

## MATKAKERTOMUS

### osallistumisesta Euroopan nurmiliiton 20. yleiskokoukseen (20th General Meeting of the European Grassland Federation, EGF) Luzernissa, Sveitsissä 21.-24.6.2004

Terttu Heikkilä, MTT/Eläinravitseminen, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

EGF:n nurmikokous on tärkein joka toinen vuosi pidettävä nurmialan kongressi Euroopassa. Sen organisoivat tällä kertaa Sveitsin nurmiyhdistys. Kongressissa oli lähes 500 osanottajaa 40 maasta. Kutsuttuja tai tarjottuja esitelmää ja postereita esitettiin 440. Noin 80 % osallistujista tuli Etelä-, Itä- ja Keski-Euroopan maista. Suomesta osallistuivat Seppo Pulli Turun yliopistosta, Mika Isolahti, Oiva Nissinen, Oiva Niemeläinen, Päivi Nykänen-Kurki, Kirsi Saarijärvi, Riitta Sormunen-Cristian, Perttu Virkajärvi sekä allekirjoittanut MTT:stä

Kongressin teema oli 'Maankäyttösystemit nurmivaltaisilla alueilla'. Avajaisten aiheena oli 'Nurmitalouden rooli nurmivaltaisilla alueilla', jossa oli 3 kutsuesitelmää: 1) Viimeaikaisesta ja tulevasta kehityksestä EU:n maatalouspolitiikassa, 2) Sveitsin maatalouspolitiikasta nurmituotannon kannalta ja 3) Nurmisysteemien monimuotoisuudesta Sveitsissä. Kongressin ohjelma keskittyi viiteen pääteemaan: 1) Ekologisten ja taloudellisten tavoitteiden yhteensovittamisen vaikeuteen tilamittakaavassa ja alueellisella tasolla tietyissä ekologisissa olosuhteissa ja maatalous-ympäristöpoliittisissa ohjelmissa, 2) Nurmisysteemien etuihin ja mahdollisiin riskeihin yhteiskunnalle, 3) Kasvinravinteiden tehokkaaseen hyväksikäyttöön maaperä-kasvi-eläin-kokonaisuudessa tavoitteena optimoida nurmen kasvu ja minimoida ympäristövaikutukset, 4) Rehun laadun merkitykseen maito- ja lihatuotteiden laadulle ja turvallisuudelle ja 5) Tiedon siirtoon käytäntöön. Alueellista painotusta ja erityispiirteitä tuli esille useissa alppialueiden nurmikysymyksissä, mikä vaikutti myös osanottajien alueelliseen jakautumiseen. Ohjelman viidestä täysistunnosta jokainen alkoi kahdella kutsutulla pääesitelmällä. Nämä jakautuivat sitten 2-3 rinnakkaiseen eri aiheita käsitteleviin istuntoihin, joissa useimmissa oli aluksi tarjottuja esitelmää (60 kpl yhteensä) ja posterisessioihin. Kongressijulkaisu 'Grassland Science in Europe vol. 9' sisältää suulliset esitykset sekä 289 posteria, yhteensä 1231 sivua. Siinä ovat myös kaikkien suomalaisten posteriesitykset, jotka jakautuivat hyvin eri aihealueille. Erillisessä abstraktikirjassa on lisäksi ne posteriabstraktit (82 kpl), jotka eivät tieteellisessä esitarkastuksessa tulleet hyväksytyiksi kongressijulkaisuun. Lisäksi nuorille tutkijoille oli järjestetty erityisluentoja (Master classes). Kirjoista on tehty myös CD-ROM, jota voi lainata Suomen Nurmiyhdistys ry:ltä: e-mail: nurmiyhdistys@agronet.fi

Pääistuntojen ja niihin liittyvien rinnakkaisistuntojen aiheet (ja suomalaisten osallistuminen niissä) olivat:

- 1) Ekologian ja taloudellisuuden tasapainottaminen
- 2) Nurmialueiden edut ja riskit yhteiskunnalle
  - 2.1: Nurmialueet ja globaali muutos
  - 2.2: Nurmialueet luonnonvarojen suojelemiseksi (Oiva Nissinen poster)
  - 2.3: Alppi- ja subalppien nurmialueiden kehitys
  - 2.4: Päästö- ja saastumisriskit (Kirsi Saarijärvi ym., 2 posteria)
- 3) Tehokas luonnonvarojen hyväksikäyttö nurmisysteemeissä
  - 3.1: Geneettiset resurssit ja jalostus (Mika Isolahti & Oiva Nissinen, poster)
  - 3.2: Nurmipalkokasvien ja seosnurmien hyväksikäyttö (Päivi Nykänen-Kurki ym, poster, Oiva Niemeläinen ym., poster ja lisäksi Oiva Nissinen oli osallisena kongressin parhaaksi valitussa posterissa (Cost 852)
  - 3.3: Nurmen uudistus ja viljelykierto
  - 3.4: Laajaperäiset ja voimaperäiset laidunsystemit (Riitta Sormunen-Cristian ym., poster, Perttu Virkajärvi ym., poster)
  - 3.5: Ravinteiden hyväksikäyttö lohkotasolta maatilatasolle
  - 3.6: Kasvin ominaisuudet ja mallintaminen nurmisysteemien parantamiseksi
  - 3.7: Nurmisysteemien sopeutuminen alueellisiin tarpeisiin
- 4) Rehusta ruoan laatuun
  - 4.1: Rehun laatu (Oiva Nissinen, poster)
  - 4.2: Rehusta eläimen tuotantokykyyn (Terttu Heikkilä ym.)
  - 4.3: Ruoan laatu
- 5) Poikkitieteellinen tutkimus ja tiedon vaihto

Suomalaisten kongressin osanottajien posteriesitysten aiheet olivat seuraavat:

Wild flower seed yields in northern Finland (Nissinen )

Nitrous oxide and ammonia emissions from dairy pasture in Finland (Saarijärvi ym.)

Phosphorus in surface runoff from dairy pasture in Finland (Saarijärvi & Virkajärvi )

- Role of storage carbohydrates in hardening and resistance of timothy genotypes to frost and Typhula  
(Isolahti & Nissinen)
- Effect of sowing strategy on clover performance in an organic red clover-grass mixture (Nykänen-Kurki ym.)
- Timothy and tall fescue mixtures increase forage yield and improve yield quality in comparison with pure timothy in Finland  
(Niemi ym.)
- Mixed grazing by suckler cows and lambs on cultivated pasture (Sormunen-Cristian ym.)
- Comparison of the effect of night-time grazing versus silage feeding on milk production and animal welfare  
(Virkajärvi ym.)
- Development of leaf-stem ratio and qualitative values of timothy in subarctic growing conditions (Nissinen)
- Effect of slurry application on grass and silage quality and intake in sheep (Heikkilä ym.)

Nurmitutkimus Euroopassa on aktiivista ja reagoi nopeasti vaihtuviin poliittisiin, taloudellisiin, sosiaalisiin ja ympäristöolosuhteisiin. Tutkimusyhteisössä on laajasti hyväksytty, että nurmi pitää olla yhä enemmän monitoiminnallista. Sen pitää yhtä hyvin tuottaa ruokaa, kuin suojella maaperää, vettä ja ilmaa, ja sen pitää säilyttää ja palauttaa elollisen luonnon monimuotoisuus ja maisema. Ruoan tuotannossa, johon tulevaisuudessa on vähän tai ei yhtään markkinoiden tukea, nurmea pitää käyttää hyväksi tehokkaasti ja alhaisin kustannuksin ja/tai nurmesta saatavien tuotteiden pitää saada hinta, joka kuvaa tuotteen korkeaa laatua maun, terveyden, eläimen hyvinvoinnin ja maisema-arvon suhteen. Ja uudesta tiedosta pitää keskustella yhdessä tutkijoiden, maanviljelijöiden, muiden asianosaisten ja yleisön kanssa.

