

Hevosten Nurmirehut –hanke.

Nurmikasvilajin ja korjuuajan vaikutus sulavuuteen hevosilla

Susanna Särkijärvi¹⁾, Riitta Sormunen-Cristian²⁾, Terttu Heikkilä²⁾, Jenni Komppa³⁾, Marketta Rinne²⁾, Markku Saastamoinen¹⁾ ja Lauri Jauhiainen⁴⁾,

¹⁾MTT/Hevostalous, Varsanojantie 63, 32100 Ypäjä, etunimi.sukunimi@mtt.fi

²⁾MTT/Nurmitalouden tutkimus, H-talo, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

³⁾Helsingin yliopisto, kotieläintieteen laitos, PL 28, 00014 Helsingin yliopisto

⁴⁾MTT/Menetelmäpalvelut, M-talo, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

Tiivistelmä

Tutkimuksessa käytettiin viikon välein korjattuja säilörehuja, joiden sulavuus määritettiin sonnan kokonaiskeruumenetelmällä hevosilla ja päseillä. Hevosilla sulavuus määritettiin myös merkkiaineilla, joita olivat sulamaton kuitu (iNDF) ja kromioksidi (Cr₂O₃). Lisäksi rehujen orgaanisen aineen sulavuus määritettiin *in vitro* -sellulaasimenetelmällä laboratoriossa. Tarkoituksena oli verrata eri menetelmien sopivuutta hevosten nurmirehujen sulavuuden määrittämiseen sekä selvittää, millä tarkkuudella hevosille tarkoitettujen rehujen sulavuus voidaan määrittää päseillä. Kasvilajivertailussa olevista rehuista saatiin tarpeellista tietoa myös nautakarjan ruokintaan.

Hevosten nurmirehut –hankkeessa tutkittiin kuuden eri säilörehun sulavuutta. Koerehut tehtiin puhtaan ruokonadan ja timotei-nurminataseoksen ensimmäisestä sadosta alkukesällä 2006 Jokioisilla. Rehut korjattiin molemmista kasvilajeista kolmessa eri kehitysvaiheessa. Koerehujen niittopäivät olivat 19.6., 26.6. ja 3.7. Rehut säilöttiin pyöröpaaleihin. Säilöntäaineena oli AIV 2 Plus. Rehujen sulavuus määritettiin keväällä 2007 Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) Hevostalouden tutkimusyksikössä Ypäjällä. Koemallina oli 6 x 4 epätäydellisen latinalaisen neliön koe kuudella tammalla. Säilörehuja annettiin ylläpitotarpeen mukaisesti 60 g KA/kgW^{0.75}. Määrä vastasi rehun kuiva-ainepitoisuudesta ja hevosen koosta riippuen 12 - 22 kiloa tuoretta rehua eläintä kohden päivässä. Ruokonatasäilörehun keskimääräiset kuiva-ainepitoisuudet olivat 357 – 498 g/kg ja vastaavasti timotei-nurminatasäilörehun 421 – 550 g/kg. Rehujen käymislaatu oli hyvä. Ruokonatasäilörehussa raakavalkuaispitoisuudet olivat matalammat ja kuitupitoisuudet (raakakuitu ja NDF) korkeammat kuin samalla kasvuasteella korjatussa timotei-nurminatasäilörehussa. Myös ruokonadan D-arvot olivat timotei-nurminadan D-arvoja pienemmät.

Lukuunottamatta ruokonadan vanhimman kasvuasteen korsiintuneita osia, säilörehut maittoivat hevosille hyvin. Vaikka ruokinta keruukaudella oli ylläpitotasolla, osa hevosista jätti rehua. Timotei-nurminatasäilörehut olivat paremmin sulavia kuin vastaavalla kasvuasteella korjatut ruokonatasäilörehut. Ruokonadan orgaanisen aineen sulavuus nuoremasta kasvuasteesta vanhimpaan oli 612, 518 ja 467 g/kg KA ja timotei-nurminadan vastaavasti 672, 566 ja 516 g/kg KA. Rehulajien väliset erot raakavalkuaisen sulavuudessa olivat pieniä juhannuksen jälkeen ja heinäkuun alussa korjatuissa rehuissa. Timotei-nurminadan kuitu sulii noin 20 % paremmin kuin ruokonatasäilörehun kuitu. *In vitro* -sellulaasimenetelmä yliarvioi orgaanisen aineen sulavuuden ruokonadan osalta 31 %:lla ja timotei-nurminadan osalta 23 %:lla. *In vitro* -menetelmä yliarvioi sulavuutta enemmän vanhemmilla kasvuasteilla. Myös päseillä määritetty sulavuus oli selvästi korkeampi kuin hevosilla määritetty.

