

MTT RAPORTTI 77

Nautatilojen rehukasvivalikoima laajemmaksi?

Tuloksia InnoNauta –hankkeen tutkimuksista

Arto Huuskonen (toim.)



Nautatilojen rehukasvivalikoima laajemmaksi?

Tuloksia InnoNauta –hankkeen tutkimuksista

Arto Huuskonen (toim.)



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin.

ISBN: 978-952-487-424-3 (Verkojulkaisu)

ISSN 1798-6419

www-osoite: <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti77.pdf>

Copyright: MTT

Kirjoittajat: Arto Huuskonen (toim.)

Julkaisija ja kustantaja: MTT Jokioinen

Julkaisuvuosi: 2012

Kannen kuva: Essi Saarinen

Nautatilojen rehukasvivalikoima laajemmaksi?

Arto Huuskonen (toim.)

MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, arto.huuskonen@mtt.fi

Tiivistelmä

Kasvivalikoiman monipuolistaminen saattaisi olla yksi mahdollinen tapa, jolla naudatilat voisivat tehostaa rehuntuotantoaan. InnoNauta -hankkeen kirjallisuuskatsauksessa ja ruutukokeissa selvitettiin rehujuurikkaan, rehurapsin, rehukaalin, härkäpavun, maissin, hirssin, sinilupiinin ja valkolupiinin viljely- ja käyttömahdollisuuksia suomalaisessa naudakarjataloudessa. Rehukaalta, -rapsia, -juurikasta, lupiineja ja hirssiä kasvatettiin havaintoruuduilla (2 toistoa). Härkäpapu-vehnäseoksia (50:50, 70:30) pidettiin potentiaalisimpana vaihtoehtona, joten niitä kasvatettiin kolmessa kerranteessa. Kokeet toteutettiin MTT Maaningan ja Ruukin toimipisteissä vuosina 2010 ja 2011.

Rehukasvivalikoimaa laajentamalla olisi mahdollista pidentää laidunkautta, sillä rehurapsi, rehukaali ja rehujuurikas menestyivät hyvin Pohjois-Savossa ja Pohjois-Pohjanmaalla. Rehukaalin sadontuottokyky vaihteli kokeessa runsaasti ollen 3 300–10 900 kg ka/ha. Rehurapsi tuotti satoa rehukaalia tasaisemmin. Hyvissä kasvuolosuhteissa rehurapsi ylsi 7 600–10 800 kg ka hehtaarisatoihin. Rehujuurikkaan kokonais-sadontuottokyky (naatit+juuret) oli 11 300–15 800 kg ka/ha. Naattien osuus kokonaismassasta oli hieman yli kolmannes. Rehukaali, -rapsi ja -juurikas kestivät hyvin pakkasta, ja ne korjattiin vasta syyslokakuussa. Viivästetyn laidunruokinnan haasteena Suomessa on kuitenkin peltojen erittäin kosteat olosuhteet varsinkin sateisena syksynä.

Hirssit osoittautuivat hallanaroiksi eikä niiden viljelyä voi suositella Keski- ja Pohjois-Suomen olosuhteissa. Vuonna 2010 kokeissa oli mukana hirssilaji Pearl millet (*Pennisetum glaucum*), lajikkeena Perlé Sucré Itä-Kanadasta. Vuonna 2011 kokeissa oli hallaa kestävämpi Proso millet-laji (*Panicum miliaceum*), jota viljellään Keski-Kanadassa. Kokoviljasadot jäivät Pearl millet-lajilla kahdesta neljään tuhanteen kuiva-ainekilogrammaan hehtaarilta. Proso millet tuotti noin 4 000–6 000 kg ka sadon hehtaarilta.

Härkäpapu-vehnäseoksessa sääolojen lisäksi lajikevalinta ja korjuuajankohta vaikuttivat tulokseen, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Seokset osoittautuivat varmoiksi sadontuottajiksi, keskimäärin niistä saatiin 8 600 ka kg hehtaarilta. Kontu-härkäpapu/Trappe-vehnäseos, joka kylvettiin 70:30 siemensuhteella (70 % härkäpavun täystiheystä / 30 % vehnän täystiheystä,) tuotti keskimäärin vain noin 200 ka kg enemmän satoa hehtaarilta, kuin 50:50-seossuhteessa kylvetty seos. Kokeessa ei saatu merkitsevää eroa eri kylvömääräsuhteilla kylvettyjen koejäsenten kuiva-ainesatoihin.

Härkäpapu-vehnäkasvustojen energia-arvot laskettiin rehutaulukon perusteella. Maaningalla sadoista saatiin yli 70 000 MJ/ha, Ruukissa päästiin vuonna 2010 yli 80 000 MJ/ha energiasatoon ja 2011 jopa yli 100 000 MJ/ha energiasatoon. Luvut ovat suuntaa antavia, sillä käytännön kokemusten perusteella eläimet ovat lypsäneet hyvin härkäpapu-viljasäilörehulla ja tuntuma on, että härkäpapuseosten sulavuudet ja siten myös energia-arvot voisivat olla jopa laskennallisia arvoja korkeammat. Tällä hetkellä on vaikea arvioida seosten tarkkoja energia-arvoja, koska härkäpapusäilörehun sulavuuskokeita ei ole tehty pohjoismaissa eikä rehulaboratorioiden menetelmiä ole voitu kalibroida todelliseen *in vivo*-sulavuuteen.

Lupiineista testattiin vuonna 2010 Sonat-sinilupiinia, josta puitiin siemensato. Maaningalla kasvi kärsi selvästi kuivuudesta ja tuotti satoa hieman alle 1 000 kg ka/ha. Ruukissa satotaso nousi hieman yli 2 000 kilogrammaan kuiva-ainetta hehtaaria kohti. Valkuaispitoisuus oli molemmilla koepaikoilla noin 300 g/kg ka. Vuonna 2011 testattiin Lucid-valkolupiinia ja Trappe-vehnäseosta, joka korjattiin kokoviljana. Seokseen kylvettiin 30 % vehnän täystiheystä (650 kpl/m²) ja lupiinia 70 % kasvin täystiheystä (70 kpl/m²). Satoa seoksesta korjattiin Maaningalla 3 700 kg ka/ha ja Ruukissa 9 300 kg ka/ha. Lupiini-vehnämässän D-arvo oli Maaningalla noin 560 g/kg ka. Ruukissa kasvusto oli lehtevämpää, ja D-arvo oli

yli 670 g/kg ka. Energiasato oli keskimäärin 60 000 MJ/ha. Valkolupiini saattaisi olla potentiaalinen vaihtoehto viljan seoskasviksi kokoviljasäilörehukasvustoon. Tässä tutkimuksessa valkolupiini oli kuitenkin mukana vain yhtenä koevuonna, joten luotettavaa tietoa sen satoisuudesta ja rehun laadusta Keski- ja Pohjois-Suomen olosuhteissa ei vielä saatu.