### **Seuraavassa on poimintoja kongressin esityksistä eläin- ja ihmisravitsemuksen näkökulmasta**

(viitteet jätetty tekstistä pois)

Oldham J. & Dewhurst R., Iso-Britannia

### **Tuottavuuden, tuotteiden laadun ja eläinten hyvinvoinnin ylläpitämisen rajat nurmirehuruokinnalla**

Maitotuotoksen lisääntymiseen ovat osaltaan vaikuttaneet parantunut laidunten hoito, nurmirehujen säilöntä ja maissisäilörehun lisääntynyt käyttö sekä geneettiset ohjelmat, joissa määräävänä valintakohteena on ollut tuotoksen lisääminen. Kehittyneissä maissa varsinkin Euroopassa ja Amerikassa geneettisen tuotoskyvyn paranemisen vaatima ravintoaineiden lisästarve on toteutettu väkirehun käyttöä lisäämällä. Lypsykertojen lisäämistä on myös käytetty tuotoksen nostamiseen ja robotilypsyn kasvava käyttöönotto mahdollistaa sen. Yhä intensiivisemmät tuotantosysteemit aiheuttavat vakavia ympäristöllisiä, biologisia ja sosiaalisia haasteita. Lypsykarjan typpi- ja fosforituoton hallinnan merkitys kasvaa, kun uusi lainsäädäntö tulee käyttöön. Lehmien hedelmällisyys on alentunut tasaisesti ja huomattavasti sekä geneettisten että ympäristöllisten osatekijöiden myötä. Utaretulehduksien ja jalkavaivojen esiintyminen on lisääntynyt tuotoksen noustessa. Yhteiskunta on huolissaan tuotosten nousun vaikutuksista eläinten hyvinvointiin. Missä tahansa todella kestävässä systeemissä on löydettävä tasapaino sopivan genotyypin ja hoitosysteemin välillä ylläpitämään eläinten hyvinvointia. Nurmirehujen tehokas hyväksikäyttö kustannustehokkaan tuotannon ylläpitämisessä on ollut aina EU:n maidontuotantosysteemien johtoajatuksena. Mutta paineet ja mahdollisuudet käyttää hyväksi lehmäkohtaisen tuotoksen edut on vähentänyt painotusta ekstensiivisempään systeemiin. Luomutuotannon kasvu painottaa ekstensiivisempää nurmirehuun perustuvaa systeemiä. Kuitenkin maitotuotoksen ja karjakkoon kasvu viittaa intensiivisempään tuotantoon. Yksi käsitys EU:n maidontuotannon tulevaisuudesta viittaa kahtiajakautumiseen joihinkin suuriin intensiivisiin yksiköihin, jotka yrittävät vähentää kustannuksia ja kilpailla maailmanmarkkinoilla ja toisiin ekstensiivisiin pieniin yksiköihin, jotka tuottavat kalliimpia erikoismaitoja – ehkä osa-aikaviljelijöinä.

#### *Tuotannon ja syönnin rajat*

Koska maidontuotannon ja syönnin väliset geneettiset ja fenotyyppiset korrelaatiot ovat korkeita ja positiivisia, on seurauksena, että rehun syönti lisääntyy tuotoksen lisääntyessä. Kuitenkaan energian syönnin lisääntymisnopeus ei ole vastannut energian tarpeen lisääntymisvauhtia johtuen geneettisen valinnan perustumisesta tuotokseen ainakin nurmeen ja nurmisäilörehuun perustuvissa systeemeissä. Langhillin tutkimuskeskuksen lehmien jalostusprojekti viittaa siihen, että maidontuotannon geneettisen edistymisen seurauksena syönnin lisääntymisnopeus runsaalla säilörehuruokinnalla on pienempi kuin vähemmän säilörehua sisältävällä ruokinnalla. Avoin kysymys on, onko geneettisellä valinnalla mahdollisuus lisätä lehmän karkearehun syöntikapasiteettia. Roduilla saattaa olla eroa karkearehun syöntikapasiteetissa. Pieni genotyyppi x ympäristö yhdysvaikutus, kun sonnien jälkeläiset arvosteltiin joko intensiivisessä (Kanada) tai ekstensiivisessä (Uusi-Seelanti) tuotantosysteemissä, viittaa karkearehun syöntikyvyn eduksi, silloin kun sonnien valinta tapahtuu runsaalla karkearehuruokinnalla. Mutta kaiken kaikkiaan karkearehun syöntikyvyssä näyttää olleen vähän vaikutusta viimeaikaisen merkittävän tuotoksen lisääntymisajanjakson aikana. Kun keskimääräinen tuotos

lehmää kohti on lisääntynyt viimeisen 50 vuoden aikana noin 100 %, on syöntiominaisuudet ja karkearehun energiasisältö (sulavuus) muuttunut vain vähän (noin 1 %-yksikkö sulavuudessa per vuosikymmen).

#### *Ravitsemukselliset rajat*

Nurmirehut eivät yksinään pysty tyydyttämään maidontuotannon potentiaalia, sillä nurmirehun syönti rajoittaa ravintoaineiden saantia. Nurmirehuun perustuvalla ruokinnalla korkeatuottoinen lehmä ei kykene ylläpitämään tyydyttävää energiatasapainoa, mikä on haasteellista eläimen hyvinvoinnin kannalta. Tuotosten lisääntyessä on turvaututtu paremmin sulavaan väkirehuun ja rasvan lisäämiseen väkirehuun tuotosten ylläpidossa. Korkea korvaussuhde, kun ruokitaan hyvälaatuisella nurmirehulla, tarkoittaa sitä, että väkirehu vähentää nurmirehun hyväksikäyttöä. Valkuaisväkirehulla voidaan hyväksikäyttöä kuitenkin parantaa. Väki-rehun valkuainen stimuloi hyvälaatuisen nurmirehun syöntiä, kun taas väkirehun energia pyrkii korvaamaan nurmirehun energiaa. Nurmiheinien ja nurmipalkokasvien vertailu joko laiduntaen tai säilörehuna osoittaa, että nurmiheinien hyvä sulavuus liittyy pidempään viipymisaikaan pötsissä, mikä saattaa rajoittaa syöntiä. Nurmipalkokasvien ominaisuudet voi johtaa lyhentyneeseen viipymisaikaan pötsissä ja suurempaan syöntiin, kuten esim. valkoapilan hyvin nopea fermentaationopeus tai sinimailasen partikkelien nopea hajoaminen. Sulavuus on luontaisen fermentaationopeuden tai rehun sulatuksen ja ruoansulatuskanavassa viipymisen yhteistulos. Valkoapila on sulavampaa kuin raiheinä osittain sen matalan kuitupitoisuuden ja luontaisesti nopean fermentaationopeuden takia, jolloin seurauksena on suurempi syönti, vaikka sen viipymisaika on lyhyempi kuin raiheinällä. Valkoapilan sato kuitenkin on matala. Valkoapilan tapaisten ominaisuuksien siirtämisessä nurmiheiniin jalostuksen avulla on tärkeää tarkastella sulavuuden lisäksi fermentaationopeutta. Englannissa IGERissä on kehitetty raiheiniä, joiden sokeripitoisuus on korkea. Toinen mahdollinen tapa lisätä energian saantia nurmesta on lisätä ruohon lipidipitoisuutta ennemminkin kuin sokeripitoisuutta.

#### *Ympäristö*

Maidontuotannon aiheuttamista ympäristöhaitoista: typpihäviöistä maahan ja vesiin sekä ilmakehän metaanista (kasvihuonekaasu) ollaan huolissaan. Yleensä korkea kuitu- ja proteiini- sekä alhainen helppoliukoisten hiilihydraattien pitoisuus nurmirehussa lisää häviöitä. Pötsin mikrobitehokkuus on usein matala, kun nurmirehuja syötetään yksinomaaisena rehuna ja nurmipalkokasvien korkea proteiinipitoisuus johtaa typenhukkaan. Nämä ongelmat voidaan välttää käyttämällä väkirehua tai seosrehuja. IGERin nurmijalostajat ovat tuottaneet raiheinälajikkeita, joiden sokeripitoisuus on korkea ja proteiinipitoisuus vähän alempi, jolloin typen hyväksikäyttö on lehmällä parantunut, erityisesti typen häviö virtsassa on vähentynyt. Myös säilörehun korkea sokeripitoisuus on parantanut typen hyväksikäyttöä pötsissä. Nurmirehuvaltainen ruokinta lisää metaanin tuotantoa johtuen korkeasta etikkahapon osuudesta pötsissä. Raiheinän korkea sokeripitoisuus tuottaa suhteessa enemmän propionihappoa pötsissä ja voi vähentää metaanin tuotantoa. Myös dieetin lipidejä on käytetty vähentämään metaania, joten ruohon lipidipitoisuuden lisääminen jalostusvalinnalla voisi olla edullista. Myös kasvien sekundääriset aineenvaihduntatuotteet, kuten keltamaitteen kondensoituneet tanniinit voisivat vähentää metanogeneesiä. Nurmirehun koostumuksen suuri vaihtelevuus on pääasiallinen rajoittava tekijä niiden käytössä. Nurmipalkokasvien koostumuksessa on vähemmän vaihtelua kuin nurmiheinissä. Vaikka nurmirehuvaltainen dieetti näyttää tehottomalta, kun otetaan huomioon saastuminen syönti- tai tuoteyksikköä kohti, niin se voi vähentää haittoja tietyillä alueilla pienemmän eläintiheyden vuoksi.

