



Luonnonvara- ja
biotalouden
tutkimus 78/2017

Rukiin käyttömahdollisuudet kasvavien nautojen ruokinnassa

Rukiin viljelyn riskien vähentäminen -hankkeen tutkimustulokset

Arto Huuskonen ja Maiju Pesonen

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 78/2017

Rukiin käyttömahdollisuudet kasvavien nautojen ruokinnassa

Rukiin viljelyn riskien vähentäminen -hankkeen tutkimustulokset

Arto Huuskonen ja Maiju Pesonen



MAASEUTU 2020



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Huuskonen, A. ja Pesonen, M. 2017. Rukiin käyttömahdollisuudet kasvavien nautojen ruokinnassa : Rukiin viljelyn riskien vähentäminen -hankkeen tutkimustulokset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 78/2017. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 13 s.

ISBN: 978-952-326-505-9 (Painettu)

ISBN: 978-952-326-506-6 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-506-6>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Arto Huuskonen ja Maiju Pesonen

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2017

Julkaisuvuosi: 2017

Kannen kuva: Outi Ukkola

Painopaikka ja julkaisumyynti: Juvenes Print, <http://luke.juvenesprint.fi>

Alkusanat

Rukiin viljelyn riskien vähentäminen -hankkeen tavoitteena oli lisätä rukiin viljelyä Pohjois-Pohjanmaan maakunnan alueella. Maatalousyrittäjien näkökulmasta rukiin viljelyn lisääminen toisi monipuolisuutta viljelykiertoihin, hajauttuisi yksipuolisen kevätviljan viljelyn aiheuttamia riskejä ja tasaisi työhuippuja. Alueen elintarviketeollisuuden osalta lisääntynyt tarjonta lähialueelta vähentäisi tarvetta tuoda ruista pitkien kuljetusmatkojen päästä, mikä osaltaan vähentäisi kuljetuskustannuksia, parantaisi tuotantoketjun resurssitehokkuutta ja vähentäisi kuljetusten aiheuttamaa ympäristökuormitusta.

Tavoitteeseen pyrittiin lisäämällä viljelijöiden tietoisuutta rukiin viljelyn uusista mahdollisuuksista (mm. uusien lajikkeiden käyttömahdollisuudet, optimaaliset viljelymenetelmät) sekä luomalla rehuikäytön kautta toimivat markkinat leipäviljäksi kelpaamattomille ruiserille. Jälkimmäiseen toimenpiteeseen liittyen hankkeessa toteutettiin kasvavien nautojen ruokintakoe, jossa tutkittiin rukiin käyttöä kasvavien sonnien väkirehuseoksessa. Tähän raporttiin on koottu kyseisen ruokintakokeen tulokset, joiden perusteella näyttää siltä, että ruista voidaan sisällyttää nautojen ruokintaan enemmän, kuin mitä meillä on perinteisesti suositeltu.

Rukiin viljelyn riskien vähentäminen -hanketta rahoitettiin Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahastosta, ja tuki myönnettiin Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen kautta. Hankkeen yksityisrahoittajana toimi Kinnusen Mylly Oy. Hankeyhteistyöhön osallistuivat myös Pro Ruis yhdistys, Boreal Kasvinjalostus Oy ja Berner Oy. Hankkeen toteuttajat kiittävät rahoittajia ja yhteistyökumppaneita.

Vesannolla 17.11.2017

Arto Huuskonen

Luonnonvarakeskus

Tiivistelmä

Arto Huuskonen ja Maiju Pesonen, Luonnonvarakeskus, Vihreä teknologia, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, etunimi.sukunimi@luke.fi

Ruis on pohjoisen pallonpuoliskon kasvi, jota tuotetaan ja kulutetaan maantieteellisesti melko suppealla alueella. Suurimpia tuottajavaltioita ovat Saksa ja Puola. Kotimainen ruissato ei ole kovinkaan monena vuonna riittänyt kattamaan omavaraisuutta. Yhtenä rukiin viljelyä rajoittavana tekijänä on perinteisesti ollut muihin viljoihin verrattuna vaatimaton satotaso, joka on heikentänyt rukiin viljelyn kilpailukykyä. Tämä haaste on kuitenkin ainakin osittain ratkaistu uusien ruislajikkeiden kehitystyön kautta. Merkittävä rukiin viljelyä rajoittava tekijä on myös riski siitä, että sakoluvultaan leipäviljäksi kelpaamattomille ruiserille ei ole välttämättä löytynyt vaihtoehtoista kaupallista käyttöä.

Rukiin rehukäytön esteenä on pidetty tiettyjä rukiin sisältämiä haitta-aineita sekä muita rehuviljoja heikompaa maittavuutta. Ruista onkin suositeltu lisättäväksi nautojen ruokintaan rajoitetusti niin, että sen osuus väkirehuseoksesta olisi korkeintaan 20 %. Edellä mainittu perustuu kuitenkin vuosikymmenten takaisin tutkimuksiin, eikä rukiin rehukäytöstä nautojen ruokinnassa ei ole olemassa tuoretta tutkimustietoa. Rukiin lajikekanta on uudistunut, ja leipäviljäksi kelpaamattomien ruiserien rehukäyttö nautojen ruokinnassa on todennäköisesti mahdollista aikaisempaa suositusta laajemmalla mittakaavassa. Asian selvittämiseksi Rukiin viljelyn riskien vähentäminen -hankkeessa tutkittiin rukiin käyttöä osana kasvavien sonnien rehuannosta.