Eri maissilajikkeiden menestymistä Keski-Suomen olosuhteissa testattiin Maaningan, Ruukin ja Ylistaron toimipisteissä vuosina 2010 ja 2011. Lisäksi kokeeseen otettiin mukaan eri typpilannoitustasoja tarkoituksena selvittää rehumaisille sopiva typpilannoitustaso laskemalla satofunktio ja typpitase. Ruutukokeissa oli mukana kolme aikaista saksalaista maissilajiketta: Kreel, Kougur ja Kentaurus. Lannoitustasot olivat 0, 50, 100, 150 ja 200 kg N/ha. Maissi lähti kasvuun erittäin hitaasti. Vahva kasvu alkoi vasta heinäkuun puolen välin jälkeen, jolloin yöt pimenivät. Pisimmät yksilöt ylsivät kolmimetrisiksi. Vuosi 2010 tuotti 100 kg:n typpilannoituksella maissisatota keskimäärin noin 7 000 kg ka/ha. Maaningalla parhaaksi sadontuottajaksi osoittautui Kreel-lajike, joka tuotti 100 kg:n typpilannoituksella satoa noin 9 600 kg ka/ha. Ruukissa parhaiten satoa tuotti vuonna 2010 Kreel-lajike, 100 kg:n typpilannoituksella noin 9 200 kg ka/ha. Ylistarossa satotaso jäi alhaisemmaksi, Kentaurus-lajike tuotti 100 kg:n typpilannoituksella satoa noin 4 900 kg ka/ha. Koevuonna 2011 maissi tuotti yli kaksinkertaisen sadon verrattuna vuoteen 2010. Keskimäärin kokeen satotaso oli tällöin 14 400 ka kg/ha. Kreel-lajike tuotti 100 kg:n typpilannoituksella keskimäärin yli 17 000 kg ka/ha. Maaningalla lajikkeella saavutettiin jopa yli 20 000 kg ka/ha satotaso. Vuonna 2011 myös ruudut, jotka eivät saaneet typpilannoitusta, kasvoivat yllättävän hyvin tuottaen keskimäärin satoa noin 12 000 kg ka/ha.

Typpilannoituksella oli merkitsevä vaikutus satoon Ruukissa ja Maaningalla molempina koevuosina. Maaningalla vuonna 2010 typpitaseet jäivät selvästi negatiivisiksi typpilannoitustasoilla 0–100 kg. Sen sijaan 150 kg:n typpilannoitustasolla typpilannoitusta jäi käyttämättä 17 kg ja 200 kg:n typpilannoituksella 63 kg. Vuonna 2011 maissin satotaso kaksinkertaistui Maaningalla ollen keskimäärin 19 300 kg ka/ha. Tällöin typpitaseet jäivät kaikilla typpitasoilla selvästi negatiivisiksi ollen keskimäärin -96 kg/ha. Ruukissa luvut ovat Maaningan tuloksien kaltaiset. Vuonna 2010 typpitase jäi negatiiviseksi kaikilla muilla lannoitustasoilla paitsi 200 kg:n typpilannoituksella, tällöin typpeä jäi yli 38 kg/ha. Vuonna 2011 maissin satotaso nousi Ruukissa selvästi ollen keskimäärin 14 700 kg ka/ha. Tällöin typpitaseet olivat kaikilla lannoitustasoilla negatiiviset ollen keskimäärin -104 kg/ha.

Maissisäilörehun rehuarvot ovat tämän tutkimuksen perusteella likimain samaa luokkaa kuin Suomessa korjatuilla kokoviljasäilörehuilla. Näin ollen voidaan olettaa, että maissisäilörehua voitaisiin käyttää kokoviljasäilörehun tapaan, ja se voisi soveltua ainoaksi karkearehuksi emolehmille ja kasvaville lihanaudoille. Sen sijaan lypsylehmille maissisäilörehua ei voitane suositella ainoaksi karkearehuksi. On lisäksi huomioitava, että maissi ei sovellu kovin hyvin Suomen kasvuolosuhteisiin, joten vuosittaiset satovaihtelut voivat olla hyvinkin suuria sekä rehun määrän että laadun osalta.

InnoNauta Kehitys –hankkeessa haluttiin myös selvittää, millaisilla nurmipalko- ja nurmiheinäkasvilajien yhdistelmillä voitaisiin päästä korkeisiin ja laadukkaisiin kuiva-ainesatoihin Pohjois-Suomen olosuhteissa. Koe toteutettiin satunnaistettujen lohkojen osaruutukokeena. Pääruutuna oli heinäkasvilaji (joko timotei-nurminataseos tai timotei-ruokonataseos) ja osaruutuna palkokasvi, jota viljeltiin seoksena heinäkasvien kanssa. Kokeessa käytetty timoteilajike oli Tammisto II, nurminatalajike Kasper ja ruokonatalajike Retu. Osaruutuina olleita palkokasvivaihtoehtoja oli kaikkiaan 7 kappaletta: ei palkokasvia, valkoapila (Jögeva 4), puna-apila (Betty), alsikeapila (Frida), keltamaite (Leo), rehumailanen (Karlu) ja rehumailanen (Juurlu). Tulosten perusteella apilat osoittautuivat mailasia ja keltamaitetta paremmiksi ja viljelyvarmemmiksi vaihtoehtoiksi nurmiheinäkasvien ja nurmipalkokasvien seosviljelyyn Pohjois-Pohjanmaan olosuhteissa. Heinäkasvin ja apiloiden seoskasvustojen D-arvot eivät juuri poikenneet puhtaiden heinäkasvikasvustojen D-arvoista. Sen sijaan seoskasvustot sisälsivät enemmän raakavalkuaista ja vähemmän kuitua kuin puhtaat nurmiheinäkasvustot. Varsinkin jälkimmäisenä satovuonna rehumailasta ja keltamaitetta sisältäneillä ruuduilla suurin osa sadosta muodostui heinäkasveista sekä rikoista. Näin ollen rehumailasen ja keltamaitteen vaikutuksista rehun laatumuuttujiin ei pysty tämän tutkimuksen perusteella juuri-kaan ottamaan kantaa.

Avainsanat:

rehuntuotanto, rehuksavit, härkäpapu, rehukaali, rehurapsi, rehujuurikas, hirssi, lupiinit, maissi, nurmet, nurmipalkokasvit, apilat, keltamaite, rehumailanen

Novel crop options for cattle – Results of InnoNauta Kehitys project

Arto Huuskonen (ed.)

MTT Agrifood Research Finland, Animal Production Research, Tutkimusasemantie 15, FI-92400 Ruukki, Finland, arto.huuskonen@mtt.fi

Abstract

One objective of the InnoNauta Kehitys project was to study the yield potential of a number of forage crops and find useful forage crop options for cattle feeding systems and for extension of the grazing season in autumn. Different forage crop options were planted in 2010 and 2011 at three different experimental locations: Maaninka, Ruukki and Ylistaro. Different crops were faba bean (*Vicia faba*) –wheat (*Triticum aestivum*) mixture, millet (*Pennisetum glaucum*, *Panicum miliaceum*), kale (*Brassica oleracea*), forage rape (*Brassica napus*), fodder beet (*Beta vulgaris*), white lupine (*Lupinus albus*) -wheat mixture (only 2011) and blue lupine (*Lupinus angustifolius*) (only 2010). Seeding rate for faba bean-wheat mixture was either 49:195 seeds/m² (mixture 70:30) or 35:325 seeds/m² (mixture 50:50). Seeding rate for white lupin-wheat mixture was 45:200 seeds/m² and for blue lupin seeding rate was 100 seeds/m². Millet, kale and forage rape were seeded 5, 5–8 and 8–11 kg/ha, respectively. Fodder beet had 15 cm spacing between each crop. The crops were fertilized with N-P-K as follows (kg/ha): Fodder beet 140-43-220, forage rape 100-10-60, kale 100-70-170, faba bean-wheat mixture 50-15-30, white lupine-wheat mixture 30-15-30, blue lupine 30-15-30 and millet 100-15-70.

