

## MATKAKERTOMUS

osallistumisesta Euroopan Nurmiliiton 21. yleiskokoukseen  
(21st General Meeting of the European Grassland Federation, EGF)  
Badajozissa, Espanjassa 3.-7.4.2006

Riitta Sormunen-Cristian, MTT/Kotieläintuotannontutkimus, 31600 Jokioinen,  
puhelin: 03-41883640, sähköposti: etunimi.sukunimi@mtt.fi

*Paikka ja osallistujamäärä.* Vuoden 2006 Euroopan Nurmiliiton 21. kokous järjestettiin huhtikuun ensimmäisellä viikolla Lounais-Espanjassa, Badajozissa, lähellä Portugalin rajaa. Kokouksessa oli lähes 300 osanottajaa 30 eri maasta. Kaukaisimmat osallistujat tulivat Argentiinasta ja USA:sta. Kutsuttuja tai tarjottuja esitelmiä ja postereita oli 280. Suomesta kokoukseen osallistuivat MTT:n tutkijat Päivi Nykänen-Kurki Mikkelistä ja Riitta Sormunen-Cristian Jokioisilta.

*Teemat.* Kokouksen pääteemana oli ”Sustainable Grassland Productivity”. Avajaisten aiheena oli ”Spanish Mediterranean pastoral systems”. Kokouksen ohjelma keskittyi totuttuun tapaan viiteen täysistuntoon: 1) Overcoming seasonal constraints to forage production 2) Role and potential of legumes 3) Production and quality aspects of different animal feeds 4) Changes in animal production systems to meet CAP reforms 5) Grassland and climate change. Jokainen täysistunto alkoi 1-3 kutsutulla esitelmällä. Täysistunnon jälkeen ryhmät jakaantuivat kahteen rinnakkaiseen esitelmä- ja posterit-istuntoon.

*Kongressikirja.* Kongressijulkaisu ”Grassland Science in Europe vol. 11 (847 s.) sisältää kutsuesitelmien ja suullisten esitelmien lisäksi myös tieteellisessä tarkastuksessa hyväksytyt posterit. Erillisessä abstraktikirjassa (142 s.) ovat lisäksi myös niiden postereiden abstraktit, jotka eivät sopineet kongressijulkaisuun.

Raporttiini olen poiminut kohtia ilmastonmuutos- ja nurmipalkokasviesityksistä sekä kotieläinaiheista, lähinnä lampaiden hoitoa ja ruokintaa koskevista esityksistä. Liitteinä ovat omat posteriesitykseni.

*L. 't Mannetje, Hollanti*

### **Ilmastonmuutos ja nurmitalous kautta aikojen**

Hollantilainen Mannetje piti ansiokkaan esityksen maapallon ilmaston lämpenemisen uhkakuvista. Oheisena pääkohtia hänen esityksestään:  
Kautta aikojen on tapahtunut ilmastonmuutoksia viileästä lämpimään ja päinvastoin. Ilmaston lämpenemisen seurauksena ekologiset muutokset ovat huomattavat. Todisteena tämän hetkisestä tilanteesta on napa- ja muiden jäätiköiden sulaminen. Jäätiköt lähes kaikissa Euroopan osissa ovat pienentyneet tilavuudeltaan yli 50 % 20. vuosisadalla. Viime vuosisadalla meren pinta nousi 0,8 – 3,0 mm vuodessa. Meren pinta nousee kiihtyvällä vauhdilla ja jatkaa nousuaan vuosisatoja. Arvioidaan, että merenpinta nousee 70 cm:lla 21. vuosisadalla (Hopkins & Del Prado 2006). Merenpinnan nousulla on yhteys lisääntyneisiin myrskyihin ja vuorovesiaaltoihin. Keski- ja Pohjois-Euroopassa sataa enemmän kuin aikaisemmin, vastaavasti Etelä- ja Kaakkois-Eurooppa on tullut kuivemmaksi. Muutoksia on tapahtunut myös kasvistossa. Viimeisen 30 vuoden aikana monet kasvilajit ovat Euroopassa vähentyneet johtuen kasvupaikkojen katoamisesta ja ilmaston muutoksesta. Länsi-Euroopassa, kuten Hollannissa, lämpimän vyöhykkeen kasvilajit ovat lisääntyneet ja kylmän vyöhykkeen vähentyneet. Kasvilajit, jotka eivät pysty sopeutumaan ilmaston lämpenemiseen, katoavat sukupuuttoon. Muutokset tulevat suosimaan nurmipalkokasveja, erityisesti puna-apilaa ja sinimailasta enemmän kuin ruohokasveja.