#### *Tuotteiden laadun rajat*

Kuluttajat ovat dieetti- ja terveystietoisia ja siksi kauppa haluaa enemmän proteiinia ja vähemmän rasvaa samaan aikaan kun on kasvavaa kiinnostusta tyydyttämättömiin rasvahappoihin, etenkin omega-3 monityydyttämättömiin rasvahappoihin ja konjugoituihin linolihappoihin. Valitettavasti nurmirehuvaltainen ruokinta johtaa korkeampaan rasva- ja alempaan proteiinipitoisuuteen, vaikkakin korkeampi proteiinipitoisuus voidaan saavuttaa korvaamalla osa nurmisäilörehusta muilla rehuilla. Tiedetään, että konjugoidun linoleenihapon isomeeri (trans-10, cis-12) on osallisena maidon rasvapitoisuuden alenemisessa runsaalla väkirehuruokinnalla. Nurmirehujen välillä on myös eroa tämän rasvahapon tuotannossa. Se on selvästi korkeampi puna-apilaruokinnalla, joten on mahdollista kehittää myös matalarasvapitoisia maitoja nurmirehuvaltaisella ruokinnalla. Nurmirehujen monityydyttämättömät rasvahapot edustavat sekä mahdollisuutta että mahdollisia ongelmia maidon laadulle. Nuoren lehtevän ruohon laiduntaminen on paras luonnollinen tapa lisätä maidon konjugoidun linolihapon (CLA) määrää. CLA:n on todettu vaikuttavan edullisesti lihavuuteen ja terveyteen ainakin rotilla ja lisäävän voimaa levitettävyyttä. Samoin puna-apila tarjoaa parhaan luonnollisen tavan lisätä omega-3 rasvahappoa, alfa-linoleenihappoa maidossa. Toisaalta monityydyttämättömät rasvahapot voivat vähentää maidon säilyvyysaikaa, mitä voidaan estää E-vitamiinilisäyksellä. Ihmisten terveyden kannalta eläintuotteiden, mukaan lukien maito, CLA-pitoisuuden pitää nousta huomattavasti, mutta maitotuotteet voivat osaltaan myötävaikuttaa CLA:n saantiin. Nurmirehujen ongelmana on niiden määrällinen ja laadullinen

nen vaihtelevuus, mitä viljelijät ovat ehkäisseet väkirehujen käytöllä. Nurmipalkokasvien koostumus vaihtelee vähemmän puhtaana kasvustona kasvaessaan, mutta seoskasvustossa heinä- ja nurmipalkokasvin osuus vaihtelee paljon kasvukauden aikana. Puna- ja valkoapilan on todettu aiheuttavan maidon makuvirheitä.

#### *Lehmän hyvinvoinnin haasteet*

Eläinten hyvinvointia arvioidaan 'viiden vapauden' perusteella: 1) vapaus nälästä ja janosta 2) epämukavasta elinympäristöstä 3) kivusta, loukkaantumisista ja sairauksista 4) pelosta ja kärsimyksestä ja 5) vapaus ilmaista normaalia käyttäytymistä. Geneettisen valinnan perustuminen pääasiassa tuotokseen on aiheuttanut sen, että maidon energian erityksen lisäksi ylittää rehuenergian syönnin lisäyksen. Tämän aiheuttaman energiavajeen on arvioitu Britanniassa olevan 0.5 MJ ME/pv per kg maitorasvan ja valkuaistuotoksen geneettistä lisäystä. Sen vuoksi jatkuva valinnan kohdistuminen pääasiassa tuotokseen johtaa lehmien lisääntyvään energian puutteeseen, mikä puolestaan johtaa eläinten heikentyneeseen kuntoon ja hyvinvointiin. Näiden ennustettavissa olevien seurausten ehkäisemiseksi nykyinen jalostusvalinta on suuntautumassa valintaindeksien kehittämiseen, jotka ottavat huomioon eläimen hyvinvoinnin, tuotoksen ja taloudelliset ominaisuudet. Ruumiin energian tai sen muutoksen (kuntoluokituksen) sisällyttämistä on ehdotettu tulevaisuuden valintaindeksiin. Alentunut energiastatus tuotantokauden alussa voi lisätä alttiutta aineenvaihduntasairauksiin ja häiritä lisääntymistoimintoja, ja on siksi haaste eläimen hyvinvoinnille. Yleisten jalkasairauksien esiintyminen ei sinänsä liity korkeaan tuotokseen vaan siihen vaikuttavat ruokinnalliset (korkea tärkkelys ja/tai proteiini), aineenvaihdunnalliset ja ympäristölliset syyt. Nurmirehuvaltaisessa systeemissä syynä on todennäköisemmin ympäristökijät etenkin talvikautena, jolloin tyyppirikkaat eritteet kasaantuvat eläinten kulkukäytävälle.

#### *Rajoitusten voittaminen*

Voidaan olettaa, että tulevaisuudessa lehmien geneettinen valinta perustuu edelleen voimakkaasti tuotoksen valintaan, mutta painottaen enemmän terveys-, hyvinvointi ja hedelmällisyysominaisuuksia, jotka korreloivat negatiivisesti tuotokseen. Jonkinlainen geneettinen x ympäristö-yhdysvaikutus viittaa siihen, että huomiota tulisi kiinnittää sonnien valintaan, joiden jälkeläiset kasvatetaan nurmirehuvaltaisemmassa ekstensiivisessä systeemissä. Sekä terveyden ja hyvinvoinnin edistämiseksi että ekstensiivisempään systeemiin soveltumiseksi saatetaan palata risteytysten käyttöön. Sopivien rehugenotyypin tuleva kehittäminen pitäisi painottaa ominaisuuksia, jotka edistävät saatavuuden tasaisuutta (mukaan lukien kausittainen vaihtelu) ja vaikutuksia tuotteiden laatuun (maidon ja maitotuotteiden rasvahapot, maku ja säilyvyys). Vaikka voidaan olettaa nurmirehujen syöntiominaisuuksien ja sulavuuden jatkuvasti paranevan, näyttää todennäköiseltä, että edistys jatkuu hitaasti. Nurmen ja nurmipalkokasvien molekyylibiologinen tutkimus antaa toivoa nopeammasta edistyksestä parantaa nurmirehujä maidon laadun parantamiseksi. Nurmirehuun perustuva tuotanto edistää sekä tuotteiden laatua että ympäristön hoitoa.

Martin B.<sup>1)</sup>, Fedele V.<sup>2)</sup>, Ferlay A.<sup>1)</sup>, Grolier P.<sup>1)</sup>, Rock E.<sup>1)</sup>, Gruffat D.<sup>1)</sup> & Chilliard Y.<sup>1)</sup>, Ranska<sup>1)</sup>, Italia<sup>2)</sup>

#### **Nurmivaltaisen dieetin vaikutus mikroravinteiden ja rasvahappojen pitoisuuksiin nautan ja vuohen maitotuotteissa**

Nurmirehuvaltaisella ja erityisesti laidunruokinnalla verrattuna väkirehu- tai maissisäilörehuvaltaiseen ruokintaan sekä lehmän että vuohen maito ja siitä tehty juusto sisältävät enemmän öljyhappoa ja konjugoitua linolihappoa (CLA), karotenoideja ja E-vitamiinia ja antioksidanttinen arvo on parempi. Laitumen vaikutus vaihtelee riippuen nurmen kehitysasteesta ja botanisesta koostumuksesta. CLA-pitoisuus on korkeampi monilajisilla luonnon- ja puoleksi luonnonlaitumilla verrattuna yksilajiseen raiheinänurmeen ja ylänkömailla verrattuna alankomaihin. Nurmikasvilajien välillä on vain vähän eroa. Tehokkain tapa muuttaa maitotuotteiden rasvahappokoostumusta on lisätä märehitjän rehuun monitydyttämättömiä rasvahappoja sisältäviä öljyjä (pellava- ja auringonkukkaöljy). Dieetin koostumuksella voidaan muuttaa nopeasti ja tehokkaasti maitotuotteiden mikroravinteiden ja rasvahappojen koostumusta. Maitotuotteiden rasvahapot ovat pääasiassa tyydyttyneitä, joita ylenmäärin nautittuna on pidetty sydän- ja verisuonitautien riskitekijänä, mutta ne sisältävät noin kolmanneksen tyydyttämättömiä rasvahappoja, jotka voivat vähentää veren kolesterolia ja niillä on joissain tapauksissa syöpää ja sydän ja verisuonisairauksia ehkäiseviä vaikutuksia. Erityisesti konjugoidun linolihapon isomeereillä on todettu antikarsinogeenisia vaikutuksia rotilla ja mahdollisesti ihmisillä. Linoli- (C18:2 n-6) ja linoleeni- (C18:3 n-3) hapot ovat välttämättömiä rasvahappoja, joita elimistö ei pysty syntetisoimaan ja n-3 rasvahappojen lisääminen ihmisravitsemuksessa on kiinnostuksen kohteena. Nurmivaltaisella ruokinnalla on myös positiivinen mielikuva kuluttajalle.