The dry matter (DM) yields of the harvested forages varied. Challenging growing conditions (eg. very little rainfall in Maaninka area in 2010) might have affected the results. Dry matter yields were highest for fodder beet (11 300–15 800 kg DM/ha). Forage rape, kale and faba bean-wheat mixture produced also relatively high DM yields (3 300–10 900, 7 600–10 800 and 6 800–11 000 kg DM/ha, for forage rape, kale and faba bean-wheat mixture, respectively). White lupin-wheat mixture produced DM yield 3 700–9 300 kg DM/ha. Millet produced lower DM yield as expected (2 200–6 400 kg DM/ha). Drought and early frost affected millet the most.

Fodder beet and *Brassica* crops have high yield potential per hectare and their growing period is longer than perennial crops. They are frost tolerant and can provide late-season grazing option for beef cow operation. When grazing fodder beet animals can consume both root and leaf portion of the plant. The root is rich in energy and the leaf portion usually has more protein. The fibre content of these crops is too low to maintain normal ruminal function when fed as the sole forage for ruminants. The high moisture and low fibre content results in cattle becoming very dirty with loose manure. Feeding old hay or straw has been shown to increase the fibre intake and slow the rate of passage in the digestive tract.

The growth potential and rhythm of different crop options could be advantageous for beef cattle grazing. The problems can be muddy field conditions and animal health disorders especially if *brassica* crops are grazed as sole feed. Most easily grazing season can be extended with mixed cereal crops.

Keywords:

forage production, forages, faba bean, fodder beet, fodder kale, fodder rape, millet, lupins, maize, grasses, legumes, clovers, bird's-foot trefoil

Alkusanat

Rehukustannus on suurin erä naudanlihantuotannon muuttuvista kustannuksista. Kotoisen rehun tuotanto-kustannukseen viljelijä voi vaikuttaa valinnoillaan. Ostorehujen ja muiden ostettujen panosten hintoihin viljelijä ei sen sijaan voi juurikaan vaikuttaa. Ilmaston lämpenemisen seurauksena Suomessa saattaa jatkossa olla mahdollista viljellä ainakin jossakin mittakaavassa uusia rehukasveja kuten maissia. Lisäksi viljan ja viljapohjaisten väkirehujen hinnan vaihtelut pakottavat etsimään mahdollisuuksia vaihtoehtoisten rehujen käyttöön. Yksi keino kotoisen rehuntuotannon tehostamiseen voisi olla palkokasvien laajamittaisempi käyttö. Viime aikoina esimerkiksi lannoitteiden hinnan nousu on luonut paineita ilmakehän tyypeä sitovien ja hyödyntävien palkokasvien käytölle. Varsinkin Pohjois-Suomessa palkokasvien käyttöä on kuitenkin rajoittanut niiden heikohko talven kestävyys ja epävarmuus peltoviljelyssä. Nautojen ruokinnassa apilalla ja muilla palkokasveilla päästäisiin vähintäänkin yhdenmukaisiin tuotantotuloksiin heinäkasvien kanssa, mutta palkokasvien käyttöä rajoittavat nimenomaan viljelytekniset haasteet.

Nautakarjatilojen rehukasvivalikoimaa laajentamalla voitaisiin mahdollisesti tavoitella nykyistä parempaa satopotentiaalia ja/tai tehostaa tuotantopanosten käyttöä. Näistä lähtökohdista InnoNauta Kehitys –hankkeessa haluttiin selvittää mahdollisuudet uusien ja ”uusvanhojen” vaihtoehtoisten rehukasvien viljelyyn. Lisäksi selvittiin, millaisilla nurmipalko- ja nurmiheinäkasvilajien yhdistelmillä voitaisiin päästä korkeisiin ja laadukkaisiin kuiva-ainesatoihin Pohjois-Suomen olosuhteissa. Käsillä olevaan julkaisuun on koottu InnoNauta Kehitys –hankkeen rehukasvitutkimusten keskeisimmät tulokset. Näiden selvitysten toivotaan omalta osaltaan palvelevan suomalaisen nautasektorin ja ennen kaikkea rehuntuotannon kehittämistä.

InnoNauta Kehitys –hanketta rahoitettiin Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahastosta. Tuki myönnettiin Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen kautta. InnoNauta –hankkeiden yhteistyökumppaneina toimivat A-Tuottajat Oy, TTS – Työehöseura, Valio Oy, FinnBeef Ay, Lihateollisuuden tutkimuskeskus, Oulun seudun ammattikorkeakoulu, Savonia-ammattikorkeakoulu ja Itä-Suomen yliopisto. MTT ja InnoNauta –hankkeiden työntekijät kiittävät kaikkia hankkeen rahoittajia ja yhteistyökumppaneita erittäin hyvästä ja toimivasta yhteistyöstä.

Hankkeen etenemistä seurasi ohjausryhmä, joka antoi arvokasta palautetta hanketyöntekijöille. InnoNauta –hankkeiden ohjausryhmän puheenjohtajana toimivat Juha Marttila (MTK) ja Maarit Ilola (A-Tuottajat Oy) ja ohjausryhmän jäseninä olivat Anna-Riitta Leinonen (ProAgria Keski-Pohjanmaa), Sanna Suomela (Pro Agria Oulu), Matti Järvi (Oulun seudun ammattikorkeakoulu) sekä naudanlihantuottajat Esa Karjalainen, Merja Kortelainen, Heikki Lehtiniemi, Mintti Lindsberg, Inga Manninen, Kyösti Peltokoski, Eemeli Tuura ja Vivili Ylönen. MTT kiittää hankkeen ohjausryhmää erittäin hyvästä ja toimivasta yhteistyöstä.

Vesannolla 13.12.2012

Arto Huuskonen

MTT Kotieläintuotannon tutkimus

Sisällysluettelo

1 Vaihtoehtoisia rehukasveja nautakarjatilaille -kirjallisuuskatsaus	9
1.1 Johdanto	10
1.2 Peruna.....	10
1.2.1 Perustiedot.....	10
1.2.2 Perunan laatuviat.....	10
1.2.3 Saatavuus	11
1.2.4 Säilöntä	11
1.2.5 Hyödyntäminen.....	12
1.3 Rehujuurikas	12
1.3.1 Perustiedot.....	12
1.3.2 Viljelyvaatimukset	13
1.3.3 Kasvukausi.....	13
1.3.4 Viljelytekniikka.....	14
1.3.5 Korjuu ja hyödyntäminen	14
1.3.6 Säilöntä	14
1.4 Rehukaali ja rehurapsi – ristikukkaiset rehukasvit.....	15
1.4.1 Perustiedot.....	15
1.4.2 Viljelyvaatimukset ja kasvukausi.....	16
1.4.3 Viljelytekniikka.....	17
1.4.4 Korjuu ja hyödyntäminen	17
1.4.5 Säilöntä	17
1.5 Härkäpapu	18
1.5.1 Perustiedot.....	18
1.5.2 Viljelyvaatimukset	18
1.5.3 Kasvukausi.....	19
1.5.4 Viljelytekniikka.....	19
1.5.5 Korjuu, säilöntä ja hyödyntäminen	19
1.6 Maissi	20
1.6.1 Perustiedot.....	20
1.6.2 Viljelyvaatimukset	20
1.6.3 Kasvukausi.....	21
1.6.4 Viljelytekniikka.....	21
1.6.5 Korjuu, säilöntä ja hyödyntäminen	21
1.7 Hirssi	22
1.7.1 Perustiedot.....	22
1.7.2 Viljelyvaatimukset	23
1.7.3 Kasvukausi.....	23
1.7.4 Viljelytekniikka.....	23
1.7.5 Korjuu ja hyödyntäminen	24
1.8 Sinilupiini ja valkolupiini.....	24
1.8.1 Perustiedot.....	24
1.8.2 Viljelyvaatimukset	25
1.8.3 Kasvukausi.....	25
1.8.4 Viljelytekniikka.....	25
1.8.5 Korjuu ja hyödyntäminen	25
1.9 Kirjallisuus	26
2 Vaihtoehtoisia rehukasveja nautakarjatilaille - ruutukokeet	31
2.1 Johdanto	32
2.2 Aineisto ja menetelmät.....	32
2.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu.....	34
2.3.1 Rehurapsi ja rehukaali.....	35
2.3.2 Rehujuurikas	37