Kokeessa oli yhteensä 80 maitorotuista sonnia, jotka olivat kokeen alussa keskimäärin 250 vuorokauden ikäisiä ja painoivat keskimäärin 320 kg. Sonnit ruokittiin seosrehulla, jonka kuiva-aineesta 50 % oli nurmisäilörehua ja 50 % väkirehua. Säilörehuna oli hyvälaatuinen timoteisäilörehu (D-arvo 691 g/kg ka). Väkirehuna käytettiin teollista täysrehua, jossa oli ruista 0, 15, 30 tai 45 % väkirehun kuiva-aineesta. Tällöin sonnien ruokinta sisälsi kokonaisuudessaan ruista 0, 7,5, 15 tai 22,5 %. Kontrollirehu oli lihanautojen loppukasvatukseen tarkoitettu täysrehu, jonka pääkomponenttina oli ohra. Jokaisella koeruokinnalla oli 20 sonnia, ja eläimet saivat seosrehua vapaasti.

Sonnien teurasikä oli keskimäärin 484 vuorokautta ja teuraspaino 354 kg. Koeruokinnat eivät vaikuttaneet merkittävästi rehun syöntiin, kasvuun tai teurastuloksiin. Rukiin käytön ei havaittu aiheuttavan sonneille terveysongelmia kokeen aikana korkeimmillakaan käyttömäärillä. Sonnien keskimääräinen nettopäiväkasvu kokeen aikana oli 832 g/pv ja syntymästä teurastukseen laskettu nettopäiväkasvu 691 g/pv. Ruhon lihakuusluokka oli keskimäärin 5,1 (O) ja rasvaisuusluokka 2,2. Saadun tuloksen perusteella näyttää siltä, että ruista voidaan sisällyttää kasvavien nautojen ruokintaan selvästi enemmän, kuin mitä meillä on perinteisesti suositeltu.

On kuitenkin syytä huomata, että ruokintakoe toteutettiin hyvälaatuista viljaa sisältävillä rehuilla. Heikkolaatuisen viljan rehukäytössä on rajoitteensa. Homeisen rehun ruokinnallinen arvo ja maittavuus on yleensä huonontunut normaalista. Homeisen viljan mahdollisesti sisältämät homemyrkyt ovat myös riski eläinten ruokinnassa. Erityisesti rukiin osalta on huomioitava myös torajyvät, jotka ovat terveusriski, mikäli niitä joutuu eläinten ruokintaan.

Asiasanat: naudanlihantuotanto, sonnit, ruokinta, väkirehut, ruis, syönti, kasvu, ruhon laatu

Sisällysluettelo

1. Johdanto	5
2. Aineisto ja menetelmät	6
2.1. Koepaikka ja eläimet	6
2.2. Koeruokinnat.....	6
2.3. Rehunäytteiden otto, esikäsittely ja analysointi.....	7
2.4. Koe-eläinten punnitukset, teurastus ja ruhon laatu.....	7
2.5. Tilastollinen analyysi	8
3. Tulokset ja tulosten tarkastelu	9
3.1. Eläinten terveydentila.....	9
3.2. Rehun syönti ja ravintoaineiden saanti.....	9
3.3. Kasvu- ja teurastulokset.....	11
4. Yhteenveto ja johtopäätökset.....	12

1. Johdanto

Ruis on pohjoisen pallonpuoliskon kasvi, jota tuotetaan ja kulutetaan maantieteellisesti suhteellisen suppealla alueella. Suurimpia tuottajavaltioita ovat Saksa ja Puola. Viljan viljelyn lähtökohdat Suomessa poikkeavat luonnonolojemme ja maantieteellisen sijaintimme vuoksi olennaisesti muista EU:n jäsenvaltioista. Siksi syysviljojen osuus maamme viljelyalasta on muihin EU-maihin verrattuna pieni. Koska ruis on kuitenkin tärkein leipäviljamme, sen kysyntä on säilynyt vakaana viime vuosina. Rukiin viljely Suomessa ei ole viime vuosina yleensä täysin yltänyt kattamaan omavaraisuutta ja kotimaisen tarjonnan niukkuutta selittää osaltaan viljelyn verrattain heikko kannattavuus. Kustannusvertailussa rukiin muuttuvat kustannukset ovat samaa tasoa tai jopa jonkin verran muita viljoja pienemmät, mutta työkustannus on erityisesti sadonkorjuun osalta suurempi (VYR 2010).

Suomessa rukiin viljelyn tavoitteena on leipäviljalaatu ja sadon tärkein laatuksiteeri on sakoluku. Se osoittaa välillisesti, kuinka paljon jyvän tärkkelyksestä on pilkkoutunut sokereiksi (VYR 2010). Jos viljan korjuuta edeltää tuleentumiselle epäedullinen sateinen ja kylmä sää tai tuleentuneen viljan korjuu viivästyy sateiden vuoksi, jyvässä tapahtuu tähkäidäntää, jolloin jyvän alfa-amylaasientsyymin aktiivisuus lisääntyy niin, että jyvän tärkkelys hajoaa osittain sokereiksi. Huonon sakoluvun jyväsadon käyttö leipomoteollisuudessa jättää leivän sisuksen taikinamaiseksi. Laatuhaittaa voidaan jossain määrin vähentää teollisuudessa sekoittamalla hallitusti sakoluvultaan vaihtelevia eriä keskenään (VYR 2010).

