näissä asioissa tieteilijä on Weberin mukaan samalla viivalla kaikkien muiden kansalaisten kanssa.

Heterogeenisyysteessin tekemästä kategorisesta erosta arvojen ja tosiasioiden välille ei kuitenkaan seuraa, että arvot ja tosiasiat olisivat täysin vailla yhteyttä. Useimmissa moraaliteorioissa hyväksytään periaate "ought implies can". Se sanoo, että jos jokin teko on jonkun velvollisuus, tulee kyseisellä henkilöltä olla kyky täyttää tuon velvollisuuden asettamat vaatimukset. Samalla tavoin tunnustetaan yleisesti tosiasioiden tunteminen menestyksekkään arvostuksiin pohjautuvan toiminnan edellytykseksi.

Näistä yhteyksistä johtuen, tieteilijä voi tutkia seuraavia arvoyhteyksisiä kysymyksiä loukkaamatta heterogeenisyysteesiä:

- 1) Millä keinoin tietyt päämäärät voidaan saavuttaa? Tieteellinen tutkimus tarjoaa tietoa keinoista, joilla tavoitella arvo-päämääriämme. Tiedon välineellisestä asemasta seuraa mahdollisuus myös epäsuorasti kritisoida valittuja arvoja. Tämä on mahdollista jos tieteilijä voi esimerkiksi osoittaa tietyt päämäärät mahdottomiksi saavuttaa.
- 2) Millaisia seurauksia tiettyjen keinojen käyttämisestä on? Tärkeä tieteellisen tutkimuksen kohde ovat toiminnan eiaiotut seuraukset. Toimimme aina tietty päämäärä mielessämme, emmekä aina tiedä mitä muita seurauksia toiminnallamme on. Joskus käyttämiemme keinojen seuraukset ovat ristiriidassa päämääriemme kanssa, mikä antaa asiaa tutkineelle tieteilijälle mahdollisuuden kritisoida tekemiämme keinovalintoja.
- 3) Eksplikoida ja analysoida arvostusjärjestelmiä. Tieteilijä voi mihinkään tiettyihin arvoihin sitoutumattomana tarkkailijana tehdä arvostusjärjestelmätämme sisäistä, käsitteellistä analyysia ja todeta jotkin arvostukset yhteensopimattomiksi tai keskenään ristiriitaisiksi. Hän voi myös todeta arvostuksiemme seurauksia, joita emme ole itse tulleet ajatelleeksi.
- 4) Tutkia ihmisten arvostuksia empiirisenä ilmiönä. Yhteiskuntatieteellisen tutkimuksen yksi ennakoedellytys on, että voimme tutkia ihmisten arvostuksia empiirisenä ilmiönä. Tämä onnistuukin kunhan vain pidetään mielessä, että tutkimus ei voi ottaa kantaa arvostusten pätevyyteen, muutoin kuin yllä esitetyillä epäsuorilla tavoilla.

## Tiede toimintana

Edellä esitetty koskee tieteen sisältöä. Arvojen ja tieteen suhde tulee huomattavasti monimutkaisemmaksi, kun ryhdymme pohtimaan tutkimusta toimintana. Tämä siksi, että moraalisen arvioinnin kohteena ovat

juuri tekojen ja toiminnan tarkoituksiperät ja seuraukset. Vaikka tieteen sisältö on arvovapaata, ei tästä seuraa että tutkimus olisi arvovapaata. Esimerkiksi tosiasiaväitteen "Anne Frank piileskelee tämän talon ullakolla", sisältö on täysin arvovapaa, mutta lauseen esittäminen Anne Frankia etsiville SS-miehille ei ole arvovapaa teko, tai moraalisen arvioinnin ulkopuolella, ei vaikka väitteen esittäjä olisi tieteilijä.

Seuraavassa erittelen kolme eri yhteyttä, joissa arvot kytkeytyvät eri tavoin tieteelliseen tutkimukseen. Käyttämäni jaottelun taustalla on ajatus, että arvioimme aina moraalisesti sekä toiminnan tavoitteita, tapaa että sen seurauksia. Tieteellisen tutkimuksen päämäärät liittyvät siihen, miksi tutkimusta tehdään, tutkimuksen arvot liittyvät siihen, kuinka tutkimusta tehdään, ja tutkimuksen seuraukset siihen, mitä seurauksia tutkimuksella on. Tämä kolmijako ei ole ainoa tapa jäsentää arvojen asemaa tutkimuksessa, mutta toivon sen olevan havainnollinen.

## Tutkimuksen päämäärät

Weberin näkemykseen kuului ajatus tieteen arvo-relevanttiudesta. Arvostukset määräävät millaisiin kysymyksiin etsimme vastauksia. Se mihin kysymyksiin tieteilijä yrittää vastata on arvostelma kiinnostavuudesta ja tärkeydestä; kaikki empiiriset seikat eivät ole yhtä kiinnostavia tai samassa määrin tutkimisen arvoisia. Tätä kautta arvostuksemme vaikuttavat epäsuorasti siihen, mitä tiedämme. Kysymysten mielenkiinnon arvosidonnaisuudesta ei seuraa vastausten oikeellisuuden kriteerien arvosidonnaisuus. Voimme olla erimielisiä tiettyjen tosiasioiden tutkimuksen tärkeydestä tai mielenkiintoisuudesta, mutta jaamme silti samat kriteerit näitä seikkoja koskevien väitteiden pätevyydelle. Voimmekin jatkaa edellä esitettyä Weberin karttavertausta, ja todeta tieteellisen tutkimuksen arvorelevanttiuden näkyvän siinä millaisia karttoja valmistamme, sillä kukin kartta kuvaa maastoa heijastaen tekijänsä kiinnostuksia.

Pohdittaessa tutkimuksen päämääriä on hyvä muistaa, että useimmiten tutkimukseen eri tavoin osallistuvilla tahoilla, kuten rahoittajilla, tutkijoille ja tutkimusinstituutioilla on erilaiset tavoitteet. Usein jopa samalla taholla on useita eri tavoitteita. Tavoitteet voivat olla tiedollisia (älyllinen mielenkiinto), käytännöllisiä (hyöty) tai yhteiskunnallisia. Näiden kaikkien päämääriä koskevien arvostusten kohdalla meidän voimme pohtia ovatko ne hyväksyttäviä. Koska elämme maailmassa, jossa tutkimusresurssit ovat rajallisia, tulee meidän lisäksi pohtia eri päämäärien tärkeyttä suhteessa toisiinsa: kaikkia päämääriä ei voida toteuttaa.

## Tieteellisen tutkimuksen arvot

Tieteellisen tutkimuksen tekemiseen liittyvät omat arvonsa ja norminsa. Näitä ovat ensinnäkin kriteerit arvioida tieteellisiä tuotoksia. Kutsun näitä kriteereitä tiedollisiksi arvoiksi, erotukseksi varsinaisista moraalisista arvoista. Tiedollisia arvoja ovat tieteen tuotosten, esimerkiksi teorioiden, hyveet. Tieteellisen teorian hyveitä ovat selitysvoima, tarkkuus, yleisyys, ennusvoima, yksinkertaisuus, hedelmällisyys ja yhteensopivuus muiden hyväksytyjen teorioiden kanssa.

Toinen arvojen luokka ovat tutkimuksen ammatilliset arvot. Tutkijan ammattitaito on tärkeä arvo, jonka ylläpitämistä ja toteuttamista voidaan pitää tutkijan velvollisuutena. Vastaavasti kollegoilla ja suurella yleisöllä on oikeus vaatia tutkijalta parasta mahdollista asiantuntemusta ja taitoa tämän erityisalalla. Ammattitaito näkyy niin tutkimusmenetelmien hallinnassa kuin tutkimuksen johtopäätöskien tekemisessä. Ammatillisiin arvoihin voitaneen lukea myös älyllisen rehellisyyden ja tiedollisen kunnianhimon kaltaiset luonteenpiirteet, jotka kuuluvat ihannekuvaamme tieteilijästä.

Kolmas tutkimuksen arvojen luokka muodostuu tutkimuksen etiikasta. Tutkimuksen etiikkaan kuuluvat säännökset, jot-

ka koskevat tieteilijöiden toimintaa suhteessa kollegoihinsa, tutkimuskohteisiinsa, rahoittajiinsa sekä suureen yleisöön. Tutkijalta ei hyväksytä esimerkiksi tulosten varastamista tai väärentämistä. Tutkijan oletetaan myös noudattavan eettisiä periaatteita suhtautumisessaan koehenkilöihin ja -eläimiin.

Tiedeinstituutioihin liittyvät institutionaaliset arvot muodostavat neljännen tutkimuksen arvojen luokan. Vaadimme yksittäisiltä tutkijoilta puolueettomuutta, kriittisyyttä ja tulosten julkisuutta, mutta nämä vaatimukset kohdistuvat vielä voimakkaammin instituutioihin, joissa tieteilijät toimivat. Odotamme, että tiedeinstituutiot, kuten yliopistot, tutkimuslaitokset ja esimerkiksi tieteelliset seurat toimivat näiden vaatimusten mukaisesti. Lisäksi odotamme, että nämä instituutiot tarjoavat puitteet tieteilijöille toteuttaa yllä esitettyjä tutkimuksen arvoja.

## Tutkimuksen seuraukset

Pohdittaessa tutkimusta ei huomiota tule rajoittaa pelkästään tutkimuksen päämääriin, ts. aiottuihin seurauksiin. Myös toteutuneet seuraukset ovat tärkeä arvioinnin kohde. Esimerkiksi toimiessaan asiantuntijatehtävissä tai muissa arvolutuneissa tilanteissa, tieteilijän ei tule pitäytyä pelkästään tehtävänsä julkituotuja tavoitteiden ja oman toimintansa ammatillisen pätevyyden arvioimisessa. Hänen tulee pohtia myös toimintansa todellisia seurauksia.

Pohdittaessa tieteen vastuuta toimintansa seurauksista, meidän ei tule olla liian yksilökeskeisiä, sillä monet vastuukysymykset ovat liian laajoja jätettäväksi yksittäisen tutkijan vastuulle. Tästä syystä tie-

teellisen vastuun keskeisiä kantajia ovat juuri tieteelliset instituutiot. Ainoastaan niiden tasolla voidaan taata, että toteutunut tutkimus on tasapuolista tai yhteiskunnallisia tarpeita vastaavaa. Yksittäisten tutkimusten seurauksien lisäksi meillä tuleekin olla myös laajempi näkemys tieteen asemasta yhteiskunnassa ja sellaisista seikoista, joita voidaan tieteeltä odottaa ja vaatia. Tieteen yhteiskunnallinen vastuu perustuu siihen, että tiede osaltaan luo ja uusintaa yhteiskunnallisia instituutioita. Konkreettisemmin tämän vastuun perustana on tosiasia, että tutkimuksessa usein käytetään julkisia varoja.

Edellisiä teemojen pohjalta on ymmärrettävää, miksi on hyvä pitää keskustelussa erillään seuraavat usein arkipuheessa sekoittuvat neljä seikkaa:

- 1) tieteen tulosten, tosiasioiden, arvovapaus
- 2) tieteen tavoitteena oleva objektiivisuus;
- 3) tieteen ammattietiikkaan kuuluva puolueettomuuden vaatimus sekä
- 4) varsinkin perustutkimusta motivoiva näkemys tiedon itseisarvosta.

Arvovapaus koskee tosiasia väittämien erillisyyttä arvoväittämistä. Tieteen tavoitteena on objektiivisuus, mutta, ainakin joidenkin mielestä, myös arvot voivat olla objektiivisiä. Samalla tavoin kuin tosiasioita koskevista väitteistä, myös arvoväitteistä voidaan keskustella rationaalisesti (vaikkakin argumentaatio perustuu erilaisille perusteille kuin puhuttaessa tosiasioista). Tutkijan puolueettomuuden idea ei seuraa arvovapaudesta, vaan sen perusteluna on viimekädessä näkemys tieteen yhteiskunnallisesta roolista ja tieteilijän ammatillisesta identiteetistä ja etiikasta. Lopuksi, tiedon itseisarvo voi olla yksi tieteellisen tutkimuksen oikeutuksista, mutta se on riippumaton kolmesta edellisestä.

## Kirjallisuus

**Proctor, R.** 1991. *Value-Free Science? Purity and Power in Modern Knowledge*. Cambridge: Harvard University Press. 331 p. ISBN 067493170X

**Weber, M.** 1949. *The Methodology of the Social Sciences* (saksasta kääntänyt Shils & Finch). New York: The Free Press. 188 p.

# Mitä luonnonmukaisen tuotannon tutkimuksen pitäisi olla – näkökulmia ja kritiikkiä

Helena Kahiluoto

*Maatalouden tutkimuskeskus, Luonnonvarojen tutkimus, Ekologinen tuotanto, Partala, Huttulantie 1, 51900 Juva*

Tutkimus ei ole arvovapaata. Erityisesti tutkimuskysymyksen muotoilu ja lähestymistavan valinta heijastavat aina jotakin maailmankuvaa ja käsitystä tavoiteltavasta. Luonnonmukaisen tuotannon tavoitteena on ekologisesti, sosiaalisesti, kulttuurisesti ja taloudellisesti kestävä ruokajärjestelmä kestävässä yhteiskunnassa. Tutkimuksen tehtävänä on poistaa tavoitteiden toteutumisen tiedollisia esteitä. Näitä esteitä voi esiintyä järjestelmän millä tahansa hierar-

kiatasolla, ja ne voivat edustaa mitä tahansa tieteenalaa. Pitkän tähtäimen tavoitteista lähtien priorisoidun tutkimuksen ohella tarvitaan myös ajankohtaisia käytännöllisiä ongelmia ratkovaa tutkimus- ja kehitystyötä. Luonnonmukainen tuotanto on järjestelmän säätelyä. Kohteen järjestelmäluonne asettaa tutkimukselle erityisvaatimuksia. Monitieteisyys ja osallistuva ote ovat haasteita sekä tutkimuksen organisoinnille että toteutukselle.

*Avainsanat: arvot, järjestelmän säätely, luonnonmukaisen tuotannon tutkimus, lähestymistavat, priorisointi, tavoitteet*

## Aspects of research on organic agriculture

### Abstract

Research is always bound to values. The research question and the approach chosen in particular tend to reflect some conception of the world. The objective of organic agriculture is to achieve an ecologically, socially, culturally and economically sustainable food system in a sustainable society. The task of research is to overcome the obstacles caused by lack of knowledge. Research problems should be prioritized by comparing the target food system with the present

one and allocating research resources to the most urgent bottlenecks. These bottlenecks may be at any hierarchical level of the system and represent any discipline. Simultaneously with this long-term orientation, however, the acute practical problems should be solved. Organic agriculture is system management. Multidisciplinary and participatory approaches are needed in both organization and implementation.

*Key words: approaches, objectives, prioritizing, research on organic agriculture, system management, values*

## Mikä tekee tutkimuksesta luomututkimusta?

Kaikki inhimillinen toiminta, myös tutkimus, ilmentää jotakin maailmankuvaa ja käsitystä tavoiteltavasta. Tieteellisyyden vaatimus toteutuu parhaiten, kun tutkimuksen lähtökohdat ovat pohditut ja avoimesti esillä. Luonnonmukaisella tuotannolla on tietoisesti valitut ja ääneen lausutut tavoitteet, joiden takana ovat tietoiset arvovallinnat. Ne ohjaavat myös luonnonmukaisen tuotannon tutkimusta. Luomututkimus on syntynyt, koska vallitsevaa tutkimusta ohjasivat toisenlaiset tavoite- ja arvopriorisoinnit. Niitä pidettiin usein itsestäänselvinä ja vaihtoehdottomina. Luonnonmukaisista tuotantoa ja sen tutkimusta luonnehtivatkin parhaiten sen tavoitteet. Luonnonmukaisen tuotannon lähtökohdat ja tavoitteet on esitetty mm. alan kansainvälisen kattojärjestön (IFOAM, International Federation of Organic Agriculture Movements) pohjoismaisen ryhmän julkilausumassa (Koelster 1989).

Luonnonmukainen viljely on omavaraisista ja tasapainoista maataloutta, joka perustuu mahdollisimman pitkälle paikallisiin luonnonvaroihin, ja jossa viljelytoimet sopeutetaan vallitseviin luonnonoloihin. Se pyrkii kokonaisnäkemykseen, jossa maataloustuotannon ekologiset, taloudelliset ja yhteiskunnalliset vaikutukset otetaan huomioon niin paikallisesti kuin maailmanlaajuisestikin. Luonto ymmärretään kokonaisuutena, jolla on oma itseisarvonsa. Ihmisen tehtävä on harjoittaa maataloutta niin, että se ei köyhdytä vaan säilyttää ja monipuolistaa luontoa. Luonto ei siis ole vapaasti hyödynnettävä resurssi, eivätkä ruokajärjestelmän toimijat, tutkijatkaan, vallitsevien "realiteettien" mukaan mekaanisesti ohjautuvia olentoja, joille järkevä toiminta on taloudellisen hyödyn maksimointia ulkoapäin annettussa maailmassa. Ihminen nähdään aidosti valitsevana, myös myönteiseen vuorovaikutukseen kykenevänä luonnon osana.

Luomututkimuksen tavoitteena on

- tuottaa riittävästi korkealaatuisia elintarvikkeita oikeudenmukaisesti jaettuna
- antaa viljelijälle kohtuullinen toimeentulo ja tyydytys työstä sekä turvallinen työympäristö
- hoitaa kotieläimiä niiden lajinmukaisia tarpeita vastaavasti
- luoda monimuotoinen tuotantojärjestelmä
- säästää uusiutumattomia luonnonvaroja ja välttää ympäristöhaittoja
- parantaa maan luontaista viljavuutta pitkällä aikavälillä
- luoda toimiva yhteys ruoan tuottajien ja tarvitsijoiden välille sekä
- sulkea ravinnekiertoja ja minimoida aine- ja energiavirtoja.

Vaikka maaseudun elävyyden tavoitetta tai maisemallisia arvoja ei ole julkilausumassa erikseen korostettu, useat em. tavoitteista myötävaikuttavat niiden saavuttamiseen. Tavoitteiden keskinäisen painotuksen vaihdellessa luonnonmukaisen tuotannon muuttumaton ydin on pyrkimys vastuullisuuteen: eettisesti kestäviin valintoihin ottaen huomioon niiden kaikki vaikutukset. Se, miten pitkälle tavoitteista on mielekästä tai pakko joustaa ajallisten (poliittinen, taloudellinen ja kulttuurinen todellisuus) ja paikallisten (mainittujen lisäksi esim. luonnonolosuhteisiin liittyvät erot) realiteettien takia, päätetään tuotantosäännöissä. Yrittäjän toimintamahdollisuudet riippuvat välittömimmin näistä realiteeteista, mikä saattaa heijastua eroina viljelijöiden ja alan muiden toimijoiden arvopainotuksissa ja kompromissivalmiudessa tavoitteiden suhteen. Luomun arvot lienevät kuitenkin myös tuotteiden paras markkinointivaltti. Tutkimus on tuotantosääntöjen yläpuolella, tai pikemminkin pyrkii olemaan niiden edellä. Silti tutkimuksessakin väistämättä joudutaan ottamaan kantaa siihen, rakennetaanko tietopohjaa pitkän tähtäimen tavoitteista käsin vai vastataanko käytännön akuutteihin ongelmiin. Molempia on tehtävä; jos heittäydytään palomiehiksi, unohdutaan tienvarteen, mutta päivittäiset elos-

sapysymisestäkin on huolehdittava, että matkaa voidaan jatkaa.

## **Kehittävää tutkimusta kokonaiskuvasta lähtien**

Tutkimuksen tehtävänä on poistaa tavoitteiden toteutumisen tiedolliset esteet. Tiedon levittämisessä tutkijat tarvitsevat apua. Tavoitteiden edistämiseen tarvitaan tiedon lisäksi muutakin, mm. politiikkaa, jossa tutkimus ei ole auktoriteetti. Tutkimus tekee ilmiöitä näkyväksi ja tarjoaa keinoja tavoitteiden toteuttamiseen. Meillä ei siis ole valmista ideaalijärjestelmää, jota voisi verrata johonkin, tai jonka vaikutuksia voisi tutkia, vaan tavoitteet – kuva tavoitejärjestelmästä, jota kohti etenemme. Siksi tutkimusotteista tärkein on kehittävä. Joskus järjestelmien vertailukin voi palvella kehittämistä. Näin on esimerkiksi mitoitettaessa tuen tarvetta, kuvattaessa lähtötilannetta ja sen ongelmia, tai käytettäessä tavanomaista tuotantoa tunnettuna kontrollina. Tavoitejärjestelmää, luomun potentiaalia, on myös valaisevaa verrata vaihtoehtoihin tavoitejärjestelmiin. Kun sitä – edes ideatasolla, visiona – verrataan nykyiseen tilanteeseen, löytyvät tilanteen parantamisen pahimmat pullonkaulat, joihin tutkimus pitäisi kohdistaa. Luomututkimusta kohdennettaessa päästään parhaaseen tulokseen, jos tarkastelu aloitetaan kokonaiskuvasta: kestävästä ruokajärjestelmästä osana kestävää yhteiskuntaa.

Havaitut tiedolliset pullonkaulat voivat edustaa mitä tahansa tieteenalaa ja niiden mitä tahansa yhdistelmää: ihmisten arvostusten tutkimuksesta yhteiskunnalliseen, eläinten käyttäytymisen tutkimuksesta luonnontieteelliseen tai teknologiseen tietämykseen. Pullonkaulat voivat olla myös järjestelmän millä tahansa tasolla, makrotaloudesta maan mikrobiyhteisön säätelyyn. Yksittäinen tutkija ei voi hallita koko kuvaa yksityiskohtaisesti. Tutkijan pitäisi kuitenkin mieltää tavoitejärjestelmän – kestävän

yhteiskunnan – pääpiirteet, ja kuvan pitäisi tarkentua tutkimuskohteena olevaa osasysteemiä lähestyttäessä. Kuten ongelmat, on asiakaskuntakin monimuotoinen: viljelijöistä jalostukseen ja kauppaan, kuluttajista poliittisiin päättäjiin, kansalaisiin. Kun ihminen on ruokajärjestelmien tarvitsija ja toimija, on luonnollista, että se otetaan huomioon myös niitä kehitettäessä. Todellinen monitieteisyys, inhimillisen monimuotoisuuden ymmärtäminen ja hyödyntäminen sekä asianosaisten osallistaminen ovat luomututkimuksen haasteita.