Asiasanat: hevonen, karkearehu, korjuu-aika, nurminata, ruokonata, säilörehu, sulavuus, timotei

Johdanto

Hevostalous on tällä hetkellä kasvava kotieläintuotannon ala Suomessa. Samalla, kun nurmituotanto nautakarjan tarpeisiin vähenee, kasvavat ammattimaisesti tuotetun, laadukkaan hevosrehun markkinat. Suomessa on tutkittu laajasti nurmirehujen tuotantotekniikan ja laadun merkitystä märehitijöiden ruokinnassa, mutta opit eivät ole suoraan sovellettavissa hevosten ruokintaan. Hevosten nurmirehuja koskevaa tutkimusta on tehty maassamme vähän.

Hevosten nurmirehujen tuotannossa korostuu erikoisosaaminen hyvän hygieenisen ja ravitsemuksellisen laadun takaamiseksi. Tuotannossa on keskeistä tuntee kasvilajin ja korjuuajan vaikutukset rehun laatuun, jotta käytettävissä olevat rehuerät voidaan ohjata sopivalle hevosryhmälle. Rehuerän ravitsemuksellinen ja hygieeninen laatu pitää pystyä osoittamaan myös analyysein. Hevostalouden käyttöön ei ole tarjolla sopivia rehuanalyysipaketteja, vaan käytössä ovat märehitijöille suunnatut analyytit. Hevosrehujen laadun arvioitiin tarvitaan uusia keinoja.

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT), Maa- ja metsätalousministeriön (MMM), Helsingin yliopiston (HY) ja yritysten rahoittamassa Hevosten Nurmirehut –hankkeen (2006-2008) sulavuuskoeosiossa käytettiin systemaattisesti vaihtelevia rehuja, joiden sulavuus määritettiin sonnan kokonaiskeruumenetelmällä hevosilla ja pässeillä (Sormunen-Cristian ym. 2008). Hevosilla sulavuus määritettiin kokonaiskeruun lisäksi myös merkkiaineilla, joita olivat sulamaton kuitu (iNDF) ja kromioksidi (Cr_2O_3). Tarkoituksena oli arvioida merkkiainemenetelmien soveltuvuutta hevosten nurmirehujen sulavuusmäärittäykseen sekä selvittää, miten pässeillä saadut sulavuudet eroavat hevosilla saaduista nurmirehujen sulavuuksista. Orgaanisen aineen sulavuus määritettiin myös *in vitro* –sellulaasimenetelmällä. Kasvilajivertailussa oli mukana ruokonata, jonka sulavuudesta saatiin tarpeellista tietoa myös nautakarjan ruokintaan.

Koska tutkimusosio ei ole vielä kokonaan analysoitu, niin tuloksista esitetään *in vivo* –sulavuudet hevosten kokonaiskeruumenetelmällä ja *in vitro* –sulavuudet.

Aineisto ja menetelmät

Hevosten sulavuuskoe tehtiin kevättälvella 2007 MTT:n Hevostalouden tutkimusyksikössä Ypäjällä. Tutkimuksessa oli kuusi MTT/Hevostutkimuksen omistamaa suomenhevostammaa. Tammat olivat iältään 5 - 13 vuotiaita ja elopainoltaan 624 ± 36 kiloa.

Koerehuina oli kuusi erilaista säilörehua. Koerehut tehtiin puhtaan ruokonadan ja timotei-nurminataseoksen ensimmäisestä sadosta alkukesällä 2006 Jokioisilla. Rehut korjattiin molemmista kasvilajeista kolmessa eri kehitysvaiheessa. Koerehujen niittopäivät olivat 19.6., 26.6. ja 3.7. Rehut säilöttiin pyöröpaaleihin. Säilöntäaineena oli AIV 2 Plus. Säilörehut syötettiin hevosille ylläpitotasolla ($60 \text{ g ka/kgW}^{0.75}$). Rehuannokset punnittiin jokaisen jakson alussa valmiiksi koko jaksoa varten ja pakastettiin. Rehuäytteet otettiin punnitsemisen yhteydessä keruukaudelle tulevista rehuista. Jos hevoset jättivät jätettä, se punnittiin ja siitä määritettiin kuiva-aine.

Sulavuuskoe toteutettiin 6×4 epätäydellisen latinalaisen neliön kokeena. Jokaiseen neljään jaksoon sisältyi 16 vuorokautta totutusruokintaa ja viisi vuorokautta sonnan kokonaiskeruuta. Sonta kerättiin hevosten karsinoista kumimaton päältä. Virtsan erottelemiseksi hevoset pitivät valjaita keruukauden ajan. Jokaisen keruuvuorokauden yksilöllinen sontamäärä punnittiin ja siitä otettiin 5 % näytettä analyyseihin.