2.3.3 Hirssi	37
2.3.4 Lupiinit.....	37
2.3.5 Härkäpapu-vehnä	38
2.4 Yhteenveto ja johtopäätökset	38
2.5 Kirjallisuus	39
3 Maissin soveltuvuus rehukasviksi Keski-Suomessa	40
3.1 Johdanto	41
3.2 Aineisto ja menetelmät.....	41
3.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu.....	42
3.3.1 Maissin kasvu.....	42
3.3.2 Satotaso	42
3.3.3 Tähkien osuus sadosta.....	45
3.3.4 Tyypitaseet	46
3.3.5 Rehuarvo	49
3.3.6 Eri fraktioiden rehuarvot.....	49
3.4 Yhteenveto ja johtopäätökset	51
3.5 Kirjallisuus	51
4 Nurmipalkokasveja viljelyyn ja laidunnukseen.....	53
4.1 Johdanto	54
4.2 Ruutukokeen kasvilajien esittely.....	54
4.2.1 Timotei	54
4.2.2 Nurminata.....	54
4.2.3 Ruokonata	54
4.2.4 Puna-apila.....	55
4.2.5 Valkoopila	55
4.2.6 Alsikeapila	55
4.2.7 Keltamaite	55
4.2.8 Rehumailanen.....	55
4.3 Aineisto ja menetelmät.....	56
4.3.1 Kokeen perustaminen ja lannoitus	56
4.3.2 Niittoajankohdat, kasvustomittaukset ja tilastollinen käsittely	57
4.4 Tulokset.....	58
4.4.1 Kasvukausien sää	58
4.4.2 Palkokasvikasvustojen syys- ja kevättiheydet.....	58
4.4.3 Eri kasvilajien osuudet sadossa.....	59
4.4.4 Kuiva-aine-, energia- ja raakavalkuaissadot	61
4.4.5 Rehun laatu	66
4.5 Tulosten tarkastelu	72
4.6 Yhteenveto ja johtopäätökset	73
4.7 Kirjallisuus	74

1 Vaihtoehtoisia rehukasveja nautakarjatilaille - kirjallisuuskatsaus

Kalle Salo ja Arto Huuskonen

MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, arto.huuskonen@mtt.fi

Tiivistelmä

Kasvivalikoiman monipuolistaminen saattaisi olla yksi mahdollinen tapa, jolla nautatilat voisivat tehostaa rehuntuotantoaan. Tässä kirjallisuuskatsauksessa selvitettiin jäteperunan, rehujuurikkaan, rehurapsin, rehukaalin, härkävun, maissin, hirssin, sinilupiinin ja valkolupiinin viljely- ja käyttömahdollisuuksia suomalaisessa nautakarjataloudessa.

Peruna on täysin kelvollista rehua naudoille. Energiarehuna peruna korvaa perinteisessä annoksessa väkirehua, kuitenkin vain rajallisesti, sillä siinä on valkuaisaineita yleensä vähemmän kuin viljoissa. Tämänhetkinen markkinatilanne ei kuitenkaan suosi perunan viljelemistä rehuksi, mutta jäteperunaa on mahdollista hyödyntää nautatiloilla. Järkevintä jäteperunan hankkiminen rehuksi on, jos lähistöllä on perunan tuottajia.

Rehujuurikas on nykypäivänä ns. uusvanha rehukasvi. Viime vuosisadan puolivälissä se oli eläinrehujen valtakasvi Keski-Euroopassa, mutta tämän vuosituhannen alussa se on enää hyvin pienimuotoisesti käytössä, koska kasvi on työläs viljellä ja korjata. Rehujuurikkaan juuri lukeutuu sisältönsä puolesta energia-rehuksi ja on verrattavissa perunaan, joka sisältää rehujuurikasta enemmän tärkkelystä. Yksi mahdollisuus rehujuurikkaan hyödyntämiseen voisi olla laidunnus, sillä käytännön kokemusten perusteella sekä rehujuurikkaan juuri että naatti ovat maistuvaa rehua ja laiduntavat eläimet kaivavat myös juuret maasta. Myös rehukaalin ja rehurapsin tyyppisten ristikukkaisten rehukasvien pääasiallinen hyödyntämistapa on laiduntaminen. Ristikukkaisia on tarkoitus laiduntaa viileän ilmaston oloissa kasvukauden lopulla, kun nurmien laatu huononee ja kasvu on olematonta tai päättynyt. Suomen olosuhteissa viivästetyn laidunruokinnan haasteena ovat usein peltojen erittäin kosteat olosuhteet.

Härkäpapu kuuluu palkokasveihin. Härkäpapua kasvatetaan laajasti ihmisravinnoksi ja eläinten rehuksi. Rehuikäytössä härkäpapu on siemenenä valkuaisrehua ja niitettynä karkearehua. Säilörehuksi härkäpapu voidaan korjata tavanomaisilla menetelmillä; kuitenkin niittomurskaus voi aiheuttaa merkittäviä varisemistappioita. Verrattuna tavanomaisiin nurmisäilörehuihin härkäpapusäilörehu on usein energia-arvoltaan hieman heikompaa. MTT Maanigan toimipisteessä toteutetussa kokeessa lehmät lypsivät kuitenkin hyvin härkäpapu-viljasäilörehulla, ja tuntuma on, että härkäpapusäilörehun sulavuudet ja siten myös energia-arvot voisivat olla nykyisiä laskennallisia arvoja korkeammat.

Maissi on maailman tärkeimpiä ruoka- ja rehukasveja. Suomen oloissa maissin viljely säilörehuksi nurmen ohella voi olla ilmaston lämpenemisen myötä edullista. Kokeiluja tehdään sekä viljelijöiden toimesta että koeruuduilla. Maissin korjuuseen tarvitaan silppuri, joka on varustettu sopivalla leikkuupäällä. Pakkanen käynnistää herkästi pilaantumisen, eli hallat ovat Suomen oloissa viimeinen hetki aloittaa korjuu.

Nimikkeellä ”hirssi” käsitetään useita yksivuotisia siemeniä tuottavia heinälajeja, joita on viljelty esihistoriallisista ajoista lähtien rehuksi ja ruoaksi. Hirssi on hyvin poikkeuksellinen kasvi Suomen oloissa, ja sitä on kokeiltu lähinnä laidun- tai säilörehukasviksi. MTT:n ruutukokeissa hirssit ovat osoittautuneet hallanaroiksi eikä niiden viljelyä voi suositella Keski- ja Pohjois-Suomen olosuhteissa.