## **Järjestelmänsäätely on tietointensiivistä**

Jos tuijotetaan vain yksityiskohtia, saattaa olennaisin ongelma jäädä huomaamatta, ja pikalääke yksittäiseen ongelmaan saattaa poikia tusinan uusia toisaalla. Osa-alueiden huippuasiantuntijoiden työn yhdistäminen ei automaattisesti johda hyvään kokonaisuuteen. Tavoitejärjestelmän ominaisuudet heijastuvat sen pienimmänkin osasysteemin tutkimukseen. Siksi luomussa kehitetään ja säädellään järjestelmiä. Se edellyttää koko järjestelmän sekä sen osajärjestelmien ulkoisten ja sisäisten vuorovaikutussuhteiden ymmärtämistä. Myös paikallisiin luonnonoloihin sopeuttamisen vaatimus edellyttää enemmän ymmärrystä lisäävää tutkimusta kuin valmiita vastauksia ”miten”-kysymyksiin. Luonnonmukainen tuotanto on tietointensiivistä. Tutkimuksen suunnittelussa on tärkeää ottaa huomioon, millaisessa ympäristössä sovellettavaksi tietoa tuotetaan, jotta keskeisiä vuorovaikutussuhteita ei redusoida pois. On paljon luomussa käytökelpoista tietoa, joka on tuotettu toisenlaisiin tarpeisiin – tai silkasta uteliaisuudesta. Valitettavasti on myös paljon luomun kehittämislle välttämätöntä perustietoa, joka ei maataloudessa aiemmin vallinneista kehittämistavoitteista ja tavoitejärjestelmän ideasta lähtien ollut mielenkiintoista. Se on nyt hankittava. Kun ei tyydytä pika-

lääkkeisiin, on lisäksi tutkimuksen aikajänne pidempi. Mitä hyötyä on vuoden tai kahden lannoitusvertailusta, kun tavoitteena on peltomaan oma toimintakyky ja sen takaaminen sukupolviksi?

Voimakkaimmin luomututkimuksen arvopohja heijastuu kysymyksenasetteluun, mutta kysymyksestä taas riippuu, millä lähestymistavalla ja millaisin menetelmin siihen parhaiten voidaan vastata. Siksi luomututkimuksen menetelmällinen monimuotoisuus ja painotukset saattavat poiketa totunnaisesta. Tuttua sen sijaan on ehdoton objektiivisuuden vaatimus tutkimuksen toteutuksessa, ja puolueettomuus tulosten tulkinnessa, vaikka niitä tarkastellaankin luonteeltaan aina subjektiivisesta kysymyksenasettelusta käsin. Lähtökohtien läpinäkyvyys toivottavasti kehittyi osaksi kaiken tieteellisen kirjoittamisen käytäntöjä.

## Miten organisoidaan ja rahoitetaan?

Vaikka alan suppean kriittisen massan kasaaminen onkin perusteltua, jopa elinehtosen syntyvaiheissa, on eristyminen aina pahasta. Vuorovaikutus, rajojen ylitys ja oppi kritiikistä on tullut mahdollisemmaksi, kun puolustusasemissa lymyäminen ei enää ole

tarpeen. Erityistä luomututkimusta kuitenkin tarvitaan niin kauan kuin luomun arvopohja ei ole tutkimuksen vallitseva arvopohja, ja niin kauan kuin luomututkimuksen tavoittelema elämisen tila poikkeaa siitä, johon yleinen maataloustutkimus rahoitusjärjestelmineen on omiaan johtamaan. Erityisen luonnonmukaisen tuotantotavan kehittäminen on myös virike koko maatalouden kehittämiseksi.

Miten sitten tällainen tutkimus olisi organisoitava, jotta priorisointi toimisi tavoitteista käsin, ja jotta tarvittavan, monipuolisen asiantuntemuksen hankinta hoituisi niin, ettei jo käytettävissä oleva kompetenssi määräisi tutkimuksen sisältöä? Miten organisoinnissa hyödynnetään inhimillistä monimuotoisuutta näkökulmaeroineen, ja osallistetaan asianosaiset? Miten järjestetään rahoitus alalla, joka lähtökohtaisesti kurottaa pitkän tähtäimen tavoitteisiin ohi hetkellisten poliittisten realiteettien ja ministeriöiden tulosohjaustavoitteiden? Mistä löytyy maksukykyinen tilaaja tutkimukselle, joka pyrkii paikallisiin voimavaroihin tukeutumiseen ja tilan tai tilaryhmän omavaraisuuteen, eikä siten lupaa mitään panosteollisuudelle? Ja kenelle myydään tutkimus, joka tähtää paikallisiin ruokajärjestelmiin ja näkee maksukykyisen jalostusteollisuuden ja valtakunnalliset tai kansainväliset kaupapaketitkin vain välivaiheena?

## Kirjallisuus

---

**Koelster, P.** 1989. Oekologisk jordbrug - faelles Nordisk beskrivelse. In: Pedersen, B. (ed.). Ecological agriculture in the Nordic countries. Report from the 1989 meeting of Nordic researchers and advis-

ers in ecological agriculture and Nordic IFOAM, Haderslev, 21st to 24th September 1989. The Danish Agricultural Ministry, Copenhagen. p.122–126.

# Ammoniakin haihtuminen lietelannasta

Pasi Mattila

*Helsingin yliopisto, Soveltavan kemian ja mikrobiologian laitos, PL 27, 00014 Helsingin yliopisto*

Suomessa menetetään arviolta noin kolmasosa karjanlannan typestä lannasta haihtuvassa ammoniakissa. Tyypitappiot vähentävät lannan arvoa lannoitteena ja lisäävät ympäristön ravinnekuormitusta. Karjasuojien sisäilmassa ammoniakki on haitallista karjan ja ihmisten terveydelle.

Ammoniakin haihtumista karjasuojassa voidaan estää siirtämällä lanta nopeasti lantavarastoon tai imeyttämällä se kuivikkeisiin kuten turpeeseen. Lietelantavaraston olisi hyvä olla katettu ja sijaita varjoisessa ja tuulensuojaisessa paikassa. Lantakuori tai lannan päälle levitettävä kate vähentävät ammoniakin haihtumista lietelannasta.

Lannan multaaminen maahan vähentää ammoniakin haihtumista. Kun lietelanta sijoitetaan maahan vantaiden kautta, haihtuminen estyy lähes kokonaan. Ammoniakin haihtuminen on yleensä runsainta levityspäivänä, joten lannan multaaminen olisi tehtävä mahdollisimman pian levityksen

jälkeen. Viileä, tyyni ja kostea sää hidastaa ammoniakin haihtumista. Haihtuminen vähenee myös silloin, kun sade tai sadetus lannan levityksen jälkeen huuhtoo lantaa ja sen ravinteita maahan. Lietelannan imeytymistä maahan voidaan parantaa laimentamalla lantaa vedellä, mutta laimentaminen lisää levitettävän lannan määrää. Lannan letkulevitys nauhoiksi maan pinnalle voi vähentää ammoniakin haihtumista hajalevitykseen verrattuna varsinkin korkeaan kasvustoon levitettäessä.

Lietelannan ilmastus sekoittaa lantaa ja nostaa lannan lämpötilaa ja pH:ta, mikä lisää ammoniakin haihtumista. Toisaalta ilmastus alentaa lannan kuiva-ainepitoisuutta, jolloin levitetty lanta imeytyy maahan paremmin, mikä vaikuttaa ammoniakin haihtumista vähentävästi. Myös lietelannan separointi laskee lannan kuiva-ainepitoisuutta.

*Avainsanat: ammoniakki, lannankäsittely, lannanlevitys, lietelanta, typpi,*



# Ammonia volatilization from animal slurry

## Abstract

In Finland about one third of the nitrogen in animal manure is lost through ammonia volatilization. Nitrogen losses reduce the fertilization value of manure and increase the nutrient load on the environment. In the indoor air of livestock buildings, ammonia is harmful to the health of animals and humans.

Ammonia volatilization can be reduced in livestock buildings by moving slurry to storage without delay or by impregnating it into bedding material such as peat. Stored slurry should be covered and located in a place with little direct sunlight and wind. Natural crust or added cover material on the slurry surface reduces ammonia volatilization.

Incorporating slurry into the soil also reduces ammonia volatilization. Injecting the slurry through tines prevents volatilization almost totally. Ammonia volatilization tends to be highest on the day the slurry is

spread and, thus, the incorporation should be done as soon after spreading as possible. Cool, calm and moist weather slows down ammonia volatilization. Volatilization is also reduced when rain or irrigation after slurry spreading leaches slurry and its nutrients into the soil. The infiltration of slurry into the soil can be enhanced by diluting the slurry with water. However, dilution increases the volume of slurry to be applied. Spreading slurry in bands on soil may decrease ammonia volatilization, especially when the slurry is spread into a high plant canopy.

Aeration mixes slurry and raises the temperature and pH, thus promoting ammonia volatilization. On the other hand, aeration lowers the dry matter content, which improves the infiltration of slurry into the soil and helps to diminish ammonia volatilization. Separation of slurry also lowers the dry matter content.

*Key words: ammonia, animal manure, manure handling, nitrogen, slurry, slurry spreading*

## Johdanto

Kotieläintuotannon tavoitteena on, että mahdollisimman paljon rehun ravinteita ja energiaa siirtyy lihaan, maitoon ja muihin kotieläintuotteisiin. Suurin osa tyypestä ja muista ravinteista kuitenkin poistuu eläimestä ulosteiden mukana. Naudan- ja sianlannan liukoinen tyyppi on pääosin virtsassa ja orgaaniseen ainekseen sitoutunut tyyppi sonnassa. Tuoreen lannan tyypestä noin puolet tai enemmän on liukoista tyyppiä, joka muuttuu pääosin ammoniummuotoon ( $\text{NH}_3$  ja  $\text{NH}_4^+$ ) muutaman päivän kuluessa lannan erityksestä. Ammoniumtyppiä voi haihtua lannasta ammoniakkina ( $\text{NH}_3$ ). Tällä tavoin Suomessa menetetään arviolta noin kolmasosa karjanlannan tyypestä (ECE-TOC 1994). Suomen ammoniakkityyppi-päästöiksi 1980-luvulla arvioitiin 43 000 tonnia vuodessa, josta karjalouden osuus oli noin 80 % (Niskanen et al. 1990).

Olosuhteet vaikuttavat voimakkaasti ammoniakkin haihtumiseen. Runsainta haihtuminen on pellolla lannan levityksen yhteydessä (ECETOC 1994). Pahimmillaan lähes kaikki lannan liukoinen tyyppi voi haihtua. Typpitappiot vähentävät lannan arvoa lannoitteena ja lisäävät ympäristön ravinnekuormitusta. Karjasuojien sisäilman ammoniakkipitoisuus voi nousta tasolle, joka on haitallinen karjan ja ihmisten terveydelle (Kangas et al. 1987).

Ammoniakin haihtumisen aiheuttaman typpihävikin merkitys on kasvanut, koska luonnonmukaisessa viljelyssä hävikkiä ei voida korvata väkilannoitetyypellä, ja ympäristötukiehtojen mukaisessa tavanomaisessa viljelyssä pellolle levitettävän lannoitetyypen kokonaismäärä on rajoitettu.

## Ammoniakin haihtuminen karjasuojassa ja lannan varastoinnin aikana

Karjasuojassa ammoniakkin haihtumista voidaan estää siirtämällä lanta nopeasti lantavarastoon tai imeyttämällä se kuivikkeisiin. Ammoniakinsitomiskyvyltään paras kuivikemateriaali on hapan rahkaturve (Kempainen 1987). Lietelanta voidaan imeyttää turpeeseen myös karjasuojan ulkopuolella, mutta silloin turpeesta ei saada apua karjasuojan ilman ammoniakkipitoisuuden alentamisessa. Karjasuojan ilmasta ammoniakkia voidaan ottaa talteen ilmastointilaitteisiin rakennettävien suodattimien avulla.

Lietelantavaraston olisi hyvä olla katettu ja sijaita varjoisassa ja tuulensuojaisessa paikassa, jotta ilmavirtaus lannan pinnalla olisi pieni ja lanta pysyisi mahdollisimman viileänä. Ammoniakin haihtumista lietelannasta voidaan vähentää lannan pinnalle levitettävillä katteilla (esim. olki, turve, muovi, kevytsora tai kasviöljy), jotka Sommerin et al. (1993) kokeessa vähensivät ammoniakkin haihdunnan 0–60 %:iin viikoittain sekoitetusta liettestä tapahtuneeseen haihduntaan verrattuna. Sekoitetun lietteen tulosten perusteella arvioitiin korkeintaan viidesosan lietelannan liukoisesta tyypestä haihtuvan vuoden kestäväen varastoinnin aikana. Myös lannan pinnalle itsestään muodostuva kuorettuma esti haihtumista. Varastoinnin aikana lantaa tulisi sekoittaa mahdollisimman vähän, jotta kuorettuma pysyisi ehjänä ja syvemmällä olevan typpipitoisemman lannan kulkeutuminen pintaan estyisi. Tehokkain tapa ammoniakkin haihtumisen estämiseksi on lietelantasäiliön kattaminen (Taulukko 1).

# Ammoniakin haihtuminen pellolle levitetystä lannasta

Ammoniumionit pidättyvät maahan, joten lannan sekoittaminen maahan vähentää ammoniakin haihtumista (Sipilä 1992, Svensson 1994) (Taulukko 2). Ammoniakin haihtuminen on yleensä runsainta levityspäivänä, joten lannan multaaminen olisi tehtävä mahdollisimman pian levityksen jälkeen. Viileä, tyyni ja kostea sää hidastaa ammoniakin haihtumista (Sommer et al. 1991). Haihtuminen vähenee myös silloin, kun sade tai sadetus lannan levityksen jälkeen huuhtoo lantaa ja sen ravinteita maahan. Kun lietelanta sijoitetaan maahan vanneiden kautta, haihtuminen estyy lähes kokonaan. Ammoniumioneja pidättyy maan kationinvaihtopaikoille, joita on erityisesti saveksessa ja orgaanisessa aineksessa. Kemppaisen (1989) laboratorioskokeessa haihtuvan ammoniakin määrä pieneni maan kationinvaihtokapasiteetin, savespitoisuuden ja hiilipitoisuuden kasvaessa. Lannan multaaminen tai sijoittaminen maahan on edullista myös siksi, että lannan ravinteet tulevat paremmin kasvien juurten saataville. Sijoittamisen haittapuolia ovat

**Taulukko 1.** Lietelantasäiliön kattamisella saavutettava ammoniakin haihdunnan väheneminen kattamattomaan säiliöön verrattuna (UNECE 1997).

Kate	Ammoniakin haihdunnan väheneminen, %
Kansi	80
Kelluvat katteet	60
Naudan lietelannan pinnalle itsestään muodostuva kuorettuma	35

**Taulukko 2.** Ammoniakin haihdunnan väheneminen hajalevitetystä multaamattomasta lietelannasta tapahtuvaan haihduntaan verrattuna (UNECE 1997).

Levitystekniikka	Ammoniakin haihdunnan väheneminen, %
Lietelanta	
Sijoitus (suljettu ura)	80
Sijoitus (avoin ura)	60
Lietelannan multaus <4 h levityksestä	40
Letkulevitys muokatulle maalle	30
Letkulevitys nurmelle	10
Kiinteä lanta	
Kiinteän lannan multaus <4 h levityksestä	40
Kiinteän lannan multaus <24 h levityksestä	20

levitystyön hidastuminen sekä kasvustoon levitettäessä kasvuston ja juurten vaurioituminen ja maan ja kivien nouseminen maanpinnalle.

Kesällä nurmelle levitetystä lietelannasta ammoniakin haihtuminen voi olla runsasta, koska nurmikasvusto ja kova maanpinta estävät lietelannan imeytymistä maahan. Lisäksi lämpötila on usein korkea ja sää voi olla aurinkoinen ja tuulinen. Juuri nurmelle levitettäessä sijoittamisella saadaankin suurin vähenemä ammoniakin haihtumiseen. Ruukissa ja Jokioisissa tekemissani mittauksissa ammoniakin haihtuminen nurmensänkeen 8–10 cm syvyyteen sijoitetusta naudan lietelannasta jäi hyvin pieneksi verrattuna hajalevitetystä lannasta tapahtuneeseen haihduntaan (Taulukko 3).

Ruukissa ja Jokioisissa nurmensängelle letkulevitetystä naudan lietelannasta mitaamani ammoniakin haihtuminen oli vähäisempää kuin hajalevitetystä lannasta, mutta letkulevitetystä lannasta haihtuminen väheni hitaammin. Kokonaishaihdunta letkulevitetystä lannasta jäi hajalevitettyä lantaa pienemmäksi (Taulukko 3). Korkeaan kasvustoon levitettäessä letkulevityk-

**Taulukko 3.** Lietelannan ammoniakkitypen haihtumisnopeus levityksen jälkeen päivisin ja ammoniakkina haihtuneen typen osuus lietelannan liukoisesta tyydestä Ruukissa ja Jokioisissa 1995–97 tehdyissä mittauksissa. Saman rivin tulokset, joilla ei ole yhteistä kirjainta yläindeksissä, eroavat Tukeyn testin mukaan merkitsevästi 5 % riskitasolla. (Joki-Tokola et al. 1998).

	Käsittämättömän lietelanta		Ilmastettu Sijoitus	Separoitu	
	Hajalevitys	Letkulevitys		Hajalevitys	Hajalevitys
Haihtumisnopeus, kg ha <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup>					
1. päivä	3,7 <sup>bc</sup>	2,0 <sup>b</sup>	0,02 <sup>a</sup>	4,6 <sup>c</sup>	3,6 <sup>bc</sup>
2. päivä	0,8 <sup>ab</sup>	0,9 <sup>b</sup>	0,02 <sup>a</sup>	1,3 <sup>b</sup>	0,8 <sup>ab</sup>
3. päivä	0,4	0,4	0,02	0,3	0,4
Haihtuneen typen osuus, %	40 <sup>bc</sup>	31 <sup>b</sup>	0,4 <sup>a</sup>	59 <sup>c</sup>	42 <sup>bc</sup>

sestä saadaan suurempi hyöty, koska letkuista lanta valuu maanpinnalle ja kasvusto pysyy puhtaana. Kasvusto vähentää ilmastusta lannan pinnalla ja varjostamalla hidastaa lannan kuivumista ja lämpenemistä, mikä vähentää ammoniakkin haihtumista. Lisäksi kasvit voivat sitoa lannasta haihtuvaa ammoniakkia ilmasta.

Mitä pienempi on lietelannan kuiva-ainepitoisuus sitä juoksevampaa lanta on ja sitä paremmin se valuu kasvuston tai sängin pinnalta ja imeytyy maahan. Kuiva-ainepitoisuutta voidaan alentaa laimentamalla lantaa vedellä, mutta laimentaminen lisää levitetävän lannan määrää. Ammoniakin haihtumisen ohrakasvustoon tai nurmelle pintaan levitetystä naudnan lietelannasta havaittiin kenttäkokeissa lisääntyvän lannan kuiva-ainepitoisuuden noustessa (Sommer & Olesen 1991). Kuiva-ainepitoisuus oli 0,9–15,6 % ja ammoniakkina haihtuneen typen osuus lannan ammoniumtyydestä 19–100 %. Kuiva-ainepitoisuus näytti vaikuttavan ammoniakkin haihtumiseen vähän, jos se oli yli 12 % tai alle 4 %. Sian lietelannalla tehdyssä kokeessa ammoniakkin haihtuminen oli vähäistä, kun lannan kuiva-ainepitoisuus oli alle 1,5 % (Sommer & Christensen 1989).

## Lietelannan ilmastuksen ja separoinnin vaikutus ammoniakkin haihtumiseen

Ilmastus sekoittaa lantaa ja nostaa lannan lämpötilaa ja pH:tta, mikä lisää ammoniakkin haihtumista. Ruukissa ja Jokioisissa tehdyissä kokeissa ilmastus alensi naudnan lietelannan liukoisen typen pitoisuutta keskimäärin 13 %. Toisaalta ilmastus alentaa lannan kuiva-ainepitoisuutta, jolloin levitetty lanta imeytyy maahan paremmin, mikä vaikuttaa ammoniakkin haihtumista vähentävästi. Ruukissa ja Jokioisissa tekemissäni mittauksissa ammoniakkin haihtuminen kesällä nurmensängelle hajalevitystä naudnan lietelannasta oli runsainta ilmastetusta lannasta (Taulukko 3), mutta esimerkiksi Morken (1992) ei havainnut merkitsevää eroa käsittämättömän ja ilmastetun lietelannan välillä.

Lietelannan kiintoaineen osittainen erottaminen lannasta eli lannan separointi laskee lannan kuiva-ainepitoisuutta, minkä on havaittu nopeuttavan lannan imeytymistä maahan ja vähentävän ammoniakkin

haihtumista levityksen jälkeen (Frost et al. 1990, Morken 1992). Ruukin ja Jokioisten kokeissa haihtuminen pieneni joidenkin koelevitysten yhteydessä, mutta keskimää-

räinen typpihävikki oli lähellä käsittelemättömän lannan tulosta (Taulukko 3).

## Kirjallisuus

---

ECETOC (European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals) 1994. Technical Report No 62. Brysseli: ECETOC. p. 1. ISSN 0773-8072-62.

**Frost, J.P., Stevens, R.J. & Laughlin, R.J.** 1990. Effect of separation and acidification of cattle slurry on ammonia volatilization and on the efficiency of slurry nitrogen for herbage production. *Journal of Agricultural Science* 115: 49–56.

**Joki-Tokola, E., Mattila, P., Elonen, P. & Tanni, R.** 1998. Naudan lietalannan prosessoinnin ja levitystekniikan vaikutus säilörehunurmen satoon, rehun laatuun ja ammoniakkin haihtumiseen. In: Sipilä, I. & Pehkonen, A. (eds.). *Karjanlannan ympäristöystävällinen ja kustannustehokas käyttö: MMM:n karjanlantatutkimusohjelman 1995–97 loppuraportti*. Helsinki: Maatalouden tutkimuskeskus, Julkaisuja 87. P. 34–56. ISBN 951-687-018-X.

**Kangas, J., Louhelainen, K. & Husman, K.** 1987. Gaseous health hazards in livestock confinement buildings. *Journal of Agricultural Science in Finland* 59: 57–62.

**Kempainen, E.** 1987. Effect of litter peat, straw and sawdust on the value of cow manure. Selostus: Kuiviketturepeen, -oljen ja -sahanpurun vaikutus lannan arvoon. *Annales Agriculturae Fenniae* 26: 79–88.

– 1989. Nutrient content and fertilizer value of livestock manure with special reference to cow manure. Selostus: Karjanlannan, erityisesti naudanlannan ravinnepitoisuus ja lannoitusarvo. *Annales Agriculturae Fenniae* 28: 163–284.

**Morken, J.** 1992. Ammoniakktap etter tilfring av husdyrgjødsel i eng - Innvirkning av tilfringsteknikk og gjødsetype. Summary: Ammonia losses after application of slurry to grassland. The effect of application techniques and type of slurry. *Norsk Landbruksforskning* 6: 315–329.

**Niskanen, R., Keränen, S. & Pipatti, R.** 1990. Ammonia emissions in the 1980s. In: Kauppi et al. (eds.). *Acidification in Finland*. Berliini: Springer-Verlag. p. 31–39. ISBN 3-540-52213-1.

**Sipilä, I.** 1992. Ammoniakin haihtuminen lietalannan pintalevityksessä. Helsingin yliopisto, Maa- ja kotitalousteknologian laitos, Maatalousteknologian julkaisuja 2. 38 p. ISBN 951-45-6100-7.

