

## NURMIREHUN SULAVUUS

MMM Anna Sipilä

MMT Marketta Rinne, MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, marketta.rinne@mtt.fi

Rehun sulavuudella tarkoitetaan sitä, kuinka paljon eläin saa syömästään rehusta energiaa ja ravintoaineita. Se ilmoitetaan yleisesti sulavan orgaanisen aineksen osuutena kuiva-aineesta eli D-arvona. Rehun sulavuudella on suuri merkitys nautojen ruokinnassa ja tuotannossa. Hyvin sulava rehu, jolla on korkea D-arvo, sisältää enemmän eläimelle käyttökelpoista energiaa ja ravintoaineita. Lisäksi eläimet myös syövät hyvin sulavaa rehua enemmän kuin huonosti sulavaa rehua.

Nurmirehun sulavuus vaihtelee huomattavasti. Siihen vaikuttavat erityisesti nurmikasvien kehitysvaihe, johon puolestaan vaikuttavat rehun korjuuaika, kasvilaji ja -lajike sekä kasvuolosuhteet. Sen sijaan typpilannoituksella tai säilöntätavalla ei ole juurikaan vaikutusta nurmen sulavuuteen. Nurmihienien D-arvo laskee alkukesällä keskimäärin 0,5 prosenttiyksikköä päivässä, joten korjuuajan merkitys sulavuudelle on merkittävä. Apilan D-arvo laskee heiniä hitaammin. Loppukesällä korjuuajankohdalla ei ole enää niin suurta vaikutusta rehun sulavuuteen.

Rehun sulavuuteen vaikuttavat myös tuotantoeläimeen liittyvät tekijät kuten ruokintataso ja rehuyhdistelmä, koska rehujen välillä on yhdysvaikutuksia. Esimerkiksi väkirehun määrän kasvessa rehun sulavuus heikkenee.

Rehun sulavuus voidaan määrittää mittaamalla reuhävikki joko eläimillä suoritettulla sulavuuskokeella (in vivo) tai laboratoriossa (in vitro). Sulavuuden määrittäminen voi myös perustua jonkin muun mitatun ominaisuuden ja sulavuuden väliseen läskennälliseen yhteyteen. Tällaisia ominaisuuksia ovat rehun kemiallinen koostumus, sulamaton kuitu (INDF), NIRS (lähi-infrapunaspektroskopia) ja kasvukauden lämpösusma.

Säilörehun korjuuaikapäätöksen avuksi on kehitetty Artturi Korjuuaikatiedotus -palvelu (ks. <http://www.agronet.fi/artturi>), joka sisältää ensimmäisen sadonkorjuun aikaan nurmen kasvu-

malliin perustuvan ennusteen D-arvosta. Kasvumallin selittävinä tekijöinä ovat lämpösusma sekä nurmen kasvupaikka itä-länsi- ja etelä-pohjoissuunnassa. Kasvupaikalla on merkitystä, koska mitä pohjoisemmaksi ja idemmäksi Suomessa mennään, sitä pienempi lämpösusma saman kehitysvaiheen saavuttamiseen riittää. Sopivan D-arvon valinta on tilakohtainen kysymys, johon vaikuttavat mm. tilalla käytössä oleva väkirehun määrä ja peltopinta-ala. Yleensä D-arvoa 69 % pidetään hyvän rehun tavoitteena.

### Sulavuusmäärittäminen eläimillä

Rehun sulavuusmäärittäminen eläimillä tehdään sulavuuskokeena, jonka aikana eläinten syömät rehut ja erittynyt sonta punnitaan. Menetelmänä sulavuuskoe eläimillä on kallis ja aikaavievä. Sulavuuskoe eläimillä on käytetään tutkimuksissa ja vertailumenetelmänä muita sulavuuden määrittämenetelmiä arvioitaessa. Kyseessä on näennäinen kokonaissulavuus, koska sonta sisältää syödyn rehun lisäksi metabolista ja endogeenistä ainesta.