#### *Rasvahappojen alkuperä maidossa*

Konjugoitu linolihappo (CLA) tarkoittaa linolihapon eri isomeerejä, joissa on konjugoituja kaksoissidoksia. Cis-9, trans- 11 CLA (rumeenihappo) on märehitjän maidon pääisomeeri (80-90 %). CLA:n esiaineet ovat

dieetin monityydyttämättömiä rasvahappoja, pääasiassa linoli- ja  $\alpha$ -linoleenihappoa, joista linoleenihappoa on pääasiassa vihreissä rehuissa ja pellavan siemenissä, kun taas linolihappoa on maissisäilörehussa, viljoissa ja monissa öljykasvien siemenissä. Linoli- ja linoleenihaposta biohydrogenoituu pötsissä 80 ja 90 %. Maidon rasvassa on linolihappoa 2-3 % useimmilla ruokinnolla ilman rasvalisää ja linoleenihappoa alle 1 % laidunruokinnalla. Rumeenihappo on linolihapon hydrogenaation välituote pötsissä, kun taas trans-11 C18:1 (transvakseenihappo) on sekä linoli- että linoleenihapon biohydrogenaation yleinen välituote. Monityydyttämättömien rasvahappojen hydrogenaation lopputuote on steariinihappo. Maidon rumeenihappo on peräisin pötsissä tuotetun rumeenihapon imeytymisestä suolistosta ja siirtymisestä maitorauhaseen tai ensisijaisesti (2/3) transvakseenihapon entsyymaattisesta delta-9 desaturaatiosta maitorauhasen soluissa.

#### *Ruokintatekijöiden vaikutus lehmällä*

Rumeenihappoa lisäävät ruokinnalliset tekijät ovat 1) linoli- ja linoleenihappoa sisältävät rehut, 2) tekijät, jotka muuttavat pötsin olosuhteita ja estävät transvakseenihapon hydrogenaatiota steariinihapoksi ja 3) näiden tekijöiden yhteisvaikutukset.

#### *Nurmirehut*

Laidunrehu on yhdistetty maidon korkeaan konjugoituun dieenipitoisuuteen vuosikymmeniä. Laitumella CLA-pitoisuudet ovat olleet korkeampia kuin talviruokinnalla (0.5-1.7 vs. 0.3-0.5 % kokonaisrasvahapoista). Kuitenkin suurta vaihtelua esiintyy riippuen mm. ruohon saannin vaihtelusta ja kasvuasteesta, kuitu-, lipidi- ja linoleenihappopitoisuudesta. Maitorasvan CLA-pitoisuus nousi lineaarisesti 2.2 %:iin, kun laitumen osuus dieetissä nousi 33:sta 100 %:iin, kun taas vähäinen ruohon kuiva-aineen syönti laski CLA-pitoisuuden 0.5 %:iin. Korkein CLA-pitoisuus oli nuorta ruohoa laiduntavilla lehmillä ja matalin väkirehuvaltaisella (65 % väkirehua 35 % heinää) ruokinnalla ja edellisten välimailloilla maissi- ja raiheinäsäilörehulla, heinällä ja myöhemmällä kasvuasteella olevalla ruoholla. Laidun ei aina lisää CLA-pitoisuutta heinään verrattuna ellei ruoho ole riittävän nuorta, jolloin rasvahappo- ja linoleenihappopitoisuus on korkea. Ruohon botaaninen koostumus on toinen tärkeä tekijä, mihin viittaa korkeat CLA-pitoisuudet ylänkömailloilla (2.4 %) verrattuna alankomailloilla (0.9 %) tuotettuun maitoon. CLA- ja transvakseenihappopitoisuudet olivat vähän korkeammat, kun lehmät söivät diploidia kuin tetraploidia raiheinää tai ruokonataa; nurmilajien ja -lajikkeiden välillä oli vähäinen vaikutus maidon CLA-konsentraatioon. Kokeissa todettu laitumen ja botaanisen koostumuksen vaikutus maidon rumeenihappopitoisuuteen on osoitettu myös meijerimaidossa Ranskassa vaihtelun ollessa 0.3 -> 2.0 %, keskimäärin 0.4 % talvella säilötyllä rehulla ja 1.0 % kesällä osa-aikaisella laidunruokinnalla. Juuston valmistus muuttaa maidon rasvahappokoostumusta vain hyvin vähän.

#### *Rasvan lisäys dieettiin*

Tehokkain tapa lisätä maidon CLA:ta on lisätä lipidejä dieettiin. Monityydyttämättömiä rasvahappoja (linoli- ja linoleenihappo) sisältävien kasviöljyjen lisääminen lehmän rehuun lisää maidon kokonais-CLA- ja rumeenihappopitoisuutta. Soijaöljyn vaikutus oli lineaarinen ainakin 4 %:n öljylisäykseen dieettiin (2 % CLA:ta maidon kokonaisrasvahapoista). Vapaat öljyt ovat tehokkaampia kuin öljykasvin siemenet ja siltä väliltä vaikuttaa siementen puristus, mikronisointi tai kuumennuskäsittely. Pellavaöljyn tai auringonkukkaöljyn lisääminen (5 %) dieettiin vaikutti maidon makuun.

#### *Ruokinnallisten tekijöiden vaikutukset vuohilla*

Maitorasvan trans18:1 isomeerien ja CLA:n suhteelliset osuudet ovat samanlaisia naudoilla ja vuohilla, vaikka ruokinnallisten tekijöiden vaikutukset eivät aina ole samat. Esimerkiksi vuohen maitorasvan CLA oli samanlainen kesällä laitumella ja talviruokinnalla. Muuten CLA vaihteli 0.4- 0.9 %:iin kokonaisrasvahapoista tavanomaisella talviruokinnalla ja nousi aina 4 %:iin lisättäessä lipidejä.

#### *Kolesteroli*

Maitorasvan kolesteroli vaihtelee 0.3 -0.6 g/100 g rasvaa. Maitotuotteiden vaikutus ihmisen veren kolesterolitason nousuun on vähäinen. Maitotuotteiden kolesterolipitoisuus korreloi käänteisesti dieetin energiatasapainoon. Rehutyypin ei suoraan vaikuta maitotuotteiden kolesterolipitoisuuteen.

#### *Vitamiinit*

*A-vitamiini* on välttämätön rasvaliukoinen vitamiini monissa kriittisissä biologisissa toiminnoissa, kuten alkion kehityksessä, kasvussa, näön ja geenien sääntelyssä. Koska elimistö ei pysty syntetisoimaan sitä, on se saatava ravinnosta. Ihmisravitsemuksessa A-vitamiini saadaan eläintuotteista: kalanmaksajölystä, maksasta, lihasta, maidosta ja munista, kun taas kasvikunnan tuotteet (porkkana, pinaatti, hedelmät, kasviöljyt, muut kasvikset) sisältävät A-vitamiinin esiasteita karotenoideja ( $\alpha$ - ja  $\beta$ -karoteenia ja  $\beta$ -kryptoksantiinia), jotka

muuttuvat A-vitamiiniksi lehmän ja lampaan elimistössä. Maidon  $\beta$ -karoteenipitoisuus riippuu suoraan rehun  $\beta$ -karoteenipitoisuudesta ja on tiedetty kauan, että laidunruokinnalla se on korkea. Karoteenia on vain ruohossa ja se hajoaa ruohon kuivatuksen ja säilönnän aikana suhteessa valon vaikutukseen, sillä se on hyvin herkkä UV-valolle. Siksi nurmisäilörehussa on enemmän  $\beta$ -karoteenia ja A-vitamiinia kuin heinässä, ja nuoressa ruohossa sitä on enemmän kuin vanhemmassa ruohossa. Maitorauhanen ottaa  $\beta$ -karoteenin verenkierrosta ja siitä johtuu sekä maito- että kudostasvan kellertävä väri. Juuston valmistuksessa  $\beta$ -karoteenin häviöt ovat minimaaliset, sillä juustossa  $\beta$ -karoteenin pitoisuus on 11 kertaa suurempi kuin maidossa, mutta A-vitamiinia häviää herassa, sillä sitä oli vain 5-6 kertaa enemmän juustossa kuin maidossa. Vuohen maidossa on vain A-vitamiinia eikä lainkaan  $\beta$ -karoteenia kuten lehmänmaidossa, mikä selittää lehmän maitotuotteiden keltaisemman värin verrattuna vuohen ja lampaan maitotuotteisiin. A-vitamiinipitoisuus on noin kaksi kertaa suurempi vuohen kuin lehmän maidossa ja juustossa.