**Sommer, S.G. & Christensen, B.T.** 1989. For-dampning af ammoniak fra svinegylle udbragt på jordoverfladen. Summary: Volatilization of ammonia from surface-applied pig slurry. *Tidsskrift for Planteavl* 93: 307–321.

–, **Christensen, B.T., Nielsen, N.E. & Schjrring, J.K.** 1993. Ammonia volatilization during storage of cattle and pig slurry: effect of surface cover. *Journal of Agricultural Science* 121: 63–71.

– & **Olesen, J.E.** 1991. Effects of dry matter content and temperature on ammonia loss from surface-applied cattle slurry. *Journal of Environmental Quality* 20: 679–683.

–, **Olesen, J.E. & Christensen, B.T.** 1991. Effects of temperature, wind speed and air humidity on ammonia volatilization from surface applied cattle slurry. *Journal of Agricultural Science* 117: 91–100.

**Svensson, L.** 1994. Ammonia volatilization following application of livestock manure to arable land. *Journal of Agricultural Engineering Research* 58: 241–260.

UNECE (United Nations - Economic Commission for Europe) 1997. Report of UNECE working group on abatement techniques - expert group on ammonia abatement, Reggio Emilia, Italy 5 & 6 March 1997. Lontoo: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 8 p.

# Karjanlannan aiheuttamat mikrobiologiset riskit ja niiden välttäminen

Helvi Heinonen-Tanski

*Kuopion yliopisto, Ympäristötieteiden laitos, PL 1627, 70211 Kuopio*

Eläinten ruuansulatuskanavassa ja edelleen sonnassa on aina – niin tavanomaisessa kuin luomutuotannossakin – suuri ja monipuolinen mikrofloora viruksia, bakteereita, sieniä ja alkueläimiä. Pötsissä mikrobeja voi olla  $10^{15}$  kpl/g (Rosenberg & Cohen 1983) ja tuoreessa sonnassa bakteeripitoisuus voi olla  $10^{10}$ – $10^{13}$  kpl/g. Pitoisuus vaihtelee määrittymenettelystä riippuen siten, että mikroskopialla määritettynä mikrobipitoisuus on suurin. Suuri osa mikrobeista on hyödyllisiä ja lähes välttämättömiä eläimen ruuansulatukselle. Mikrobien avulla esimerkiksi märehitijät voivat saada energiansa selluloosasta ja muista vaikeasti sulavasta hiiliyhdisteistä (Rosenberg & Cohen 1983). Lannassa on myös paljon sellaisia mikrobeja, jotka osallistuvat maahan joutuneen lannan mikrobiologiseen hajotukseen ja helpottavat lannan ainesosien päättymistä kasviraivanteiksi luonnon kiertokuluissa. Mikrobien joukossa on myös pilaajia sekä patogeeneja tai opportunistisesti patogeenisiä mikrobeja.

Monipuolinen ja tehokas hajotuskyky saattaa kuitenkin olla haitallinen ominaisuus, jos mikrobi joutuu rehuun tai elintarvikkeeseen, sillä mikrobi jatkaa siellä hajotustoimintaansa, mikäli olosuhteet sen sallivat. Koska ruuansulatuskanava on anaerobinen, monet sen luontaisen flooran mikrobeista ovat anaerobeja tai fakultatiivisesti anaerobeja. Ne voivat jatkaa hajotustoimin-

taansa rehussa tai elintarvikkeessa, josta yleensä vain pinta on aerobinen, mutta rehu- tai elintarvike-erän sisällä olosuhteet ovat anaerobiset. Mikrobit elävät usein sukessiassa, jossa yksi mikrobityyppi muokkaa olosuhteita seuraaville paremmaksi ja näin pilaantuminen etenee vaihe vaiheelta eteenpäin.

## Rehut ja elintarvikkeet vaarassa

Kasvirehun kannalta hyvin kriittisiä mikrobeja ovat esimerkiksi itiöllisiin anaerobisiin mikrobeihin kuuluvat voihapon tuottajat, joiden tyyppilaji on *Clostridium tyrobutyricum*. Tämän lajin lisäksi ryhmään kuuluu sen lähisukulaisia, joita esiintyy nurmirehussa, säilörehussa sekä lannassa (Langó & Heinonen-Tanski 1995). Nämä bakteerit hajottavat yksinkertaisia sokereita ja muita hiiliyhdisteitä (esim. etikkahapon ja maitohapon) voihapoksi, hiilidioksidiksi, vedeksi ja vedyksi sekä eräiksi muiksi yhdisteiksi. Itiöllisyys tekee tämän bakteeriryhmän säilyväksi ja vaikeasti hävitettäväksi.

McDonald et al. (1991) pitävät maata eikä esimerkiksi lietelantaa säilörehun tavallisimpana klostridilähteenä. Jos korjuu tehdään huolella välttäen maan joutumista

rehuun ja ehdottomasti riittävän aikaisin ennen kasvuston ränsistymistä, säilörehukasvuston klostridimäärä jää pienemmäksi (Heinonen-Tanski et al. 1998a). McDonald et al. (1991) huomauttaa lisäksi, että pelkkä klostridi-itiömäärä ei ole suoraan yhteydessä rehun ja siitä tehtävän säilörehun pilaantumisriskin kanssa, sillä klostridi-itiöt ovat inaktiivisia happamassa, kylmässä, kokonaan anaerobisissa oloissa ja riittävässä osmoottisessa paineessa. Täten koko säilörehuerän happamuus, suolapitoisuus sekä pysyvä ilmatiiviys ovat melko hyviä taistelukeinoja klostridien toimintaa vastaan. Ilman väliaikainenkin pääsy säilörehuerään muokkaa helposti olosuhteita klostridien kasvulle otolliseksi.

Eläinperäisten elintarvikkeiden säilymisen kannalta voi happea tuottavat anaerobiset itiölliset bakteerit ovat ongelmallisia. Esimerkiksi pitkän kypsymisajan vaativien juustojen valmistuksessa ne syrjäyttävät propionihappokäymisen ja vety sekä suuri hiilidioksidimäärä voivat halkaista juuston. Voihappo pilaa tuotteen maun ja hajun täydellisesti.

Maitotuotteet ovat herkkiä myös koliformisten bakteerien aiheuttamalle sekahappokäymiselle, jonka tuottama maku- ja hajuyhdistelmä tuo ihmisen mieleen ulosteet. Koliformiset bakteerit menestyvät maitohappobakteereja paremmin varsinkin kylmässä. Maitohappobakteerien tuottamien happojen ja muiden antimikrobisten aineiden puuttuessa muu pilaantuminen etenee ja tuotteen maku muuttuu villiksi ja pahaksi (Rosenberg & Cohen 1983).

## Tautiriskejä

Eräät koliformit ovat opportunistisesti patogeenejä tai varsinaisia patogeenejä. Opportunistiset patogeenit sairastuttavat varsinkin vastasyntyneet sekä nälkäiset, väsyneet ja muutenkin alikuntoiset ihmiset ja eläimet. Myös vanhukset ovat vaaravyöhykkeessä. Opportunistit iskevät erityisesti silloin, kun niitä on lukumääräisesti

paljon. Monet opportunistit ja varsinaiset patogeenit ovat zoonoottisia, mikä tarkoittaa sitä, että tauti voi tarttua ihmisestä eläimeen, mutta myös eläimestä ihmiseen tai toiseen koti- tai villieläinlajiin.

Taudinaiheuttajista tunnetuimpia ovat eri salmonellat, joita on kuvattu useita satoja ja joiden aiheuttamien tautien vakavuus vaihtelee lähes oireettomista tappaviin. Osa on zoonoottisia ja osa tarkkaan isäntäspesifisiä. Meillä *Salmonella* Infantis on viime vuosikymmeninä aiheuttanut eniten harmia nautakarjalle ja myös ihmisille. Rehu ja välityseläimet ovat olleet suurimpana riskinä salmonellan leviämiseksi (Eela 1997). Siipikarjan kohdalla *Salmonella* Enteritides on pelätyin, sillä se saattaa olla varsinkin vanhalle ihmiselle tappava otus, joka pystyy kätkeytymään ehjänkin munan sisälle. Se aiheutti 1990-luvun alussa Saksassa useita kuolemia tai sairastumisia (Kühn 1993). Osittain tämän bakteerin tähden hanhenumia saa myydä syötäväksi vain keitettyinä.

Viime kuukausina suurta kiinnostusta on aiheuttanut enteropatogeenisiin koliformeihin kuuluva EHEC eli *Escherichia coli* enterohemorraginen muoto, joka aiheuttaa verensekaisen ripulin. EHEC on ollut pienillä ihmislapsilla jopa tappava, mutta ilmeisesti aikuisella naudalla huomaamaton. Naudan ja ihmisen ohella peurat, koirat, siat ja ilmeisesti monet muutkin eläimet ovat mahdollisia EHECin tartuntalähteitä ja levittäjiä. EHEC on petollinen, sillä tartuntaan riittää hyvin pieni annos ja osa bakteerin tuottajista on täysin oireettomia. Jo ilmeisesti alle 100 bakteeria riittää aiheuttamaan taudin, joten ripuloiva lapsi tartuttaa helposti muut perheenjäsenet ja tartunta myös uimaveden kautta on todennäköinen. EHECistä ja sen ekologiasta on ilmestynyt äskettäin suomenkielinen kirjallisuuskatsaus (Lanki 1997). EHECin kohdalla lienee kyse uudesta bakteerista, joka on perinyt bakteeripunataudin aiheuttajien *Shigellojen* infektiivisyyden ja *E. coli*n säilyvyyden ja moni-isäntäisyyden, mikä lähisukuisten bakteerien kesken on ymmärrettävää.

Eräissä muissa maissa *Listeriat*, *Campylo-*

*bacterit* ja *Yersiniat* ovat aiheuttaneet laajoja-kin epidemioita. *Listeria monocytogenesin* tähden erityisesti raskaana olevat naiset ovat vaaravyöhykkeessä, sillä bakteeri tuhoaa istukan. *Yersinia enterocolitican* tähden tehdään ilmeisesti turhia umpisuolileikkauksia sekä kärsitään sydänvaivoista (Vaara et al. 1996). Sekä nämä kolme bakteeriryhmää että salmonellat ja koliformit (mukaan lukien EHEC) ovat fysiologisesti keskenään sukulaisia itiöttömiä, gram-negatiivisia, ruumiinlämmössä laktoosia hapoksi ja kaasuksi hajottavia bakteereita, joiden soluseinä on melko kestävä erilaisia ympäristötekijöitä vastaan. Luonnossa ne säilyvät hyvin kylmässä ja voivat siten kulkeutua mm. talousvesiin.

Kaikkein suurimmat epidemiat ihmisille ovat aiheutuneet *Cryptosporidium parvum*-alkueläimen joutumisesta juomaveteen. Milwaukeessa noin 400 000 ihmistä sairastui ripuliin, joka aiheutti ainakin 100 kuoleman (Young 1996). Alkueläimen alkuperää on vaikea varmuudella sanoa, mutta kaupungin ympäristön ylpeyden aiheena on cheddar-juusto, jota varten kasvatetaan holstein-rodun karjaa vasikoineen ja vasikka on tämän alkueläimen tunnetuin kantaja ja tuottaja.

## Missä meillä on Suomessa riskejä?

Opportunistisia patogeenejä tai varsinaisia patogeenejä joutuu ihmiseen tai eläimeen joko ulosteista, elintarvikkeista (rehuista) taikka vedestä, jotka uloste on liannut. Meillä kylmässä ja kosteassa ilmastossa bakteerit säilyvät paremmin kuin lämpimämmässä ja kuivemmassa. Meillä ulosteen mikrobit tuhoutuvat parhaiten keskikesällä auringon säteilyn UV-alueen tappamina – mutta vain pinnoilla, joihin UV-säteily ulottuu. Tätä tuhovaikutusta ajatellen lannan kevätlevitys olisi suositeltavin. Mitä viileämmässä ja pimeämmässä levitys syksyllä tehdään, sitä pidempään bakteerit voivat

säilyä maan pinnalla ja kulkeutua sieltä vesiin ja lisätä mikrobiologisia riskejä. Ravinteita ja hajuja ajatellen lanta kehoitetaan yleensä multaamaan. On olemassa tutkimustuloksia (Thunegard 1975), joiden mukaan ainakin salmonellat tuhoutuisivat paremmin, jos lietelanta mullataan pintalevityksen sijasta. Asia saattaa olla näin tai siten ei, sillä salmonellan osoitus parhaallaan ISO:n hyväksymällä menetelmällä ei ole aivan varmaa puuhaa ja osa lisätystäkin salmonellasta jää varmasti löytämättä, kuten mm. omissa töissänikin on käynyt. Mikäli infektiivinen annos on pieni, "viljelemätön, mutta silti elinkykyinen" mikrobimäärä, voi aiheuttaa tautiriskejä, joiden suuruus on tuntematon, mutta ei olematon.

Uudehko lisärisiki lienevät nautakarjan talviset jaloittelutarhat. Niissä paljaalle maalle tai päällystetylle kentälle tai lumelle putoaa sontaa mikrobeineen talviseen luontoon, jossa päivä ei paista vaikka kuu pais-taisikin. Keväällä sulavesien aikaan voi siten tulla ongelmia. Veden kloorauskaan ei aut-taisi alkueläinten torjuntaan eikä se välttä-mättä auttaisi kaikkien muidenkaan mikrobien kohdalla.

Nauta erittää patogeenejä enemmän, jos rehun laatu muuttuu. Tästäkin syystä rehumuutokset pitäisi tehdä hitaasti. Eri-tyisesti EHECin kohdalla tämä on tullut esille (Lanki 1997).

Vesiepidemiariski Suomessa on siten poikkeuksellisen iso, sillä meillä omat kai-vot ovat tärkeitä vesilähteitä. Lähes koko karja ja noin 1 000 000 ihmistä juo oman kaivon vettä, jonka laatua ei juuri valvota.

## Estokeinoja

Patogeenien leviämisen esto lähtee puh-taasta rehusta. Eläinten ja hoitajien terveys ja työvälineiden puhtaus ovat itsestään sel-vyyksiä rehunteolla. Oma rehu ja kotona syntyneet eläimet ovat tällöin etu.

Lannan hygienisointi kompostoimalla (esim. ilmastamalla) tai kemiallisesti olisi eräs keino vähentää patogeeneriskejä. Liete-



**Taulukko 1.** Maatilakokeet lietalannan ilmastuksesta salmonellan tuhoamiseksi. Lietelanta 3 on sikatilalta ja saastunut *Salmonella* Typhimuriumilla, muut ovat nautatiloilta ja *Salmonella* Infantis-bakteerin saastuttamia (Heinonen-Tanski et al. 1998c).

Ilmastus ja tankin koko, m <sup>3</sup>	<i>Salmonella</i> -tiheyden muutos	Ilmastuksen kesto, vrk ja aika	Lämpötilan muutos °C	pH:n muutos
1. 700	300 g <sup>-1</sup> -> am	10 lokakuu -95	10 -> 19	6,9 -> 7,5
2. 600	0,2 g <sup>-1</sup> -> am	19 marraskuu -95	6 -> 40	7,0 -> 7,8
3. 62	210 g <sup>-1</sup> -> am	26 marras-joulukuu -95	0 -> 24 -> 4*	6,9 -> 9,5
4. 700	460 g <sup>-1</sup> -> 5 g <sup>-1</sup>	20 huhti-toukokuu -96	0 -> 19	7,0 -> 7,7
5. 50	1 g <sup>-1</sup> -> am	35 kesä-heinäkuu -96	10 -> 28	7,6 -> 8,2

Lämpötila laski ilmastuksen lopussa joulukuussa, kun ulkona oli noin -30 °C. am = alle määrittäysrajan (0,03 g<sup>-1</sup>)

lannan ilmastus on tuhonnut salmonellaa jo noin 25–30 °C:ssa (Heinonen-Tanski et al. 1998c, Taulukko 1.). Tarkkaa vaikutusmekanismia emme tiedä, mutta pH:n nousu lienee suhteellisen tärkeä, sillä salmonella ei kasva edes laboratorioalustalla, jos pH on yli 9. Myös *Listeria*n ja kolibakteerien sekä kolifaagien kohdalla on saavutettu varsin hyviä tuloksia lietalantaa ilmastamalla, mutta *Yersinia*n kohdalla tulos ei ole ollut aivan yhtä hyvä (Heinonen-Tanski et al. 1998b, Taulukko 2). Äskettäin ammoniakkin on havaittu (Jenkins et al. 1998) tuhoavan tehokkaasti *Cryptosporidium parvumia*, vaikka veden klooraus ei siihen tehoa. Ilmastuksessa syntyy ammoniakkia, joten ilmastus voi tehotta myös tähän alkueläimeen. Jälkikontaminaatiota ei saa tapahtua ja tästä syystä tuoretta lantaa ei saa koskaan sekoittaa jo käsiteltyyn hygienisoituun lantaan.

Sitä vastoin lietalannan separointi ei ole ainakaan Suomessa tehdyissä kokeissa parantanut neste- tai kuivaosan hygieniaa niin, että siitä olisi ollut vastaavaa hyötyä (Heinonen-Tanski 1998a).

Kuivalannan tai lietalannan ei pitäisi kulkeutua pihaan eikä ihmisten oleskelupiiriin. Jaloittelutarhat ja laitumet kannattaa järjestää siten, että ihmisten ja eläinten väliset kosketukset jäävät hyvin pieniksi, jotta

ihmisetkään eivät tartuttaisi eläimiä. Juotopaikat on järjestettävä siten, että karja ei itse pääse likaamaan vettä, mutta myös siten, että maa ei pääse kyllästymään lannalla.

EHECin tiedetään olevan muita *E. coli* -kantoja lämpöherkempi ja laboratoriossa sen ehdoton maksimilämpötila on noin 43 °C. Täten ilmastus varsinkin korkeassa lämpötilassa tuhonnee senkin. EHECin kohdalla sairastumisia on tapahtunut myös, kun tilamaitoa on juotu pastöroimatta. Lyhytkin maidon kiehaus tai edes kuumentus olisi tuhonnut tämän bakteerin. EHECin kohdalla hyvä käsi- ja elintarvikehygienia on kunniansaan.

Ihmiset ovat sairastuneet, kun ulostepitoisessa vedessä on liotettu ituja tai kasteltu syötäviä kasveja, mitä ei tietysti saisi tapahtua. Maaseudun kaivojen hygieniaa merkitystä ei voida yliarvioida, sillä varsin usein suomalaisten karjatilojen kaivoista löytyy ulostesaastunnasta kertovia bakteereja, viruksia ja nitraattia, jotka eivät sinne kuulu (Korhonen et al. 1996). Sekä ihmisten että eläinten ulosteiden hygienisointi ja kaikki käsittelyt on tehtävä kaivoja likaamatta. Haja-asutusalueen wc-vedet, jotka vain johdetaan maahan, ovat selvä riski, erityisesti jos kaivo on pihapiirissä. Kaivojen huonon yleiskunnon ja mikrobiologisten teki-

**Taulukko 2.** Bakteerien *Listeria monocytogenes* (L), *Yersinia enterocolitica* (Ye) ja *Yersinia enterocolitica* (Yt) –ryhmän lukumäärät lietalannassa ennen ilmastusta ja sen jälkeen. Myös häviämisprosentti sekä korkein lämpötila on esitetty (Heinonen-Tanski et al. 1998b).

ilmastus	Bakteeri	ennen bakteerien lukumäärä /100 ml	jälkeen	häviämis-%	korkein lämpötila °C	
y 1 e	(L)	920	<6*	>99,3	27	
	(Ye)	56	<6*	>89,3		
	(Yt)	920	18	98		
y 2 e	(L)	2200	186	91	34	
	(Ye)	480	46	90		
	(Yt)	920	46	95		
k 1 e	(L)	78	22	72	22	
	(Ye)		<6*	86		ei häviämistä
	(Yt)		<6*	186		ei häviämistä
k 2 I e	(L)	>4800**	480	>90	26	
	(Ye)	22	46	ei häviämistä		
	(Yt)	300	186	38		
k 2 II e	(L)	>4800**	<6*	>99,9	30	
	(Ye)	40	14	65		
	(Yt)	>4800**	30	>99		
y 3 I j	(L)	46	<6*	>86,9	45	
	(Ye)	8	8	0		
	(Yt)	18	8	56		
y 3 II j	(L)	86	186	ei häviämistä 50		
	(Ye)	<6*	8	ei häviämistä		
	(Yt)	18	8	56		

\* alle määrittämysrajan

\*\* yli määrittämysrajan

y = yksityistila, k= koetila. I ja II ovat peräkkäiset ilmastukset samoilta tiloilta.

e = eräilmastus ja j = jatkuva toimiva ilmastus

joiden tai nitraatin kohoamisen tähden kairo voidaan joutua tyhjentämään, kunnostamaan ja puhdistamaan sekä hankkimaan jopa uusi vesilähde. Jos tulevaisuudessa saateisuus vähenee, yhä huonompilaatuiset makeavesivarat on otettava käyttöön. Tällöin tulevaisuuden kotieläintuotanto voi hyvin suurella kotieläintuotannolla aiheuttaa mikrobiologisia riskejä.

## Luomutuotannon ja tavanomaisen tuotannon erot

Luomutuotanto ja tavanomainen tuotanto eroavat toisistaan monessa suhteessa. Luomutuotanto nojaa tavanomaista enemmän

kotoperäiseen rehuun. Omassa rehuotuotannossa viljelijä pystyy paremmin estämään tautimikrobeja. Monissa muissa maissa esimerkiksi salmonellat ovat paljon tavallisempia kuin Suomessa, mikä erityisesti ihmisten kohdalla on hyvin tullut esille (Vaara et al. 1996). Rehun laatua periaatteessa valvotaan, mutta pelkkä valvonta ei yksin riitä luonnonvarojen vähetessä. Kun maakeavesivarat vähenevät monissa maissa, entistä huonompilaatuista vettä joudutaan käyttämään sekä eläin- että kasviotuotannossa. Siksi veden ulostemikrobiriskit ovat globaalisesti ottaen kasvava ongelma, joka leviää rehun mukana. Myös erittäin suuret karjatiheydet monilla maailman alueilla lisäävät yleistä karjatautiriskiä, johon myös kasvava rehukaupparive vaikuttaa. Luomutuotannon omavarainen ruokintapakko estää myös liian suuret eläintiheydet, joten tältä osin luomutuotanto on riskittömämpää kuin tavanomainen tuotanto.

Luomutuotannossa, jos se tehdään hyvin, eläin saattaa olla tavanomaista tuotantoa vastustuskykyisempi patogeenejä vastaan, mitä väitettä kaikki eivät välttämättä allekirjoita. Tässä voi olla pienoinen sudenkuoppa, mikäli tartunta kuitenkin tapahtuu. Tartuntavaara voidaan toki torjua. Terve, hyväkuntoinen eläin voi toimia monien mikrobien oireettomana kantajana, joka ei itse sairastu, mutta voi levittää tautia

eteenpäin.