Rehuista analysoitiin kuiva-aine, tuhka, raakakuitu ja typpi Leco FP 428 typpi-analyysaattorilla, josta raakaproteiini laskettiin kertomalla typpiprosentti luvulla 6,25 (AOAC 1990). Lisäksi analysoitiin NDF- (Van Soest ym. 1991) ja ADF- (Robertson ym. 1981) kuitufraktiot, haihtuvat rasvahapot (Huhtanen ym. 1998), pH, sokerit (Somogyi 1945), maitohappo (Haacker ym. 1983), liukoinen typpi, ammoniumtyppi (McCullough 1967) ja sellulaasiliukoisuus (Nousiainen ym. 2003). Sonnasta määritettiin kuiva-aine, tuhka, typpi, raakakuitu ja NDF. Analyytit tehtiin MTT-Laboratorioiden Eläinravitsemusryhmässä Jokioisilla.

Vastemuuttuja (Y) analysoitiin seuraavalla tilastollisella mallilla: $Y_{ijkl} = \mu + \text{eläin}_i + \text{jakso}_j + \text{rehu}_k + \text{korjuuaika}_l + \text{rehu} * \text{korjuuaika}_m + \varepsilon_{ijklmn}$. Tilastollisessa testauksessa käytettiin SAS 9.1 ohjelmaa ja mixed proseduuria.

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Molemmat koerehut niitettiin samana päivänä. Rehut pyrittiin kuivaamaan samaan kuiva-ainepitoisuuteen ennen paalausta. Ruokonatasäilörehut jäivät kuitenkin sääoloista johtuen hieman timotei-nurminatarehuja

märemmiksi. Kemialliselta koostumukseltaan samana ajankohtana niitetyt rehut olivat hyvin samanlaisia (Taulukko 1). Ruokonadassa oli hieman korkeammat tuhkapitoisuudet kuin timotei-nurminadassa. Timotei-nurminata taas sisälsi enemmän raakavalkuaista. Kuitupitoisuuksissa (raakakuitu, NDF) ei ollut eroa kasvilajien välillä. Ruokonata sisälsi nuorella kasvuasteella hieman enemmän sokeria kuin timotei-nurminata. Käymislaadultaan rehut olivat hyviä.

Taulukko 1. Koerehujen kemiallinen koostumus ja käymislaatu.

Niittopäivä 2006	Ruokonata			Timotei-nurminata		
	19.6.	26.6.	3.7.	19.6.	26.6.	3.7.
Kuiva-aine (KA), g/kg	498	357	479	478	421	550
Koostumus, g/kg KA						
Tuhka	97	97	89	81	75	72
Orgaaninen aine	903	903	911	920	925	928
Raakavalkuainen	130	118	101	151	136	113
Raakakuitu	290	320	342	297	318	336
NDF-kuitu	543	579	625	558	582	622
Sokerit	105	76	87	82	82	91
Maitohappo	28	50	5	29	31	2
Etikkahappo	8	9	5	7	8	5
pH	4,65	4,39	5,23	4,48	4,50	5,16
Liukoinen typpi (N), g/kg N	530	650	577	583	679	539
Ammonium typpi, g/kg N	32	51	38	38	46	33

Koerehut maittoivat hevosille hyvin. Ainoastaan ruokonadan vanhimman kasvuasteen paksuja korsia hevoset jättivät syömättä, vaikka ruokinta olikin rajoitettua. Tavoitteena ollut ruokintataso kuitenkin toteutui, sillä syönnissä ei ollut eroa rehujen välillä (Taulukko 2). Ruokonatasäilörehu oli kaikkien ravintoaineiden suhteen heikommoin sulavaa kuin timotei-nurminatasäilörehu. Timotei-nurminatasäilörehun kuitu (raakakuitu, NDF) suli noin 20% ($P<0,001$) paremmin kuin ruokonatasäilörehun kuitu. Raakakuidun ja NDF:n sulavuudet eivät eronneet toisistaan saman kasvilajin sisällä. Orgaanisen aineen (OA) sulavuudessa oli tilastollisesti merkitsevä ($P<0,001$) ero kasvilajien välillä. Kuiva-aineen ($P<0,01$) ja raakavalkuaisen ($P<0,05$) sulavuuksissa ero oli myös selvästi merkitsevä.

Eri kasvuasteiden osalta erot sulavuuksissa olivat selkeitä. Nuorimmalla kasvuasteella korjatut säilörehut sulivat vanhempia kasvuasteita paremmin molemmissa kasvilajeissa. Ero oli kaikkien ravintoaineiden suhteen merkitsevä ($P<0,001$). Orgaanisen aineen *in vivo* -sulavuus laski ensimmäisen ja toisen niiton välillä keskimäärin 1,34 prosenttiyksikköä vuorokaudessa ja toisen ja kolmannen niiton välillä 0,86 prosenttiyksikköä.