Näennäinen kokonaissulavuus lasketaan syödyn rehun ja sonnassa eritetyn määrän erotuksena: (Syönti rehussa – Eritys sonnassa) / Syönti rehussa

Sulavuuskoe suoritetaan usein pässeillä. Pässeillä määritetyn D-arvon on todettu kuvaavan hyvin säilörehun maidontuotantopotentiaalia lehmillä. Sulavuuskokeessa täysikasvuisia päsejä ruokitaan yläpitoruokintatasolla ensin 1-2 viikon valmistuskauden ajan. Tätä seuraa n. 1 viikon pituinen keuruuskausi, jolloin syöty rehu ja erittynyt sonta punnitaan. Lopullinen tulos on yleensä neljän eri päsin tulosten keskiarvo.

### Kemiallinen koostumus

Nurmirehun sulamattoman kuidun määrä ja siten sulavuus ovat riippuvaisia solunseinän lignifioitumisesta. Siihen puolestaan vaikuttavat nurmen korjuuaste, säättekijät ja kasvilaji. Kuitenkaan sulavuutta tai INDF:n määrää ei voida ennustaa tarkasti ligniinipitoisuuden avulla. Myöskään raakavalku-

ainen tai kuitupitoisuus eivät ennusta sulavuutta yleispätevästi.

### **INDF:n eli sulamattoman kuidun määrittäminen**

Kasvin solujen sisäosat sulavat ruuansulatuselimistössä käytännössä kokonaan. Soluseinien neutraalidetergenttikuitu (NDF) muodostuu pääasiassa selluloosasta, hemiselluloosasta ja ligniinistä. Märehtijät pystyvät ruuansulatuselimistönsä mikrobin ansiosta hyödyntämään osittain myös näitä kuituja. Nurmirehun sulavuuteen vaikuttaa olennaisesti solujen sulavan seinämäkuidun (DNDF, sulava NDF) pitoisuus. Lisäksi sulavuuteen vaikuttavat DNDF:n sulatus- ja virtausnopeus. Sulava NDF määritetään kaikkien soluseinämäkuitujen ja sulamattoman NDF:n (INDF) erotuksena.

Määrittelyn mukaisesti sulamaton kuitu (INDF) on rehun kuitufraktio, joka on täysin sulamaton ruuansulatuselimistössä.

Rehun INDF-pitoisuus voidaan määrittää useammalla eri tavalla. Niistä luotettavin lienee rehun pitkä (yli 10 pv) pötsiutto pienisilmäistä (< 20 µm) nailonpusseja käyttäen. Toinen tapa mitata INDF on in vitro -inkubaatio pötsinesteessä pitkällä (144 h) inkubaatioajalla. Tämän menetelmän ongelmana on vaikeus saada kaikki DNDF sulamaan. Sulatustehokkuutta voidaan parantaa vaihtamalla pötsineste kesken inkubaatioajan. INDF voidaan määrittää myös perinteisen nailonpussemenetelmän parametreista laskemalla. Kuitenkin tässä menetelmässä käytettävä optimaalinen inkubointiaika riippuu rehun laadusta. Lisäksi päätepestemittaukseen verrattuna menetelmä on hyvin työläs.

Pitkä pötsiutto on melko luotettava keino määrittää rehun sulamattoman kuidun pitoisuus, ja sitä käytetäänkin paljon tutkimustarkoituksissa. Kuitenkin tilanäytteiden mittaamiseksi tarvitaan helpompi menetelmä INDF:n määrittämiseen.

### **Sellulaasiliukoisuuden määrittäminen**

Sellulaasiliukoisuuden määrittämisessä rehusta määritetään entsyymiliukoinen orgaaninen aine. Määrittämisen tulokset vaihtelevat entsyymityypin ja käytetyn menetelmän mukaan. Kuitenkin standardoituna menetelmänä se on hyvin toistettava.

Sellulaasientsyymiseos ei sulata rehua samalla tavalla kuin pötsineste, joten sulavuuden ennustamiseen tarvitaan rehuspesifinen korjausyhtälö.

Sellulaasimenetelmää käytetään tutkimuksessa, NIR-kalibrointien referenssimenetelmänä, tilanäytteiden varmennuksessa ja erikoisten rehujen analysoinnissa. Menetelmällä saatuihin tuloksiin aiheuttaa vaihtelua mm erot entsyymierien välillä. Lisäksi eri rehut ja jopa eri rehusadot saattavat vaatia eri korjausyhtälöitä luotettavan tuloksen saamiseksi.