*E-vitamiini* on pääasiallinen rasvaliukoinen antioksidantti, jota on lipoproteiineissa. E-vitamiinipitoisuus on vaihteleva ja tuoreessa nuoressa ruohossa sitä on enemmän kuin säilötyssä. Maitotuotteiden merkitys on ihmisten E-vitamiinin saannin kannalta vähäinen, mutta se on tärkeä suojaamaan meijerituotteita hapettumiselta. Maidossa E-vitamiini korreloi käänteisesti hapettumisen makuun. Kuten maidon A-vitamiini- ja  $\beta$ -karoteeni- myös E-vitamiinipitoisuus on korkeampi laidun- ja raiheinäsäilörehuruokinnalla kuin väkirehuvaltaisella, maissisäilörehu-, raiheinä- tai luonnonheinäruokinnalla samoin kuten jo varhaisimmissa tutkimuksissa havaittiin, että kesällä maidon E-vitamiinipitoisuus oli korkeampi kuin talvella. Juuston E-vitamiinipitoisuus riippuu maidon pitoisuudesta ja on noin 10 kertaa suurempi, jolloin myös E-vitamiinin häviöt juustonvalmistuksessa heraan ovat hyvin pienet. Laitumella tuotetun maidon antioksidanttinen suoja on suurempi, vaikka monitydyttämättömien rasvahappojen pitoisuus on korkeampi, mikä vain osaksi selittyy korkeammalla E-vitamiinipitoisuudella. Myös pelkästään laiduntavien tai vain vähän väkirehua saavien vuohien maidon ja juuston tokoferolipitoisuus oli korkeampi kuin heinällä ja väkirehulla ruokittujen tai runsaasti väkirehua saaneiden laiduntavien vuohien maitotuotteiden pitoisuudet. Kuitenkin maitotuotteet, jotka on tuotettu lisäämällä monitydyttämättömiä rasvahappoja dieettiin muutoin kuin tuoreesta ruohosta, voivat olla herkempiä hapettumaan, mikä vaatii lisätutkimusta, jotta voidaan paremmin kontrolloida maitotuotteiden aistinvaraista laatua.

Nadeau E., Johansson B., Jensen S.K. & Olsson G., Ruotsi

### **Luumurehujen vitamiinipitoisuus Ruotsissa**

Synteettisten vitamiinien käyttö luomutuotannossa on kielletty EU-säädöksillä vuonna 2000, joten eläimet ovat riippuvaisia niiden saannista perusrehuista. Ruotsissa on tutkittu luomutiloilta laakasiiloihin, torneihin tai pyöröpaaleihin ilman säilöntäainetta, hapolla tai ympillä säilötyjen säilörehujen A- ja E-vitamiinipitoisuuksia ja todettu, että keskimääräiset  $\beta$ -karoteeni- (22 mg/kg ka) ja E-vitamiinipitoisuudet ( $\alpha$ -tokoferolia 36 mg/kg ka) olivat huomattavasti alemmat kuin rehutaulukossa on esitetty. Tuoreen ruohon  $\beta$ -karoteeni ja E-vitamiinit voivat säilyä korjuun ja säilönnän aikana, jos säilöntäolosuhteet ja säilörehun laatu ovat hyvät. Esikuivatus karholla eikä säilöntä siilossa vähentänyt vitamiinipitoisuuksia tuoreeseen ruohoon verrattuna. Mutta ensimmäisessä sadossa pyöröpaalin E-vitamiinipitoisuus väheni kolmen kuukauden varastoinnin aikana keskimäärin 49 % ja  $\beta$ -karoteeni 37 %, sen sijaan toisessa sadossa vitamiinipitoisuus ei vähentynyt. Hapen läpäisy muovin läpi saattaa aiheuttaa vitamiinin hapettumisriskin pyöröpaaleissa. Säilöntäaineen vaikutus vitamiinipitoisuuteen vaihteli satojen välillä. Molemmat vitamiinit ovat tärkeitä immuunijärjestelmän ja lisääntymistoimintojen säätelyssä ja E-vitamiini myös lihasrappeuman ehkäisyssä. E-vitamiini on antioksidantti, joka ehkäisee monitydyttämättömien rasvahappojen hapettumista, mikä huonontaa maidon makua. Näin ollen on välttämätöntä tutkia, pystyykö luomulehmä säilyttämään tuotantonsa ja terveytensä, kun dieettiin ei voi lisätä synteettisiä vitamiineja.

Peyraud J.L.<sup>1)</sup>, Mosquera-Losada R.<sup>2)</sup> & Delaby L.<sup>1)</sup>, Ranska<sup>1)</sup>, Espanja<sup>2)</sup>

### **Tehokkaan laiduntamisen haasteet ja keinot eläimen tuotantokyvyn ja laitumen hoidon tehostamiseksi**

Laiduntaminen on vähentynyt huomattavasti viimeisten 30 vuoden aikana, mutta tulevaisuudessa laidunruohon hyväksikäyttö pitäisi muodostaa kestävästä maidontuotannon perustan. Laidunruoho on halvinta lehmien rehua, ja se voi edesauttaa vähentämään intensiivisempien systeemien ympäristökuormitusta ja antaa samalla luonnollisen mielikuvan maataloudesta. On huomattavia mahdollisuuksia parantaa eläinten ja nurmen tuottoa nurmivaltaisessa systeemissä, kun otetaan huomioon viimeaikainen kehitys ruohon kasvuun ja syöntiin vaikuttavien tekijöiden ymmärtämisessä, mutta tietoa tarvitaan fysikaalisista rajoituksista, pötsin täyteisyydestä (mm. ruohon hienonnis-, sulatus- ja kulkunopeudesta) ja lehmän metaboliasta.