Yhtenä rukiin viljelyä rajoittavana tekijänä on perinteisesti ollut jo aiemmin mainittu muihin viljoihin verrattuna vaatimaton satotaso joka on heikentänyt rukiin viljelyn kilpailukykyä. Tämä haaste on kuitenkin, ainakin osittain, ratkaistu uusien lajikkeiden kehitystyön kautta. Toinen, ja ehkä jopa merkittävin, rukiin viljelyä rajoittava tekijä on riski siitä, että leipäviljaksi kelpaamattomille ruiserille ei välttämättä löydy vaihtoehtoista kaupallista käyttöä. Ruis on meillä käytännössä ainoastaan leipävilja, vaikka kansainvälisesti se luokitellaan rehuviljaksi.

Rukiin rehukäytön rajoitteena on perinteisesti pidetty sen sisältämiä maittavuutta heikentäviä yhdisteitä (arabinoksyylaanit) sekä maittavuutta ja sulavuutta heikentäviä alkyyliresorsinoleja, joiden on ainakin yksimahaisilla havaittu heikentävän kasvua (Spiece 1986). Suomessa on suositeltu, että naudoilla rukiin määrän väkirehuseoksessa tulisi olla alle 20 % (VYR 2010). Toisaalta Saksassa tehdyn tutkimuksen perusteella ruista voitiin syöttää sonneille loppukasvatuksessa yli 5 kg päivässä, eivätkä syönti- ja kasvutulokset poikenneet ohraa, vehnää tai maissia väkirehuna saaneiden sonnien tuloksista (Schneider ym. 1990).

Rukiin rehukäytöstä nautojen ruokinnassa ei ole olemassa kotimaista tutkimustietoa, ja ulkomaisetkin tulokset perustuvat pääosin vuosikymmenten takaisin kokeisiin. On todennäköistä, että nykyisellä lajikekannalla leipäviljaksi kelpaamattomien ruiserien rehukäyttö nautojen ruokinnassa on mahdollista aikaisempaa suositusta laajemmassa mittakaavassa. Tästä tulee kuitenkin saada tuoretta todennettua näyttöä, jonka perusteella nykyistä laajamittaisempaan rehukäyttöön uskallettaisiin siirtyä. Tällöin ne ruiserät, jotka eivät täytä leipäviljan vaatimuksia, voitaisiin ohjata rehukäyttöön. Leipäviljaksi kelpaamattomien ruiserien käyttö rehuna vähentäisi rukiin viljelyn riskiä, mikä todennäköisesti johtaisi rukiin omavaraisuuden lisääntymiseen leipäviljana. Tämän vuoksi rukiin viljelyn riskien vähentäminen -hankkeessa toteutettiin ruokintakoe, jossa selvitettiin rukiin käyttöä osana kasvavien sonnien rehuannosta.

2. Aineisto ja menetelmät

2.1. Koepaikka ja eläimet

Ruokintakoe suoritettiin Luonnonvarakeskuksen (Luke) Siikajoen toimipisteen tutkimuspihatossa, jonne hankittiin vuoden 2016 lokakuussa 36 kpl ayrshire-rotuisia (ay) ja 44 kpl holstein-rotuisia (hol) sonnivasikoita. Kaikki eläimet hankittiin A-Tuottajat Oy:n eläinvälityksen kautta. Ruokintakoe aloitettiin eläinten totutusjakson jälkeen 4.1.2017. Kokeen alussa sonnit painoivat keskimäärin 320 ($\pm 34,9$) kg ja olivat 250 ($\pm 10,4$) vuorokauden ikäisiä.

Sonnit kasvatettiin viiden eläimen ryhmäkarsinoissa, joiden pituus oli 10 m ja leveys 5 m. Karsinassa oli siten tilaa 10 m² eläintä kohden. Karsina-alue muodostui lantakäytävästä ja kuivitetusta makuualueesta. Makuualueen koko oli 5 x 5 m, jolloin eläintä kohti oli 5 m² kuivitetua makuuallueta. Lantakäytävät tyhjennettiin kokeen aikana keskimäärin kaksi kertaa viikossa, ja samalla lisättiin kuiviketta makuualueelle (turvetta kerran ja olkea kaksi kertaa viikossa). Makuualueet tyhjennettiin talvela noin kahden kuukauden ja kesällä noin kolmen kuukauden välein.

Sonnien terveydentilasta pidettiin kirjanpitoa koko kokeen ajan, ja kaikista sonnien terveyteen liittyvistä havainnoista tehtiin muistiinpanoja. Terveysseurantaan kuuluivat esimerkiksi puhaltuminen sekä mahdolliset muut terveysongelmat.

2.2. Koeruokinnat

Kokeen alussa sonnit jaettiin rodun ja elopainon perusteella neljälle koeruokinnalle, jolloin kullekin koeruokinnalle tuli 9 ay- ja 11 hol-sonnia (4 karsinaa ja 20 sonnia / koeruokinta). Sonnit ruokittiin seosrehulla, jonka kuiva-aineesta 50 % oli nurmisäilörehua ja 50 % väkirehua.

Väkirehuna käytettiin Kinnusen Mylly Oy:n valmistamia teollisia täysrehuja, joissa oli ruista 0, 15, 30 tai 45 % väkirehun kuiva-aineesta. Tällöin sonnien ruokinta sisälsi kokonaisuudessaan ruista 0, 7,5, 15 tai 22,5 %. Väkirehujen raaka-ainekoostumus käy ilmi taulukosta 1. Kontrollirehu oli lihanautojen loppukasvatukseen tarkoitettu täysrehu, jonka pääkomponenttina oli ohra. Koerehuissa ohraa korvattiin rukiilla. Rukiin energia-arvo oli jonkin verran ohraa korkeampi, ja kasviöljylisäyksellä huolehdittiin siitä, että kaikkien väkirehujen energia-arvo oli identtinen (12,4 MJ/kg ka) (Taulukko 2).