### **NIRS (lähi-infrapunaspektroskopia)**

Lähi-infrapunaheijastusspektroskopia (NIRS) perustuu rehunäytteen orgaanisten yhdisteiden sisältämien O–H, C–H ja N–H -sidosten aiheuttamaan valon absorptioon. Absorboituneen valon osuus vaihtelee aallonpituuden sekä näytteen kemiallisen ja fysikaalisen rakenteen mukaan. Sulavuuden mittaamisessa NIR-menetelmä on siis epäspesifi, koska sekä täysin sulavat että sulamattomat rehuosien sisältävät infrapuna-alueen aallonpituudella absorboivia sidoksia. Kuitenkin sillä voidaan varsin menestyksellisesti määrittää säilörehun biologisia ominaisuuksia kuten sulavuus, sulatusnopeus ja käymislaatu.

NIR-menetelmän etuna on tarkkuus ja hyvä toistettavuus. Se on nopea ja halpa ja soveltuu hyvin suurten näytemäärien mittaamiseen. Menetelmänä se on helppokäyttöinen eikä tulos ole riippuvainen analyysin tekijästä. Lisäksi määrittämisessä käytettävä näytemateriaali säilyy ja nykyiset menetelmät mahdollistavat tuoreiden rehujen analysoinnin ilman esikäsittelyä. Samalla mittauksella voidaan mitata monia eri ominaisuuksia samalla kertaa.

Tuntemattomien tilanäytteiden analysoinnissa menetelmän lopullisen mittaustarkkuuden ratkaisevat vertailumenetelmän tarkkuus ja kalibrointiaineiston kattavuus. Hyvä kalibrointi on kallis ja sitä varten tarvitaan hyvä ja luotettava vertailumenetelmä. Kalibrointi varten tarvitaan riittävä näytemäärä, jonka vaihtelu kattaa koko mitattavan alueen. Lisäksi eri materiaaleille tarvitaan omat kalibroinnit.

Aluksi sulavuuden määrittämisessä NIR-menetelmän referenssimenetelmänä käytettiin päseillä suoritetuista sulavuuskokeista. Kalibrointiaineisto ei kuiten-

kaan edustanut riittävän hyvin analysoitavia näytteitä, joten pian vertailussa ja kontrolloinnissa alettiin käyttää sellulaasimenetelmää. Entsymaatisten sulavuusmittausten etuna on helppo standardoituavuus ja edullinen hinta.

Eri sulavuuden määritysmenetelmiä vertailtaessa NIR-menetelmä on ennustanut rehun sulamattoman kuidun osuuden selvästi paremmin kuin mikään rehun kemialliseen komponenttiin perustuva regressiomenetelmä.

### Lisätietoa:

Artturi

<http://www.agronet.fi/artturi>

Kuoppala, K., Rinne, M., Tuori, M., Pursiainen, P. & Vanhatalo, A. 2006. Puna-apilasäilörehujen sulavuuden määrittäminen laboratoriomenetelmin.

Julkaisussa: Maataloustieteen Päivät 2006 [verkkojulkaisu]. Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisuja no 21. Toim. Anneli Hopponen. Julkaistu 9.1.2006. Saatavilla Internetissä: <http://www.smts.fi/pos06/1108.pdf>. ISBN 951-9041-49-4.

Nousiainen, J., Ahvenjärvi, S., Rinne, M., Nyholm, L., Hellämäki, M. & Huhtanen, P. 2004. Nurmisäilörehun sulamattoman kuidun mittaaminen NIRS-menetelmällä. Julkaisussa: Maataloustieteen Päivät 2004 [verkkojulkaisu]. Suomen Maataloustieteellisen Seuran tiedote no 19. Toim. Anneli Hopponen ja Marketta Rinne. Julkaistu 5.1.2004. Saatavilla Internetissä: <http://www.smts.fi/MTP%20julkaisu%202004/esi04/ti40.pdf>. ISBN 951-9041-47-8. 5 p.

*Asiasanat: nurmirehu, sulavuus, sulamaton kuitu, sellulaasiliukoisuus, NIRS*