Kasvukausi on Hollannissa pidentynyt 10 - 14 päivällä viimeisen 30 vuoden aikana. On arvioitu, että kylmät talvet vähenevät ja lämpimät kesät rankkoine, lähes trooppisine sadekuuroineen lisääntyvät. Sateisuus lisääntyy Pohjois-Euroopassa 1-2 % jokaista 10 vuotta kohden. Pitkäaikaisten, vähäsateisten ajanjaksojen seurauksena metsäala vähenee ja nurmiala lisääntyy. Satotaset Euroopassa nousevat, mutta pellot vaativat sadetusta. Maatalouden painopiste siirtyy pohjoisemmaksi. Kasvintuotanto Etelä-Euroopassa, jossa sademäärä laskee 20 %, tulee kärsimään kuivuudesta. Maailman lämpötila nousi viimeisen 100 vuoden aikana 0,95 °C, mutta erilaisten ennusteiden mukaan lämpötila tulee jatkossa nousemaan 0,1 – 0,4 °C aina kutakin 10 vuotta kohden. Vaikutus on suurinta Etelä-Euroopassa (Espanja, Italia, Kreikka) ja Koillis-Euroopassa (Suomi, Länsi-Venäjä) ja pienin Atlantin rannikolla. Lämpötila pohjoisilla leveysasteilla nousee enemmän kuin muualla. Välimeren maiden etelä-osissa metsäpalojen riski kasvaa ympärivuotiseksi. Jos maapallon lämpötila nousee enemmän kuin 2 °C, yli 50 % Välimeren maiden pohjoisosien nykyisistä kasvilajeista katoaa. Ilmaston muutos asettaa useita haasteita Euroopan nurmitaloudelle. Muutoksella tulee olemaan pitkän aikajakson vaikutus nurmen koostumukseen, laatuun ja monimuotoisuuteen.

Maailman lämpötilan muutos on tosiasia, mutta ei ole täyttä varmuutta siitä, mikä muutoksen aiheuttaa. Yhtenä syynä pidetään mm. fossiilisten polttoaineiden polttamista ja muutoksia maan kuoressa. Viimeaikaisten tutkimusten mukaan syynä maapallon lämpenemiseen voi olla myös aktiivisuuden lisääntyminen auringossa, mikä on lisääntynyt samalla vauhdilla kuin maapallon lämpeneminen.

Samanaikaisesti ilmastonmuutoksen myötä ollaan huolissaan raporteista, joiden mukaan Atlantin merivirrat (Golf-virta), jotka tuovat lämpöä tropiikista pohjoisille leveysasteille, ovat voimakkaasti heikentyneet viimeisten 50 vuoden aikana. Tämä voi johtaa huomattavaan Pohjois-Atlantin viilenemiseen.

*A. Peeters, G. Parente & A. Le Gal, Belgia*

### **Lauhkean vyöhykkeen nurmipalkokasveista**

Peeters ym. olivat laatineet kattavan yhteenvedon lauhkean vyöhykkeen nurmipalkokasveista. Oheisena lyhyt yhteenveto heidän esityksestään:

Lauhkean vyöhykkeen alueella on pitkän tauon jälkeen herännyt kiinnostus nurmipalkokasveihin johtuen mm. siitä, että

- viljelijöiden on sopeutettava tuotantonsa muuttuviin taloudellisiin ja poliittisiin ehtoihin
- maataloustuotannossa on otettava enenevässä määrin huomioon myös ympäristö
- maataloustuotteiden hintojen aleneminen pakottaa viljelijän etsimään keinoja myös alhaisempiin tuotantokustannuksiin. Kustannusten säästöä saadaan nurmipalkokasveilla.

Nurmipalkokasvien viljelyssä ei tarvita lannoitteita. Kun eläimille annetaan nurmipalkokasveja, väkirehun käyttöä voidaan vähentää. Nurmipalkokasveja käyttävät erityisesti luomuviljelijät, jotka painottavat ekstensiivisempää nurmirehuun perustuvaa systeemiä. Vaikka N-lannoitetta ei suositellakaan nurmipalkokasvi-heinänurmelle, voidaan nurmipalkokasvien hidasta alkuun lähtöä jouduttaa antamalla typpeä 50 kg ha<sup>-1</sup> kasvukauden alussa.

Valkoapila-heinänurmen sato on 6-8 tonnia kuiva-aineena vuodessa suotuisissa olosuhteissa Pohjois-Euroopassa (Skandinaavia, Baltian maat). Puna-apila antaa suuremman sadon kuin valkoapila. Alsikeapilan sato sijoittuu puna- ja valkoapilan sadon väliin. Suomen oloissa alsikeapilan sato on ruutukokeissa ollut noin 10 % pienempi kuin puna-apilan sato.

Nurmipalkokasvien sulavuus on parempi sekä raakavalkuais- pektiini-, ligniini-, tuhka-, kalsium- ja magnesiumpitoisuus suurempi kuin heinäkasvien vastaavat pitoisuudet. Sen sijaan NDF-, hemiselluloosa- ja hiilihydraattipitoisuus on pienempi.

Valkoapila on maittavaa ja sen syönti on suurempi kuin heinälaitumen syönti. Vuohi syö suhteessa vähemmän apilaa kuin lammas samanlaisella laitumella. Johtuen eläinlajien erilaisesta syöntikäyttäytymisestä apila kehittyy nautalaitumella paremmin kuin lammaslaitumella.

Valkoapilan osuudeksi nurmessa suositellaan 30 % kuiva-aineessa. Jos valkoapilan osuus on korkea, voi rehun valkuaispitoisuus nousta haitallisen korkeaksi.