Taulukko 1. Kokeessa käytettyjen väkirehujen raaka-ainekoostumus.

Väkirehujen raaka-aineet, g/kg ka	Rukiin osuus väkirehuseoksesta, %			
	0	15	30	45
Ohra	491	356	210	54
Ruis	-	150	300	450
Vehnälese	144	144	144	144
Kaura	130	119	120	130
Rypsirouhe	70	69	67	65
Melassileike	66	66	66	66
Vehnärehuja	65	65	65	65
Kalsiumkarbonaatti	16	16	16	16
Kasviöljy	8	5	2	-
Natriumkloridi	7	7	7	7
Magnesiumoksidi	2	2	2	2
Esiseos (vitamiinit, kivennäis- ja hivenaineet)	1	1	1	1

Kokeessa käytettiin säilörehuna timoteisäilörehua, joka korjattiin useammalta eri lohkolta. Ruokintakokeen aikana käytössä oli sekä ensimmäisen että toisen korjuukerran satoja, jotka korjattiin 20.6.2016 ja 26.7.2016. Nurmisäilörehu niitettiin niittomurskaimella (Elho 280 Hydro Balance) ja korjattiin tarkkuussilppurilla (Lely Storm 130 P) laakasiiloon. Säilöntäaineena oli muurahaishappopohjainen AIV Ässä, jota annosteltiin 5 litraa tonnille tuoretta ruohoa.

Koesuunnitelman mukaiset seosrehut valmistettiin seosrehuvaunulla (Trioliet, 10 m³), josta rehu jaettiin ruokintakaukaloihin (GrowSafe Systems). Jokaisessa karsinassa oli kaksi ruokintakaukaloa, jotka mahdollistivat yksilökohtaisen rehun kulutuksen seurannan (eläinten automaattinen tunnistus elektronisten korvamerkkien kautta). Eläimet saivat tutkimussuunnitelman mukaista seosrehua vapaasti eli ruokintakaukaloissa oli rehua jatkuvasti tarjolla. Ruokintakaukalot tyhjennettiin vanhasta rehusta kesäkauden aikana kerran päivässä ja talvikauden aikana noin kaksi kertaa viikossa.

2.3. Rehunäytteiden otto, esikäsittely ja analysointi

Säilörehusta kerättiin seosrehun teon yhteydessä näytteitä. Säilörehunäytteet varastoitettiin pakastimeen -20 °C lämpötilaan. Kerätyt osanäytteet yhdistettiin ruokintajaksoittaiseksi analyysinäytteeksi. Yhden ruokintajakson kesto oli keskimäärin 28 vuorokautta. Analyysinäytteitä kertyi kokeen aikana yhteensä 8 kappaletta. Väkirehujen analyysinäytteenä käytettiin useamman ruokintajakson aikana kerätyistä osanäytteistä yhdistettyä kokonaisnäytettä, joita kertyi kolme kappaletta. Rehujen kemiallinen koostumus analysoitiin Luken laboratorioissa Jokioisilla, ja säilörehunäytteiden säilönnällinen laatu määritettiin Valio Oy:n laboratorioissa Seinäjoella.

Rehujen primäärinen kuiva-aine määritettiin lämpökaapissa (105 °C, 20 h). Säilörehun kuiva-aine korjattiin Huidan ym. (1986) kuvaamalla menetelmällä haihtuvien yhdisteiden (maitohappo, haihtuvat rasvahapot ja ammoniakki) osalta. Orgaanisen aineen pitoisuus saatiin polttamalla näytettä (600 °C, 2 h) ja vähentämällä saadun tuhkan määrä kuiva-aineen määrästä. Raakavalkuaisen määrittämisessä käytettiin Dumas-tyypin typpianalysointia (Leco FP-428 N Analyser, Leco Corporation, St. Joseph, MO, USA). Kuitu (NDF) määritettiin Van Soestin ym. (1991) ja tärkkelys Salon ja Salmen (1968) kuvaamalla tavalla. Raakaravon määrittäminen AOAC:n (2012) mukaisesti. Säilörehun D-arvo (sulavan orgaanisen aineen pitoisuus kuiva-aineessa) määritettiin Huhtasen ym. (2006) mukaisesti.

Säilörehun käymislaatu (pH, liukoinen typpi, ammoniumtyppi, vesiliukoiset hiilihydraatit, haihtuvat rasvahapot ja maito- sekä muurahaishappo) määritettiin Valio Oy:ssä käytössä olevalla puristenestetitruukseen pohjautuvalla laatumäärittämisellä (Moisio ja Heikonen 1989). Rehujen energia- ja valkuisarvot laskettiin Rehutaulukoissa ja ruokintasuosituksissa (Luo 2017) kuvatulla tavalla. Säilörehun syönti-indeksi laskettiin Huhtasen ym. (2007) mukaan rehuanalyysitulosten perusteella.

Kokeessa käytettyjen rehujen koostumus ja rehuarvot käyvät ilmi taulukosta 2. Kokeessa käytetty nurmisäilörehu oli rehuarvoltaan ja säilönnälliseltä laadultaan hyvää. Väkirehut erosivat toisistaan hieman tärkkelyspitoisuuden osalta. Rukiin lisääminen väkirehuun lisäsi hieman väkirehujen tärkkelyspitoisuutta. Rukiin ohraa parempaa energia-arvoa kompensoitiin kasviöljylisäyksellä, joten väkirehujen rasvapitoisuus oli matalin eniten ruista sisältävissä väreissä.