Luomutuotannossa eläinten jaloittelu-mahdollisuuksia korostetaan enemmän kuin tavanomaisessa tuotannossa. Todennäköisesti luomunaudat kohtaavat useammin talvilintuja kuin vain navetassa asuvat lajikumppaninsa. Talvilinnuista mm. kurniit punatulkut, talitiaiset, viherpeipot, urpiaiset ja varpuset sekä vihervarpuset ym. ovat varsin usein *Salmonella* Typhimuriumin eräiden serotyyppeiden levittäjiä (Hedlund 1987), joten lintujen pääsy rehuihin on es-tettävä ja rehujen levitys ulos voi tarpeetto-masti houkutellessa lintuja.

Jaloittelutarhoista lanta voi levitä hel-posti ympäristöön, mutta mikrobien leviä-misriskiä ei ole juurikaan tutkittu. Jaloitte-lutarhojen lanta pitäisikin pystyä kerää-mään talteen. Se pitäisi kompostoida kuiva-lannan tai lietelannan mukana. Luomutuo-tannossa kaiken lannan kompostointi si-nänsä takaa selvästi paremman hygienian kuin tavanomaisessa tuotannossa, mikäli kompostointi (tai nestekompostointi) teh-dään oikein: lietelantaan ei lisätä enää mi-tään ilmastuksen alettua ja kuivalannan osalta auman käännöt aloitetaan aina val-miimmasta siten, ettei sen joukkoon joudu tuoreempaa lantaa ja käännöissä huolehdi-taan koko lantaerän täydellisestä lämpiämi-sestä.

## Kirjallisuus

---

Eela 1997. Salmonellan esiintyminen eläimissä ja eläimistä saatavissa elintarvikkeissa. Kansallisen Salmonellavalvonnan ja -tutkimuksen tulokset vuonna 1996. Helsinki: EELA ja Maa- ja metsätalousministeriö. 19 p.

Hedlund, M. 1987. Lintujen salmonelloista ja salmonellojen yleistyisestä. Siivekäs 8: 53–64.

Heinonen-Tanski, H., Joki-Tokola, E. & Martikainen, E. 1998a. Lietelannoituksen vaikutus säilörehun hygieniaan. Karjanlannan ympäristöystävällinen ja kustannustehokas käyttö. MMM:n karjanlantatutkimusohjelman loppuraportti 1995–97. In Sipilä, I. & Pehkonen, A. Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos, julkaisuja 87. Helsinki: Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos. p. 67–77.

- , **Niskanen E. M., Mielonen, M. M., Räsänen, H., Valta, T. & Leinonen, P.** 1998b. Aeration improves the hygiene of cattle slurry and the hygiene of grass forage and silage. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B. Plant Science*. In press.
- , **Niskanen, E. M., Salmela, P. & Lanki, E.** 1998c. Salmonella in animal slurry can be destroyed by aeration at low temperatures. *Journal of Applied Microbiology* 85: 277–281.
- Jenkins, M. B., Bowman, D. D. & Ghiorse, W. C.** 1998. Inactivation of *Cryptosporidium parvum* oocysts by ammonia. *Applied and Environmental Microbiology* 64: 784–788.
- Korhonen, L., Niskanen, M., Heinonen-Tanski, H., Martikainen, P. J., Salonen, L. & Taipainen, I.** 1996. Groundwater quality in wells in central rural Finland: A microbiological and radiochemical survey. *Ambio* 25: 343–349.
- Kühn, H.** 1993. Vorkommen von Enteritis-Salmonellen beim Mensch. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 100: 255–258.
- Langó, Zs. & Heinonen-Tanski, H.** 1995. Occurrence of *Clostridium tyrobutyricum* in cattle slurry and fresh forage grasses. *Bioresource Technology* 53: 189–191.
- Lanki, E.** 1997. Enterohemorrhagisten *Escherichia coli* (EHEC) -bakteerien ekologia ja säilyvyys ympäristössä. Kuopion yliopiston ympäristötieteiden laitoksen monistesarja 29/97. Kuopio: Kuopion yliopisto. 27 p.
- McDonald, P., Henderson, A.R. & Heron, S.J.E.** 1991. *The Biochemistry of Silage*. 2nd ed. Marlow, Great Britain: Chalcombe Publications. 340 p.
- Rosenberg, E. & Cohen, I.R.** 1983. *Microbial biology*. New York: Holt-Saunders International Editions. 433 p.
- Thunegard, E.** 1975. On the persistence of bacteria in manure. A field and experimental study with special reference to Salmonella in liquid manure. *Acta Veterinaria Scandinavica*, supplement 56: 1–86.
- Vaara, M. Jahkola, M. & Siitonen, A.** 1996. Luku 4.20. Enterobacteriaceae-heimo (gramnegatiivisia sauvoja). In: Tiilikainen, A.S., Vaara, M. & Vaheri, A. (eds.). *Lääketieteellinen mikrobiologia*. Helsinki: Duodecim. p. 380–395.
- Young, P.** 1996. Safe drinking water: A call for global action. *ASM News* 62: 349.

# Lannan ja kompostin laatu

Elsa Luukkonen

*Kasvintuotannon tarkastuskeskus, maatalouskemian osasto, PL 83, 01301 Vantaa*

Eloperäisen jätteen vanhin käsittelymuoto on luonnon kiertokulun mukainen kierrätys, joka tapahtuu jätösten ja jätteiden osalta omalla painollaan ilman erityisiä toimenpiteitäkin. Ihminen on aikojen kuluessa oppinut käyttämään hyödyksi tätä luonnossa tapahtuvaa kiertokulkua. Hän on onnistunut myötävaikuttamaan kasvutapahtumaa edistävasti palauttamalla kulutuksensa jätteet takaisin luontoon esimerkiksi lantana tai maanparannusaineena. Jätteen tietoista ja tarkoituksellista lahottamista – eloperäisen aineksen aerobista lahoamista – kutsutaan kompostoinniksi, jonka lopputuloksesta syntyy hiilidioksidia ja vettä sekä tavallisimmin maanparannusaineeksi soveltuvaa kompostia.

Lanta voidaan määritellä (Seppänen 1982) eläinten ulosteiden, sonnan ja virtsan sekä niiden talteenotossa lisättyjen aineiden muodostamaksi tuotteeksi. Lanta käsittää siis kuivikelannan, virtsan sekä lietelannan.

Koska kaikki luomuviljelyssä käytettävä lanta on kompostoitava (Maa- ja metsätalousministeriö 1998), on lannalla ja kompostilla tässä tarkastelussa yhtenevät laatuvaatimukset. Ne koskevat ensisijaisesti myytäviä ja luovutettavia lannoitevalmisteita, mutta niitä on suositeltavaa noudattaa luomutilalla myös omaan käyttöön tuotetun lannan ja kompostin laadun kriteereinä.

## Lannan käyttö luomuviljelyssä

Lanta ja eloperäiset lannoitteet ja varsinkin typpipitoiset lannoitteet, esim. verijauho, lietelanta ja kananlanta, tulee käsitellä ja käyttää sillä tavoin, ettei tuotteiden laatu (ravintoarvo, maku ja säilyvyys) kärsi ja että ympäristöä (vesistöjä, ilmaa sekä maaperää ja sen eliöstöä) kuormitetaan mahdollisimman vähän (Maa- ja metsätalousministeriö 1998). Hyvän kompostin aikaansaamiseksi tulee tuntea ja hallita kompostointitekniikka. Lopputulokseen vaikuttaa varsinaisen kompostointiajan lisäksi stabiloitumisvaihe, jonka kesto voidaan osittain määritellä viljeltävän kasviryhmän mukaan siten, että viljoille riittää lyhyempi aika kuin perunalle tai syötävälle puutarhakasveille.

## Lannan ja kompostin laatu

Kaupallisten lannoitteiden ja maanparannusaineena käytettävien kompostien tulee luomukäytössäkin ensisijaisesti täyttää lannoitelaisissa (Lannoitelaki 1993) ja sen nojalla annetuissa maa- ja metsätalousministeriön päätöksissä kyseisille tuotteille määrätty laatu- ja merkintävaatimukset (Maa- ja metsätalousministeriö 1994).

Maanparannuskompostin yleiset laatuvaatimukset on määritelty seuraavasti:

Maanparannuskomposti ei saa sisältää orgaanisia haitta-aineita eikä haitallisia

mikro-organismeja siinä määrin, että sen käyttöohjeiden mukaisesta käytöstä voi olla haittaa ihmisille, eläimille tai ympäristölle. Maanparannuskompostin tulee olla siinä määrin kypsynyttä, ettei siinä ole haitallisia määriä fytotoksisia aineita (kasveille myrkyllisiä aineenvaihduntatuotteita).

Maanparannuskompostin tulee olla tasalaatuista ja se saa sisältää roskaavia epäpuhtauksia, kuten muovivia tai lasia, enintään 0,5 % tuotteen tuorepainosta. Maanparannuskompostin humuspitoisuuden on oltava vähintään 20 % kuiva-aineen painosta. Kompostivalmisteen tulee olla laadultaan sellaista, ettei sen käytön ja varastoinnin yhteydessä synny kohtuuttomia hajuhaittoja. Kompostoidun lannan tulee soveltuvin osin täyttää samat laatuvaatimukset kuin mitä maanparannusaineille on määrätty (Maa- ja metsätalousministeriö 1994).

Yleiset laatuvaatimukset edellyttävät lannan käsittelyä ja kompostoinnin suorittamista huolellisesti annettuja ohjeita noudattaen. Käytettävien eloperäisten lannoitteiden ja kompostin tulee olla ennen kaikkea bakteriologisesti turvallisia. Niihin sovelletaan tiettyjä maa- ja metsätalousministeriön määrittämiä raskasmetallirajoja (Taulukko 1). Luomuviljelytilan ulkopuolelta tuoduille lannoitteille ja maanparannusaineille on määriteltä myös kuormituksen ylärajat (Taulukko 2).

## Hyvän kompostin tuntomerkkejä

Edellä mainittujen lisäksi ja täydennyksenä voidaan todeta, että kompostin tulee olla stabiloitunut eli orgaanisen aineksen on oltava riittävästi hajonnut, jolloin komposti on varastoitavissa aiheuttamatta anaerobista tilaa. Stabiloitumisesta kertoo hajun muodostuksen loppuminen ja kompostin sisälämpötilan alentuminen ja vakiintuminen. Riittävästi kypsynyt komposti ei sisällä ns. fytotoksisia aineenvaihduntatuotteita, jotka voivat vaikeuttaa juuriston kehitty-

**Taulukko 1.** Raskasmetallirajat maanparannuskompostille (Maa- ja metsätalousministeriö 1994) ja luomuviljelyyn hyväksytyille kompostoidulle kotitalousjätteelle (Luonnonmukainen maataloustuotanto 1997).

Raskasmetallirajat		
	A. Maanparannuskomposti	B. kompostoitu kotitalousjäte (luomusäännösten mukaisesti)
	mg/kg tuorepainoa	mg/kg kuiva-ainetta
Elohopea	2,0	0,4
Kadmium	3,0	0,7
Arseeni	50	---
Nikkeli	100	25
Lyijy	150	45
Kupari	600	70
Sinkki	1500	200
Kromi	---	70 kok.pit.
		0 Cr(VI)

**Taulukko 2.** Tilan ulkopuolelta hankituista lannoitteista ja maanparannusaineista aiheutuvan keskimääräisen, vuotuisen raskasmetallikuormituksen ylärajat (Maa- ja metsätalousministeriö 1998).

Raskasmetallikuormituksen ylärajat g/ha/vuosi	
Lyijy (Pb)	100
Kadmium (Cd)	1,5
Elohopea (Hg)	1
Nikkeli (Ni)	100
Kupari (Cu)	600

mistä. Hyvä komposti ei sisällä itämiskykyisiä rikkaruohon siemeniä, lisääntyviä kasvinosia eikä hukkakauraa, ei myöskään lääke- tai torjunta-ainejäämiä, joita voisi

kertyä esim. torjunta-aineilla käsitellyn puunkuoren mukana.

## Kaupallisten tuotteiden laadun seuranta KTTK:ssa

Kasvintuotannon tarkastuskeskuksen (KTTK) maatalouskemian osasto, jolle lannoitelain edellyttämä valvontatehtävä on annettu, määrittää eläinperäisistä lannoitteista ja kompostoiduista tuotteista vähin-

tään tuoteselosteessa ilmoitettavaksi vaaditut ravinne- ja raskasmetallipitoisuudet. Kompostin stabiiliuden ja kypsyyden toteamiseksi määritetään salmonella ja enterokokit sekä suoritetaan Jannin testi ja krassin siemenkoe. Vain raskasmetalleille on viranomaisten määräämät raja-arvot (Taulukko 1). Torjunta-aine- tai lääkejäämien määrittämistä ei ole lannoitevalmisteiden valvonnan puitteissa suoritettu kustannussyistä johtuen, vaikka olisikin ehkä aiheellista tehdä joskus pistokokeita.

## Kirjallisuus

---

Lannoitelaki N:o 232/93. 1993. Helsinki: Painatuskeskus Oy. 6 p.

Luonnonmukainen maataloustuotanto 1997. Konsolidoitu versio Euroopan yhteisöjen neuvoston asetuksesta 2092/91 Liite II. Helsinki: Kasvintuotannon tarkastuskeskus. 63 p.

Maa- ja metsätalousministeriö 1994. Maa- ja metsätalousministeriön päätös eräistä lannoitevalmisteista N:o 46/94 Liite 2: Maanparannusaineiden, lannoitettujen kasvualustojen, kompostointivalmisteiden ja sellaisena käytettäväksi kelpaavien sivu-

tuotteiden sekä typpibakteerivalmisteiden laatuvaatimukset. Helsinki: Painatuskeskus Oy. Suomen säädöskokoelma. 1994, n:o 45–47.

– 1998. Maa- ja metsätalousministeriön päätös maatalouden ympäristötuen erityistuesta annetun maa- ja metsätalousministeriön päätöksen muuttamisesta N:o 34/98 Liite: Luonnonmukaisen maataloustuotannon ehdot. Helsinki: MMM. 10 p. Moniste.

**Seppänen H.** 1982. Karjanlanta hyötykäyttöön. Käytännön Maamies 31(4): 66.

# Erityyppiset kanalat munantuotannossa

Tuomo Kiiskinen

*Maatalouden tutkimuskeskus, Kotieläintuotannon tutkimus, 31600 Jokioinen*

Eläinten hyvinvoinnin kannalta runsaasti kritiikkiä saaneelle pienhäkille on etsitty erilaisia vaihtoehtoja munantuotannossa. Tässä esityksessä kuvataan lyhyesti pienhäkkiä ja sen vaihtoehtoja sekä esitellään tulokset yhteistyönä tehdystä tutkimuksesta, jossa verrattiin tavallista pienhäkkiä (4 kanaa/häkki), suurhäkkiä (30 kanaa/häkki), pehkulattiaa ja osaritulä (2/3 metalliverkkoa, 1/3 pehkulattiaa). Kokeessa seurattiin munantuotannon ja rehunkulutuksen lisäksi kanojen kuolleisuutta, terveyttä, munintakäyttäytymistä, munan laatua ja hyvinvointia. Viimeksi mainitun mittaamisessa käytettiin toonista liikkumattomuutta (TI-testi) ja valkosolusuhdetta heterofiilit : lymfosyytit (H/L). Kokeessa oli yhteensä 1370 valkoista lohmann-kanaa (LSL) ja runsaan vuoden pituinen koe alkoi niiden ollessa 19 viikon ikäisiä.

Munantuotannossa ei todettu itse pito-systeemistä johtuvia eroja. Kuten monissa aikaisemmissa tutkimuksissakin rehunhyö-

tysuhde ja kuolleisuus olivat häkissä pienemmät kuin vapaammissa systeemeissä, joissa parvet olivat suurempia. Lattiamuninta oli erittäin runsasta pehkulattialla (44 %) ja osaritulällä (33 %). Suurhäkeistä löytyi lattialle ja kylpylaatikkoon munittuja muna 11 %. Tästä syystä pienhäkin vaihtoehtoisissa tuotetut munat olivat likaisempia ja laadultaan heikompia munanpakkaamon luokituksessa. Pehkulattiaosaston munat olivat tässä mielessä kaikkein huonoimpia.

Lintujen yleiskunto oli hyvä. Kanat olivat rauhallisia, eikä kannibalismi ollut ongelma. Höyhenpeite oli selvästi kulunein pienhäkin kanoissa. Jalkapohjan tulehduksia esiintyi erityisesti osarituläkanoilla sekä suurhäkin kanoilla. Häkeissä pidettyjen kanojen sääriluut olivat merkittävästi heikommat kuin muissa systeemeissä. Kanojen hyvinvointia selvittävillä määrityksillä (TI-aika, H/L) ei voitu osoittaa pysyviä eroja systeemien välillä.

*Avainsanat: häkki, muniva kana, osaritulä, pehkulattia*



# Hen housing systems and their effects on egg production

## Abstract

The conventional small cage and its alternatives are briefly described, and the results of a study on the small cage (4 hens/cage), a colony cage (30 hens/cage), litter floor and partial wire floor (2/3 wire, 1/3 litter floor) discussed. During the study, egg production, feed intake and mortality were recorded: health, laying behaviour, egg quality and animal welfare were also evaluated. Fear and chronic stress were assessed by the Tonic Immobility test (TI) and heterophile/lymphocyte (H/L) response. A total of 1370 White Lohmann hens were used in the study, which started when the birds reached 19 weeks of age and lasted for over a year.

There were no differences in egg production due to housing system. As found in many earlier studies the feed conversion ratio and mortality tended to be lower in

cages than in free-range systems, where the flock size was bigger. The number of eggs laid on the floor was a problem in peat litter (44%) and wire floor (33%) pens. In colony cages, 11% of eggs were collected on the floor and the sandbath. The eggs in the alternative systems were therefore dirtier and received a lower classification from the egg packing company. Eggs from the peat litter pen were assigned to the lowest category.

The general condition of the hens was good. The hens were calm and showed no signs of cannibalism. The plumage was poorest among the battery cage hens. Bumble foot was particularly prevalent among hens housed on the wire floor and in the colony cages. Battery caged hens had significantly weaker tibial bones. No consistent differences were observed in welfare assessments between housing systems.

*Key words: cage, laying hen, litter floor, wire floor*

# Pienhäkki ja sen vaihtoehdot

Munivien kanojen pito pienissä, viettävä-pohjaisissa verkkohäkeissä on herättänyt paljon arvostelua eläinten hyvinvoinnin ja tuotannon eettisyyden kannalta. Tästä huolimatta yli 90 % munivista kanoistamme pidetään näissä häkeissä, joissa tilaa eläintä kohden on vajaan A4-arkin kokoinen alue (480 cm<sup>2</sup>). Tähän ovat syynä pienhäkin luku- edut ja pienemmät riskit vaihtoehtoihin verrattuna sekä eläinten että hoitajien kannalta. Vaihtoehtosysteemeissä tuotantokustannusten on laskettu nousevan 5–20 ja ekstensiivisissä systeemeissä (ulkotarha) 30–50 % (Elson 1986, Gerken 1994). Kanojen liikkumismahdollisuuksien ja virikkeiden lisäämiseksi on tavalliselle pienhäkille kehitetty monia vaihtoehtoja, joissa kanoilla on paremmat mahdollisuudet liikua, mahdollisuus munia pesiin, käyttää orsia tai kylpeä hiekassa. Näissä vaihtoehtosysteemeissä voidaan käyttää suurempaa eläintiheyttä kuin tavallisessa lattiakanalassa. Seuraavassa lyhyet esittelyt pienhäkistä ja sen vaihtoehtoista:

## Pienhäkki (tavallinen häkki)

3–5 kanaa/häkki, viettävä metallipohja, 4 kanan häkin leveys 48 cm, syvyys 40 cm ja korkeus (matalin) 38 cm, 480 cm<sup>2</sup>/kana. Eläintiheydet: 3–4-kerroksisissa patterikanaloissa 20–30 kpl/m<sup>2</sup>, porrashäkkisysteemeissä (2-kerroksinen) ja 1-kerroksisissa flat deck-kanaloissa 12 kpl/m<sup>2</sup>.

## Häkkimuunnokset (modifioidut häkit)

Häkkien muodon, koon ja sisustuksen kehittämisen tarkoitus on ollut lievittää mahdollisia hyvinvointiongelmia yhteisymmärryksessä tuotannon taloudellisuuden kanssa.

Matala pienhäkki (shallow cage) eli ”käänteishäkki” (reverse cage) on edestä katsottuna leveämpi kuin normaalihäkki, mutta ei niin syvä. Orsi voidaan sijoittaa leveyssuunnassa, mikä voi parantaa jalkojen (luuston) kuntoa. Rikkoutuneiden ja liikaisten munien määrä pyrkii lisääntymään.

Modifioitu pienhäkki: Ruotsissa kehitetyssä häkissä (Tauson & Abrahamson 1996) on 5–8 kanaa, 600 cm<sup>2</sup> per kana, orsi, pesä ja hiekkakylpy.

Suurhäkissä (kolonihäkki), kanoilla on suurempi liikkumismahdollisuus, vaakasuora tai kallistuva lattia, pesät, orret, hiekkakylpy, 20–40 kanaa per häkki.

## Lattia- eli pehkukanala

Lattiakanala oli yleisin ennen häkkien tuloa 1960-luvulla. Suositus on meillä 6 kanaa/m<sup>2</sup>, pehkuna on tavallisesti turve vähintään 35 cm:n kerroksena, pesät ja orret.

## Lattiakanalamuunnokset

Vinoritilä (Pennsylvania): kanalan vino lattia on kokonaan rimoista tai metalli- tai muoviverkosta, jota tukevat orsina toimivat rimat.

Osarituläkanala: vaakasuora lattia josta enintään 2/3 on metalli- tai muoviverkkoa tai rimalattiaa ja vähintään 1/3 pehkulattiaa, lanta tippuu ritilän alle, suositus 7 kanaa/m<sup>2</sup>.

Kerrosritiläkanala (aviary, voliere): useita variaatioita, tasot (rimat, muovi- tai metalliverkko) parantavat tilan käyttöä. Ruokintalaitteet kerroksissa ja juottolaitteet tasojen yläpuolella, pesäkopit, orsiakin voi olla. Osalla lattiasta on pehku.

Orsikkokanala (perchery): orsilla pyritään lisäämään pystysuoran tilan käyttöä, orret vastaavat kerrosritiläkanalan tasoja, useita orsikerroksia ruokinta ja juomalaitteineen, pesät sivuilla. Eläintiheys voi kahdessa viimeksi mainitussa kanalassa nousta 20 kanaan neliöllä.