Sini- ja valkolupiini ovat viljeltävien lupiinien yleisimpiä lajeja. Lupiini on siemensadoksi korjattuna valkuaisrehua. Säilörehuna ja laitumena lupiini on puolestaan sekä energia- että valkuaisrehua.

Avainsanat:

rehuntuotanto, rehukasvit, härkäpapu, rehukaali, rehurapsi, rehujuurikas, hirssi, lupiini, maissi, peruna

1.1 Johdanto

Kasvivalikoiman monipuolistaminen saattaisi olla yksi mahdollinen tapa, jolla nautatilat voisivat tehostaa rehuntuotantoaan. Rehukasvivalikoimaa laajentamalla voidaan tavoitella nykyistä parempaa satopotentiaalia ja/tai tehostaa tuotantopanosten käyttöä. Esimerkiksi palkokasvit sitovat ilmakehän tyypeä maahan ja tuottavat kotoista valkuaisrehua. Kylmää kestävä sekä loppukesästä satohuippunsa saavuttavat ristikukkaiset rehukasvit mahdollistavat puolestaan laidunkauden pidentämisen. Rehujuurikas voi tuottaa helposti tuplaten energiaa peltoalaa kohden viljoihin verrattuna.

Uusien rehukasvien kokeileminen vaatii uskallusta ja etenkin tietoa. Tämän vuoksi MTT:n InnoNauta – hankkeissa haluttiin selvittää vaihtoehtoisten rehukasvien käyttömahdollisuuksia. Osa selvityksen kohteena olleista kasveista on meidän oloissamme suhteellisen uusia, joten kokeiltua kotimaista tietoa löytyy vähän. Tässä työssä onkin käytetty paljon ulkomaisia lähteitä. Muutamia asioita tulee ottaa erityisesti huomioon, kun ulkomaista tietoa lähdetään soveltamaan Suomen olosuhteisiin. Kylvötiheydet ovat yleisesti lämpimämmillä alueilla niukempia kuin meillä, sillä taimettumis- ja kasvuolot ovat siellä edullisemmat. Satotasot puolestaan ovat yleensä korkeampia lämpimämmillä alueilla kuin Suomen ilmasto-olosuhteissa. Toisaalta tauteja ja tuholaisia esiintyy lämpimämmillä alueilla enemmän kuin meillä Suomessa.

Tässä kirjallisuuskatsauksessa selvitettiin jäteperunan, rehujuurikkaan, rehurapsin, rehukaalin, härkäpavun, maissin, hirssin, sinilupiinin ja valkolupiinin viljely- ja käyttömahdollisuuksia suomalaisessa nautakarjataloudessa. Perunaa lukuun ottamatta edellä mainittuja kasveja testattiin myös InnoNauta Kehitys – hankkeen ruutukokeissa vuosina 2010–2011. Ruutukokeista saadut tulokset esitetään tässä julkaisussa erikseen omissa artikkeleissaan (”Vaihtoehtoisia rehukasveja nautakarjatilaille – ruutukokeet” ja ”Maissin soveltuvuus rehukasviksi Keski-Suomessa”).

1.2 Peruna

1.2.1 Perustiedot

Peruna (*Solanum tuberosum*) on Perun Andeilta kotoisin oleva mukulakasvi, joka on maailmanlaajuisesti yksi ihmisravinnon ja teollisen tärkkelyksen päätuotantokasveja (Pringle ym. 2009). Perunan mukulat ovat sisältämänsä tärkkelyksen vuoksi käyttökelpoista energiarehua naudoille.

Tämänhetkinen markkinatilanne ei suosi perunan viljelemistä rehuksi, vaikka sillä voisi ollakin satopotentiaalia enemmän kuin tavanomaisilla rehukasveilla. Perunasta saa elintarvikekäytössä rehukäyttöä paremman hinnan. On kuitenkin visioitu, että jalostuksella voitaisiin luoda rehuperunalajike, joka tuottaisi paljon massaa, ja jonka koostumus olisi eläimille mahdollisimman sopivaa ruokinnallisesti.

Koska perunaa ei ole tällä hetkellä mielekästä viljellä rehuksi, puhutaan tässä selvityksessä nimenomaan jäteperunasta. Tähän määritelmään ei sisällytetä jo jokseenkin vakiintuneita perunarehun ja muiden teollisuuden sivutuotteiden käyttöä. Jäteperunaa on se osa sadosta, joka ei ole alkuperäiseen käyttöön kelpoista. Tätä määritelmää voidaan tarkentaa parhaiten tutustumalla perunan vikoihin.

1.2.2 Perunan laatuviat

Ruokaperuna-asetuksen mukaan laadultaan kyseenalaiset perunat luokitellaan joko kelpaamattomiksi tai viallisiksi. Ruokaperunalle on olemassa 2 laatuluokkaa. 1-luokan perunassa saa olla kelpaamattomia enintään 2 % ja viallisia enintään 6 %. Vastaavasti 2-luokassa saa olla kelpaamattomia enintään 4 % ja viallisia enintään 10 %. Lisäksi ruokaperunan on oltava halkaisijaltaan vähintään 30 mm ja luokiteltujen erien on täytettävä lajikepuhtaus- sekä kokojakaumavaatimukset. (Ahvenniemi 2011).

Kelpaamattomaksi perunan tekee:

Vihertyneisyys
Märkämätä
Mukularutto
Kuivamätä
Rengasmätä
Sydänmätä
Punamätä
Paleltuminen

Viallisia ovat:

Rupiset
Kolhiintuneet
Halkeilleet
Epämuotoiset
Kuoppaiset
Madonreikäiset
Ontot
Maltovikaiset
Moptop -viroottiset
Nahistuneet
Itäneet

1.2.3 Saatavuus

Ruokaperunan käyttöaste vaihtelee tuotanto-olojen mukaan välillä 80–95 %. Jäteperunaa olisi enimmäkseen saatavilla tasaisesti pitkin vuotta. Tarjontahuippuja tosin voi olla esimerkiksi keväällä ylijäämästä. Jäteperunalla on joitakin kilpailevia käyttökohteita. Osa siitä kelpaa perunajauhon raaka-aineeksi, osa menee hiutaleperunaksi ja joitakin tuottajilta myös bioetanolin raaka-aineeksi. (Lavonen 2011, Muuraiskangas 2011, Mäkelä 2011, Nevanperä 2011, Tölli 2011).

Ruokaperunaa, varhaisperunaa ja ruokateollisuusperunaa tuotettiin Suomessa vuosina 2009 ja 2010 keskimäärin 435 miljoonaa kiloa. Tuosta määrästä 15–10 % on 65,2–43,5 miljoonaa kiloa. Määrällisesti eniten ruokaperunaa tuotettiin Pohjanmaan maakunnissa ja Pohjois-Savossa. Ruokateollisuusperunan suurimmat tuottajat ovat Häme, Satakunta ja Pohjanmaan maakunnat (Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 2011). Järkevintä jäteperunan hankkiminen rehuksi on, jos lähitöllä on perunantuottajia. Nautatiloille on erittäin suositeltavaa verkostoitua tällaisten toimijoiden kanssa, jolloin hyöty on todennäköisesti molemminpuolinen.