Valkoapilalaitumella naudat ja lampaat voivat puhaltua. Puhaltumista ei esiinny, jos nurmipalkokasvien liukoinen polyfenolipitoisuus on korkea. Laitumella, jossa valtakasvina ovat *Trifolium* spp. tai *Medicago* spp., puhaltumisriski on vähäinen. Uudessa Seelannissa, jossa lypsylehmät laiduntavat lähinnä valkoapila-heinälaitumella, kuolleisuus on alle 0,8 % vuodessa. Puna-apilan kasviestrogeenit voivat aiheuttaa lampaille tiinehtyvyysoongelmia. Kuivaus heinäksi vähentää kasviestrogeenipitoisuutta noin 70 %. Sen sijaan säilönnän aikana pitoisuus voi jopa lisääntyä. Nurmipalkokasvit sisältävät flavonoideja. Nämä, samoin kuin rasvahapot, voivat vaikuttaa lampaanlihan ja lehmän maidon makuominaisuuksiin. Nurmipalkokasvien viljelyn ongelmana on heikko kestävyys. Viljeltäessä nurmipalkokasveja ympäristön kuormitus ja fossiilisen energian käyttö vähenee.

*V. Lind & S. M. Eilertsen, Norja*

### **Petoeläimiltä turvattu laiduntaminen Norjassa**

Perinteisesti lampaat on Norjassa laidunnettu ylhäällä vuoristossa. Kesällä 2003 vuoristoon siirrettiin peräti 2 miljoonaa lammasta. Näin tuotettua karitsanlihaa pidetään halpana vähäisen työmäärän takia. Vuoristolaidunnuksen uhkaksi on noussut kasvanut petokanta. Viimeisen 10 vuoden aikana ilveksen (*Lynx lynx*), skandinaavisen ruskean karhun (*Ursus arctos*), suden (*Lupus lupus*) ja ahman (*Gulo gulo*) määrä on lisääntynyt huomattavasti. Etenkin laidunkauden alussa ja lopussa petovaara on ollut suurimmillaan. Samanaikaisesti, kun pedot ovat lisääntyneet, lammastappiot ovat nousseet 3,7 %:sta 6,0 %:iin. Petojen aiheuttamia tappioita on yritetty vähentää lisäämällä valvontaa ja lammastiloja on yritetty eri tavoin sopeuttaa yhteiseloon petojen kanssa. Toimenpiteet eivät kuitenkaan ole olleet riittävät. Johtuen vähäisestä laiduntamisesta ja muista maatalouden muutoksista, laajat alueet tasamaalla ovat päässeet villiintymään ja monimuotoisuus vähentynyt. Nämä alueet on otettu lammaslaitumiksi. Kun lampaita ei enää ole viety vuoristoon, vaan ne on laidunnettu alhaalla, talojen läheisyydessä, lammastilojen taloudellisuus on parantanut.

*A. Van den Pol-Van Dasselaar, H. Valk. & M. De Visser, Hollanti*

### **N-alkaanien erittyminen lypsylehmien sonnassa ruoho-maissisäilörehuruokinnalla**

Alkaanimenetelmän luotettava käyttö vaatii, että syönnin määrittämisessä käytetyillä alkaaneilla on samanlainen erittyminen sonnassa. Vaikka menetelmää onkin paljon käytetty, niin ei ole tiedetty n-alkaanien erittymistä sonnassa silloin, kun eläimet ovat ruohon lisäksi saaneet maissisäilörehua. Myöskään ei ole selvitetty, kuinka alkaanien erittyminen muuttuu, kun rehuannos sisältää useampia aineosia. Kun lehmät olivat ruoho-maissisäilörehuruokinnalla, C<sub>31</sub>-, C<sub>32</sub>- ja C<sub>33</sub>-alkaanien erittyminen sonnassa oli korkeampi ja lyhytketjuisten alkaanien (C<sub>25</sub>- ja C<sub>27</sub>) erittyminen alempi kuin mitä kirjallisuudessa (mm. Dillon 1993) on havaittu. Lisäksi synteettisen C<sub>32</sub>-alkaanin erittyminen oli huomattavasti korkeampi kuin C<sub>31</sub>- ja C<sub>33</sub>-alkaanien. Tämä ilmeisesti johtui siitä, että ruoho oli kuivaa (24 % ka) ja siinä oli paljon sokeria ja vähän valkuaista. Alkaanien erittyminen ei ollut samanlaista vuorokauden eri aikoina. Rehun sisältämien alkaanien erittyminen oli yleensä alempi klo 6 ja klo 20 kuin klo 12. Synteettisten ja luonnollisten alkaanien erittymismalli oli erilainen; synteettisten alkaanien erittyminen oli suurimmillaan aamulla. N-alkaanien käyttö syönnin määrittämiseen vaatii lisätutkimuksia.

## Syönnin määrittäminen n-alkaaneilla

Perinteisesti laitumen syönnin määrittäminen on perustunut kokonaissonnankeruuseen tai häkkimenetelmään. Sonnan kokonaissonnakeruumenetelmä on tarkka, mutta työläs ja eläimen kannalta epämiellyttävä. Se saattaa myös muuttaa eläimen laidunkäyttäytymistä. Häkkimenetelmä määrittää laiduntavan eläinryhmän kokonaissyönnin. Yksilöllisen kuiva-aineen syönnin määrittämiseen voidaan käyttää n-alkaanimenetelmää. N-alkaanit ovat kasvivahan hiiltä sisältäviä, kemiallisia aineosia (Mayes ym. 1986). Tutkimuksessa testattiin n-alkaanimenetelmän tarkkuutta sisällä pässien nurmisäilörehuruokinnalla. Erityisesti selvityksen kohteena oli alkaanien erittyminen sonnassa. Pässit olivat sulavuuskoehäkeissä, joissa virtsa ja sonta voitiin kerätä talteen. Säilörehun syönti määritettiin kolmella eri tavalla: kokonaissonnankeruumenetelmällä, punnitsemalla annettu ja jäänyt rehuannos sekä käyttämällä C<sub>32</sub>- ja C<sub>33</sub>-alkaaneja. Ruoho sisältää C<sub>33</sub>:a enemmän kuin C<sub>32</sub>:ta, joten sitä yleensä käytetään rehusta peräisin olevana merkkiaineena ja C<sub>32</sub>:ta annetaan eläimelle suun kautta. Alkaanien erittyminen sonnassa laskettiin seuraavasti:

$$\text{Erittyminen (\%)} = \frac{\text{Sonnan alkaanipitoisuus (mg/kg ka)} * \text{sontamäärä (kg ka/eläin/pv)}}{\text{Rehun alkaanipitoisuus (mg/kg ka)} * \text{syönti (kg ka/eläin/pv)}}$$

Alkaanimenetelmän ongelmana oli alkaanien epätäydellinen erittyminen sonnassa. Erittyminen oli alempi kuin mitä kirjallisuudessa on havaittu. Alkaanien käyttö merkkiaineina perustuu mm. niiden sulamattomuuteen. Mahdollisesti säilörehuruokinta vaikutti siihen, että osa alkaaneista kuitenkin ruuansulatuskanavassa. Alkaanien epätäydellinen erittyminen ei vaikuta syönnin määrittämiseen, mikäli molempien laskemiseen käytettyjen alkaanien erittyminen sonnassa on yhtä suuri. Tässä tutkimuksessa C<sub>32</sub>-alkaania erittyi sonnassa selvästi vähemmän kuin C<sub>33</sub>-alkaania (0,84 vs. 0,90), minkä vuoksi säilörehun syönnin määrittäminen alkaaneilla jäi epätarkaksi. Menetelmän tarkkuus vaatii myös sen, että rehu- ja sontanäytteet ovat edustavia. Alkaanien laboratoriomääritykset ovat kalliita.

## Säilörehun osittainen neutralointi natriumbikarbonaatilla

Nuorena tehty kuiva heinä soveltuu korkean energia- ja valkuaispitoisuutensa vuoksi hyvin imettävien uuhien ja vieroitettujen karitsoiden ruokintaan. Heinän teon ongelmana saattavat kuitenkin olla epävakaa sääolot, jolloin laatu kärsii. Heinän kuivaaminen sisällä kuivurissa lisää kustannuksia. Lampaiden ruokinnassa on heinän sijasta ryhdytty käyttämään entistä enemmän säilörehua. Säilörehun tuotantovaikutus on kuitenkin ollut heinää pienempi johtuen pienemmästä kuiva-aineen syönnistä. Syöntiä on rajoittanut mm. säilörehun alhainen pH. Happamuutta voidaan neutraloida lisäämällä rehun joukkoon natriumbikarbonaattia (NaCHO<sub>3</sub>). NaCHO<sub>3</sub> on lisännyt säilörehun syöntiä eläinlajeista ja käytetystä NaCHO<sub>3</sub>-määrästä riippuen. Tässä tutkimuksessa NaCHO<sub>3</sub> lisättiin rehuun juuri ennen syöttöä joko 8 tai 16 g säilörehukiloa kohden. Alempi määrä nosti säilörehun pH:n 3,93:stä 4,41:een ja korkeampi 5,45:een. Alempi NaCHO<sub>3</sub>-määrä nosti säilörehun syöntiä 8 %:lla ja korkeampi 21 %:lla. Syönnin lisäys oli samansuuruista kuin aikaisemmassa, aikuisilla pässeillä tehdyssä tutkimuksessa. Kirjallisuuden mukaan pötsiin suoraan infusoidun NaCHO<sub>3</sub>:n vaikutus olisi saattanut olla suurempi. Karitsan natriumin tarve on 0,09 – 0,18 % rehuannoksessa. Natriumin saanti ylitti 5-kertaisesti karitsoiden natriumin tarpeen, mutta sen ei todettu aiheuttavan haittaa kasvavien karitsoiden terveydelle. NaCHO<sub>3</sub>:n käyttö lisäsi vedenkulutusta. Mikäli säilörehun osuus ruokinnassa on 60 %, 16 g NaCHO<sub>3</sub>:a rehukilossa parantaa syöntiä ja karitsoiden kasvua.

## **Kiitokset**

Parhaimmat kiitokseni Suomen Nurmiyhdistykselle, jolta saamani apurahan turvin matka toteutui.

Riitta Sormunen-Cristian

## **LIITTEET**

1. Matka-aikataulu
2. Posterit "Effect of partial neutralization of grass silage on feed intake by lambs"  
(Sormunen-Cristian, R., Nykänen-Kurki, P. and Jauhiainen, L.)
3. Posterit "Estimation of grass silage intake of lambs using *n*-alkanes as markers"  
(Sormunen-Cristian, R., Nykänen-Kurki, P. and Jauhiainen, L.)