# Eräitä pitosysteemejä vertaileva tutkimus vuosilta 1995–1997

Tutkimus suoritettiin Suomen Siipikarjaliiton koekanalassa Humppilassa. Yhteistyötahoina olivat MTT, Munakunta, Suomen Siipikarjaliitto ja Helsingin Yliopisto (Kotieläinhygieniä). Kokeessa oli yhteensä 1370 lattiakanalassa kasvatettua LSL-kanaa, jotka siirrettiin 16 viikon ikäisinä koekanaalaan. Vertailussa olivat seuraavat pitosysteemit:

1. Pienhäkki: 4 kanaa/häkki, 480 cm<sup>2</sup>/kana, häkkeitä 96 kpl kahdessa kerroksessa.
2. Suurhäkki (Kuva 1): 30 kanaa/häkki, 750 cm<sup>2</sup>/kana, häkissä 6 pesää, 3 ortta ja hiekkakylpy, häkkeitä 12 kpl yhdessä kerroksessa, vaakasuora metalliverkko tai muoviritilälattia, häkin leveys edestä 180, sivulta 125 cm, korkeus 86 cm.
3. Pehkulattia: 6 kanaa/m<sup>2</sup>, pehkuna turve, orret, yhteispesät (60 x 55 cm) 6 kpl, osastossa 324 kanaa.
4. Osaritila (2/3 metalliverkkoa, 1/3 turvepehkulattia) 6 kpl yhteispesä (170 x 42 cm), osastossa 305 kanaa.

Koe alkoi kanojen ollessa n. 19 viikon ikäisiä ja kesti n. 14 kk.

Rehunjakelu pienhäkkeihin tapahtui rehuvaunulla ja muihin systeemeihin ruokintaketjulla. Rehuna oli teollinen munivien kanojen täysrehu (Täsmä-Herkku) ja se sisälsi analyysin mukaan kuiva-ainetta 89 %, raakavalkuaista 15,8 %, raakarasvaa 6,7 %, raakakuitua 5,8 % ja tuhkaa 8,8 %.

Pienhäkki- ja suurhäkkisysteemeissä oli kummassakin 12 kerrannetta, joissa kussakin oli 30–32 kanaa munantuotannon ja kuolleisuuden seurannassa. Rehun kulutuksen mittauksessa kerranteita oli 2, pienhäkkirivin kerroksessa kussakin 192 kanaa tai 6 suurhäkkiä, kussakin 180 kanaa. Muissa systeemeissä kerranteita tuotannon,

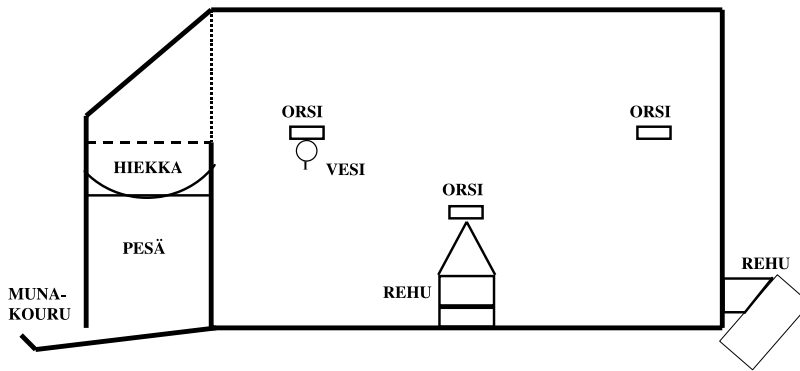
rehunkulutuksen ja kuolleisuuden seurannassa oli vain yksi. Muita mittauksia ja määrittämiä varten merkittiin kustakin systeemistä 48 kanaa, pienhäkissä numeroidulla jalkarenkailla ja muissa systeemeissä siipeen kiinnitettyllä EU:n muovisella korvamerkillä. Käyttäytymistutkimusta varten kiinnitettiin yhden suurhäkin kaikille kanoille em. muovinen merkki molempiin siipiin.

Munantuotanto (kpl, kg) mitattiin päivittäin jokaisen kerranteen osalta ja tulostettiin 4 viikon jaksoissa. Samalla laskettiin kerranteittain lattialle, verkolle tai kylpykouruun munitut ja likaiset munat. Rehunkulutus mitattiin ja tulostettiin kerrannetta kohden jaksoittain. Merkityt kanat (48 kpl/systeemi) punnittiin kokeen alussa (19 vk) ja kokeen lopussa (77 vk). Kliininen tarkastus suoritettiin 3 kertaa kanojen ollessa 28, 64 ja 74 viikon iässä. Osaritiläkanoille se suoritettiin vain viimeisenä ajankohtana. Testauksessa, jossa asteikko oli 1 (huonoin) – 4 (paras) arvioitiin yleiskunto, rintalastan muoto ja iho, koko iho, höyhenpeite ja sen puhtaus, jalkojen yleiskunto, jalkapohjat ja kynnet.

Munapakkaamolta saatiin kustakin erästä laatu tiedot (laatuluoikkajakautuma, särömunat) koejäsenittäin. Munien likaisuutta arvioitiin kolme kertaa kokeen aikana (4., 9. ja 13. jakso) pisteyttämällä likaisuusasteikolle 1–4 (1 = puhdas, 4 = vähintään 1/2 pinnasta lian peitossa).

Eläinten käyttäytymistä tarkkailtiin mahdollisuuksien mukaan kuten kanojen aggressiivisuutta (kannibalismi), suurhäkin pesien käytön jakaantumista, hiekkakyllyn sekä orsien käyttöä. Höyhenten nokkimista ja aggressiivista käytöstä seurattiin videonauhoilta kahdessa suurhäkissä kolmen tunnin ajan 15 minuutin jaksoissa.

TI-testiä (tonic immobility) pidetään hyvänä mittana pelolle (Gallup 1979). TI-testi tehtiin 2 kertaa (3. ja 11. jakso) pienhäkin, suurhäkin ja pehkulattiaosaston kanoille. Kustakin systeemistä testattiin kerrallaan keskimäärin 33 kanaa. Testaus tehtiin erillisessä huoneessa, johon kanat tuotiin yksi kerrallaan. Testattava kana asetettiin selälleen pöydälle siten, että sen pää oli



**Kuva 1.** Poikkileikkaus suurhäkistä laitteineen.

pöydän reunan ulkopuolella. Kanaa painettiin kevyesti rintalastan kohdalta, toinen käsi oli pään suojana. Sitten kana vapautettiin otteesta ja mitattiin aika, joka kului kunnes kana oli hypännyt pystyyn. Toonisen immobilisaation aikaa mitattiin maksimissaan 15 minuuttiin eli 900 sekuntiin asti ja jos kana oli edelleen liikkumattomana sellään koe keskeytettiin kyseisen kanan kohdalta.

Ympäristön aiheuttamaa stressiä mittaamaan on käytetty kanan verenkierrossa olevien valkosolu-heterofiilien ja lymfosyytien suhdetta (H/L) (Maxwell & Mitchell 1993). Samoilta koejäseniltä, joille oli tehty TI-testaus otettiin kaksi kertaa (3. ja 14. jakso) verta valkosolulaskentaa varten. Verinäyte otettiin siipilaskimosta vakuumputkeen, jossa oli EDTA hyytymisenestoaineena. Näytteestä tehtiin välittömästi sekoittamisen jälkeen verisively. Sivelyt värjättiin May-Grunwald-Giemsan värjäyksellä. Jokaisesta näytteestä laskettiin valkosolut laskemalla sata solua, joiden prosentuaaliset osuudet kirjattiin. Jokaisesta näytteestä laskettiin heterofiilien ja lymfosyytien suhde eli H/L-suhde.

Tulokset laskettiin MTT:n keskustietokoneella käyttäen SPSS-ohjelmistoa. Pitoysteemien välisten erojen merkitsevyyden arvioinnissa käytettiin yksisuuntaista varianssianalyysiä.

## Tulokset ja niiden tarkastelu

### Tuotanto ja rehunkulutus

Kanojen tuotannossa, rehunkäytössä ja kuolleisuudessa voitiin tilastollista merkitsevyyttä arvioida vain pienhäkin ja suurhäkin välillä. Tuloksia tarkasteltaessa kiinnitettiin huomio pienhäkin kanojen muihin suurempaan rehunkulutukseen ja ero sen ja suurhäkin välillä oli tilastollisesti merkitsevä ( $P < 0,001$ , Taulukko 1). Tämä on aikaisemmista poikkeava tulos, sillä yleensä pienhäkissä kanat kuluttavat vähemmän rehua kuin vaihtoehtosysteemeissä (mm. Tauson et al. 1992, Taylor & Hurnik 1996). Ilmeisesti rehunsiirtolaitteella (vaunu/ketju) oli osuutta tähän, vaikka kanoilla oli aina rehua saatavilla. Vähentynyt rehunkulutus oli ilmeisesti se tekijä, joka alensi selvästi munanpainoa vaihtoehtoryhmissä ja ero pienhäkin ja suurhäkin välillä oli merkitsevä ( $P < 0,001$ ). Rehunkulutus on saattanut vaikuttaa osaltaan myös munintaan, joka oli pienhäkissä muita korkeampi. Toisaalta osa lattialle munituista munista rikkoutuaan ja tuhoutuessaan jää pois laskuista. Kuten aikaisemmissakin tutkimuksissa (mm. Tauson et al. 1992, Abrahamsson & Tauson 1995, Taylor & Hurnik 1996) tulos rehun hyväksikäytön osalta on johdonmu-

**Taulukko 1.** Kanojen tuotanto-, rehunkäyttö- ja kuolleisuustulokset erityyppisissä kanoissa.

	Pienhäkki	Suurhäkki	Merkitsevyys pienhäkki vs. suurhäkki	Pehku lattia	Osa- ritilä	SEM
Muninta, %	87,5	85,5	0	83,2	86,4	0,53
Munanpaino, g	63,3	62,2	***	61,8	62,6	0,16
Tuotanto, g/kana/pv	55,8	53,4	***	51,6	54,5	0,37
Rehunkulutus, g/kana/pv	120	114	***	113	117	1,0
kg/munakilo	2,12	2,13	NS	2,20	2,15	0,013
Kuolleisuus, %	3,1	2,5	NS	6,3	8,9	0,66

0  $P < 0,1$ , \*\*\*  $P < 0,001$ , NS = ei merkitsevää eroa, SEM = keskiarvon keskivirhe

kainen. Häkkikanat kuluttivat rehua munakiloa kohden muita vähemmän, vaikkakaan erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

### Kanojen kuolleisuus, paino ja kunto

Kuolleisuus, joka varsinkin häkeissä oli hyvin alhainen, näytti lisääntyvän selvästi lattialla ja osaritulällä häkkeihin verrattuna, vaikka mistään huomattavasta ajokana- ja kannibalismiongelmasta ei ollut kysymys (Taulukko 1). Kanat olivat hyvin rauhallisia. Sekä pienhäkissä että pehkulattialla vajaa puolet kuolleista kanoista oli ns. ajokanoja tai nokittuja. Suurhäkin kuolleissa kanoissa ei ollut yhtään nokittua. Kanojen loppupainoissa ja painolisäyksissä erot pito-systeemien välillä olivat vähäisiä, eivätkä merkitseviä (Taulukko 2). Myöskään kanojen yleiskunnossa ei todettu mitään eroa. Suurhäkin kanoilla oli taipumusta ( $P < 0,1$ ) rintalastan muutoksiin ja ihovaurioihin. Höyhenpeite oli pienhäkin kanoilla muita selvästi ( $P < 0,05$ ) kuluneempi, sääri-luiden paino ja murtolujuus pienempi ( $P < 0,05$ ) ja niiden tuhkapitoisuus alhaisempi ( $P < 0,05$ ) kuin lattiakanoilla. Myös suurhäkin kanojen sääri-luiden murtolujuus oli lattiakanoja heikompi ( $P < 0,05$ ). Häkkikanojen höyhenpiteen kuluneisuus samoin kuin hei-

kentynyt jalkojen luusto, mihin on syynä rajoitettu liikunta, on todettu aikaisemmissakin tutkimuksissa (mm. Meyer & Sunde 1974, Tauson et al. 1992, Fleming et al. 1994, Taylor & Hurnik 1994, Abrahamsson & Tauson 1995). Häkissä pidon on todettu lisäävän luunmurtumia käsittelyn, teurastuksen ja prosessoinnin aikana (Adams et al. 1970, Gregory et al. 1990). Suurhäkin kanojen sääri-luuarvot olivat samanlaiset kuin pienhäkin kanoillakin, vaikka ensiksi mainituilla oli enemmän tilaa, ja orsien tiedetään vahvistavan jalkojen luustoa (Duncan et al. 1992, Abrahamsson & Tauson 1993). Muoviritiläpohjaisessa suurhäkissä esiintyi erityisen runsaasti jalkapohjien tulehduksia (bumble foot), joten käytetty muoviritilä ei ilmeisesti sovi häkkien pohjamateriaaliksi. Myös suurhäkin metalliverkolla ja osaritulällä jalkapohjien kunto oli selvästi heikompi ( $P < 0,05$ ) kuin pienhäkissä. Taylor ja Hurnik (1994) havaitsivat kerrosritiläkanalassa enemmän jalkapohjätulehduksia kuin pienhäkeissä. Märän pehkun on todettu lisäävän huomattavasti näitä ongelmia (Svedberg et al. 1997), joten muoviritilälle ja osaritulän rimoille kerääntyvä lanta ilmeisesti vaikutti samalla tavalla. Pienhäkissä ei ollut kynsiä kuluttavaa peltiä ja se näkyi kynsien pituudessa.

**Taulukko 2.** Eläinten painoa ja kuntoa koskevat tulokset eri kanalatyypeissä.

	Pien- häkki	Suur- häkki	Pehku- lattia	Osa- ritilä	SEM	Merkit- <sup>4)</sup> sevyys
Alkupaino, kg	1,41	1,41	1,39	1,38	0,007	NS
Paino, kg, 77 vk	1,84	1,84	1,85	1,84	0,012	NS
Painonlisäys, %	31,3	30,6	32,9	32,5	0,71NS	
Kliininen tarkastelu						
1. ja 2. määritetty yhdessä <sup>1)</sup>						
Yleiskunto	4,00	3,99	3,97	-	0,008	NS
Höyhenpeite	3,45 <sup>a</sup>	3,97 <sup>b</sup>	3,85 <sup>b</sup>	-	0,035	***
Höyhenpeitteen puhtaus	3,76 <sup>b</sup>	3,54 <sup>a</sup>	3,77 <sup>b</sup>	-	0,032	**
Jalkojen yleiskunto <sup>2)</sup>	4,00	3,97(3,77)	3,89	-	0,018	NS
Jalkapohjat <sup>2)</sup>	3,81 <sup>b</sup>	3,35 <sup>a</sup> (2,45)	3,85 <sup>b</sup>	-	0,052	***
Kynsien pituus	3,58 <sup>a</sup>	3,98 <sup>b</sup>	4,00 <sup>a</sup>	-	0,021	***
3. määrittely <sup>1)</sup>						
Yleiskunto	4,00	4,00	4,00	4,00	0,000	NS
Rintalasta	3,95	3,79	3,85	4,00	0,027	0
Rintalastan iho	4,00	3,88	3,93	4,00	0,019	0
Höyhenpeite	2,77 <sup>a</sup>	3,94 <sup>b</sup>	3,78 <sup>b</sup>	3,77 <sup>b</sup>	0,060	***
Höyhenpeitteen puhtaus	3,84	3,67	3,80	3,90	0,032	NS
Jalkojen yleiskunto	4,00 <sup>b</sup>	3,97 <sup>b</sup>	3,63 <sup>a</sup>	4,00 <sup>b</sup>	0,029	***
Jalkapohjat	4,00 <sup>b</sup>	3,58 <sup>a</sup>	3,78 <sup>ab</sup>	3,53 <sup>a</sup>	0,039	***
Kynsien pituus	3,20 <sup>a</sup>	4,00 <sup>b</sup>	3,88 <sup>b</sup>	3,93 <sup>b</sup>	0,037	***
Sääriilu						
- murtolujuus, (N) <sup>3)</sup>	207 <sup>a</sup>	207 <sup>a</sup>	288 <sup>b</sup>	239 <sup>ab</sup>	8,0	***
- tuhkapitoisuus, %	60,4 <sup>a</sup>	60,8 <sup>ab</sup>	62,2 <sup>b</sup>	61,2 <sup>ab</sup>	0,21	**
- pituus, cm	12,1	12,0	12,1	12,0	0,30	NS
- paino, g	8,44 <sup>ab</sup>	8,20 <sup>a</sup>	8,91 <sup>c</sup>	8,74 <sup>bc</sup>	0,076	**

<sup>1)</sup> pisteytys 4 = paras, 1 = huonoin

<sup>2)</sup> Metalliverkkopohjaisten häkkien kanojen pisteet, suluisa muoviritiläpohjaisten häkkien kanojen pisteet

<sup>3)</sup> N = Newton

<sup>4)</sup> NS = ei merkitseviä eroja, 0 = P<0,1, \*\* = P<0,01, \*\*\* = P<0,001

a-c, ellei samalla vaakasuoralla rivillä olevilla keskiarvoilla ole yhteistä kirjainta, niiden välinen ero on merkitsevä (P<0,05).

## Munintakäyttäytyminen ja munan laatu

Vaikka pehkulattian kanoja yritettiin mahdollisuuksien mukaan alkuvaiheessa opettaa munimaan pesiin, lattiamuninnasta tuli melkoinen ongelma. Pehkulattialla n. 44 % ja osaritulälläkin 33 % munista kerättiin pesien ulkopuolelta (Taulukko 3). On mahdollista, että valaistus ei ollut aivan oikein järjestetty ja lattiaan jäi pimeitä kohtia, jotka houkuttelivat kanoja munimaan. Tämä osoittaa pienhakin vaihtoehtojen riskialttiuden ja suuret vaatimukset ammattitaidolle. Suurhäkissä lattia- ja kylpylaatikkomunien osuus oli 11 %, mikä vastaa aikaisempia kokemuksia modifioiduilla häkeillä (Appleby et al. 1993, Tauson & Abrahamson 1996). Muoviritiläpohjaisessa suurhäkissä lattia- ja kylpylaatikkomunien oli sel-

västi enemmän kuin metalliverkkopohjaisissa häkeissä (13,5 % ja 8 %). Lattiamunien suuri määrä vaikutti luonnollisesti munanlaatuun heikentävästi. Likaisia munia esiintyi vaihtoehtosysteemeissä huomattavasti enemmän kuin pienhäkeissä ja se ilmeni myös pakkaamon laatulokituksessa. Muoviritiläpohjaisten suurhäkkien munista 8,2 % ja verkkopohjaisten häkkien munista 2,2 % oli likaisia (P<0,001). Särömunia oli vähiten pehkulattialla ja selvästi eniten suurhäkissä. Kanat saattavat munia orsilla ja tämä ilmeisesti lisää särömunien osuutta orsilla varustetuissa häkeissä (Duncan et al. 1992, Appleby et al. 1993, Abrahamson & Tauson 1993). Pesien käyttö suurhäkeissä oli melko tasapuolista havaintojakson aikana osuuden vaihdella 15,2–18,4 % munituista munista. Pesien välillä ei ollut merkitseviä eroja.

**Taulukko 3.** Munintakäyttäytyminen ja munanlaatu.

	Pienhähki	Suurhähki <sup>2)</sup>	Pehkulattia	Osa-ritilä	SEM	Merkitsevyys <sup>4)</sup>
Lattiamunat, %	-	10,8(0,9)	43,7	33,0	-	-
Likaiset munat, %	1,1	5,2*** <sup>3)</sup>	6,3	3,2	0,62	-
Likaisuuspisteet <sup>1)</sup>	1,8 <sup>a</sup>	2,2 <sup>b</sup>	2,6 <sup>b</sup>	2,4 <sup>b</sup>	0,17	***
Särömunat, %	2,66 <sup>b</sup>	8,88 <sup>c</sup>	1,64 <sup>a</sup>	3,50 <sup>b</sup>	0,24	***
1. luokka, %	92,8 <sup>c</sup>	82,0 <sup>b</sup>	73,5 <sup>a</sup>	83,5 <sup>b</sup>	0,72	***
2. luokka, %	6,6 <sup>a</sup>	16,6 <sup>b</sup>	25,9 <sup>c</sup>	16,2 <sup>b</sup>	0,72	***

1) 1 = hyvin vähän likaa, 4 = puolet tai enemmän lian peitossa

2) suluisissa kylpylaatikkomunien osuus

3) \*\*\* suurhähki eroaa merkitsevästi pienhäkistä (P<0,001)

4) \*\*\* P<0,001, NS = ei merkitseviä eroja

a-c ellei vaakasuoran rivin keskiarvoilla ole yhteistä kirjainta, ero on merkitsevä (P<0,05)

### Muut käyttäytymishavainnot

Suurhähkin kanat käyttivät vilkkaasti orsia päivälläkin ja yöllä tehdyn havainnon mukaan 97 % kanoista oli orsilla ja loput yleensä hiekkakylpyaltaan reunalla. Ylimmäinen orsi häkin etuosassa oli täynnä ja takaosan orrella hiekkalaatikon lähellä oli väljintä. 15 cm orsitila kanaa kohti oli ilmeisesti riittävä. Appleby'n (1995) mukaan 14 cm on sopiva orsitila häkkikanalle. Suurhäkkien kylpylaatikko oli myös ahkerassa käytössä. Kahden tarkkailupäivän aikana kaikki kanat kylpivät ainakin kerran. Ensimmäisenä tarkkailupäivänä n. 87 % otti hiekkakylpyjä ja n. 35 % kylpi useammin kuin kerran. Toisena päivänä 83 % kylpi ja 28 % kylpi useammin kuin kerran. Loputkin kävivät kuopsuttamassa ja nokkimassa (syömässä) kivenmursusia, mutta eivät kylpeneet.

### TI-testi ja valkosolusuhde (H/L)

Ensimmäisellä TI-ajan määrityskerralla systeemien välillä oli tilastollista merkitsevyyttä (P<0,05, Taulukko 4). TI:n kesto oli tällöin selvästi suurin pienhähkin kanoilla ja muilla lähes sama. Toisella määritysker-

ralla pienhähkin kanojen TI:n kesto laski huomattavasti edellisestä ja oli pienempi kuin suurhähkin ja pehkulattian kanoilla. Tilastollisesti erot eivät olleet merkitseviä. Tulos on ristiriidassa Hansenin et al. (1993) tulosten kanssa, joiden mukaan häkkikanojen pelko (TI-aika) lisääntyi huomattavasti ajan myötä. Suurhähkin kanojen TI-arvo nousi ja pehkukanojen laski hieman ensimmäisestä kerrasta. Kokonaisuudessaan määritysaikojen välinen ero oli lähes merkitsevä (P<0,1). Selitys pienhähkin kanojen TI-keston laskuun toisella määrityskerralla saattaa olla lähellä ovea ja keskikäytävää olleiden pienhäkkien kanojen totumisessa ihmisiin. Tulosten hajonta oli erittäin suuri sekä TI-ajassa että H/L:ssa, missä ei todettu merkitseviä eroja systeemien välillä kummallakaan määrityskerralla (Taulukko 4). Suhdeluvun aleneminen toisella määrityskerralla oli tilastollisesti merkitsevä (P<0,01), mikä tuntuu johdonmukaiselta kanojen ilmeisesti totuessa ihmisiin ja käsitteilyihin. Mench et al. (1986) eivät myöskään todenneet merkitseviä eroja H/L:ssa häkki- ja lattiakanojen välillä.