Perunantuottajat saavat jäteperunastaan tällähetkellä yleisimmin 0–1 snt/kg. Perunantuottajien mielestä käyvä arvo olisi vähintään 2–5 snt/kg. Hinnan nostoa kuitenkin rajoittaa esimerkiksi perunarehu niillä alueilla, joilla sitä on saatavana. Perunarehu on suhteellisen halpa rehu, eikä jäteperuna voi karjatiloiden mielestä maksaa sitä enemmän. (Muuraiskangas 2011, Mäkelä 2011, Nevanperä 2011, Tuura 2011, Tölli 2011). Rehujen hinnat ilmoitetaan yleensä yksikössä euroa/tonni, jolloin 2–5 snt/kg olisi 20–50 e/tn. Vaikka huomioidaan, että peruna ei ole parasta mahdollista rehua ja että kyse on 2-laadun perunasta, on hinta silti varsin kilpailukykyinen muiden rehuosien kanssa.

1.2.4 Säilöntä

Peruna varastoidaan perunatiloilla ja käsittelylaitoksissa hyvin huolellisesti siihen nähden, millaisia valmiuksia ja haluja kotieläintiloilla on rehujen varastointiin. Kotieläintilalla hyvin pieni erä, joka käytetään muutaman päivän aikana, voi säilyä ilman erikoisjärjestelyjä. Jos taas toimitukset ovat kausiluonteisia ja epätasaisia ja toimituserät erittäin suuria, saattaa tuottaja haluta varastoida tavaran pysyvämmällä tavalla esimerkiksi säilörehuna. Tällöin olisi saatava isohko erä sellaiseen vuodenaikaan, kun sääolot ovat vielä otolliset aumojen ja siilojen täytölle. Lisäksi peruna tarvitsee melko todennäköisesti säilöntää varten seoskumppanin, jota tulisi olla saatavilla samaan aikaan. Kuitenkin ainakin nurmisäilörehu on tuolloin jo normaalisti korjattu.

Murskattua perunaa on säilötty onnistuneesti valmiina seosrehuna heinäan, maissiin ja soijarehuun sekoitettuna. Se on kelvannut ainakin lampaille hyvin. Koe-erässä seossuhde on ollut 80 % murskattua perunaa, 8,5 % heinää, 6 % maissia ja 4 % soijakakkua. Seoksen kuiva-ainepitoisuuden tulee olla noin 35 %. Maitohappobakteeri parantaa säilymistä, ja eläinten kasvutulokset ovat laadukkaammalla rehulla heikkolaatuista rehua parempia. (Nkosi & Meeske 2010).

Käytännössä todennäköisempää on, että perunaa saadaan tiloille korkeintaan muutamia kuormia kerralla. Tällaiset määrät voidaan säilöä kasoina esimerkiksi oljella peittäen. Silloin peruna elävänä organismina tuottaa itse tarpeeksi lämpöä eikä jäätymistä tapahdu. (Tuura 2011). Esimerkiksi sokerijuurikasta on varastoitu perinteisesti tällä periaatteella pitkiäkin aikoja.

1.2.5 Hyödyntäminen

Peruna on täysin kelvollista rehua naudoille. Energiarehuna peruna korvaa perinteisessä annoksessa väki-rehua, kuitenkin vain rajallisesti, sillä siinä on valkuaisaineita yleensä vähemmän kuin viljoissa (MTT 2006). Perunaa suositellaan syötettäväksi paloitetuna, murskattuna tai tarpeeksi matalalta ruokintapöydältä eläinten tukehtumisen välttämiseksi. Tosin käytännössä on havaittu, että kurkkuun juuttuneet palat sulavat syljen vaikutuksesta ajan myötä, eli haitta ei välttämättä ole suuri, jos eläin ei tukehdu. Käytännössä riittää seosrehuvaunun sekoittava ja sippuava vaikutus (Tuura 2011). Enimmäissyöttömäärät ovat 15 kg päivässä lehmille ja 20 kg päivässä lihakarjalle (Fuller 2004).

Naudat vaativat jonkin verran aikaa perunoihin totuttamiseen, jos niitä on vapaasti saatavilla. Mieltymykset perunaan vaihtelevat voimakkaasti nautayksilöittäin. Liian suurina määrinä perunalla on laksatiivisia vaikutuksia. (Fuller 2004, Eriksson ym. 2009). On myös hyvä tiedostaa, että jäteperunoihin kuuluvat muun muassa viherryksen takia hylätyt mukulat, jolloin haitta-aineet voivat olla ongelma. Perunan vihreissä osissa on glykoalkaloideja, jotka voivat aiheuttaa naudoilla hermosto-oireita ja ruoansulatuskanavan ärtymistä (Fuller 2004). Muita ongelmia voivat olla erilaiset bakteeri- ja homesieniperäiset kasvitautin- taudinaiheuttajat, jotka tuottavat mm. hermomyrkyjä. *Fusarium*-homesientien tiedetään tuottavan eri kasveissa myrkyjä, jotka ovat eläinten terveydelle haitallisia (Wu 2007). *Fusarium*-sieni aiheuttaa perunassa kuivamätää, jonka vioittama mukula luokitellaan jäteperunaksi (Ahvenniemi 2011). Lisätietoa tarvitaan siitä, missä määrin nimenomaan perunan taudinaiheuttajat tuottavat näitä myrkyjä, ja kuinka märehittäjän ruoansulatus neutraloi niitä. Toistaiseksi luokasta ”kelpaamattomat” ei lienekään soveliasta tarjota eläimille muita kuin lievimmin vioittuneita ja vihertyneitä perunoita.

Kaikki edellä mainittu tulee ottaa huomioon jäteperunaa rehuksi hankittaessa. Paras tapa on etukäteinen valmistautuminen siten, että perunantoimittaja lajittelee vialliset ja kelpaamattomat vielä erilleen siten, että rehuksi kelpaavat menisivät omaan eräänsä. Väärinymmärrysten ja toimitusvarmuuden takia on muutenkin hyvä tehdä selkeä sopimus toiminnasta.

1.3 Rehujuurikas

1.3.1 Perustiedot

Rehujuurikas (*Beta vulgaris*) on välimeren alueen luonnonvaraisesta merijuurikkaasta jalostettu rehu- kasvi. Samaa alkuperää ovat sokerijuurikas ja erilaiset puutarhajuurikkaat. Huolimatta samanlaisesta käyttö- tavasta ristikkukkaisten rehuksien kanssa, rehujuurikas ei ole ristikkukainen (*Cruciferae*) vaan savikka- kasvi (*Chenopodioideae*). (Hornbuckle & Tennant 1997).

Rehujuurikas on kaksivuotinen kasvi. Ensimmäisenä vuonna se kasvattaa kasvulehdet ja juureksen. Juuri- kasosa toimii normaalioloissa energiavarantona seuraavan vuoden siementuotantoa varten. Toisena vuona kasvi kukkii ja tuottaa siemeniä. Rehutuotantoon sitä viljellään yksivuotisena. Siemenen halkaisija on noin 4 mm. (Masalkar & Keskar 1998, Classic encyclopedia 2006, Pedersen 2006, DLF Trifolium 2011).

Rehujuurikkaan lajikkeet vaihtelevat juurikkaan muodon, värin, kuiva-ainepitoisuuden ja juurikasosan kasvusyvyyden osalta. Rehujuurikas on nimensä mukaisesti rehuikäyttöön jalostettu muoto, ja Keski- Euroopan alueella sen käytöllä on jo muutaman vuosisadan historia. (Lange ym. 1999, Classic encyclo- pedia 2006, Harveson ym. 2009, Schuchert 2011).