2.4. Koe-eläinten punnitukset, teurastus ja ruhon laatu

Sonnien kasvua seurattiin punnitsemalla eläimet kokeen alussa, kokeen aikana neljän viikon välein ja kokeen lopussa. Kokeen alussa ja lopussa eläimet punnittiin kahtena peräkkäisenä päivänä, ja punnitustuloksena käytettiin kahden punnituskerran keskiarvoa. Sonnien elopainon kasvu (päiväkasvu) laskettiin loppuelopainon ja kokeen alun elopainon erotuksena jaettuna kasvatuspäivillä.

Sonnit teurastettiin kahdessa teuraserässä Atria Oy:n Kauhajoen teurastamossa. Teuraspaino-voite oli 350–360 kg. Eläimet valittiin teuraseriin niiden elopainon perusteella. Teurastus tapahtui yleisten teurastuskäytäntöjen mukaan (EC 2006). Teuraspaino määritettiin pään, vuodan, jalkojen, hännän, sisäelinten ja sisälmysrasvan poistamisen jälkeen. Nettokasvu laskettiin teuraspainon ja ko-

keen alun ruhopainon erotuksena jaettuna kasvatuspäivillä. Ruhopainona kokeen alussa käytettiin arviota elopaino $\times 0,5$. Nettokasvu koko eliniälle laskettiin teuraspainon ja syntymäruhopainon erotuksena jaettuna eläimen teurasiällä. Vasikan syntymälihapainon arviona oli 16 kg (Herva ym. 2009, Herva ym. 2011). Teurastusta edeltävänä päivänä sonneille tehtiin ultraäänimittaukset, joissa määritettiin pintarasvan paksuus, lihaksen sisäisen rasvan osuus, selkälihakseen paksuus ja selkälihakseen pinta-ala. Ultraäänimittaukset tehtiin Huuskosen ja Pesosen (2017) kuvaamalla tavalla.

Teurasprosentti saatiin jakamalla eläimen ruhopaino kokeen lopun elopainolla ja kertomalla sadalla. Ruhon lihakuus määriteltiin EUROP-luokituksella, jossa E tarkoittaa lihakuudeltaan erinomaista ja P lihakuudeltaan heikkoa ruhoa. Luokkia oli kaiken kaikkiaan 15 (E+, E, E-, U+, U, U-, R+, R, R-, O+, O, O-, P+, P, P-). Tilastollista käsittelyä varten luokat numeroitiin numeroilla 1–15. Rasvaluokitus tehtiin asteikolla 1–5, jossa 1 tarkoittaa vähärasvaista ja 5 erittäin rasvaista ruhoa (EC 2006).

Taulukko 2. Kokeessa käytettyjen rehujen kemiallinen koostumus ja rehuarvot.

	Väkirehut				Nurmisäilörehu
	Ruis 0	Ruis 15	Ruis 30	Ruis 45	
Kuiva-aine (ka), g/kg	879	875	878	878	244
Orgaaninen aine, g/kg ka	939	939	940	944	948
Raakavalkuainen, g/kg ka	142	148	142	140	138
Raakarasva, g/kg dry ka	37	36	31	30	41
Kuitu (NDF), g/kg ka	253	260	258	275	560
Tärkkelys, g/kg ka	369	373	391	404	9
Muuntokelpoinen energia, MJ/kg ka	12,4	12,4	12,4	12,4	11,1
OIV, g/kg ka	96	96	96	96	82
PVT, g/kg ka	5	5	5	5	16
Säilörehun syönti-indeksi					102
Säilörehun D-arvo, g/kg ka					691
Säilörehun säilönnällinen laatu					
pH					3,78
maito- ja muurahaishappo, g/kg ka					52
haituvat rasvahapot, g/kg ka					14
sokerit, g/kg ka					64
ammoniumtyppi, g/kg N					44
liukoinen typpi, g/kg N					464

2.5. Tilastollinen analyysi

Tulosten tilastollinen käsittely tehtiin varianssianalyysillä SAS-ohjelmiston (versio 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) GLM-proseduurilla. Ruokintakokeen tulokset testattiin käyttämällä tilastollista mallia: $y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \theta_{ik} + \beta x_{ij} + e_{ijk}$

Koemallissa μ on yleiskeskisarvo ja e_{ijk} on virhetermi. α_i on ruokintakäsittelyn kiinteä vaikutus ja θ_{ik} on karsinan vaikutus. Eläinten elopainoa kokeen alussa käytettiin kovariaattina (βx_{ij}) mallissa testattaessa syönti-, ravintoaineiden saantia, kasvua- ja rehun hyväksikäyttöä kuvaavia muuttujia. Teuraspainoa käytettiin kovariaattina teurasulosten (teurasprosentti, ruhon lihakuus, ruhon rasvaisuus) testauksessa. Rukiin osuuden vaikutus testattiin ortogonaalisin kontrastein seuraavilla vertailuilla: L = rukiin lisäämisen lineaarinen vaikutus, Q = rukiin lisäämisen toisen asteen vaikutus.

3. Tulokset ja tulosten tarkastelu

3.1. Eläinten terveydentila

Sonnit olivat koeruokkinnoilla keskimäärin 234 vuorokautta. Kokeen aikana eläinten terveydessä ei havaittu mitään sellaisia ongelmia, jotka olisi voitu yhdistää rukiin määrään ruokinnassa. Kontrolliruokinnalta jouduttiin poistamaan yksi sonni ja ruis 30 % -väkirehutasolta kolme sonnia kesken ruokintakokeen, mutta nämä poistot johtuivat hengitystietulehduksen aiheuttamasta komplikaatiosta, vieraasta esineestä etumahoissa sekä kokeen aikana sattuneesta kahdesta tapaturmaisesta loukkaantumisesta, eivätkä liittyneet koeruokintoihin.