**Taulukko 4.** TI-testin tulokset ja valkosolusuhteet.

TI-testi	Pienhäkki	Suurhäkki	Pehkulattia	Keskim.	EM	Merkitsevyys
1. määrittäminen <sup>1)</sup> , TI-aika, s	538	381	397	442	28,5	*
2. määrittäminen <sup>1)</sup> , TI-aika, s	305	430	375	367 <sup>o</sup>	28,4	NS
<b>H/L</b>						
1. määrittäminen	0,22	0,26	0,30	0,26	0,018	NS
2. määrittäminen	0,19	0,20	0,19	0,19**	0,011	NS

\* p<0,05, NS = ei merkitseviä eroja

<sup>o</sup> Määrittämissaikojen välillä lähes merkitsevä ero (P<0,1)

\*\* Määrittämissaikojen välillä merkitsevä ero (P<0,01)

<sup>1)</sup> Yhdysvaikutus systeemi x määrittämissaika (P<0,05)

## Johtopäätökset

Munivan kanan pitämisessä pienhäkissä on monia etuja. Kanojen höyhenpuvun kuluminen ja jalkojen luuston heikentyminen voi kuitenkin olla eläinten hyvinvoinnin kannalta haitallista. Vertailevassa kokeessa

runsas lattiamuninta, joka heikensi munanlaatua, osoittautui vaihtoehtojen pahimmaksi ongelmaksi. Pienhäkin vaihtoehdot vaativat kokemusta ja ammattitaitoa vahinkojen välttämiseksi. Kanojen hyvinvoinnissa käytetyillä menetelmillä ei voitu osoittaa olevan eroja pitosysteemien välillä.



- Abrahamsson, P. & Tauson, R.** 1993. Effect of perches at different positions in conventional cages for laying hens of two different strains. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section. A. Animal Science* 43: 228–235.
- & **Tauson, R.** 1995. Aviary systems and conventional cages for laying hens. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A. Animal Science* 45: 191–203.
- Adams, R.L., Harrington, R.B., Jackson, D.D., Haugh, C.G. & Stadelman, W.J.** 1970. A procedure study of bone breakage in spent hens. *Poultry Science* 49: 1301–1304.
- Appleby, M.C.** 1995. Perch length in cages for medium hybrid laying hens. *British Poultry Science* 36: 23–31.
- , **Smith, S.F. & Hughes, B.O.** 1993. Nesting, dust bathing and perching by laying hens in cages: Effects of design on behaviour and welfare. *British Poultry Science* 34: 835–847.
- Duncan, E.T., Appleby, M.C. & Hughes, B.O.** 1992. Effect of perches in laying cages on welfare and production of hens. *British Poultry Science* 33: 25–35.
- Elson, H.A.** 1986. Poultry management systems - looking to the future. 7<sup>th</sup> European Poultry Conference, Paris, Vol. 1: 1–11.
- Fleming, R.H., Whitehead, C.C., Alvey, D., Gregory, N.G. & Wilkins, L.J.** 1994. Bone structure and breaking strength in laying hens housed in different husbandry systems. *British Poultry Science* 35: 651–662.
- Gallup, G.G.Jr.** 1979. Tonic immobility as a measure of fear in the domestic fowl. *Animal Behaviour* 27: 316–317.
- Gerken, M.** 1994. Bewertung von alternativen Haltungssystemen für Legehennen. *Archiv für Geflügelkunde* 58: 197–206.
- Gregory, N.G., Wilkins, L.J., Eleperuma, S.D., Ballantyne, A.J. & Overfield, N.D.** 1990. Broken bones in domestic fowls: Effect of husbandry system and stunning method in end-of-lay hens. *British Poultry Science* 31: 59–69.
- Hansen, J., Braastad, B.O., Storbråten, J. & Toftastrud, M.** 1993. Differences in fearfulness indicated by tonic immobility between laying hens in aviaries and in cages. *Animal Welfare* 2: 105–112.
- Maxwell, M.H. & Mitchell, M.A.** 1993. Physiological responses to stress in poultry. *Proceedings of Fourth European Symposium on Poultry Welfare*, p. 304–305.
- Mench, J.A., Tienhoven, A. van, Marsh, J.A., McCormick, C.C., Cunningham, D.L. & Baker, R.C.** 1986. Effect of cage and floor pen management on behaviour, production, and physiological stress responses of laying hen. *Poultry Science* 65: 1058–1069.
- Meyer, W.A. & Sunde, M.L.** 1974. Bone breakage as affected by type of housing or an exercise machine for layers. *Poultry Science*. p. 878–885.
- Svedberg, J., Ekstrand, C., Algers, B. & Wang, G.** 1997. The effect of different litter moisture and perches on the incidence and severity of foot pad dermatitis in floor hens. *Proceedings of 9th International Congress in Animal Hygiene, Helsinki, 17. - 21.8.1997. Vol 1: 285–288.*
- Tauson, R., Jansson, L & Abrahamsson, P.** 1992. Studies on alternative keeping systems for laying hens in Sweden at the Department of Animal Nutrition and Management, March 1988–October 1991. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences. Sveriges Lantbruksuniversitet Institutionen för husdjurens utfodning och vård. Rapport 209. 31 p.
- , **Abrahamsson, P.** 1996. Inreda burar-alternativ inhysning för värphöns. *Facta Husdjur* nr 6. 4 p.
- Taylor, A.A. & Hurnik, J.F.** 1994. The effect of long-term housing in an aviary and battery cages on the physical condition of laying hens: body weight, feather condition, claw length, foot lesions and tibia strength. *Poultry Science* 73: 268–273.
- & **Hurnik, J.F.** 1996. The long-term productivity of hens housed in battery cages and an aviary. *Poultry Science* 75: 47–51.

# Sikojen ruokintatutkimuksen lähtökohdat

Kirsi Partanen

*Maatalouden tutkimuskeskus, Kotieläintuotannon tutkimus, 31600 Jokioinen*

Luonnonmukaisen sianlihantuotannon tulee perustua tilalla tuotettuihin rehuihin. Vilja kattaa suurimman osan sian energian tarpeesta, mutta sen valkuaisessa on vähän sialle välttämättömiä aminohappoja, etenkin lysiiniä ja treoniinia. Palkokasvit kuuluvat luomutilan viljelykiertoon ja ne sopivat hyvin myös sikojen valkuaisrehuksi. Herneen, härkäpavun ja lupiinin valkuaisessa on runsaasti lysiiniä, mutta vähän rikkiptoisia aminohappoja ja tryptofaania. Palkokasveissa on haitallisia aineita, kuten tanniineja, proteaasi-inhibiittoreita ja lektiinejä, jotka huonontavat rehun sulavuutta ja maittavuutta ja voivat haitata myös lisääntymistoimintoja. Nykyisissä lajikkeissa pitoisuudet ovat kuitenkin niin pieniä, etteivät ne rajoita palkokasvien käyttöä sikojen rehuna. Rypsi sopii aminohappokoostumuksensa perusteella hyvin täydentämään

palkokasveja, sillä rypsin valkuaisessa on runsaasti metioniinia. Rypsissä on kuitenkin paljon huonosti sulavaa kuitua, joka huonontaa energia-arvoa ja valkuaisen sulavuutta. Glukosinolaattipitoisuus on saatu niin pieneksi, ettei se rajoita rypsin käyttöä sikojen rehuna. Kotovaraisen ruokinnan optimointi luonnonmukaisessa sian- ja siipikarjanlihan tuotannossa -tutkimushankkeen tavoitteena on lisätä tilalla tuotettujen valkuais- ja karkearehujen käyttöä yksimaisten ruokinnassa siten, että eläinten kasvu ja lihan laatu pysyvät hyvinä ja ravintoaineiden hyväksikäyttö on tehokasta. Hankkeessa selvitetään luonnonmukaisesti tuotettujen rehujen rehuarvoa, tuotantovaikutusta ja vaikutuksia lihan laatuun. Myös kannattavuutta ja ympäristövaikutuksia arvioidaan.

*Avainsanat: herne, härkäpapu, luonnonmukainen tuotanto, lupiini, ruokinta, rypsi, sika*

# Feeding research in ecological pig production

## Abstract

Ecological pork production should be based on farm-grown feedstuffs. Cereals fulfil the majority of the energy requirements of pigs, but have a low content of essential amino acids, particularly lysine and threonine. Legumes form an essential part of the cropping cycle on an ecological farm, and are also a good source of protein for pigs. The protein of peas, faba beans and lupins is rich in lysine, but has a low content of sulphur amino acids and tryptophan. Legumes contain antinutritive factors, such as tannins, protease inhibitors and lectins, which lower the nutrient digestibility and palatability of feed, and may also affect animals' reproductive performance. In current varieties the content of antinutritive factors is , however,

low and does not limit the use of legumes in pig diets. Rapeseed protein is rich in methionine and complements legumes well. However, rapeseed has a high fibre content, which reduces its energy value and the digestibility of the protein. The glucosinolate content is low, and does not limit the use of rapeseed in pig diets. The aim of the research project "Optimising self-sufficient feeding in organic pork and poultry meat production" is to increase the protein self-sufficiency of ecological farms while maintaining good animal performance and meat quality. The profitability and environmental impact of different feeding strategies are also evaluated.

*Key words: ecological production, faba beans, feeding, peas, pigs, rapeseed*

## Johdanto

Luonnonmukaisen sianlihantuotannon perusedellytyksenä on toimiva ravinnekierto tilalla ja riittävä rehuomavaraisuus. Sikojen ruokinnan tulee perustua tilalla luonnonmukaisesti tuotettuihin rehuihin, ja tavanomaisesti tuotettujen rehujen osuus saa olla korkeintaan 20 % (Luonnonmukaisen tuotannon liitto ry 1997). Luomutuotantoon siirtyvillä sikatiloilla sikojen valkuaisruokinta, erityisesti imettävien emakoiden ja nuorten lihasikojen riittävä välttämättömien aminohappojen saanti koetaan ongelmalliseksi. Tiloilla on myös vähän kokemusta kotovaraisiin rehuihin perustuvasta ruokinnasta ja sopivien valkuaisrehujen tuottaminen ja hankkiminen koetaan hankalaksi (Penninkangas 1997). Porsaita saa edelleen ruokkia tavanomaisesti tuotetuilla rehuilla.

Luonnonmukaisesti tuotettujen rehujen valkuais- ja energia-arvoja ei Suomessa ole määritetty. Tavanomaisesti tuotettujen rehujen ravintoarvot soveltunevat pitkälti luomutuotannossakin sikojen ruokinnan suunnitteluun. Luomurehujen tuotantovaiikutusta on selvitetty vain yhdessä lihasioilla tehdyssä kokeessa. Siinä herne-kauraseos osoittautui lupaavimmaksi. Luomuviljan suuri rikkasiemenpitoisuus huononsi kuitenkin yhdessä koeryhmässä rehun maittavuutta ja siten myös sikojen kasvua (Immonen et al. 1989).

Vilja on luomutuotannossakin sikojen tärkein energianlähde, mutta se kattaa vain noin puolet sikojen valkuaisen tarpeesta. Viljan valkuaisessa on vähän sialle välttämättömiä aminohappoja, etenkin lysiiniä ja treoniinia (Tuori et al. 1996). Ohra ja kaura ovat tärkeimmät sikojen rehuviljat. Ohraan verrattuna kaurassa on enemmän kuitua ja siten myös pienempi energia-arvo. Kaurassa on kuitenkin enemmän valkuaista ja valkuaisessa enemmän sialle välttämätöntä lysiiniä. Lihasioilla kauran käyttöä rajoittaa kuitenkin sen rasvapitoisuus. Runsaasti käytettynä kaura pehmentää silavaa. Ruisvehnä on melko uusi rehuvilja Suomessa.

Suuren tärkkelys- ja pienen kuitupitoisuuden vuoksi sen energia-arvo on 5 % parempi kuin ohran, lähes vehnän tasoa. Valkuaista ruisvehnässä on 9–12 % kuiva-aineesta ja valkuaisen tärkeimpien aminohappojen pitoisuudet ovat ohran tasolla (Partanen et al. 1998). Hyvästä energia-arvosta huolimatta ruisvehnää ei suositella sikojen ainoaksi rehuviljaksi, mutta sillä voidaan korvata ohraa ainakin puolet (Andersson & Simonsen 1992).

Luomutilalla viljan valkuaisäydennykseksi voidaan kasvattaa palkokasveja, hernettä, härkäpapua tai lupiinia ja rypsiä (Taulukko 1). Tavanomaisesti tuotetuista valkuaisrehuista saa käyttää kotimaisia elintarviketeollisuuden sivutuotteita, kuten rypsi- ja maitotuotteita. Nämä eivät kuitenkaan ole hinnaltaan kilpailukykyisiä, ja sikatilan oma valkuaisrehujen tuotanto on siksi ensisijaisen tärkeää. Puhtaiden aminohappojen käyttö on sallittu luomutuotannossa samoin kuin kalajauhon käyttö porsasrehuissa (Luonnonmukaisen viljelyn liitto ry 1997).

## Herne

Meillä viljelyssä olevat hernelajikkeet (*Pisum sativum*) ovat valkokukkaisia ja siemenet ovat joko vihreitä tai keltaisia. Valkuaista niissä on 19–23 % kuiva-aineesta (Järvi et al. 1997). Lehdellisissä lajikkeissa on hieman enemmän valkuaista kuin puoli-lehdettömissä lajikkeissa. Herneen valkuaisessa on runsaasti lysiiniä (7,0–7,4 g/16 g N), mutta metioniinia (1,0–1,3 g/16 g N), treoniinia (3,7 g/16 g N) ja tryptofaania (0,8 g/16 g N) siinä on vähän (Siljander-Rasi et al. 1995). Valkuaispitoisuuden kasvaessa useimpien välttämättömien aminohappojen osuus valkuaisesta yleensä pienenee.

Herneen kuiva-aineesta suurin osa, 45–55 % on tärkkelystä. Tärkkelyspitoisuus pienenee valkuaispitoisuuden kasvaessa (Carroué & Gatel 1995). Raakakuitua herneessä on 5 % ja kasvien solunseinähiilihydraateista koostuvaa ravintokuitua 18-

23 % kuiva-aineesta (Siljander-Rasi et al. 1995). Herneen energia-arvo on ohran luokkaa. Kivennäiskoostumus on fosforivaltainen ja kalsiumia on vain neljännes fosforin määrästä. Fosforista 45–62 % on fytinihappoon sitoutuneena. Herneen fosforista sulaa 43–47 % (Helander 1995).

Herne sisältää useita palkokasveille tyypillisiä haitallisia aineita, mutta niiden pitoisuudet ovat huomattavasti pienempiä kuin soijapavussa, josta ne on tuhottava kuumennuksen avulla. Haitallisia aineita ovat tanniinit, lektiinit ja proteaasi-inhibiittorit, jotka yksimahaisilla huonontavat sekä rehun sulavuutta että maittavuutta ja voivat haitata lisääntymistoimintoja. Parkkihappoihin kuuluvat tanniinit ovat polyfenoliyhdisteitä, jotka muodostavat valkuaisaineiden ja hiilihydraattien kanssa sulamattomia komplekseja. Ne voivat myös inaktivoita ruuansulatusentsyymejä. Tanniinien metylaatio kuluttaa herneruokinnalla muutenkin rajoittavaa metioniinia. Valkokukkaisissa herneissä tanniineja on huomattavasti vähemmän kuin kirjavakukkaisissa (Gatel & Grosjean 1990). Lekiinit ovat glykoproteiineja, jotka voivat sitoutua suolen seinämän nukkaan huonontaan ravintoaineiden imeytymistä. Herneen lektiinipitoisuudet ovat kuitenkin niin pieniä, ettei niistä ole sioille haittaa. Proteaasi-inhibiittorit inaktivoivat valkuaisaineita pilkkovia trypsiini- ja kymotrypsiinientsyymejä, mikä huonontaa valkuaisen sulavuutta. Ne lisäävät myös haiman entsyymien eritystä. Haimanesteessä on runsaasti rikkipitoisia aminohappoja, jolloin näitä jää vähemmän kudosten käyttöön (Gatel & Grosjean 1990). Nykyisissä hernelajikkeissa trypsiini-inhibiittoreiden aktiivisuudet ovat yleensä pieniä, mutta lajikkeiden välillä on suuria eroja aktiivisuuksissa (Carroué & Gatel 1995).

Herneen hiilihydraateille tyypillisiä oligosakkarideja ovat -galaktosidit raffinoosi, stakhyoosi, verbaskoosi ja ajugoosi. Sika ei eritä galaktosidaasientsyymiä, joten  $\alpha$ -galaktosidien sulatus tapahtuu paksussa-

suolessa mikrobifermentaation toimesta. Sulatuksen lopputuotteet hajoavat nopeasti suolessa hiilidioksidiksi, vedyksi ja metaaniksi, ja seurauksena on runsas kaasunmuodostus (Gatel & Grosjean 1990).

Kasvatuskokeissa lihasikojen kasvu ja rehuhyötysuhde ovat pysyneet 20–30 % hernetä sisältävillä ruokinnoilla suunnitelleen ohra-soija- tai ohra-tiivisteruokinnan tasolla (Alaviuhkola 1979). Ohra-soijaruokinnan tasoisia tuotantotuloksia on saavutettu suuremmillakin hernenäärillä, kun rehuseoksia on täydennetty puhtaalla metioniinilla (Alaviuhkola 1991, Siljander-Rasi et al. 1995). Lajikkeiden välillä on kuitenkin ollut eroja tuotantovaikutuksessa. Hernetä on perinteisesti viljelty seoksena ohran tai kauran kanssa, mutta nykyinen tukipolitiikka ei kuitenkaan suosi seosviljelyä. Herne-kauraseos sopii sikojen valkuaisrehuksi, mutta ilman aminohapotäydennystä se ei riitä ainoaksi valkuaislähteeksi (Siljander-Rasi et al. 1995). Propionihapolla säilöty herne on maittanut sioille kuivattua huonommin ja huonontanut siksi tuotantotuloksia (Suomi 1979).

Emakoiden ruokinnassa herneellä on saatu ristiriitaisia tuloksia. Suomen (1985) tutkimuksessa jo 10 % hernetä sisältävän seoksen syöttäminen pienensi vieroitettujen porsaiden lukua yhdellä per emakko. Herneruokinta huononsi myös emakoiden tiinehtyvyyttä. Uudemmissa ulkomaisissa tutkimuksissa 10–16 % hernetä tiineysajan rehussa ei ole vaikuttanut emakoiden porsastuotukseen (Gatel & Grosjean 1990, Ogle & Annér 1993).

Herneen käyttöä porsaiden rehuissa rajoittaa niiden huonohko maittavuus ja aminohappojen epätasapaino tarpeeseen nähden. Suomessa ei ole tehty porsaskokeita herneellä, mutta ulkomaisissa tutkimuksissa jopa 30 % hernetä sisältävillä seoksilla on saatu hyviä tuloksia, kun seoksia on täydennetty metioniinilla. Vieroitetuille porsaille annettavan herneen maittavuutta voidaan parantaa kypsennyksen avulla (Carroué & Gatel 1995).

## Härkäpapu

Härkäpavun (*Vicia faba*) kasvuaika on melko pitkä, 113 päivää, joten sen viljely rajoittuu eteläisimpään Suomeen. Valkuaispitoisuus on hernetä korkeampi, kotimaisissa lajikkeissa lähes 30 % kuiva-aineesta (Järvi et al. 1997). Härkäpavun valkuaisessa on runsaasti lysiniä (6,3 g/16 g N), mutta vähän metioniinia (0,9 g/16 g N) ja tryptofaania (0,9 g/16 g N). Raakakuitua härkäpavussa on 8 % kuiva-aineesta ja energia-arvo on 10 % ohraa pienempi (Tuori et al. 1996). Härkäpavussa on hernetä enemmän kalsiumia ja fosforia. Fosforin sulavuus on 30 %.

Härkäpavussa on samoja haitta-aineita kuin herneessäkin. Tanniineja on runsaasti, 0,3–0,5 %, mikä huonontaa härkäpavun maittavuutta (Thacker 1990). Proteaasi-inhibiittorien aktiivisuudet vaihtelevat vähemmän kuin herneessä. Lektiinejä härkäpavussa on vähemmän kuin herneessä ja huomattavasti vähemmän kuin soijapavussa (Gatel & Grosjean 1990).

HärkäpapuruoKinnoilla rehun maittavuus ja lihasikojen tuotantotulokset ovat pysyneet hyvinä, kun rehuseoksessa on ollut alle 25 % härkäpapua (Alaviuhkola 1979). Propionihapolla säilötty härkäpapu on ollut kuivan härkäpavun veroista lihasikojen ruokinnassa (Suomi 1979). Emakoiden ruokinnassa suuret härkäpapuruitoisuudet ovat huonontaneet porsastuotosta. Porsaille härkäpapua suositellaan korkeintaan 15 %, lihasioille 20 % ja emakoille 10 % rehuseoksesta (Thacker 1990). Suurempiakin määriä voidaan käyttää, jos rehuun lisätään puhtaita aminohappoja.

## Lupiini

Yksivuotisia makealupiineja viljellään eläinten rehuksi. Lupiinin kasvuaika on varsin pitkä, 100–150 päivää, mikä Suomen oloissa rajoittaa siemensadon saantia. Siemensatoa saadaan vain sinilupiinista (*Lupi-*

*nus angustifolius*), mutta silläkin sadon määrä vaihtelee suuresti. Viljely onnistuu vain eteläisimmässä Suomessa. Keski- ja Pohjois-Suomessa siemensato on yleensä jäänyt alle 1000 kg/ha. Kelta- (*Lupinus luteus*) ja valkolupiini (*Lubinus albus*) ovat sinilupiinia myöhäisempiä, eivätkä ne ehdi Suomen olosuhteissa tuottaa siementä juuri lainkaan (Mehto 1986).

Sinilupiinin siemenissä on 25–34 % raakavalkuaista, mutta valkuaisessa on vähemmän lysiniä (3,8–6,0 g/16 g N) ja treoniinia (3,1–3,7 g/16 g N) kuin herneen tai soijapavun valkuaisessa. Lupiinissa on palkoviljoille tyypillisesti myös vähän metioniinia, 0,4–1,0 g/16 g N (King 1990, Hill 1997). Lupiinin siemenissä on runsaasti raakakuitua, 13–17 % kuiva-aineesta. Pienen ligniinipitoisuuden vuoksi lupiinin kuitu on kuitenkin hyvin sulavaa (King 1990). Rasvapiitoisuus on suurempi kuin herneessä ja härkäpavussa, 5–7 % kuiva-aineesta. Lupiinin energia-arvo on härkäpavun tasoa. Lupiinin siemenissä on muihin palkokasveihin verrattuna runsaasti mangaania (Hill 1997).

Lupiinissa on alkaloideja, jotka ovat kitkerän makuisia. Lajikkeiden välillä on suuria eroja alkaloidipitoisuudessa. Makealupiineissa alkaloideja on vain 0,01–0,09 %, kun kitkerälupiineissa niitä on 1–2 % (King 1990). Siat sietävät jonkun verran alkaloideja ja lihasikojen rehun syönti pienenee vasta, kun rehun alkaloidipitoisuus nousee yli 0,2 g/kg (King 1990). Lupiinissa ei ole proteaasi-inhibiittoreita.