Rehujuurikas on nykypäivänä ns. uusvanha rehu- kasvi. Viime vuosisadan puolivälissä se oli eläinrehujen valtakasvi Keski-Euroopassa, mutta tämän vuosituhannen alussa sitä oli enää hyvin pienimuotoisesti käytössä. Rehujuurikas on ollut työläs viljellä ja korjata, joten maissi korvasi sen ajan myötä. Nykyään rehu- juurikkaan asema tunnustetaan satopotentialinsa vuoksi. Myös koneellinen korjuu on helpottanut rehu- juurikkaan käyttöä. (Lauwers ym. 2009). MTT:n Maaningan ja Ruukin toimipisteissä viljeltiin InnoNauta Kehitys –hankkeen toimesta rehujuurikasta koeruuduilla vuosina 2010 ja 2011 (Kuva 1). Laaja tietopaketti rehujuurikkaan viljelystä on luettavissa Salon (2011) opinnäytetyöstä.



Kuva 1. MTT:n Maaningan ja Ruukin toimipisteissä viljeltiin rehujuurikasta koeruuuilla vuosina 2010 ja 2011. Kuvajaaja: Essi Saarinen.

1.3.2 Viljelyvaatimukset

Kuten juurikkailla yleensä myös rehujuurikkaan maalaji- ja ravinnevaatimukset sekä maan viljavuuden edellytykset ovat suhteellisen vaativia. Maa on muokattava kuohkeaksi. Kiviset ja liian savipitoiset maat eivät sovellu ollenkaan, mikäli sato aiotaan korjata, sillä kokkareet vahingoittavat juurikkaita. Liian raskailla savilla maan mekaaninen vastus haittaa juurikkaan kasvua. Ihanteellisimpia maita ovat näin ollen kivettömät, kevyet kivennäismaat.

Rehujuurikas ei kasva happamassa maassa, joten pH tavoite on alimmillaan 6,5. Happamuus altistaa lisäksi hometaudeille ja ravinteiden puutteille. Ravinteista kaliumia kuluu huomattavasti enemmän suhteessa muihin ravinteisiin. Natriumin tarve on rehujuurikkaan erikoisuus; sitä tarvitaan satotavoitteesta riippuen muutamia kymmeniä kiloja hehtaarille. Pitkän kasvukauden kasvina rehujuurikas hyödyntää karjanlannan ravinteita hyvin. Hivenravinteista erityisesti boorin ja mangaanin puutosta on varottava. (Draycott & Hollies 2001, Pedersen 2006, Seed Force 2010, DLF Trifolium 2011).

1.3.3 Kasvukausi

Rehujuurikkaan kasvu-aika rehuntuotantovuonna on 6–7 kuukautta (Pedersen 2006). Suomessa kasvukausi siis loppuu käytännössä kesken. Itäminen ja taimettuminen ovat ihanneoloissa nopeita, mutta käytännössä kestävät ainakin pari viikkoa. Taimettuminen hidastuu ensimmäisen viikon jälkeen, ja myös alkukasvu on hidasta. (Biancardi ym. 2005, Seed Force 2010). Juurikasosan kasvu alkaa myöhemmin kesällä, ja kasvukauden lopulla sen kosteuspitoisuuden vaikuttavat maan kosteusolot. Märkänä syksynä ei saavuteta korkeita kuiva-ainepitoisuuksia. (The Potash Development Association 2001, Abdallah & Yassen 2008).

Täyden satopotentialin saavuttaessaan rehujuurikkaan kuiva-ainesato ylittää ulkomailla 20 tonnia hehtaarilta, tuorepainona yli 100 tonnia hehtaarilta (The Potash Development Association 2001). Suomessa

koeruuduilla on saavutettu juurisatona lähes 9,5 tonnia kuiva-ainetta hehtaarilta, joka on tuorepainossa lähes 66 tonnia.

1.3.4 Viljelytekniikka

Rehujuurikkaan viljelytekniikka on pitkälti sama kuin sokerijuurikkaan. Tällaisia kasveja varten maa on kuohkeutettava syvään muokattaessa ja saatava aikaan tasainen itämisalusta. Juurikkaiden taimettumisessa näkyy herkästi pellon pinnan epätasaisuus. (Draycott & Hollies 2001, DLF Trifolium 2011). Lannoitteet kannattaa levittää ennen kylvöä ja vain lisätyppi jättää kasvukaudelle levitettäväksi, jos lannoituksen haluaa jakaa (Draycott & Hollies 2001, Limagrain 2011).

Rehujuurikkaan kylvöaika on heti kevähallon jälkeen, kun ilman keskilämpötila on noin 10 °C. Rehujuurikkaan kylvö tehdään matalaan (noin 2 cm) mielellään tarkkuskylvökonetta käyttäen. Kasveja pitäisi saada hehtaarille noin 70 000 kpl. Tavanomainenkin kylvölannoitin käy, mutta sopivan rivivälin takia siitä on tukittava vantaita. Samoin suositellaan lisättäväksi kylvösimenmäärää. Sopiva riviväli on noin 40–50 cm ja taimiväli noin 20 cm. (Seed Force 2010).

Rikkakasvitorjunta taimettumisvaiheessa on rehujuurikkaan tärkein ja ehdottoman välttämätön kasvinsuojelutoimenpide, jolla on suuri merkitys satotasoon. Jotakin haittaa taimettumisvaiheessa voi olla myös tuhohyönteisistä, jos niitä esiintyy. Tällöin tuhoistorjunta voidaan yhdistää rikkaruiskutuksiin. (Seed Force 2010, DLF Trifolium 2011). Rikkakasviaineista hyväksytyjä aineita ovat Pyramin DF, Betanal SE, Betasana 2000 ja Kemifam Flow (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2011). Väli viljelykierrossa tulee olla ainakin 3 vuotta, eikä useampia satoja tule viljellä peräkkäisinä vuosina (Harveson ym. 2009, Seed Force 2010, DLF Trifolium 2011).

1.3.5 Korjuu ja hyödyntäminen

Rehujuurikas voidaan hyödyntää laiduntamalla, säilörehuksi korjaamalla tai näiden yhdistelmällä. Rehujuurikkaan laiduntamisen hyöty tulee laidunkauden pidentymisestä, sillä nurmen kasvun jo loputtua voidaan päästää eläimet seuraavan kasvin pariin. Tavanomaisen nurmen ja rehujuurikkaan väliin voidaan ottaa vielä esimerkiksi italianraiheinä, joka sijoittuu kasvurytmiltään edellä mainittujen välille. (Kunelius ym. 2003). Tarkoitukseltaan rehujuurikkaan kanssa hyvin samankaltaisia laidunkasveja ovat rehukaali ja rehurapsi.

Rehujuurikas säilyy käyttökelpoisena vielä lumen tultua. Rehukaaliin ja -rapsiin verrattuna sillä on myös suurempi sato, koska eläimet syövät kasvin juurikkaineen. Laiduntarkoitukseen kannattaa siksi valita lajike, jonka juuresta mahdollisimman suuri osa kasvaa maan pinnalla (Seed Force 2010). Laitumen syönti on yleensä tehokasta, ja kasvutulokset lihakarjalla ovat verrannollisia sisäruokintakauden tuloksiin. Syöttö kannattaa tehdä kaistaperiaatteella, jotta kasvusto tulee tarkasti syötyä ja ylensyönniltä välttyään. (Kunelius ym. 2003).