Tehokas ruohon hyödyntäminen laiduntamalla vaatii laidunsystemien kehittämistä päivittäisen ruohon syönnin maksimoimiseksi lehmää kohti ja samaan aikaan ylläpitää suurempi määrä hyvälaatuista laidunta koko laidunkauden ajan. Laidunkauden pidentämisellä aikaisin keväällä ja myöhään syksyllä on mahdollista lisätä ruohon syöntiä. Irlannissa tehdyissä tutkimuksissa lehmien lasku laitumelle 3-4 tunniksi aikaisin keväällä ja myöhään syksyllä lisäsi maitotuotosta 2-3 kiloa ja vähensi säilörehun syöntiä 4-6 kg päivässä. Näinä siirtymäkausina laiduntamisajat ja laiduntiheys on sovittava sääolojen ja maalajin mukaan laitumen sotkeutumisen välttämiseksi ja syksyllä nitraatin huuhtoutumisriskin vähentämiseksi. Nurmipalkokasvien sisällyttämistä heinänumiseoksiin pitäisi tarkastella vakavasti vaihtoehtoisena ratkaisuna lehmän tuotantokyvyn maksimoimiseksi. Valkoapila kasvaa keväällä hitaammin kuin pelkkä heinänumi. Syönti ja maitotuotos ovat olleet paremmat raiheinä-valkoapilaseosnumella kuin pelkällä raiheinällä. Palkokasvit tuovat myös taloudellisia ja viljelyllisiä etuja. Eri raiheinälajikkeilla on ollut vain merkityksetön vaikutus. Kausittaista ruohon tuotantoa on mahdollista ohjata myös kasvilajivalinnalla, typpilannoitusta ja laitumen hoitoa parantamalla. Kuivuutta paremmin kestävien kasvilajien valinnalla (koiranheinä, nurminata, valkoapila) voidaan lisätä kausittaista tuottoa. Kasvinjalostuksella voitaneen hieman lisätä kasvukauden pituutta. Laiduntiheyden vähentäminen lehmän tuotantokyvyn lisäämiseksi on rajoitettava, koska se rajoittaa hyvälaatuisten nurmen ylläpitoa koko laidunkauden ajan. Lehtimassan lisääminen nurmessa oikealla laiduntamisen hoidolla aikaisin keväällä saattaa näytellä pääosaa ruohon syönnin lisäämisessä. Tällöin jäljelle jäävä nurmi on matala ja laitumen hoito on helpompaa. Tämä vaatii enemmän tietoa aikaisen laiduntamisen vaikutuksesta keskikesän laitumen laatuun ja vaikutukseen maidontuotantoon hehtaaria kohti. Tulevaisuudessa luotettavien menetelmien ja välineiden kehittäminen päätösten tueksi lyhyen aikavälin ruohon sääntelyyn laidunlohkotasolla ja pitkän aikavälin budjetointiin tilatasolla antaisi viljelijälle enemmän varmuutta laiduntamiseen ja auttaisi optimoimaan laidunruohon osuuden lehmän vuotuisessa ruokinnassa. EU-projektissa ”Grazemore” kehitettiin nurmen kasvun ja syönnin ennustemalleihin perustuva tietokoneohjelma Euroopan maidontuottajille päätösten tukisysteemiksi laidunruohon hyväksikäytön optimoimiseksi.

Sormunen-Cristian R., Manninen M. & Jauhiainen L.

#### **Emolehmien ja lampaiden yhteislaiduntaminen viljelylaitumella**

Yhteislaiduntamisen vaikutusta laidunrehun ja eläinten tuotantoon tutkittiin MTT:n emolehmätutkimus- asemalla Tohmajärvellä kesä-elokuussa 2003. Tutkimuksessa oli kaksi nauta- ja kaksi nauta-karitsaryhmää. Nautaryhmässä oli 8 Hereford-emolehmää + 8 vasikkaa ja nauta-karitsaryhmässä oli nautojen lisäksi 45 suomenlammaspässikaritsaa. Laidunta oli 4.2 ha/ryhmä jaettuna kolmeen laidunlohkoon. Laiduntiheys oli 3.25 ny/ha nauta- ja 3.86 ny/ha nauta-karitsaryhmässä. Laidunkausi kesti 83 päivää. Nurmi sisälsi kokeen alussa 42 % timoteita, 23 % nurminataa ja 18 % puna-apilaa.

Lampaat vaikuttivat paljon nurmen koostumukseen erilaisen laiduntamistapansa vuoksi. Ne söivät ruohon myös sontakasojen läheltä, kun taas naudat jättivät sen syömättä. Lampaat söivät myös rikkaruohoja esim. yleistä hevонhierakkaa eikä puhdistusniittoa tarvittu nauta-karitsalaitumella. Nurmen tarjonta ei eronnut käsittelyjen välillä. Suurempi laiduntiheys nautojen ja lampaiden yhteislaitumella vähensi laiduntamisen jälkeistä ruohon määrää, mutta ei huonontanut laitumen jälkikasvua. Yhteislaiduntaminen ei vaikuttanut negatiivisesti nurmen tuotantoon eikä emojen kuntoon. Vasikoiden päiväkasvu oli parempi laitumella, jossa laidunsivat vain naudat verrattuna lampaiden kanssa laiduntaneisiin (1.26 vs. 1.09 kg), mutta eroa ei pidetty käytännön kannalta merkityksellisenä. Yhteislaidun tuotti 600 kg lampaan lihaa vaikuttamatta haitallisesti nautojen tuotantoon. Ennen yhteislaidunnusta toisiinsa sopeutumiskausi on tarpeen, sillä ensimmäisten laidunpäivien aikana juuri poikineet emot käyttäytyivät aggressiivisesti karitsoita kohtaan, mutta totuttuaan toisiinsa ne muodostivat myöhemmin yhtenäisen ryhmän. Tutkimuksen perusteella lampaiden ja emolehmien yhteislaiduntaminen näyttää toimivalta keinolta laitumen hyväksikäytön parantamiseksi.

Virkajärvi P., Hakosalo J., Sairanen A., Halonen R., Mononen J., Ahola L., Kauppinen R., Lindeberg H. & Khalili H.

#### **Yöladuntamisen tai säilörehuruokinnan vaikutus maidon tuotantoon ja eläimen hyvinvointiin**

Suurten karjojen osuus on kasvanut viimeisen vuosikymmenen aikana ja usein nämä ovat luopuneet laiduntamisesta huolimatta laitumen alhaisesta ruokintakustannuksesta. Kuitenkin eläinten hyvinvointilainsäädäntö edellyttää vuoteen 2006 mennessä karjan laiduntamista tai ainakin pääsyä jaloittelualueelle. Yksi ratkaisu yhdistää tehokas taloudellinen tuotanto ja eläinten hyvinvointi voisi olla osa-aikainen laiduntaminen (päivällä/yöllä), mikä vähentäisi laidunalan tarvetta. Pohjois-Savon tutkimusasemalla Maaningalla verrattiin yöaikaisen laiduntamisen ja säilörehuruokinnan vaikutusta sisällä 34 HFr-lehmällä. Molemmat ryhmät saivat sisällä vapaasti hyvälaatuista nurmisäilörehua ja 9 kg väkirehua. Yöladunryhmä oli laitumella ilta- ja

aamulypsyn välillä 12 tuntia vuorokaudessa ruohon määrän ollessa 13.5 kg kuiva-ainetta lehmää kohti yössä. Säilörehuryhmä sai jaloitella 2 tuntia päivässä jaloittelualueella. Säilörehu ja laidun olivat molemmat timoteinurminataa. Yölaidunryhmä vähensi säilörehun syöntiä, mutta lisäsi kokonaissyöntiä ja energian saantia ja tuotti keskimäärin 3.9 kg/pv enemmän maitoa kuin säilörehuryhmä ja elopainon lisäys oli myös suurempi, mutta maidon rasvapitoisuus oli alempi. Ero tuotoksissa oli suurempi loppu- kuin alkukesästä yölaiduntamisen eduksi (+16 vs. +7 %). Keskimääräiset maitotuotokset sisäruokinta- ja yölaidunryhmissä olivat: kesäkuussa 29.6 vs. 32.5, heinäkuussa 25.7 vs. 30.1 ja elokuussa 23.8 vs. 28.3 kg/pv. Marginaalivaste 0.15 kg maitoa muuntokelpoisen energian lisäystä (MJ) kohti käsittelyjen välillä oli hieman korkeampi kuin tyypillinen väkirehulisäyksen vaste. Ruokintojen vaikutus eläinten hyvinvointiparametreihin [liikkumiskyky, lihaskunto, stereotyyppinen käyttäytyminen, stressi (kortisoli, ACTH)] oli vähemmän selvä.

Jarvis S. C.<sup>1)</sup> & Menzi H.<sup>2)</sup>, Iso-Britannia<sup>1)</sup>, Sveitsi<sup>2)</sup>

### **Typen käytön optimointi kotieläintaloudessa: tuotanto- ja ympäristötavotteiden kohtaaminen**

Nurmien typen hyväksikäyttöä voidaan edelleen parantaa ja vähentää veden ja ilmakehän saastumista. Tilatietojen käyttö typen hyväksikäytön tehokkuuden arvioinnissa nykyisissä oloissa ja lisääntyvä ymmärrys typen kierron kokonaisuudesta maidontuotantosysteemissä kokeellisten tutkimusten perusteella antaa mahdollisuuksia parantaa typen hyväksikäyttöä ja ylläpitää tuotantoa hyväksyttävällä tasolla. Mahdollisia ongelmia voi syntyä saastumisen vaihtumisesta toiseksi. Esityksessä vertailtiin Iso-Britannian ja Sveitsin, oloja ja ratkaisuja typen hyväksikäytön parantamiseksi maitotiloilla.