**Matka-aikataulu**

**Meno 3.4.2007**

- Bussi Forssa/Autokeidas – Helsinki-Vantaan lentoasema klo 3.15 – 5.00
- Lento Helsinki-Barcelona IB 7423 klo 8.00 – 10.50
- Lento Barcelona-Badajoz IB 8314 klo 19.45 – 21.20
- Taksi Badajoz/lentoasema – hotelli 21.30-21.45

**Paluu 7.4.2007**

- Taksi Badajoz/hotelli- lentoasema 6.30-6.45
- Badajoz-Barcelona IB 8313 klo 8.00-9.30
- Barcelona-Helsinki OB 7424 klo 11.40-16.26
- Bussi Helsinki-Vantaan lentoasema – Forssa klo 17.25 – 19.10

## Liite 2.

### Effect of partial neutralization of grass silage on feed intake by lambs

Sormunen-Cristian, R.<sup>1</sup>, Nykänen-Kurki, P.<sup>2</sup> and Jauhiainen, L.<sup>3</sup>  
MTT Agrifood Research Finland

<sup>1</sup>Animal Production Research, FI-31600 Jokioinen, Finland

<sup>2</sup>Ecological Production, FI-50600 Mikkeli, Finland

<sup>3</sup>Research Services, FI-31600 Jokioinen, Finland

#### Abstract

Effect of partial neutralization of direct cut silage on dry matter (DM) intake was studied with forty-two lambs. The silage offered *ad libitum* was either untreated or partially neutralized with sodium bicarbonate (NaHCO<sub>3</sub>). A low (8 g kg<sup>-1</sup> fresh weight) and high (16 g kg<sup>-1</sup>) level of NaHCO<sub>3</sub> was used. To avoid silage fermentation NaHCO<sub>3</sub> was added to the silage just before feeding. The silages were supplemented either with barley grain or with a mixture of barley grain and commercial protein concentrates.

There were distinct differences in the voluntary silage DM intake. The consumption of untreated silage averaged 0.51 kg DM day<sup>-1</sup>. Adding high level NaHCO<sub>3</sub> increased the DM intake more than the addition of low level (108 vs. 40 g, linear effect of NaHCO<sub>3</sub> increment; P=0.02). A protein concentrate had no effect on silage intake (P=0.24). The neutralization with 8 and 16 g NaHCO<sub>3</sub> raised the pH of silage from 3.95 to 4.41 and 5.45, respectively. The amount of sodium gained from NaHCO<sub>3</sub> surpassed more than fivefold the sodium requirement of sheep. Still, no health problems were encountered. Silage neutralized with NaHCO<sub>3</sub> proved to be acceptable to the lambs.

Key words: direct cut silage, feed intake, forage, lamb, neutralization of silage, sodium bicarbonate

#### Introduction

In Finland, dry hay is the most common herbage for sheep during winter. Due to the long indoor feeding period (on average 240 days) cost of winter roughage plays a major role. Weather in the early growing season is often changeable, while during late season conditions are already too moist to dry hay outdoors. Drying hay indoors is more expensive than silage production. Since the feed unit price of silage is lower than that of hay, the utilization of silage should be increased in order to reduce feeding costs in meat production. Besides high contents of moisture, short chain fatty acids and lactic acid, low acidity is considered to reduce the intake of ensiled forages (Shaver *et al.* 1985). Sodium bicarbonate (NaHCO<sub>3</sub>) has been used as an additive in silage-based diets to offset the deleterious effects of low rumen pH. NaHCO<sub>3</sub> may also be beneficial in increasing DM intake when silage is a major component in the diet. However, NaHCO<sub>3</sub> has not improved feed intake in all conditions. Findings have differed depending on animal species and on the amounts added (Farhan and Thomas, 1978). The main purpose of this study was to determine the effect of NaHCO<sub>3</sub> on silage intake in lambs receiving formic-acid silage.

#### Materials and methods

The study was carried out at MTT (Agrifood Research Finland) in Jokioinen (60°54'N, 23°30'E, 107 m above sea level). A grass mixture of timothy (*Phleum pratense* L.) and meadow fescue (*Festuca*

*pratensis* Huds.) was harvested on 22 June. Forage was ensiled using an acid based additive (80% formic acid, 2% phosphoric acid) at a rate of 4.0 l t<sup>-1</sup> into a bunker silo. Forty-two Finnsheep lambs, aged 97 days (SD 5.0) with an average initial weight of 28.9 kg (SD 3.1) were allocated according to weight and age into four feeding groups. Individually penned lambs were fed *ad libitum* their respective experimental rations for 84 days. Rations consisted of four treatments as follows: 1. Untreated silage as a control, 2. Silage treated with the low level of NaHCO<sub>3</sub> (8 g kg<sup>-1</sup> fresh weight), 3. Silage treated with the high level of NaHCO<sub>3</sub> (16 g kg<sup>-1</sup> fresh weight) and 4. Silage treated with the high level of NaHCO<sub>3</sub> (16 g kg<sup>-1</sup> fresh weight) and commercial protein concentrates substituted for 50 % barley grain. NaHCO<sub>3</sub> was mixed with the silage manually immediately prior to feeding. In addition, the lambs were daily fed with 0.5 kg of barley grain (CP 120 g kg<sup>-1</sup> DM), except the lambs in treatment 4 which received 0.25 kg of barley and 0.25 kg of commercial protein concentrates (CP 232 g kg<sup>-1</sup> DM). The lambs had free access to water, salt and minerals. Conventional feed analysis was performed with the standard method used at MTT's Animal Production Research. Silage DM content was corrected with equations given by Huida *et al.* (1986). *In vivo* digestibility of untreated and treated silages was determined by the total collection method with the lambs. Feed intake was recorded daily and live weight measured at the beginning, at 2-week intervals and at the end of the study. Correlation between observations from the same animal was taken into account by repeated measurement ANOVA model. The rest of variables was measured once and analysed using one-way ANOVA. All analyses were performed using SAS MIXED-procedure. The effect of NaHCO<sub>3</sub> was tested using orthogonal polynomials. The effect of protein supplement was tested by comparing treatments 3 and 4.