Viljelyn epävarmuudesta johtuen lupiinin rehukäyttöä on Suomessa tutkittu vähän. Lihasioilla on 15 % lupiinia sisältävillä rehuseoksilla saatu samantasoisia tuotantotuloksia kuin ohra-soijaruokinnalla, kun rehuseosta täydennettiin puhtaalla lysiinillä (Alaviuhkola 1986). Sinilupiinia suositellaan käytettäväksi porsaiden ja emakoiden rehussa korkeintaan 20 % ja lihasikojen rehussa korkeintaan 30 % (King 1990). Suurempiakin määriä voidaan käyttää, kun aminohappotäydennyksestä huolehditaan (Gdala et al. 1996).

**Taulukko 1.** Luonnonmukaisessa tuotannossa sikojen ruokinnassa viljan valkuaisäydennykseksisopivien rehujen kemiallinen koostumus, rehuarvo ja käyttörajoitukset.

	Herne	Härkäpapu	Lupiini	Rypsirouhe	Rypsiapuriste
Kuiva-aine, g/kg	860	860	860	890	910
Raakavalkuainen, g/kg	198	258	292	337	326
Raakarasva, g/kg	9	13	44	39	89
Raakakuitu, g/kg	49	69	153	105	112
Energia-arvo, ry/kg	1.00	0.89	0.86	0.71	0.91
Sulavat aminohapot, g/kg					
Lysiini	11.5	13.7	11.4	14.5	14.0
Metioniini ja kystiini	3.2	3.5	4.9	8.7	8.4
Treoniini	5.6	7.6	7.6	9.6	9.3
Kalsium, g/kg	0.9	1.3	1.9	4.9	5.0
Sulava fosfori, g/kg	1.7	1.3	1.3	4.0	4.2
Käyttörajoitus, %					
Emakot	10-15	10	15-20	10-15	10-15
Porsaat	10-15	15	10-20	10	5
Lihasiat	30	15-30	15-30	15-20	10-15

## Rypsi

Rypsi sopii aminohappokoostumuksen perusteella hyvin herneen täydennykseksi. Rypsin valkuaisessa on runsaasti metioniinia (1,8 g/16 g N) ja treoniinia (4,4 g/16 g N), joita herneessä on niukasti. Lysiiniä rypsin valkuaisessa on 5,8 g/16 g N (Tuori et al. 1996). Rypsirouheessa on raakakuitua 11–15 % kuiva-aineesta. Kuitu on peräisin rypsin kuoresta ja sen sulavuus on hyvin huono, sillä noin viidennes kuoresta on täysin sulamatonta ligniiniä. Kuorissa on myös ravintoaineiden sulavuutta huonontavia tanniineja. Kuitu huonontaa energia-arvon lisäksi myös rypsin aminohappojen ohutsuolisulavuutta (Bell 1993).

Rypsissä on glukosinolaatteja, jotka ovat haitallisia kilpirauhasen ja maksan toiminnalle ja voivat vaikuttaa myös lisääntymistoimintoihin (Bell 1993). Osa glukosinolaateista on myös kitkerän makuisia. Glukosinolaatteja on vähennetty tehokkaasti kasvinjalostuksen avulla, ja kotimaisissa rypsi tuotteissa niitä on alle 5 µmol/g (Siljander-Rasi et al. 1996). Emakoiden glukosinolaattien saannin rajana pidetään 2 µmol/g, mikä ei nykyisillä lajikkeilla tule suurillakaan käyttömäärillä vastaan.

Rypsirouhe voi olla sikojen ainoakin valkuaisen lähde, jos rehuseosta täydennetään puhtaalla lysiinillä (Siljander-Rasi et al. 1996). Rypsiapuristeen käyttöä rajoittaa sen suuri öljypitoisuus (Suomi 1986). Rypsiöljy pehmentää silavaa, kun sitä on rehuseoksesta yli kaksi prosenttia. Kokonaisena jauhettu rypsi on suuren rasvapitoisuuden vuoksi lähinnä viljan korvaaja ja sen käyttö rajoittuu viiteen prosenttiin rehuseoksesta. Kun herne-rypsirouheuokintoja täydennetään puhtailla aminohapoilla, voidaan rehun valkuaispitoisuutta pienentää ja typen hyväksikäyttöä tehostaa sikojen kasvun hidastumatta (Valaja et al. 1993).

## Tutkimushankkeen esittely

Maatalouden tutkimuskeskuksessa aloitettiin vuonna 1998 kolmivuotinen tutkimushanke nimeltään Kotovaraisten ruokinnan optimointi luonnonmukaisessa sian- ja siipikarjanlihan tuotannossa. Hankkeen tavoitteena on kehittää luomutiloille sopivia sikojen ja lihasiipikarjan rehuvalioita, jotka perustuvat tilalla tuotettuihin rehuihin.

Ruokinnassa pyritään lisäämään palkokasvien ja karkearehujen käyttöä siten, että ravintoaineiden hyväksikäyttö on tehokasta ja eläinten kasvu ja lihan laatu pysyvät hyvinä. Tutkimushanke koostuu useista osatutkimuksista, joissa selvitetään luonnonmukaisesti tuotettujen rehujen rehuarvo sikojen ja siipikarjan ruokinnassa. Määritettyjen energia- ja valkuaisarvojen perusteella tehdään tuotantokokeita, joissa selvitetään erilaisten ruokintastrategioiden vaikutusta

eläinten kasvuun, rehuhyötysuhteeseen, ruohon koostumukseen, lihan laatuun ja tuotannon kannattavuuteen. Kiinnostuksen kohteena on erityisesti nuorten kasvavien eläinten riittävä valkuaisen saanti. Tulosten perusteella tehdään ruokintasuosituksia ja kannattavuuslaskelmia eri ruokintastrategioille ja arvioidaan näiden ympäristövaikutuksia.

## Kirjallisuus

---

**Alaviuhkola, T.** 1979. Herne ja härkäpapu lihasikojen rehuna. Maatalouden tutkimuskeskus, Sikatalouskoeaseman tiedote N:o 2. 13 p.

– 1986. Lupiinin siemenet lihasikojen rehuna. Koetoiminta ja käytäntö 43 (26.8.1986):46.

– 1991. Sikatilan herne on Pika. Koetoiminta ja käytäntö 48(23.4.1991): 46.

**Andersson, K. & Simonsson, A.** 1992. Rågvete som svinfoder. Sveriges lantbruksuniversitet, Fakta, Hjusdur 10. 4 p.

**Bell, J.M.** 1993. Factors affecting the nutritional value of canola meal: A review. Canadian Journal of Animal Science 73: 679–697.

**Carrouée, B. & Gatel, F.** 1995. Peas - Utilisation in Animal Feeding. Paris UNIP, ITCF. 99 p.

**Gatel, F. & Grosjean, F.** 1990. Composition and nutritive value of peas for pigs: a review of European results. Livestock Production Science 26: 155–175.

**Gdala, J., Jansman, A.J.M., van Leeuwen, P., Huisman, J. & Verstegen, M.W.A.** 1996. Lupins (*L. luteus*, *L. albus*, *L. angustifolius*) as a protein source for young pigs. Animal Feed Science and Technology 62: 239–249.

**Helander, E.** 1995. Efficiency of microbial phytases on phosphorus utilization in growing finishing pigs. Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitoksen julkaisuja 11. 46 p.

**Hill, G.D.** 1977. The composition and nutritive value of lupin seed. Nutrition Abstracts and Reviews, B, 47: 511–529.

**Immonen, I., Riihikoski, U. & Suomi, K.** 1989. Luomusian tuotantokoe. Koetoiminta ja käytäntö 46(12.12.1989): 82.

**Järvi, A., Kangas, A., Rahkonen, A., Salo, Y., Vuorine, M. & Mäkelä, L.** 1997. Virallisten lajikekokeiden tulokset 1989-1996. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja, Sarja A 19. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 205 p.

**King, R.R.** 1990. Lupins. In: Thacker, P.A. & Kirkwood, R.N. (eds.). Nontraditional feed sources for use in swine production. Stoneham: Butterworth Publishers p. 237–246.

Luonnonmukaisen viljelyn liitto ry 1997. Luonnonmukaisen kotieläintuotannon ja mehiläistarhauksen tuotantoehdot 1997. 24 p.

**Mehto, U.** 1986. Lupiinin viljely mahdollista Suomessakin. Koetoiminta ja käytäntö 43(8.4.1986): 17.

**Ogle, R.B. & Annér, K.** 1993. A note on the effect of white-flowered peas on spw reproductive performance. Animal Production 56: 155–158.

**Partanen, K., Siljander-Rasi, H. ja Valaja, J.** 1998. Ruisvehnästä energiaa sioille. Koetoiminta ja käytäntö 55(21.4.1998): 8.

**Penninkangas, A.** 1997. Luomuun siirtyvän sikatilan suurimmat ongelmat ja toimintaohjeen laatiminen luomusikatilalle. Sikatalousneuvojen koulutuspäivät. Maaseutokeskuksen liitto, kirjallinen tiedonanto.

**Siljander-Rasi, H., Alaviuhkola, T. & Valaja, J.** 1995. Eri hernelajikkeiden soveltuvuus sikojen ruokinnassa. Kotieläintieteen päivät 1995, Maaseutukustien liiton julkaisuja nro 888: 101–105.



- , **Valaja, J., Alaviuhkola, T., Rantamäki, P. & Tupasela, T.** 1996. Replacing soya bean meal with heat-treated, low-glucosinolate rapeseed meal does not affect the performance of growing-finishing pigs. *Animal Feed Science and Technology* 60: 1–12.
- Suomi, K.** 1979. Tuoresäilötty herne ja härkäpapu lihasikojen rehuna. *Koetointa ja käytäntö* 36(6.11.1979): 40.
- 1985. Palkokasvit emakoiden rehuna. *Koetointa ja käytäntö* 42(2.7.1985): 43.
- 1996. Onko rasva poistettava sioille syötettävästä rypsiästä. *Koetointa ja käytäntö* 43(24.6.1986): 40.
- Tuori, M., Kaustell, K., Valaja, J., Aimonen, E., Saarisalo, E. & Huhtanen, P.** 1996. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. Helsinki: Yliopistopaino. 99 p.
- Thacker, P.A.** 1990. Fababeans. In: Thacker, P.A. & Kirkwood, R.N. (eds.). *Nontraditional feed sources for use in swine production*. Stoneham: Butterworth Publishers. p. 175–184.
- Valaja, J., Alaviuhkola, T. & Suomi, K.** 1993. Reducing crude protein content with supplementation of synthetic lysine and threonine in barley - rapeseed meal - pea diets for growing pigs. *Agricultural Science in Finland* 2: 117–123.

# Sikojen laiduntaminen

Juha Kieksi

*Kasvintuotannon tarkastuskeskus, Siementarkastusosasto,  
luonnonmukaisen tuotannon valvonta, PL 111, 32201 Loimaa*

Sikojia ei ole Suomessa perinteisesti laidunnettu, sillä laitumelta rehun muodossa saatavan lisähyödyn on katsottu olevan lisääntyvää rehunkulutusta pienempi. Keski-Euroopassa, Iso-Britanniassa ja Yhdysvalloissa laidunnus on yleisempää etenkin luomutiloilla. Sikalaitumen kierrättämisellä viljelykierron mukana voidaan saavuttaa useita hyötyjä. Siat hyödyntävät esimerkiksi viljan, juuresten ja perunan lajittelutähteet, osallistuvat rikkakasvien torjuntaan ja muokkaavat maata. Joutilaiden emakoiden on katsottu soveltuvan sioista parhaiten laiduntamiseen. Lihasikojen kohdalla kasvun hidastuminen sisäkasvatukseen verrattuna on estänyt laiduntamisen yleistymisen. Laiduntamisella on mahdollista lähentää sika-

talouden ekologista tehokkuutta kohti märehtijöiden ekologista tehokkuutta.

Suomessa lihasikojen laiduntamista on selvitetty Joensuun yliopiston Siikalammen tutkimus- ja koeasemalla Liperissä, Pohjois-Karjalassa. Laidunnus lisää sian energiankulutusta ja siten ravinnontarvetta. Laidunnuksella voidaan kuitenkin korvata osa sian lisääntyneestä energiantarpeesta. Lisäruokinnan vähentäminen sisäruokintanormista noin 10–20 % ei vielä välttämättä vähennä vaikutta merkittävästi vuorokausikasvua. Laitumen kunnolla ja kasvilajikoostumuksella on tässä suuri merkitys. Mikäli laidunnus jatkuu pitkälle syksyyn, on kiinnitettävä erityistä huomiota myös ravinnepäästöjen minimointiin.

*Avainsanat: laidunnus, lihasika, maan muokkaus, rikkakasvien torjunta, ruokinta, vuohenherne*

# Pasturing of pigs

## Abstract

The use of pasture is not common in Finnish pig production, because the cost has been thought to outweigh the benefits. On the Continent, and in the UK and USA, pasturing is much more common, especially on organic farms. Raising pigs as a part of crop rotation has many benefits: pigs can be fed the by-products of cereals, vegetables and potatoes, and they can be used in weed control and also in the preparation of soil. In that way it is possible to increase the ecological efficiency of pig production by pasturing.

In Finland, research into the pasturing

of finishing pigs is conducted at the Siikasalmi Research Station, University of Joensuu, Liperi, North-Karelia. Pasturing increases the consumption of energy and thus also of feed. It was found at Siikasalmi, however, that pasturing can offset part of the increase in energy consumption. The 10–20% reduction in extra feed compared with indoor norm has little effect on daily gain. The condition of the pasture and the plant varieties grown on the pasture have a greater effect on feed efficiency. If pasturing continues late in the autumn care must be taken to avoid loss of nutrients.

*Key words: feeding, finishing pig, pasturing, soil preparation, weed control*

# Sikojen laidunnus

## Ruotsissa

### Kasvatuskokeet

Sikojen ulkokasvatusta on selvitetty Ruotsissa useissa tutkimuksissa Andresen & Cizuk 1993, Larsson 1994, Lundeheim et al. 1995). Lundeheimin et al. (1995) tutkimuksessa ulkokasvatuseriällä oli käytettävissään noin 5 hehtaarin suuruinen juolavehnenäinen ja rikkaruohoinen alue. Sioilla oli vapaa täysrehuruokinta. Ulkosikojen keskimääräinen vuorokausikasvu oli tässä tutkimuksessa noin 800 g painoluokassa 25–100 kg. Vuorokausikasvu jäi noin 200 g pienemmäksi kuin vastaavassa sisäkasvatuksessa. Ulkosikojen ruokintakustannukset olivat suuremmat, mutta parempi lihaksisuus kompensoi suuremmat ruokintakustannukset, jolloin ulkosikojen taloudellinen tuotto oli sisäryhmää suurempi.

Toisessa tutkimuksessa (Andresen & Cizuk 1994, Larsson 1993) sioilla oli käytettävissään hyväkuntoinen apilanurmi (50 % apilaa). Lisäksi ne saivat 2 kertaa vuorokaudessa kaura ja vehnärouhetta niin paljon kuin ehtivät syödä puolessa tunnissa. Alkuvaiheessa porsaat saivat myös liha-luujauhoa. Myöhemmin siat saivat lisäruokintana heinää, kaalin lajittelutähteitä, kaura- ja vehnärouhetta sekä mineraaleja ja kalkkia. Tässäkin tutkimuksessa ulkosikojen kasvu oli noin 800 g/vrk. Tutkimuksessa karjuja ei leikattu, vaan ne teurastettiin 75 kg:n painoisina 4 kuukauden kasvatuksen jälkeen. Tällöin karjun hajun kanssa ei tullut ongelmia. Emakot teurastettiin 6 kuukauden kasvatuksen jälkeen.

### Siat osana viljelykiertoa

Ruotsissa on selvitetty myös porsastuotantoa viljelyjärjestelmän osana (Karlsson et al. 1996). Tällöin emakot talvehtivat pihatossa ja porsiminen tapahtuu siirrettävissä porsasmajoissa. Porsaat saavat olla porsai-

mispaikassa ensimmäiseen heinänkorjuuseen saakka. Porsaat muokkaavat toisen vuoden nurmen vehnän kylvöä varten. Sen jälkeen porsaat siirtyvät lohkoille, joilta on puitu vehnä ja hernekaurea. Täällä porsaat syövät puintijätteitä ja rikkakasveja sekä muokkaavat sängen. Tämän jälkeen porsaat siirtyvät peruna- ja vihanneslohkoille. Laidunkauden päätteeksi lihasiat teurastetaan ja emakot siirtyvät talvehtimispihattoon. Kokemukset ovat olleet tästä järjestelmästä melko myönteisiä, mm. loisongelma on voitu välttää kierrättämällä sikoja lohkolta toiselle.

Sikojen laiduntamisen vaikutuksia rikkakasvien torjuntaan selvittäneessä tutkimuksessa (Fogelfors & Naess 1993) sikojen todettiin olevan mekaanisen torjunnan veroisia juolavehnenäinen torjunnassa ja lähes mekaanisen torjunnan veroisia monivuotisten rikkakasvien osalta (nokkonen, koiranputki, peltopähkämö, siankärsämö, voikukka, pelto-ohdake) silloin, kun sikoja oli riittävästi pinta-alayksikköä kohti (250 m<sup>2</sup>/sika). Sikojen hyödyntäminen muokkauksessa vaatii suuren eläintiheyden kesäkuukausien aikana, jolloin ne mieluiten laiduntavat (Andresen 1996). Muokkausta voi tehostaa siirtämällä sikoja koko ajan pienemmälle alueelle tai päästämällä ne tonkimaan samalle paikalle useamman kerran.

### Typen huuhtoutuminen sikalaitumelta

Etelä-Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa (Wejfeldt & Gustavsson 1997) selvitettiin typen huuhtoutumista eri viljelymenetelmillä. Yksi tutkittu viljelymenetelmä oli sikojen laiduntaminen, jolloin laitumella oli 14,5 emakkoa porsaineen hehtaaria kohti. Sikalaitumella maan nitraattipitoisuus kasvoi koeaikana ja lannan nitraattityppi painui nopeasti ruokamultakerroksen alapuolelle, josta kasvit eivät sitä enää pystyneet ottamaan. Tutkimusalueella siat tonkivat 20–50 % koeruutujensa pinta-alasta.

Ruotsalaiset tutkijat suosittelivatkin laitumen kierrättämistä viljelykierron mukana ja laiduntamisen lopettamista niin aikai-

sin kesällä että lohkolle voidaan kylvää pyydyskasvi. Lisäksi sikojen tonkimista tulisi rajoittaa tarjoamalla niille karkearehua tai istuttamalla maahan pahanmakuisia kasveja. Sikojen laidunta ei myöskään tulisi muokata turhaan syksyllä ettei tyypeä vapautuisi maasta.

## Sikojen laidunnus Sveitsissä

Myös sveitsiläisissä tutkimuksissa (Stoll & Hilfiker 1995) sikojen kasvu on ollut laitu-mella noin 800 gramman luokkaa. Laidunryhmän siat laidunsivat 2 tuntia vuorokaudessa, aluksi ruoholaitumella (käytettävissä 7,5 m<sup>2</sup>/sika) ja sen jälkeen maa-artistokkappellolla (1,6 m<sup>2</sup>/sikaa).

Ulkoryhmän vuorokausikasvu oli keskimäärin 38 g alhaisempi ja väkirehun tarve 4,5 % suurempi kuin vastaavalla sisäryhmällä. Suurempi rehunkulutus selittyi tässä tapauksessa osin myös ulkoryhmää vaivaneilla suolinkaisilla, minkä vuoksi ne jouduttiin madottamaan 2 kertaa. Lihan laatu oli ulkosioilla parempi: rasvapitoisuus oli 0,84 % alhaisempi, arvokkaiden lihanosien määrä 0,95 % suurempi ja lihan määrä 2,4 % korkeampi kuin sisällä kasvaneilla sioilla. Myös sikojen jalkaterveys oli ulkosioilla parempi. Loistartuntaan voi vaikuttaa parhaiten laidunpalstojen valinnalla eli pellolle, johon on levitetty kompostoimatonta lantaa, ei sikoja tulisi päästää.

Samassa yhteydessä selvitettiin myös lihan ja rasvan laatua eri kasvatusmenetelmillä (Dufey 1995). Eri kasvatusavoilla ei ollut vaikutusta lihan happamuuteen (pH) eikä väriin. Sen sijaan vaikutusta oli kollageenitasoon ja sarkomeerien pituuteen. Myös rasvan kaksoissidosten määrä oli laiduntaneilla sioilla noin 3 % sisäsikoja suurempi.

## Sikojen laidunnus USA:ssa

Yhdysvalloissa sikojen laiduntamista on selvitetty maissinviljelyvyöhykkeellä osana viljelykiertoa. Sikojen laiduntamisella on saavutettu monia etuja verrattuna sisäkasvatukseen. Joustavuuden ja alhaisten investointien ohella laiduntavien sikojen terveys on ollut sisäsikojä parempi (Cramer 1990). Erityisesti jalka- ja keuhkosairauksia sekä nuhaa on ollut vähemmän. Myös rehukustannukset ovat jääneet sisäkasvatusta pienemmiksi, mikäli sikojen käytettävissä oleva laidun on ollut hyvää. Laiduntamisen työvoimakustannukset ovat usein sisäkasvatusta suuremmat, mutta viljelijäkohtaiset erot ovat tämän osalta suuria.

Ohiossa toteutetussa tutkimuksessa (Cramer 1990) tutkittiin kahta astutettua emakkoryhmää ulko- ja sisäkasvatuksessa. Ulkokasvatusryhmällä oli käytettävissään puna-apilanurmea (40 kg siementä/hehtaari). Laidun oli jaettu neljään lohkoon, joita kutakin syötettiin kaksi viikkoa. Lisärehua annettiin vajaa puolet normaalista määrästä. Ulkoryhmän kasvu jäi 5–10 % sisäryhmää heikommaksi. Molemmat ryhmät porsivat sisätiloissa, ulkosikojen porsaiden määrä oli noin 8 % sisäryhmää suurempi.

Yhdysvalloissa lihasikojen laiduntamisella on voitu korvata noin 10–30 % lihasikojen ravinnontarpeesta (Cramer 1990, Honeyman 1991). Tämä edellyttää kuitenkin rehun oikeaa energiatasoa. Honeymanin (1991) mukaan rehusta voidaan korvata 20 % sinimailasella ilman, että se aiheuttaa muutoksia kasvussa. Periaatteessa viljasta voidaan korvata 40–60 % viherrehulla ja lajittelutähteestä. Tällöin sioista voi tulla jopa märehittäjiksi ekologisempi vaihtoehto. Honeyman (1991) esittelee USA:n olosuhteisiin soveltuvan viljelykierron, jossa yhtenä osana on sikojen laidunnus: maissi - kaura - sinimailanen - siat.