Vaikka tutkimusta on tehty paljon puuttuu vielä tietoa typen kierrosta koskien varsinkin typen sisäistä varastoitumista/vapautumista orgaanisesta aineksesta. Typen hyväksikäytön tehokkuutta (%) tilakokonaisuuden eri osa-alueilla voidaan jossain määrin parantaa kuten seuraavassa osoitetaan. Intensiivisellä hollantilaisella maitotilalla käytännössä keskimäärin saavutettu tehokkuus ja teknisesti saavutettavissa oleva (→) typen käytön tehokkuus: *Maaperä*: siirtyminen maasta korjattavaan satoon 53→77, *Rehu*: siirtyminen korjattusta sadosta rehun syöntiin 71→86, *Eläin*: muuntuminen rehusta maitoon, lihaan 18→25, *Lietelanta+virtsa*: siirtyminen eritteistä maaperään 80→93, *Koko tila*: panos/tuotos 16→36. Jatkuvasta tiedotuksesta huolimatta tarvitaan vielä asennemuutosta typen käytön parantamisessa. EU:n nitraattidirektiivillä vaikutetaan veden laatuun NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:n osalta, mutta typen kierron muut päästöt [esim. ammoniakki (NH<sub>3</sub>) ja typpioksiduuli (N<sub>2</sub>O), metaani, hajut] saattavat vaatia muita toimenpiteitä.

*Iso-Britanniassa* maataloutta harjoitetaan 75 %:lla koko maa-alasta ja sen osuus on 1.4 % bruttokansantuotteesta. Sveitsissä koko maa-alasta on noin 26 % maatalousmaata ja lisäksi 13 % käsittää vuoristolaitumia kesäaikana. Maa- ja metsätalouden osuus bruttokansantuotteesta on 1.2 %. Iso-Britanniassa tilojen määrä on vähentynyt lehmämäärän pysyessä lähes samana, sillä alle 100 lehmän karjat ovat vähentyneet ja yli sadan lisääntyneet, keskimääräisen lehmämäärän ollessa 76. *Sveitsissä* tilalla oli vuonna 2000 keskimäärin 17 ha maatalousmaata, josta nurmea 13 ha ja lehmiiä 15, joiden vuosituotos oli 6000 kg. Lähes puolet tuotetusta maidosta menee juuston valmistukseen eikä säilörehun syöttö ole silloin sallittua. Yli 50 %:lla tiloista on alle 20 lehmää ja vain 3 %:lla yli 50 lehmää. Laaksoalueella tilat ovat pari hehtaaria suurempia ja kylvönurmen osuus on kolmannes. Noin 350-1400 m:n korkeudessa merenpinnan yläpuolella olevat maatilat toimivat ympärivuotisesti. Nautoja ja maidontuotantoa on koko maassa, 43 % laakso-, 30 % ylänkö- ja alle 25 % vuoristoalueilla. Sveitsiläiset tilat ovat suhteellisen pieniä ja vähemmän erikoistuneita: 76 %:lla tiloista on karjaa ja 44 %:lla nautakarjatiloihin on myös sikoja. Tilojen määrä on myös Sveitsissä vähentynyt ja tulevaisuudessa tilakoon odotetaan kasvavan.

#### *N-tase maitotiloilla*

*Iso-Britanniassa* noin 100 maitotilalla tehdyn tutkimuksen mukaan typen käyttö ja typen ylijäämä vaihteli hyvin paljon. Typen hyväksikäytön tehokkuus tuotantoon vaihteli 13-kertaisesti: 6.5 → 84.6 litraa maitoa lannoitetyypikiloa kohti. Vaihtelu oli suurta myös toisessa tutkimuksessa 6 tyypillisellä lounaisenglantilaisella tilalla (59- 95 ha, >75 % nurmella, maitoa 5790-6420 kg/v), joilla tyypeä käytettiin 290-416 kg/ha, josta 12-19 % otettiin talteen maidossa ja karjan tuotteissa, N-ylijäämän vaihdella 234-367 kg N/ha tai 29-44 kg N/1000 litraa maitoa.

*Sveitsissä* lanta käytetään maataloudessa 100 %:sti ottaen huomioon ainakin osaksi sen ravinnesisältö. Lannoitetyypen käyttö on vähentynyt, sillä vuodesta 1993 lähtien viljelijöille on maksettu 'erityisestä ympäristöpanostuksesta'. Yli 90 % viljelijöistä osallistuu tähän vapaaehtoiseen ohjelmaan, jossa on noudatettava noin 40 eri kriteeriä mukaan lukien N- ja P-taseet perustuen suositteluihin viljelykasvien ravinne-



tarpeisiin lannasta ja lannoitteista. Väistämättömiksi hävikeiksi navetassa ja lannan varastoinnissa oletetaan 15- 30 % ja lopun käyttökelpoisuudeksi 60 % nurmella ja 50 % viljelykasveilla. Laskettuja panoksia ei saa ylittää yli 10 %. Tyypilliset suositukset ovat 12 kg N/tn kuiva-ainetta (ka) intensiivisesti hoidetulle nurmelle, 6 ja 0 kg N/tn ka keskimääräisellä intensiivisyydellä ja ekstensiiviselle nurmelle ja 110 kg N säilörehumaissille, mikä on vähemmän kuin muissa Euroopan maissa. Vastaavasti suotuisissa oloissa nurmi ottaa aina 12 tonnin kuiva-ainesatton/ha asti noin 18-30 kg N/tn ka ja säilörehumaissi 200 kg N. Matalat typpilannoitus-suositukset johtuvat siitä, että nurmissa on tavallisesti apilaa: pitkäikäisissä nurmissa 5-20 % kuiva-aineessa ja kylvönurmissa 20-50 %. Keskimääräiseksi biologiseksi typen sidonnaksi Sveitsissä on arvioitu 59 kg N/ha. Ravinnetaseroitusten seurauksena suuret ylijäämät ovat harvinaisia. Uusi politiikka on selvästi parantanut viljelijöiden asennetta ravinteiden kiertoon. Maitotila käyttää mineraalilannoitetyyppiä keskimäärin 47 kg/ha (vaihtelu 0-196 kg N/ha). Väkirehua käytetään myös vähän, 400- 500 kg/lehmä/vuosi. Keskimääräinen ylimäärä, 112 kg/ha on huomattavasti pienempi kuin Iso-Britanniassa ja typen hyväksikäytön tehokkuus (tuotos-N/panos-N, %) lähes kaksinkertainen (Taulukko) ja lähellä arvoja, jotka on Hollannissa arvioitu teknisesti mahdollisiksi. Silti keskivertotilaan verrattuna optimioiloissa ja hyvällä hoidolla voitiin tulosta parantaa Waldhofin koetilalla, missä panokset olivat kolmanneksen suuremmat, mutta tuotokset lähes kaksinkertaiset. Vaikka N-ylimäärä oli lähes sama, niin hyväksikäyttö oli 46 %, mikä selittyy sillä ettei hiehot sisälly laskelmiin. Lupaavimpina tulevaisuudessa pidetään 1) matalan panostuksen strategiaa (aikaisin kevätpoikivat, laiduntaminen kesällä ja vähemmän väkirehua, 1.3 kg/1000 kg maitoa) ja 2) korkean tuotoksen strategiaa ja enemmän väkirehua, 4.7 kg/1000 kg maitoa. Molemmilla systeemeillä arvioidaan taloudellisen tuloksen paranevan.

Typen käytön panokset, ylijäämä ja tehokkuus koko maitotilan systeemissä Iso-Britanniassa (ADAS Bridget, UK, 1994-2000) ja sveitsiläisellä keskivertotilalla sekä koetilalla laaksoalueella<sup>2</sup>

	ADAS, UK	ADAS, UK	ADAS, UK	Sveitsi	
	Nurmi 19 ha 1	Nurmi + maissisäilör. 19 ha A	Nurmi + maissisäilör. 21 ha C	Keskim. tila laaksossa 20 ha 2)	Koetila Waldhof 6.1 ha 2)
N-panokset (kg/ha)					
Rehu	106	90	85	22	20
Lannoite	321	195	154	61	118
Biologinen N:n sidonta ilmasta	30	30	30	85	84
<i>Kokonaispanokset (kg/ha)</i>	<i>427</i>	<i>315</i>	<i>269</i>	<i>168</i>	<i>223</i>
<i>Kokonaistuotokset (maito, liha), kg/ha</i>	<i>68</i>	<i>64</i>	<i>63</i>	<i>55</i>	<i>103</i>
Ylijäämä, kg/ha	359	251	206	112	120
Hyväksikäyttö (%)	15.9	20.3	23.4	32.9	46.3
Litraa maitoa/kg N	20.5	32.7	42.6	133.1	137.8
Ylijäämä (kg N/1000 l maitoa)	54.6	39.3	31.4	13.9	7.4
N-hävikit (kg/ha)					
Nitraatin huuhtoutuminen	45	16	10		
Ammoniakkihävikki		19	13		