## Results and discussion

Untreated silage contained 167, 304, 688, 84 g kg<sup>-1</sup> DM crude protein, crude fibre, digestible organic matter (D-value) and amino acids absorbed in the small intestine (AAT), respectively. The metabolizable energy content was 11.1 MJ kg<sup>-1</sup> DM. As expected, forage organic matter content was at its lowest in the silage neutralized with the high level of NaHCO<sub>3</sub> (891 g kg<sup>-1</sup> DM). Neutralization tended to decrease the digestibility of organic matter. That was 75.7, 74.8 and 73.7 % in the untreated, low and high level NaHCO<sub>3</sub> silage, respectively.

Fermentation quality of all silages was good. The extent of fermentation was indicated by the low pH of 3.95 in the untreated silage. The neutralization of silage with the low level of NaHCO<sub>3</sub> raised the pH to 4.41 and high level to 5.45. Because the NaHCO<sub>3</sub> was added to the silages just before feeding, the silage fermentation was not altered. Ammonium nitrogen averaged 4.4 and 5.2 % of the total nitrogen in the untreated and high level NaHCO<sub>3</sub> silage, respectively. Butyric acid (<0.2 g kg<sup>-1</sup>) was encountered only at the opening of the silo.

In agreement with Phillip (1983), partial neutralization with NaHCO<sub>3</sub> increased the DM intake by lambs (Table 1). The incremental increase was linear (P=0.03) i.e. every gram of NaHCO<sub>3</sub> increased the DM intake by 6.4 g, with the highest increase from feeding silage with the higher level of neutralization. Silage DM intake averaged 36.2, 38.9, 43.1 and 46.1 g kg<sup>-1</sup> W<sup>0.75</sup> in the untreated, low level NaHCO<sub>3</sub>, high level NaHCO<sub>3</sub> and high level NaHCO<sub>3</sub> silage with protein supplement, respectively. The higher addition of NaHCO<sub>3</sub> increased the DM intake by 21 % and the lower by 8 %. These increases are of a similar magnitude to those reported earlier in adult sheep (Sormunen-Cristian, 1992). The effect of NaHCO<sub>3</sub> infused straight into the rumen maybe greater than when fed with the silage. Live weight gains of lambs fed silage treated with a high level of NaHCO<sub>3</sub> tended to be greater than those in other treatments. However, the differences in live weights during the entire experiment were not statistically significant (Table 1).

The lambs received 5, 11 and 12 g of sodium from NaHCO<sub>3</sub> additive in low level NaHCO<sub>3</sub>, high level NaHCO<sub>3</sub> and high level NaHCO<sub>3</sub> silage with protein supplement, respectively. In addition the average sodium intake from salt was 5 g day<sup>-1</sup>. Sodium requirement for sheep is 0.09 – 0.18 % in



the sheep's total diet. In our study the amount of sodium surpassed more than fivefold the sodium requirement, but no health problems were observed.

Table 1. Effect of partial neutralization of grass silage and protein supplement on the daily intake and live weight gain of lambs.

	Grass silage				S.E.	Significance		
	Untreated	8 g NaHCO <sub>3</sub>	16 g NaHCO <sub>3</sub>	16 g NaHCO <sub>3</sub> + Protein Suppl.		P1	P2	P3
Silage intake (g DM)	513	553	621	674	31.7	0.02	0.72	0.24
Concentrates (g DM)	435	430	429	440	3.5	0.22	0.68	0.04
Total DM intake (g)	987	1022	1090	1154	33.2	0.03	0.70	0.18
Total ME energy (MJ)	11.7	12.0	12.6	12.9	0.36	0.09	0.69	0.54
Total AAT (g)	91	93	98	103	2.8	0.10	0.68	0.23
Live weight gain (kg)	10.5	11.9	12.4	14.0	0.81	0.12	0.67	0.17

DM = Dry matter, ME = Metabolizable energy, AAT = Amino acids absorbed in the small intestine, S.E. = Standard Error, P1 = Linear trend of NaHCO<sub>3</sub>, P2 = Quadratic trend of NaHCO<sub>3</sub> and P3 = Effect of protein supplement.

## Conclusions

The results suggested that NaHCO<sub>3</sub> additive had beneficial effect on intake when grass silage made up about 60 % of the total diet.