Taulukko 2. Koerehujen syönti, sonnan erityis ja ravintoaineiden näennäinen kokonaissulavuus hevosella.

Niittopäivä 2006	Ruokonata			Timotei-nurminata			Kasvi-laji	Niitto-aika
	19.6.	26.6.	3.7.	19.6.	26.6.	3.7.		
Säilörehun syönti, g KA/kgW ^{0,75} /pv	62	62	65	61	58	63		
Sontaa, g KA/el/pv	3181	3769	4397	2651	3368	3973	***	***
Sulavuudet								
Kuiva-aine (KA), g/kg	588	514	445	648	548	492	**	***
Orgaaninen aine, g/kg KA	609	527	457	673	567	517	***	***
Raakavalkuainen	670	649	598	733	670	608	*	***
Raakakuitu	526	421	355	634	517	449	***	***
NDF-kuitu	519	410	377	623	496	443	***	***

Hevosilla määritetyt koerehujen sulavuudet erosivat selvästi pässikokeessa määritetyistä sulavuuksista (Sormunen-Cristian ym. 2008) ollen niitä huomattavasti heikompia (Taulukko 3). Eläinlajien väliset sulavuuserot olivat ruokonatasäilörehulla suurempia kuin timotei-nurminatasäilörehulla.

Taulukko 3. Koerehujen orgaanisen aineen sulavuus ja D-arvo *in vivo* ja *in vitro* -menetelmillä.

Niittöpäivä 2006	Ruokonata			Timotei-nurminata		
	19.6.	26.6.	3.7.	19.6.	26.6.	3.7.
Orgaanisen aineen sulavuus, g/kg KA						
<i>in vivo</i> , hevonen	609	527	457	673	567	517
<i>in vivo</i> , pässi	740	669	592	757	680	634
<i>in vitro</i> - sellulaasimenetelmä	751	684	639	758	719	667
D-arvot, SOA g/kg KA						
<i>in vivo</i> , hevonen	552	468	425	617	523	479
<i>in vivo</i> , pässi	668	606	539	693	631	587
<i>in vitro</i> - sellulaasimenetelmä	678	618	582	697	665	619

SOA=sulavaa orgaanista ainetta

Johtopäätökset

Ruokonadasta ja timotei-nurminataseoksesta samanaikaisesti valmistetut säilörehut eivät eronneet toisistaan kuitupitoisuudeltaan tai käymislaadultaan. Ruokonadassa tuhkapitoisuus oli korkeampi ja raakavalkuaispitoisuus pienempi kuin timotei-nurminadassa. Timotei-nurminatasäilörehua hevoset sulattivat merkitsevästi paremmin kuin ruokonatasäilörehua. *In vitro* -sellulaasimenetelmä samoin kuin *in vivo* -sulavuusmääritys päseillä antoi selvästi paremmat sulavuudet kuin hevosilla, eivätkä ne näin ollen ilman sulavuuksien korjausta sovellu hevosille tarkoitettujen nurmirehujen rehuarvomäärityksiin.

Kirjallisuus

AOAC 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, VA. 1298 p. ISBN 0-935584-42-0.

Haacker, K., Block, H.J. & Weissbach, F. 1983. Zur kolorimetrischen Milchsäurebestimmung in Silagen mit p-Hydroxydiphenyl. [On the colorimetric determination of lactic acid in silages with p-hydroxydiphenyl]. Arch. Tierernähr. 33: 505-512.

Huhtanen, P.J., Blauwiel, R. & Saastamoinen, I. 1998. Effects of intraruminal infusions of propionate and butyrate with two different protein supplements on milk production and blood metabolites in dairy cows receiving grass silage based diet. J. Sci. Food Agr. 77, 213-222.

McCullough, H. 1967. The determination of ammonia in whole blood by direct colorimetric method. Clin. Chim. Acta 17: 297-304.

Nousiainen, J., Rinne, M., Hellämäki, M., & Huhtanen, P. 2003. Prediction of the digestibility of the primary growth of grass silages harvested at different stages of maturity from chemical composition and pepsin-cellulase solubility. Anim. Feed Sci. Tech. 103: 97-111.

Robertson, J.B. & Van Soest, P.J. 1981. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: James, W.D.T. and Theander, O. (eds.). The Analyses of dietary Fibre in Foods. New York, NY, Marcell Dekker. p. 123-158.

Somogyi, M. 1945. A new reagent for the determination of sugars. J. Biol. Chem. 160: 61-68.

Sormunen-Cristian, R., Heikkilä, T., Särkijärvi, S., Rinne, M. & Jauhiainen, L. 2008. Hevosten Nurmirehut – hanke. Ruokonadastako säilörehua hevosille –nurmikasvilajin ja korjuuajan vaikutus sulavuuteen päseillä. Maataloustieteen Päivät 10.-11.1.2008, Viikki, Helsinki.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B. & Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.