1 = tavanomainen nurmeen perustuva, A = nurmi + maissisäilörehu + taktinen lannoitus, C = nurmi + maissi-säilörehu + alentunut intensiteetti, 2 = malli-maitotila ilman viljelykasveja ja sikoja perustuen laaksoalueen keskimääräisiin arvoihin

#### *Typen käytön optimointi ja hävikkien minimointi maitotilalla*

Britanniassa tehty tila-analyysi mallintaen em. 6 esimerkkituloilta osoitti, että kokonaistyyppihävikkejä voitiin vähentää 170:stä 64- 160 kg N/ha strategiasta riippuen mm: parantamalla lietteen lannoitekäyttöä, nurmen + rehumaisiin viljelyllä, apilanurmen + rehumaisiin viljelyllä, rehumaisiin viljelyllä sekä lietteen käytön parantamisella rehumaisiin viljelyssä. Typpiylijäämä väheni keskimäärin 316:sta 129- 271 kg N/ha ja tehokkuus nousi 16:sta 18- 29 %:iin. Taloudellinen vaikutus oli positiivinen tai negatiivinen riippuen vallitsevasta tilanhoidosta. Siirtyminen apilanurmiin oli tehokkainta typen käytön tehokkuuden kannalta, mutta se vähensi tuottavuutta. Lietteen levitys paremmalla tekniikalla aikaisin keväällä ennen maissin kylvöä vähensi 60 % NH<sub>3</sub>-hävikkejä hajalevitykseen verrattuna.

#### *Lannan käsittely (hoito)*

*Iso-Britanniassa* lehmän lannasta 66 % on lietalantaa ja 34 % olkipohjaista kuivikelantaa. Edustavien näytteiden ottamista suositellaan ali- tai ylilannoituksen välttämiseksi. Erilaisia pikamittareita on olemassa ammoniumtypen määrittämiseksi. Yhä enemmän vaaditaan myös tietokonepohjaisia välineitä päätösten tueksi viljelijöille parhaasta lannan levityksajasta ravinteiden hyväksikäytön maksimoimiseksi. *Sveitsissä* noin 70 % varastoidaan lietalantana, jonka varastokapasiteettia pitää olla vähintään 4-6 kuukautta. Pääosa lietteestä

levitetään nurmille säännöllisesti aikaisesta keväästä syksyyn. Viljelijöitä kehoitetaan käyttämään mieluummin lannan ravinteiden ja käyttökelpoisuuden ohjearvoja edustavan näytteenoton vaikeuden vuoksi. Uusi politiikka on lisännyt viljelijöiden tietoisuutta hyvästä lannan ja ravinteiden käsittelystä, ja sillä on saatu enemmän aikaan kuin edellisillä vuosikymmenillä intensiivisellä neuvontatyöllä. Sveitsin maatalouden taloudellinen tuki on korkeimpia maailmassa eikä tätä ratkaisumallia voi suoraan siirtää muualle, mutta mitä tahansa tarkkoihin ravinnetaseisiin perustuvaa kannustinta voidaan pitää lupaavana muissakin olosuhteissa.

Maatalouden typpivirrat on monimutkainen järjestelmä ja vaikea hallita, koska se ei ole suljettu systeemi vaan kierrossa on monia mahdollisuuksia typen eri olomuotojen vuotamiseen (eri muutosprosessien kautta) eri kierron vaiheissa. Maatalouden osuus ammoniakkipäästöistä on Iso-Britanniassa noin 80 % ja Sveitsissä 90 %. Päästöjä syntyy laitumella, eläinsuojassa, lannan varastoinnissa ja levityksessä, enemmän liete- kuin kiinteällä kuivikelannalla. Lietelannan sijoittamisella matalaan verrattuna hajalevitykseen NH<sub>3</sub>-päästöt vähenivät (72 % → 11%), mutta NO<sub>2</sub>-päästöt lisääntyivät (2.8 % → 10.2 %).

Typen kierron keskeiset muutosprosessit liittyvät kiinteästi hiilen kiertoon. Muutosten nopeuteen vaikuttaa panoksen voimaperäisyys eli mitä suurempi on N-panos sitä nopeampi on kierto, muuntuminen ja häviön määrä. Typen ylijäämä tilalla on typpihäviöiden ja tehokkuuden paranemisen avainmittari. Erityisesti lannan tuotannossa ja hyväksikäytössä on parantamisen varaa. Saastumisen vaihtuminen toiseksi pitää myös ottaa huomioon. Typen kierron mallit pitää yhdistää taloudellisiin malleihin käytännöllisten diagnostisten keinojen kehittämiseksi päättäjille ja maanomistajille

Burkhardt M., Stoob K., Stamm C., Singer H. & Müller S., Sveitsi

### **Eläinlääkintäantibiootit eläinten lietelannassa – uusi ympäristöongelma nurmitutkimuksessa**

Sveitsissä noin 50 % antibiooteista käytetään eläintuotannossa. Vastustuskykyisten bakteerien lisääntymisen vuoksi kiinnostus antibioottien kohtalosta ympäristössä on viime vuosina lisääntynyt. Arvioiden mukaan Sveitsin maaperään tulevan määrän yläraja on keskimäärin 30 g/ha/vuosi ja jopa 80 g/ha/vuosi nurmialueilla, joilla eläintiheys on suuri. Lannan mitattujen sulfonamidipitoisuuksien mukaan lasketaan nurmialueille tulevan jopa useita satoja grammoja/ha vuodessa, mutta alueellisista eroista ei ole arvioita tietojen puuttuessa. Alustavissa ruutu- ja kenttäkokeissa osoitettiin, että eläinlääkintään käytettyä antibioottia (sulfonamidia) voi esiintyä pintavalunnassa lietelannan levityksen jälkeen. Ruutukokeessa havaittiin sulfametazinia aina 0.68 mg/l pintavalunnassa sian lietelannan levityksen jälkeen ja puurosta mitattiin 4 µg/l. Tietoa tarvitaan paljon lisää mm. antibioottien käyttäytymisestä maassa. Sulfonamidit ja tetrasykliinit ovat melko stabiileja lantasaailiossa, kun taas penisilliinillä on vain lyhyt puoliintumisaika.

Heikkilä T., Kempainen E., Karppinen A. & Sivelä S.

### **Lietelannan vaikutus nurmen ja säilörehun laatuun ja syöntiin lampailla (liite)**

Naudan lietelannan levitys nurmen pintaan vähensi ruohon syöntiä lampailla kahtena peräkkäisenä vuotena keskimäärin 25 % ja 32 % verrattuna lietteen sijoitukseen nurmeen ja väkilannoitukseen. Sadetus (30 mm) ei vaikuttanut merkittävästi ruohon syöntiin. Ruohon raakavalkuaispitoisuus oli keskimäärin 18 % alempi levitettäessä lietettä nurmen pintaan kuin sijoitettaessa. Lannoituksella ei ollut vaikutusta säilörehujen käymislaatuun, mutta pintaan lannoitetuista nurmista tehtyjen säilörehujen klostridi-itiöiden määrä oli korkea kahdessa kokeessa neljästä ja säilörehun syönti väheni yhdessä kokeessa 20 % verrattuna lietelannan sijoitukseen. Säätekijöillä saattaa olla vaikutusta, sillä kahdessa muussa kokeessa satoi yli kaksi kertaa enemmän lietteen levityksen ja säilönnän välillä. Tutkimuksen perusteella lietelannan levitystä nurmen pintaan ei suositella huonomman typen hyväksikäytön ja ruohon syönnin vähenemisen vuoksi verrattuna lietelannan sijoitukseen tai väkilannoitukseen. Säilörehujen hyvästä käymislaadusta huolimatta ne voivat sisältää paljon voihappobakteeri-itiöitä, huonontaa säilörehun syöntiä ja muodostaa hygieenisen riskin. Tulokset voivat kuitenkin vaihdella mm. säätekijöistä johtuen. Kemiallinen koostumus tai käymislaatu ei aina paljasta lietelannalla lannoitetun ruohon tai säilörehun syöntieroja.

### **Kiitokset**

**Parhaimmat kiitokseni Suomen Nurmijhdistyksen Johtokunnalle matka-apurahasta.**

Terttu Heikkilä