## References

- Farhan, S.M.A. and Thomas, P.C. (1978) The effect of partial neutralization of formic acid silage with sodium bicarbonate on their voluntary intake by cattle and sheep. *Journal of British Grassland Society*, 33, 151-158.
- Huida, L., Väätäinen, H. and Lampila, M. (1986) Comparison of dry matter contents in grass silages as determined by oven drying and gas chromatographic water analysis. *Annales Agriculturae Fenniae*, 25, 215-230.
- Phillip, L.E. (1983) Effect of sodium bicarbonate on nitrogen utilization and feed intake by lambs. *Canadian Journal of Animal Science*, 63, 613-621.
- Shaver, R.D., Erdman, R.A., O'Connor, A.M. and Vandersall, J.H. (1985) Effects of silage pH on voluntary intake of corn silage and alfalfa hay silage. *Journal of Dairy Science*, 68, 338-346.
- Sormunen-Cristian, R. (1992) The effect of drying and partial neutralization of grass silage on voluntary intake by sheep. *Agricultural Science in Finland*, 1, 189-194.

## Estimation of grass silage intake of lambs using n-alkanes as markers

Sormunen-Cristian, R.<sup>1</sup>, Nykänen-Kurki, P.<sup>2</sup> and Jauhiainen, L.<sup>3</sup>

MTT Agrifood Research Finland

<sup>1</sup>Animal Production Research, FI-31600 Jokioinen, Finland

<sup>2</sup>Ecological Production, FI-50600 Mikkeli, Finland

<sup>3</sup>Research Services, FI-31600 Jokioinen, Finland

### Abstract

The use of n-alkanes for estimation of grass silage intake was studied with four ram lambs in metabolism cages with excreta collection in a Latin Square Design. The alkanes C<sub>32</sub> (12 days with daily oral dose of 120 mg) and C<sub>33</sub> were used as the external and the internal markers, respectively. In comparison, the offered and refused silage was weighed to measure the actual dry matter (DM) intake and total amount of faeces collected to calculate DM intake, too. The lambs were fed a mixture of timothy (*Phleum pratense* L.) and meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.) silage. According to the actual intake calculations faecal recovery of the alkanes C<sub>32</sub> and C<sub>33</sub> were 0.84 and 0.90, respectively. The DM digestibility with alkane and *in vivo* methods averaged 73.3 and 75.9 %, respectively. Daily silage DM intake based on total faecal collection averaged 0.68 kg lamb<sup>-1</sup>. The actual daily silage DM intake and intake estimated by n-alkanes were 0.75 and 0.83 kg lamb<sup>-1</sup>, respectively. Mean daily discrepancy (alkane intake – actual intake) was 0.077 kg lamb<sup>-1</sup>. Although, the accurate estimation of DM intake was obtained by alkane method, high standard error indicated rather poor preciseness of a single observation.

Keywords: alkane C<sub>32</sub>, alkane C<sub>33</sub>, forage, herbage, sheep, silage dry matter intake

### Introduction

The need to measure herbage intake by ruminants has led to the development of a wide variety of herbage- and animal-based techniques. Estimation of silage intake is generally based on the weighing of the offered herbage and refused one or on the total faecal collection in conjunction with silage digestibility determined by *in vitro* technique. In the case of group feeding, offered herbage - refused one estimates DM intake for the whole group. However, knowledge of individual DM intake would be beneficial for satisfying the nutrient requirements and for utilizing feed resources in the best way. The use of n-alkanes (chemical constituents in the wax layer of plants) as markers (Mayes *et al.* 1986) may be one possible method. But only limited information is available on their use to predict conserved forage intake of housed lambs. The objective of the study was to assess accuracy of DM intake evaluated by n-alkanes compared to the actual feed intake in penned lambs given grass silage. Alkane intake was evaluated using the C<sub>32</sub>:C<sub>33</sub> pair.

### Materials and methods

The study was undertaken at MTT Agrifood Research Finland in Jokioinen (60°54'N, 23°30'E, 107 m above sea level) in 1996. To investigate the use of n-alkanes for estimation of DM intake four Finnsheep ram lambs (average live weight of 40 kg, SD 6.3) were stall fed a mixture of timothy-

meadow fescue silage in metabolism cages with excreta collection in a Latin Square Design. Herbage, salt, minerals and water were given *ad libitum*.

Three methods were used to estimate DM intake.

1. With weighing method any refusal was weighed to measure the actual eaten amount.
2. According to total faecal collection method intake was calculated from faecal output as follows:

$$\text{Intake} = \frac{\text{Faecal output}}{1 - \text{Digestibility}}$$

3. With alkane method faecal and silage concentrations of alkanes C<sub>32</sub> and C<sub>33</sub> were analysed for intake calculation (Mayes *et al.* 1986).

During the experimental period of 12 days, the lambs were orally dosed once a day at 9 o'clock with a capsule containing 120 mg of C<sub>32</sub>. During the last 5 days of the dosing period, feed and faecal samples were collected and bulked over 5 days. The alkane concentrations in the silage and faeces were assessed by the techniques described by Duncan *et al.* (1999). Recovery of alkanes (i.e. proportion of ingested n - alkanes recovered in faeces) was calculated using the equation:

$$\text{Recovery} = \frac{\text{Faecal alkane concentration (mg kg}^{-1} \text{ DM)} * \text{Faecal DM output (kg d}^{-1})}{\text{Herbage alkane concentration (mg kg}^{-1} \text{ DM)} * \text{DM intake (kg d}^{-1})}$$

Conventional feed analysis was performed with standard method used at MTT's Animal Production Research. The *in vivo* digestibility was calculated by the total faecal collection and in addition from the marker concentrations.