# Laidunnus

## Iso-Britanniassa

Iso-Britanniassa sikojen laidunnusta on tutkittu mm. 1993 alkaneessa Terringtonin luomuprojektissa (Cormack 1993). Iso-Britannian olosuhteissa sikojen laiduntaminen ei ole mahdollista ympärivuotisesti, sillä kostean talven aikana sikojen laidunnus heikentää maan ominaisuuksia. Sikoja on käytetty osana viljelykiertoa, jolloin viljelykierto on ollut seuraava: peruna - syysvilja (+ pyydyskasvi) - papu/herne (+ pyydyskasvi) - kevätvilja - raiheinä/ valkoapila (laidunnetaan). Laitumella sikojen kasvu on ollut hie-man sisäsikoja heikompaa, mutta toisaalta siat ovat pysyneet terveempinä.

## Sikojen laidunnus Suomessa

### Valtion sikatalousaseman kokeet 1920-luvulla

Sikojen laiduntamista on tutkittu Suomessa vuosina 1927–1931 (Parkku 1932). Tuolloin sopivimman laidunnuksen aloitusajan todettiin olevan porsaiden ollessa 15–30 kg:n painoisia ja sopiva lisärehumäärä laitumesta riippuen 50–60 % sisäruokintanormista. Laidunkasvillisuuden tulee sisältää apilaa, eikä se saa olla liian vanhaa. Yli 15 cm:n korkuinen nurmi, varsinkin jos se sisältää kuivakortisia heinäkasveja, kuten timoteitä, nurminataa ja niittynurmikkaa, on maittavuudeltaan huonoa.

### Siikasalmen tutkimus- ja koeaseman kokeet 1995–1997

Joensuun yliopiston Siikasalmen tutkimus- ja koeasemalla Liperissä selvitettiin sikojen ulkokasvatusta vuosina 1995–1997. Vuoden 1996 toteutetussa kokeessa sioilla oli

käytettävissään laidunta noin 1 aari/sika, kuuteen lohkokon jaettuna. Kutakin lohkoa syötettiin noin 5–7 vuorokautta kerralla. Laitumia ei hoidettu lainkaan syöttöjen välillä. Lisäksi sioilla oli käytössään jaloittelutarhaa noin 0,5 aaria/sika. Jaloittelutarha perustettiin 3. vuoden erittäin reheväkasvuiseen vuohenhernekasvustoon. Laidunlohkojen kasvillisuus koostui puna- ja valkoapilasta sekä timoteista. Vuohenherneen maittavuus oli erinomainen.

Ulkokasvatusryhmällä oli sisäruokintanormien mukainen lisäruokinta. Kussakin tutkimusryhmässä käytettiin samanlaista rehuseosta, ohra-kaura-rypsi-herne (50-20-20-10 % kokonaispainosta). Ulkosikojen kasvu oli noin 770 g/vrk (25–100 kg). Vastaavalla ruokinnalla olleen sisäkasvatusryhmän vuorokausikasvu oli keskimäärin 850 grammaa vuorokaudessa.

Vuoden 1997 kokeessa järjestelyt olivat muutoin edellisen vuoden kaltaiset, mutta laidunala oli sikojen käytettävissä noin kaksinkertainen määrä. Lisäruokintaa vähennettiin vuodesta 1996 30 %. Sikojen kasvu oli vuoden 1996 ulkoryhmän tasolla. Käytettävissä oleva laidunala oli kuitenkin niin suuri, etteivät siat tonkineet laidunta parhaimpana laidunkautena kesällä, vaan vasta myöhään syksyllä ja silloinkin osittain.

Vuoden 1995 pilottikokeessa sikojen suojana oli suurpaaleista rakennettu katos, jonka katto oli vahvistettu muovipeitteellä. Siat jättivät suojansa hyvin rauhaan, eivätkä tonkineet sitä, mutta sen kertakäyttöisyyden vuoksi päädyttiin toiseen ratkaisuun. Vuosina 1996–1997 sikojen suojana oli puukehikollinen, pienpaaleilla vuorattu katos. Kehikon runko koostui kahdesta osasta, jolloin sen siirtäminen lohkolta toiselle vuosittain on mahdollista. Olkipaalivuoraus on mahdollista uusia vuosittain. Sikojen juotto hoidettiin lämmitettävän juoma-automaatin avulla.

Mikäli laitumen osuutta ruokinnassa haluttaisiin nostaa, laitumia tulisi hoitaa syöttöjen välillä puhdistusniitoin, jolloin laidun pysyisi sioille maittavampana. Vuonna 1996 lohkon syöttöaika oli myös liian

pitkä, sillä siat ehtivät kääntää laitumen, jolloin se ei ehtinyt palautua ennen seuraavaa syöttöä. Myös tyypin huuhtoutumiseen tulee kiinnittää huomiota varsinkin, jos laidunnus/ulkoilu jatkuu pitkälle talveen. Si-

kasalmen kokeissa havaittiin toisaalta sikojen ulostavan kylmällä säällä mielellään sisälle, mikäli sikojen suoja on riittävän suuri.

## Kirjallisuus

---

**Andresen, N.K.** 1996. Slagtesvin på kløvergræs: Jordbearbejdning eller afgræsning. Forskningsnytt om Økologisk landbrug i Norden 1(1996): 18–19.

– & **Ciszek, P.** 1993. Grisar på vallbrott, ett pilotprojekt ved Ekhaga Försöksgård. Ekologiskt lantbruk 17: 241–248.

**Cormack, B.** 1993. Terrington organic project. New Farmer & Grower 38: 14–15.

**Cramer, C.** 1990. Profitable pork on pasture. New Farm (5-6): 15–18.

**Dufey, P.-A.** 1995. Fleisch- und Fettqualität bei Schweinemast mit Weidegang. AgrarForschung 2(10): 453–456.

**Fogelfors, H. & Naess, H.** 1993. Slaktsvin som ogräsreglerare. In: 34:e Svenska växtskyddskonferensen, Uppsala, 27-28 Januari 1993. p. 115–119.

**Honeyman, M.S.** 1991. Sustainable swine production in the U.S. corn belt. American Journal of Alternative Agriculture 6: 63–70.

**Karlsson, L., Andresen, N. & Ciszek, P.** 1996. Svinproduction i odlingsystemet. Forskningsnytt om Økologisk landbrug i Norden 1(1996): 12–13, 23.

**Larsson, L.** 1994. Grisar på vallbrott med god tillväxt. Alternativodlaren 2(1994): 16.

**Lundeheim, N., Nyström, P.-E. & Andersson, K.** 1995. Slaktsvin utomhus - har galtråsen betydelse för produktion och hälsa? Fakta Husdjur 10: 1–4.

**Parkku, S.** 1932. Lihotussikojen laidunkokeet sikatalouskoeasemalla vuosina 1927-1931. Valtion maatalouskoetöiminnan tiedonantoja 44: 1–11.

**Stoll, P. & Hilfiker, J.** 1995. Schweinemast mit Weidegang hat ihren Preis. AgrarForschung 2(10): 449–452.

**Wejfeldt, B. & Gustavsson, A.** 1997. Utesuggor och kväveutlakning. Forskningsnytt om Økologisk landbrug i Norden 10(1997): 11.

# Sikalarakentaminen luomutuotannossa

Seppo Jokiniemi

*Farma Maaseutukeskus, Humalistonkatu 7 B, 20100 Turku*

Sian käyttäytymisen määrittely on jo sinänsä ongelmallista. Voimme esimerkiksi kuvata videolla eläintä, joka ei kuvausjakson aikana liiku ollenkaan. Voimme tällöin tulkita näkemäämme niin, että eläin lepää, eläin on välinpitämätön tai eläin on apaattinen. Ensimmäinen tulkinta antaa positiivisen mielikuvan, toinen on neutraali ja kolmas antaa negatiivisen mielikuvan.

Sopivalla etuliitteellä voimme antaa näkemällemme haluamamme vaikutelman. Esimerkiksi eko-, luomu-, ekologinen, luonnonmukainen jne. tekevät mistä tahansa käyttäytymisestä positiivisen. Tietyn ympäristön tai hyödykkeen miellyttävyyttä eläimelle voidaan tutkia erityyppisten valintakokeiden avulla. Yksinkertaisimmassa koetyypissä eläin voi valita kahdesta tai useammasta samaa tarkoitusta palvelevasta vaihtoehdosta mieleisimmän.

Tulosten tulkinta voi kuitenkin tässäkin koetyypissä olla hankalaa. Miten esim. tulkitaan tulos, että possu asettui kuusikulmaisessa, erilaisilla alustoilla varustetussa tilassa kuusikulmion keskelle? Välineellisen ehdollistamisen menetelmällä voidaan mitata, kuinka tärkeä jokin asia on eläimelle. Tässä menetelmässä eläin joutuu tekemään työtä saavuttaakseen jotain tai välttääkseen jotain. Esimerkiksi possu, voidessaan valita, säätää ympäristön lämpötilan mieleisekseen. Mitä kylmempi ulkona on, sitä useammin se kytkee päälle infrapuna-

lämmittimen ja sammuttaa vetoa aiheuttavan puhaltimen.

Jos päädyimme johtopäätökseen, että nykyiset häkit tai karsinat ovat liian pieniä, automaattisesti herää kysymys, mikä sitten on riittävän suuri? Eläimen mielipidettä voidaan kysyä antamalla sille mahdollisuus valita tarjolla olevista häkkivaihtoehdoista mieleisin tai antamalla sen itse suurentaa tai pienentää häkkiä mieleisekseen. Eläinten käyttäytymisen tutkiminen on vaon yksi mittari arvioitaessa eläinten hyvinvointia. Lisäksi tarvitaan miellyttävä ympäristö, hyvät hoito-olosuhteet, toimivat kalusteratkaisut sekä ammattitaitoinen hoitaja.

## **Luonnonmukaisen kotieläintuotannon tuotantoehdot**

Kotieläinten luomuohjeista on vastannut Luonnonmukaisen viljelyn liitto ry. Tarkkailulautakunnan hyväksynnän jälkeen Luomuliitto ja tuottaja solmivat leppäkerttumerkin käytöstä sopimuksen. Parhaillaan ollaan valmistelemaan yhtenäisiä EU-ohjeita, joihin Suomelle tulisi voida jättää omat kansalliset ohjeet ja määrätykset.



## Vähimmäisvaatimus

Tilan peltoviljely on oltava kokonaan joko luomuhyväksyttyä tai siirtymävaiheen peltoa. Kotieläintilalla on noudatettava ympäristötuen perustuen ehtoja ja Suomen eläinsuojelulakia. Tilan eläinmäärä ja peltoalan suhde ei saa ylittää 1,5 ey/ha. Lannankäsittelyssä ja varastoinnissa sekä säilörehun puristeneiden käsittelyssä on noudatettava ympäristöministeriön ohjetta kotieläintilalouden ympäristönsuojelusta.

Kotieläinrakennuksissa käytettävät materiaalit, sisustus ja kalusteet eivät saa aiheuttaa vahinkoa eläimille eikä ihmisille. Rakennuksissa on oltava hyvä, eläinlajille sopiva valaistus, ikkunapinta-alan tai muiden valoaukkojen on oltava vähintään 5 % lattiapinta-alasta. Rakennuksessa on oltava hyvä sisäilman laatu ja eläinlajille sopiva lämpötila. Sairaille eläimille on oltava erillään oleva sairaskarsina. Sähköiset parsivahdit ja hännänsitojen käyttö on kiellettyä.

## Eläintilojen lattiaratkaisut

Rakolattia-, ritilä- tai reikälevyalusta on sallittu vain kiinteän makuualustan yhteydessä. Eläinten kulkualueet ja makuualueen pohja eivät saa olla liukkaita. Eläintilojen ja makuupaikan lannanpoisto sekä kuivitus on järjestettävä hyvin toimivaksi niin, että eläimet pysyvät puhtaina. Kuivikkeilla tarkoitetaan kompostoituvia materiaaleja, olkea, turvetta, puuhakkeita, kuoriketta ja paperisilppua. Makuualueen on oltava riittävän suuri, jotta kaikki eläimet mahtuvat esteettä yhtä aikaa makuulle. Ulkotarhojen pohjaratkaisut on valittava ja tarhoja hoidettava siten, että estetään pohjavesien pilaantuminen. Vähimmäisvaatimus on, että eläimet pääsevät vuoropäivinä ulos.

## Tuotanto- ja hoito-olosuhteet

Eläinsuojissa ja laitumilla on oltava sikojen käytössä toisistaan selvästi erottuvat alueet

syömistä, nukkumista ja ulostamista varten. Eläimillä tulee jatkuvasti olla puuhaa: olkia, turvetta, maata tongittavaksi tai puuta tms. materiaalia purtavaksi ja käännettäväksi. Ruokintapaikkoja on oltava riittävästi niin, että kaikki eläimet pääsevät syömään yhtä aikaa tai rehua on tarjolla jatkuvasti ruokinta-automaateista. Ulostamisalueelta on johdettava virtsa pois nopeasti niin, etteivät eläimet ulostaessaan joudu seisomaan mässässä. Kuumalla ilmalla sikojen lämmönsäätelyä varten on oltava vesisuihkuviilennys. Emakoiden kytkentä ja häkikasvatus ovat kiellettyjä rakenneratkaisuja. Kesäaikaan emakoiden on päästävä ulkotarhaan. Joutilasemakoille on varattava karsinatilaa vähintään 3m<sup>2</sup>/eläin. Emakoiden on voitava porsia vapaana ja karsinassa on oltava runsaasti kuivikkeita pesäntekoa varten. Porsimiskarsinan minimikoko on 6 m<sup>2</sup>.

Lihasioille on varattava karsinakasvatamossa vähintään 1,2 m<sup>2</sup>/100 elopainokiloa. Purupohjasikalassa kompostoituvaa aluetta on oltava vähintään 1,3m<sup>2</sup>/100 elopainokiloa. Karjun karsinan minimikoko, kun karsinaa ei käytetä astutukseen, on 6 m<sup>2</sup>. Karjuille on oltava kesäaikaan käytössä ulkotarha. Astutuskarsinan minimikoko on 10 m<sup>2</sup>.

## JBT:n koetoimintaa

JBT:ssä (Maatalouden elinympäristö ja teknologianinstituutti) on kasvatettu neljä lihasikaparttiaa eristämättömissä rakennuksissa. Parttioiden aikana verrattiin eristämättömän ja eristetyn lihasikalalan ilmanlaatua. Sen lisäksi eristämättömässä sikalassa vertailtiin karsina- ja koppijärjestelyjä.

Sikalalan olosuhteisiin vaikuttaa neljä eri tekijää:

### 1. Ilman lämpötila

Korkea: käytettäessä metallisia kalusteita ja ritilöitä eikä kuivikkeita.

Matala: käytettäessä runsaasti olkea tai kompostipohjaa.

2. Pintojen säteilylämpötila  
Korkea: metallia sisältävät kalusteet ja varusteet, kuivittamattomat betonipinnat.  
Matala: puiset kalusteratkaisut ja ruokinta-automaatit muovisia, makuualueilla runsaasti olkea.
3. Ilmavirran nopeus  
Koneellinen ilmastointi: lietelanta, suuret ilmanvaihtomäärät sekä suuri lisälämmön tarve.  
Luonnollinen ilmastointi: runsas kuvittaminen, kuivalannan poisto sekä pieni lisälämmön tarve.
4. Kosteuspitoisuus  
Korkea lämpötila: lietelannalla (ammoniakkia haihtuu) paljon kosteutta.  
Matala lämpötila: kuivalannassa virtsa ja kosteus sidotaan oljella ja turpeella.

## Sian lämmönsäätely

Siat ovat tasalämpöisiä eläimiä, joten niillä on kyky ylläpitää suhteellisen vakiona pysyvää ruumiinlämpötilaa ympäristön lämpötilanvaihteluista huolimatta. Porsaan kasvaessa sen lämmönsäätelykyvyssä tapahtuu muutoksia, mikä muuttaa myös sen herkkyyttä ympäristön lämpötiloille. Vastasyntyneen porsaan lämmöntarve on 30–35 °C, koska sillä on ohut rasvakerros ja se on herkä kylmällä. Iän mukana porsaan kylmäsietokyky paranee, mutta samanaikaisesti sen kuumuudensietokyky heikkenee. Tämä johtuu siitä, että sika ei pysty hikoilemaan eikä myöskään haihduttamaan liikalämpöä läähättämällä.

### Lämpötilan vaikutus kasvuun

Jos lämpötila on erityisen alhainen, rehunkulutus kasvaa ja samalla myös kasvu hidastuu. Jos lämpötila on liian korkea, sika vähentää rehunkulutustaan ja kasvu hidastuu. Korkeat vuorokautiset lämpötilanvaihtelut voivat myös hidastaa kasvua. Eristämättö-

mien rakennusten lämpötilaa ei päästetä pakkasen puolelle ellei vesilaitteita ole suojattu. Kevyesti eristetyissä rakennuksissa vuorokauden keskilämpötila tulisi pitää 12–18 °C.

### Kuivikekerros

Eristämättömän sikalan lämpötilanvaihteluita tasoitetaan käyttämällä kuivikkeita, mikä vähentää sikojen lämmönhukkaa niiden maatessa lattialla. Laskelmat osoittavat, että 60 mm paksuinen olkipatja lattialla aiheuttaa sen, että sikoja voi pitää 6 °C viileämmässä kuin ilman olkia. Toisaalta kesäaikaan liika oljenkäyttö on haitallista, koska siat eivät voi jäähdyttää itseään.

### Makuukopit

Kopeilla varustetussa karsinassa on kaksi lämpötilavyöhykettä, lämpimämpi lepoa varten ja viileämpi toimintaa varten. Koesikaloidessa käytetyissä kopeissa ilman lämpötila oli koppien sisällä 2–5 °C korkeampi kuin muualla sikalassa. Kopin etuna on paitsi ilman korkeampi lämpötila, myös ilman pienempi virtausnopeus ja pienempi määrä eläimestä ympäristöön säteilevää hukkalämpöä, joka on edullista sian lämpötasapainolle.

### Matalat pölypitoisuudet

Eristämättömässä koesikalassa haitallisten aineiden pitoisuudet sikalan ilmassa olivat erittäin alhaiset, 0,36 mg/m<sup>3</sup>–0,63 mg/m<sup>3</sup>, kun taas eristetyissä lihasikaloidessa se on välillä 1–8 mg/m<sup>3</sup>.

### Keveiden sikalarakennusten haitat

Rakennuksessa on suuri lämmönhukka talvella ja toisaalta liikalämmön vaara kesällä. Runsaasti kuvittamalla ja ilmastoinnin automaattisella säädöllä ei kuitenkaan aiheu-

teta ongelmia. Suuret vuorokautiset lämpötilanvaihtelut (yli 15 °C) hidastavat keveissä sikalarakennuksissa kasvua ja työmäärä valvonnassa ja kuvituksessa lisääntyy. Oljen kulutus on 25 kg/tuotettu lihakilo(pesä/toiminta-alue). Ruokintalaitteiden toimivuuteen (jäätymiseen) täytyy kiinnittää keveissä sikalarakennuksissa huomiota.

### **Eristetyt puurakenteiset rakennukset (hengittävät seinärakenteet)**

Tavanomaiset seinärakenteet ovat lähes ilmatiiviitä. Toisin kuin usein luullaan, ei "hengittävien seinien" kautta tapahtuva ilmanvaihto yleensä riitä huoneilman uudistamiseen. Hallitsematonta ilmanvaihtoa taas on vältettävä, ettei syntyisi vetoa ja suurin osa lämmöstä imeytyisi ulos talosta. Savella on pieni, 3 % ominaiskosteus ja suuren kapillaarisuutensa ansiosta se imee jatkuvasti kosteutta kosteammasta oljesta ja puusta (10–15 %) ja luovuttaa sen ilmaan. Pintakäsittelyt ovat ratkaisevan tärkeä tekijä kosteuden kulkeutumiselle. Höyryä läpäisevä kalkkilaasti, kuitusavilaasti ja tuuletettava puuverhous täydentävät saven ja orgaanisen aineen hyvää kosteustasapainoa ja pitävät seinät mahdollisimman kuivina. Rappattu, saumaton kevytsavi hengittää, pidättää lämpöä ja on sellaisenaan ilmatiivis seinärakenne.

### **Huokosilmastointi**

Miten hengittävällä seinärakenteella voidaan turvata rakennuksen tarpeellinen il-

manvaihto? Barutsekin kehittämässä "huokosilmastoinnissa" ulkoilma kulkeutuu sisään talvella lämmitetyissä taloissa (tai kotieläinrakennuksissa, joissa eläimet tuottavat lämpöä) syntyvän alipaineen vaikutuksesta hitaasti ja laaja-alaisesti ilmaa läpäisevien rakenteiden huokosten kautta (esim. ulkoseinät). Mitä suurempi lämpötilaero, sitä suurempi ilmanvaihto. Poistoilma johdetaan ulos hormien kautta, joita voidaan säätää automaattisesti.

"Huokosilmastoinnilla" on huomattavia etuja tavanomaisiin ilmastointimenetelmiin verrattuna: ilmanvaihto tapahtuu pintojen kautta synnyttämättä vetoa, vaikka se olisi nopeakin. Tulo- ja poistoilmapinnat toimivat lämmönvaihtimina. Tuloilmapinnat nollaavat lämmönsiirtymishävikin, koska sisään virtaava ilma palauttaa lämmön takaisin. Myös poistoilmapintojen lämmönläpäisevyys vähenee pienentyneen lämpötilaeron myötä.

Kevytsavea ei toistaiseksi ole kokeiltu ilmaa läpäisevissä seinärakenteissa, mutta sen käyttö on täysin mahdollista. Bartusek on mittauksissaan havainnut kevytsaven käyttökelpoiseksi ilmanläpäisevyydeltään. Seoksen tiiviyys näyttää olevan ratkaisevan tärkeää, sillä ilman läpäisevyys lisääntyy saven osuuden vähetessä.

Voidaankin sanoa, että luomutuotannossa kotieläinrakennusten rakentaminen varsinkin sikaloissa on viljelijöiden oman onnen varassa, kun heiltä on puuttunut koerakentamisen tutkimustieto. Lisäksi on muistettava, että kotieläinrakennusten arkitektuurinen ilme on myös osa luomutuotannon markkinointia.

# Julkaisija



31600 JOKIOINEN

		Julkaisun sarja ja numero Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 46	
		Julkaisuaika (kk ja vuosi) Tammikuu 1999	
Tekijä(t) Riitta Salo (toim.)		Tutkimushankkeen nimi	
		Toimeksiantaja(t) Maatalouden tutkimuskeskus	
Nimike Luonnonmukaisen tuotannon tutkimusseminaari			
Tiivistelmä			
Avainsanat			
Toimintayksikkö			
ISSN 1238-9935	ISBN 951-729-530-8	<input type="checkbox"/> Tuloksia voi soveltaa luomuviljelyssä	
Myynti: MTT tietopalveluyksikkö, 31600 JOKIOINEN Puhlin (03) 4188 2327 Telekopio (03) 4188 2339		Sivuja 75 s.	Hinta

Vammalan Kirjapaino Oy 1999  
ISBN 951-729-530-8  
ISSN 1238-9935

# Embedded Secure Document

The file <http://www.mtt.fi/asarja/pdf/asarja46.pdf> is a secure document that has been embedded in this document. Double click the pushpin to view asarja46.pdf.