Teurastuksen yhteydessä yhdeksällä sonnilla (12 % eläimistä) havaittiin maksapaiseita. Maksojen hylkäykset kuitenkin jakaantuivat kaikille ruokinnolle (kontrolli 3 kpl, ruis 15 % 1 kpl, ruis 30 % 2 kpl, ruis 45 % 3 kpl), eivätkä näyttäneet liittyvän rukiin käyttöön ruokinnassa. Teoriassa maksaongelmat voisivat johtua liian suuresta väkirehumäärästä suhteessa säilörehun hyvään laatuun. Toisaalta ruokinnan tärkkelysmäärä oli kaikilla koeruokkinnoilla kohtuullinen (180–200 g/kg ka) ja sonnien saaman kuidun määrän piti olla riittävän korkealla tasolla (karkearehun kuitua ruokinnassa 280 g/kg ka). Suomessa suositellaan lypsylehmien ruokinnan osalta tärkkelysten maksimipitoisuudeksi 250 g/kg ka ja karkearehun kuidun määräksi vähintään 250 g/kg ka (Kajava ym. 2016). Lihanautojen osalta suomalaisissa kokeissa on käytetty selvästi tätä korkeampia tärkkelystasoja ilman huomattavia terveysongelmia (esim. Huuskonen ym. 2014). Kirjallisuuden perusteella voidaan todeta, että eläinyksilöiden ja myös rotujen välillä on eroja maksavaurioiden riskin osalta, ja erot syöntikäyttäytymisessä (mm. rehun lajittelu) voivat osaltaan selittää sitä, miksi toiset yksilöt ovat herkempiä (Amachawadi ym. 2017). Myös esimerkiksi vasikkana sairastettu napatulehdus saattaa lisätä sairastumisriskiä (Amachawadi ja Nagaraja 2016).

3.2. Rehun syönti ja ravintoaineiden saanti

Tulokset sonnien rehun syönnistä ravintoaineiden saannista, kasvusta ja rehun hyväksikäytöstä on koottu taulukkoon 3. Kuiva-aineen syönti eläintä kohti päivässä oli kokeen aikana keskimäärin 10,9 kg ka. Korkeimmalla ruistasolla olleet sonnit söivät noin 5 % vähemmän seosrehun kuiva-ainetta kuin kontrolliruokinnalla olleet sonnit, mutta syönnissä ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevää eroa koeruokintojen välillä (P-arvo 0,15). Kaikki väkirehuseokset sisälsivät käytännössä saman verran energiaa ja valkuaista, joten eläinten energian ja valkuaisen saannit noudattelivat rehun syöntimääriä. Korkeimmalla ruistasolla olleiden sonnien energian ja valkuaisen saanti oli numeerisesti hieman pienempi kuin kontrolliruokinnan sonneilla, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä (taulukko 3). Raakavalkuaisen saannin osalta ruislisän lineaarinen vaikutus oli tosin tilastollisesti suuntaantava (P-arvo 0,06). Kuidun ja tärkkelysten saannissa ei ollut eroja koeruokintojen välillä.

Aiemmissä samassa koeympäristössä toteutetuissa maitorotuisten sonnien ruokintakokeissa rehun syöntimäärät ovat nurmisäilörehupohjaisilla ruokinnolla olleet samalla tasolla (Huuskonen ym. 2017a) tai hieman pienemmät (Huuskonen ym. 2017b) kuin tässä kokeessa mitatut syönnit. Ruokintakoeaineistoihin pohjautuvan mallinnuksen perusteella merkittävimmät kasvavan naudan rehun syöntipotentiaaliin vaikuttavat tekijät olivat eläimen elopaino, dieetin kuitupitoisuus, karkearehun syönti-indeksi ja haihtuvien rasvahappojen määrä säilörehussa (Huuskonen ym. 2013).

Taulukko 3. Sonniin rehun syönti, ravintoaineiden saanti, kasvu ja rehun hyväksikäyttö.

	Rukiin määrä (%) väkirehussa				SEM	Tilastollinen merkitsevyys (P-arvot)	
	0	15	30	45		L	Q
Eläinten lukumäärä	19	20	17	20			
Kokeen kesto, pv	239	233	231	233	3,6	0,221	0,195
Syönti							
Kuiva ainetta (ka), kg/pv	11,1	10,9	10,9	10,5	0,29	0,152	0,592
Ka, g/kg metabolinen elopaino-kg	104	103	105	99	2,8	0,309	0,279
Muuntokelpoinen energia (ME), MJ/pv	130	128	128	123	3,4	0,149	0,598
Raakavalkuainen (rv), g/pv	1 552	1 559	1 520	1 457	40,0	0,061	0,356
OIV, g/pv	985	973	970	933	25,5	0,146	0,602
Kuitu (NDF), g/pv	4 470	4 454	4 474	4 351	118,9	0,509	0,634
Tärkkelys, g/pv	2 092	2 102	2 204	2 164	56,2	0,190	0,642
Päiväkasvu (elopainon kasvu) kokeen aikana, g/pv	1 544	1 549	1 511	1 545	35,6	0,773	0,651
Nettokasvu (ruhopainon kasvu) kokeen aikana, g/pv	835	835	825	828	23,0	0,824	0,950
Nettokasvu syntymästä teurastukseen, g/pv	693	697	681	692	11,9	0,729	0,782
Rehun hyväksikäyttö							
kg ka/elopainon kasvu-kg	7,2	7,0	7,2	6,8	0,25	0,543	0,402
MJ/ elopainon kasvu-kg	84	83	85	80	3,0	0,537	0,406
g rv/ elopainon kasvu-kg	1 005	1 006	1 006	943	35,2	0,346	0,263
kg ka/ruhopainon kasvu-kg	13,3	13,1	13,2	12,7	0,53	0,690	0,659
MJ/kg ruhopainon kasvu-kg	156	153	155	148	6,2	0,685	0,663
g rv/kg ruhopainon kasvu-kg	1 859	1 868	1 843	1 759	72,9	0,483	0,486

SEM = Keskiarvon keskivirhe. P-arvot: L = rukiin lisäämisen lineaarinen vaikutus, Q = rukiin lisäämisen toisen asteen vaikutus.