## Results and discussion

Silage contained 164, 526, 678 and 83 g kg<sup>-1</sup> DM crude protein, neutral detergent fibre (NDF), digestible organic matter (D-value) and amino acids absorbed in the small intestine (AAT), respectively. The metabolizable energy content was 10.9 MJ kg<sup>-1</sup> DM. Fermentation quality of silage was good as assessed by lactic acid (12.1 g kg<sup>-1</sup>), butyric acid (0.8 g kg<sup>-1</sup>) and NH<sub>3</sub> of total nitrogen (46 g kg<sup>-1</sup>). Value of pH was 4.4. Every plant species has a particular alkane composition. In this study silage concentrations of alkanes C<sub>32</sub> and C<sub>33</sub> were 1.9 and 24.9 mg kg<sup>-1</sup> DM, respectively. The low C<sub>32</sub> levels were comparable to those found by Mayes *et al.* (1986). Daily amounts of faecal DM over a 5-day collection period averaged 0.18 kg lamb<sup>-1</sup> (range of 0.09-0.27 kg lamb<sup>-1</sup>). Urine was excreted on an average 1.41 kg day<sup>-1</sup>. In agreement with Mayes and Lamb (1984) the portion of ingested alkanes recovered in the faeces increased as the C-chain length increased. The mean faecal recoveries of alkanes C<sub>32</sub> and C<sub>33</sub> calculated by the use of the actual intakes were 0.84 and 0.90, respectively. Neither type of alkane is wholly indigestible. Mayes *et al.* (1986) presumed that ruminants can utilize herbage alkanes to some degree. The disappearance of n-alkanes in the gut is apparently due to absorption from the small intestine, with some loss in the fore-stomach and colon (Mayes *et al.* 1988). If the natural and synthetic alkanes of adjacent chain length have similar recoveries, the incomplete recovery would not matter. The faecal recovery of the dosed and natural alkanes were lower than the levels obtained in our later study where the fresh grass was fed (Sormunen-Cristian *et al.*, unpublished). The possible reason for the lower recovery is that the ensiling fermentation process allowed the alkanes to be more digestible in the digestive tract. The DM digestibility with alkane and *in vivo* methods averaged 73.3 and 75.9 %, respectively.

According to weighing method actual daily silage intake averaged 0.75 kg DM lamb<sup>-1</sup> (range 0.55-0.98 kg lamb<sup>-1</sup>). When this result is expressed on a metabolic body weight basis (kg<sup>-1</sup>W<sup>0.75</sup>) actual

DM intake was  $47 \text{ g kg}^{-1} \text{W}^{0.75}$  (range 37-58  $\text{g kg}^{-1} \text{W}^{0.75}$ ). The result was similar to that reported by ARC (1980,  $46 \text{ g DM kg}^{-1} \text{W}^{0.75}$ ). Daily DM intake based on total faecal collection and DM digestibility determined by alkanes averaged  $0.68 \text{ kg lamb}^{-1}$  ( $43 \text{ g kg}^{-1} \text{W}^{0.75}$ ). DM intake calculated by  $\text{C}_{32}$  and  $\text{C}_{33}$  pair was  $0.83 \text{ kg lamb}^{-1}$  ( $53 \text{ g kg}^{-1} \text{W}^{0.75}$ ) and mean daily discrepancy (alkane intake – actual intake)  $0.077 \text{ kg lamb}^{-1}$ . Thus, the accurate estimation of intake was obtained by alkane method.

In general, correlations between methods to estimate DM intake were high. However, the low correlation was found between the alkane and total faecal collection ( $r=0.40$ ). The low correlation was a consequence of the measurement error, which was calculated removing the average effect of lambs and periods from observed values. Standard deviation of the measurement error for weighing method, total faecal collection method and alkane method was 0.025, 0.029 and 0.266  $\text{kg DM lamb}^{-1}$ , respectively, and 1.9, 1.6 and  $16.6 \text{ g kg}^{-1} \text{W}^{0.75}$ , respectively. High standard error for alkane method means that accuracy of a single observation was rather poor, and more animals will be needed to get the same amount of information than using the other methods.

## Conclusions

The average level of silage DM intake of lambs was similar to all methods. However, the measurement error for alkane method was much greater than for the other methods indicating less preciseness of a single observation.

## References

- ARC (1980) The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, 351 pp.
- Duncan, A.J., Mayes, R.W., Lamb, C.S., Young, S.A. and Castillo, I. (1999) The use of naturally occurring and artificially applied n-alkanes as markers for estimation of short-term diet composition and intake in sheep. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 132, 233-246.
- Mayes, R.W. and Lamb, C.S. (1984) The possible use of n-alkanes in herbage as indigestible faecal markers. *Proceedings of the Nutrition Society* 43, 39A.
- Mayes, R.W., Lamb, C.S. and Colgrove, P.M. (1986) The use of dosed and herbage n-alkanes as markers for the determination of herbage intake. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 107, 161-170.
- Mayes, R.W., Lamb, C.S. and Colgrove, P.M. (1988) Digestion and metabolism of dosed even-chain and herbage odd-chain n-alkane in sheep. *Proceedings of the 12<sup>th</sup> General Meeting of the European Grassland Federation, Dublin*, 159-163.