3.3. Kasvu- ja teurastulokset

Sonnien keskimääräinen päiväkasvu (elopainon kasvu) oli kokeen aikana 1543 g/pv, nettokasvu (ruhopainon kasvu) kokeen aikana keskimäärin 832 g/pv ja syntymästä teurastukseen laskettu nettokasvu 691 g/pv. Rukiin lisääminen väkirehuun ei vaikuttanut millään tavalla kasvatulokseen (taulukko 3). Koeruokinnat eivät myöskään vaikuttaneet rehun hyväksikäyttöön, sillä ruokintojen välille ei muodostunut tilastollisesti merkitseviä eroja siinä, paljonko kuiva-ainetta, muuntokelpoista energiaa tai raakavalkuaista kului tuotettua lihakilogrammaa kohden.

Valtakunnallisen teurasaineiston perusteella syntymästä teurastukseen laskettu nettokasvu maitorotuisille sonneille on Huuskosen (2014) raportin mukaan keskimäärin 534 g/pv, ja 95 % teurasteista maitorotuisista sonneista kasvaa hitaammin kuin 655 g/pv. Tässä kokeessa kasvatetut sonnit kasvoivat siten 29 % paremmin kuin maitorotuiset sonnit keskimäärin valtakunnallisessa teurasaineistossa. Kokeen aikana mitatut kasvut olivat myös jonkin verran paremmat kuin aikaisemmissa ruokintakokeissa maitorotuisilla sonneilla havaitut (Huuskonen ym. 2017a,b). Tämä johtunee ennen kaikkea nurmisäilörehun hyvästä laadusta nyt rapotoitavassa kokeessa.

Sonnien teurastulokset käyvät ilmi taulukosta 4. Sonnien teurasikä oli keskimäärin 484 vuorokautta ja teuraspaino 354 kg. Ruhon lihakkuusluokka oli keskimäärin 5,1 (O) ja rasvaisuusluokka 2,2. Rukiin lisääminen väkirehuseokseen ei vaikuttanut teurastuloksiin eikä ennen teurastusta tehtyihin ultraäänimittaustuloksiin.

Valtakunnallisessa teurasaineistossa maitorotuisien sonnien teurasikä on ollut keskimäärin 590 vuorokautta, teuraspaino 330 kg, ruhon lihakkuusluokka 4,5 ja rasvaisuusluokka 2,4 (Huuskonen 2014). Ruokintakokeen sonnit olivat siis painavampia ja hieman lihakkaampia kuin sonnit valtakunnallisessa teurasaineistossa keskimäärin.

Taulukko 4. Sonnien elopaino ja ruhon laatu.

	Rukiin määrä (%) väkirehussa				SEM	Tilastollinen merkitsevyys (P-arvot)	
	0	15	30	45		L	Q
Elopaino, kg							
Kokeen alussa	321	321	315	322	8,7	0,984	0,686
Kokeen lopussa	690	682	664	682	7,8	0,193	0,085
Teurasikä, pv	490	481	482	483	3,6	0,202	0,135
Ruhon laatu							
Teuraspaino, kg	360	355	348	354	5,1	0,272	0,281
Teurasprosentti, g/kg	521	520	524	519	3,7	0,889	0,508
Ruhon lihakkuus, EUROP	5,2	5,0	5,1	5,0	0,10	0,266	0,847
Ruhon rasvaisuus, EUROP	2,3	2,2	2,3	2,1	0,12	0,344	0,767
Ultraäänimittaukset 1 vrk ennen teurastusta							
Pintarasvan paksuus, mm	3,0	3,1	2,9	2,9	0,20	0,603	0,892
Lihaksen sisäinen rasva, %	3,0	2,8	2,8	2,8	0,21	0,434	0,389
Selkälihaksen paksuus, cm	6,8	6,8	6,8	6,7	0,12	0,374	0,535
Selkälihaksen pinta-ala, cm ²	73	70	69	72	1,8	0,522	0,088

SEM = Keskiarvon keskivirhe. P-arvot: L = rukiin lisäämisen lineaarinen vaikutus, Q = rukiin lisäämisen toisen asteen vaikutus.

4. Yhteenveto ja johtopäätökset

Koeruokinnat eivät vaikuttaneet merkittävästi rehun syöntiin, kasvuun tai teurastuloksiin. Rukiin käytön ei havaittu aiheuttavan sonneille terveysongelmia kokeen aikana korkeimmillakaan käyttö-määrillä. Saadun tuloksen perusteella näyttää siltä, että ruista voidaan sisällyttää kasvavien nautojen ruokintaan selvästi enemmän, kuin mitä meillä on perinteisesti suositeltu.

On kuitenkin syytä muistaa, että tässä esitelty ruokintakoe toteutettiin hyvälaatuista viljaa sisältävillä täysrehuilla. Heikkolaatuisen viljan rehukäytössä on rajoitteensa. Homeisen rehun ruokinnallinen arvo ja maittävyys on yleensä huonontunut normaalista. Homeisen viljan mahdollisesti sisältämät homemyrkyt ovat myös riski eläinten ruokinnassa. Homemyrkyjen vaikutus eläimiin riippuu eläinlajista, rodusta, sukupuolesta sekä eläimen iästä. Suositus kuitenkin on, että homeista viljaa ei käytetä edes lihanautojen ruokinnassa, vaikka ne teoriassa homemyrkyjä kotieläimistä parhaiten kestävätkin. Erityisesti rukiin osalta on huomioitava myös torajyvät, jotka ovat terveysriski, mikäli niitä joutuu eläinten ruokintaan.



Kuva: Outi Ukkola

Viitteet

- Amachawadi, R.G., Purvis, T.J., Lubbers, B.V., Homm, J.W., Maxwell, C.L. & Nagaraja, T.G. 2017. Bacterial flora of liver abscesses in crossbred beef cattle and Holstein steers fed finishing diets with or without tylosin. *Journal of Animal Science* 95: 3425–3434.
- AOAC 2012. Official methods of analysis of AOAC International. (toim.) Latimer, G. 19. painos. Arlington, VA: Association of Analytical Chemists. 1 298 s.
- EC 2006. Council Regulation (EC) No 1183/2006 of 24 July 2006 concerning the Community scale for the classification of carcasses of adult bovine animals. *The Official Journal of the European Union L*, 214: 1–6.
- Herva, T., Huuskonen, A., Virtala, A-M. & Peltoniemi, O. 2011. On-farm welfare and carcass fat score of bulls at slaughter. *Livestock Science* 138: 159–166.
- Herva, T., Virtala, A-M., Huuskonen, A., Saatkamp, H., Peltoniemi, O. 2009. On-farm welfare and estimated daily carcass gain of slaughtered bulls. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section A Animal Science* 59: 104–120.
- Huhtanen, P., Nousiainen, J. & Rinne, M. 2006. Recent developments in forage evaluation with special reference to practical applications. *Agricultural and Food Science* 3: 293–323.
- Huhtanen, P., Rinne, M. & Nousiainen, J. 2007. Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows: a revision of the relative silage dry-matter intake index. *Animal* 1: 758–770.
- Huida, L., Väättäinen, H. & 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.
- Huuskonen, A. 2014. A comparison of Nordic Red, Holstein-Friesian and Finnish native cattle bulls for beef production and carcass traits. *Agricultural and Food Science* 23: 159–164.
- Huuskonen, A., Huhtanen, P. & Joki-Tokola, E. 2013. The development of a model to predict feed intake by growing cattle. *Livestock Science* 158: 74–83.
- Huuskonen, A. & Pesonen, M. 2017. A comparison of first-, second- and third-cut timothy silages in the diets of finishing beef bulls. *Agricultural and Food Science* 26: 16–24.
- Huuskonen, A., Pesonen, M. & Honkavaara, M. 2017a. Effects of replacing timothy silage by alsike clover silage on performance, carcass traits and meat quality of finishing Aberdeen Angus and Nordic Red bulls. *Grass and Forage Science* 72: 220–233.
- Huuskonen, A., Pesonen, M. & Joki-Tokola, E. 2014. Effects of supplementary concentrate level and separate or total mixed ration feeding on performance of growing dairy bulls. *Agricultural and Food Science* 23: 257–265.
- Huuskonen, A., Seppälä, A. & Rinne, M. 2017b. Effects of silage additives on intake, live-weight gain and carcass traits of growing and finishing dairy bulls fed pre-wilted grass silage and barley grain-based ration. *Journal of Agricultural Science* 155: 1342–1352.
- Kajava, S., Palmio, A., Sairanen, A. & Rinne, M. 2016. Intensiivisen ruokinnan vaikutus lehmän pötsin pH-tasapainoon. Teoksessa: Palmio, A., Niskanen, O., Kajava, S., Kykkänen, S., Hyrkäs, M. & Sairanen, A. Kestävä karjatalous. KESTO-maidon ja nurmentuotannon tutkimuksen tuloksia. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 53/2016. s. 54–68.
- Luke 2017. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. Verkkopalvelu. Saatavilla internetistä: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot>
- Moisio, T. & Heikonen, M. 1989. A titration method for silage assessment. *Animal Feed Science and Technology* 22: 341–353.
- Nagaraja, T.G. & Amachawadi, R.G. 2016. Liver abscesses in cattle: A review of incidence in Holsteins and of bacteriology and vaccine approaches to control in feedlot cattle. *Journal of Animal Science* 94: 1620–1632.
- Salo, M-L. & Salmi, M. 1968. Determination of starch by the amyloglucosidase method. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland* 40: 38–45.
- Schneider, M., Baldeweg, P. & Flachowsky, G. 1990. Untersuchungen zum Einsatz von Mais, Roggen, Gerste bzw. Weizen als Konzentrat in der Mastrinderfütterung. *Tierzucht* 44: 178–179.
- Spiece, K.L. 1986. The effect of feeding processed rye grain to lactating dairy cattle and the effect of rye bran and flour fractions on ruminal flow and gastrointestinal function. PhD Thesis. University of Manitoba. 256 s.
- 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. *Journal of Dairy Science* 74: 3583–3597.
- VYR 2010. Rukiin viljelyopas. Maa- ja metsätalousministeriö – Vilja-alan yhteistyöryhmä. Saatavilla internetistä: <http://www.vyr.fi/rukiin-viljelyopas/>



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Latokartanonkaari 9
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000