Korjuu tehdään juurikkaankorjuukoneilla tai rehujuurikasta varten varustelluilla erikoiskoneilla, joissa lähinnä puhdistus on tavanomaisia koneita tehokkaampaa. Naatit voidaan joko jättää peltoon, levittää laidunnettaviksi tai korjata säilöttäväksi. Rehujuurikkaan juuri (Kuva 2) lukeutuu sisältönsä puolesta energiarehuksi ja on verrattavissa perunaan, joka sisältää rehujuurikasta enemmän tärkkelystä (MTT 2011). Energiarehuna rehujuurikas korvaa perinteisessä annoksessa väkirehua, kuitenkin vain rajallisesti, sillä siinä on valkuaisaineita vähemmän kuin viljoissa.

1.3.6 Säilöntä

Rehujuurikas on aina puhdistettava mullasta ennen säilöntää. Tähän on tarjolla erillisiä koneita. Säilönnän tavanomainen metodi on säilöntä kokonaisuutena aumassa, kuten kotimainen sokerijuurikas välivarastoidaan. Tällöin ongelmaksi muodostuu kuitenkin syksyllä ja keväällä vuoroittaisen jäätyneen ja sulamisen aiheuttama pilaantuminen. (Lauwers ym. 2009). Tämä metodi soveltuu siksi lähinnä eteläisempään Eurooppaan, jossa lämpötila ei juuri koskaan käy pakkasen puolella. Aumasäilöntä voidaan tehdä myös seoskomponentin kanssa. Tämä tapahtuu silvottuna tai murskattuna ja maissi- tai nurmisäilörehuun sekoitettuna noin 60/30 suhteessa karkearehua/rehujuurikasta. Lopullisen säilöttävän seoksen kuiva-ainepitoisuudeksi tavoitellaan noin 30 %. (Lauwers ym. 2009).



Kuva 2. Rejuurikkaan juuri on energiarehua, jolla voidaan korvata viljaa naudan rehuannoksessa. Kuvaaja: Essi Saarinen.

Nykyaikaisempia säilöntämenetelmiä ovat baggeri- eli makkarasäilöntä ja ilmatiivis siilo. Baggerilla säilöttäessä kannattaa myös käyttää karkearehua seoskumppanina, sillä muuten puristenesteen mukana menetetään liikaa rehuarvosta. (Lauwers ym. 2009). Ilmatiiviiseen siiloon säilömistä on kokeiltu ulkomailla murskaamalla sato mäskiksi ja pumppaamalla se siiloon. Tuolloin korjuu ja käyttö ovat mahdollisimman yksinkertaisia ja koneistettavissa. (Deininger ym. 1996). Tähän tulee Suomen olosuhteissa kuitenkin suhtautua varauksella jäätymisvaaran vuoksi. Jäätymisongelma voitaneen tässäkin tapauksessa välttää lisäämällä rehun kuiva-ainepitoisuutta seoskumppanilla ja säilömällä rehumassa seoksena säilörehutorniin kuten nurmisäilörehu.

Pääsääntöisesti rejuurikas kannattaa säilöä karkearehuun kuten nurmeen sekoitettuna, vaikka siitä aiheutuukin epäkäytännöllisyyksiä, kuten sopivan seoskumppanin viljely samassa kavutahdissa ja korjuu samanaikaisesti. Muuten olisi tehtävä satomäärän osalta kompromissi jommankumman komponentin kohdalla. Toinen vaihtoehto on varastoida esimerkiksi olkea säilöntäprosessia varten. Yleisesti ottaen rejuurikkaan säilöntämenetelmät eivät vielä kilpaile sujuvuudellaan tavanomaisten viljelykasvien vaikiintuneiden säilöntäprosessien kanssa.

1.4 Rehukaali ja rehurapsi – ristikukkaiset rehuksavit

1.4.1 Perustiedot

Rehukaalia (*Brassica oleracea*) ja rehurapsia (*Brassica napus*) (Kuva 3) käytetään muiden ristikukkaisten lehti- ja juurikasvien tavoin yleisesti lauhkean ilmaston alueella pidentämään nautojen ja lampaiden laidunkautta. Rehukaali ja -rapsi ovat 2-vuotisia lehteviä rehuksavia, jotka ovat sopeutuneet viileään ilmastoon kosteisiin oloihin. (Hannaway ym. 1982, Fuller 2004).

Rehukaalin ja -rapsin kasvurytmi on heiniä myöhäisempi, joten laitumien syöttöä voidaan venyttää pidemmälle syksyyn. Tällä tavoin on mahdollista säästää karkearehun korjuukustannuksissa. Rehukaalista

ja -rapsista voidaan myös tehdä säilörehua. (Givens ym. 2000, Fuller 2004). Viime aikoina nämä kasvit ovat Suomessa yleistyneet nopeammin riistapelloilla kuin ammattiviljelyssä.

Rehukaali on ristikukkaisista rehuksveista satoisin ja rehurapsi puolestaan on nopeakasvuisempi. Rehunauriista ja -lantusta saadaan lisäksi juurisato. Rehukaali on ristikukkaisista kylmänkestävin. Eri lajikkeet vaihtelevat lehtevyydeltään, ja eläimiä varten kannattaa valita mahdollisimman lehtevä lajike. (Hannaway ym. 1982, Bartholomew 2011).



Kuva 3. Rehukaali (vasemmalla) ja rehurapsi (oikealla) kasvavat noin puoli metriä korkeaksi ja lehteväksi kasvutoksi. Ruukki 2010 viikolla 35. Kuvaaja: Maria Honkakoski.

1.4.2 Viljelyvaatimukset ja kasvukausi

Ristikukkaiset menestyvät parhaiten mailla, joissa pH on vähintään 6,5. Happamuus haittaa ravinteiden saantia ja lisää taudinaiheuttajien elinmahdollisuuksia. Vaikka luontaiset muodot ovat menestyneet karuissakin oloissa, kaikki ristikukkaisten viljelymuodot tarvitsevat riittävän ja tasapainoisen lannoituksen. (Dixon 2006). Pääravinteiden tarve on rehukaalilla enimmillään typpeä 135 kg/ha, fosforia 40 kg/ha ja kaliumia 90 kg/ha, ja rehurapsin vaatimukset ovat kaikkien ravinteiden osalta vastaavasti noin 20 kg/ha alhaisemmat. Rikki on ristikukkaisten erikoisvaatimus, ja sitä tulisi antaa ainakin 20 kg/ha. (Hannaway ym. 1982, Lemus 2009).

Rehuksvien tapauksessa etenkin typen oikea määrä on tärkeä rehun määrän ja laadun kannalta. Typpilannoituksella on huomattava satovaste, mutta ylilannoitus viivästyttää tuleentumista, kerääntyyttää kasviin eläimen terveydelle haitallisia nitraatteja ja altistaa kasvin taudeille. (Dixon 2006). Hivenravinteiden saannista tulee pitää huolta, ja ristikukkaisilla on omat tarpeensa. Boorin ja mangaanin puutetta aiheuttavat maaperän liika emäksisyys, kuparia on huonosti saatavilla eloperäisistä maista ja molybdeenista on puutetta happamilla mailla. (Dixon 2006). Ristikukkaiset ovat sopeutuneet viileään ilmastoon, ja kesän helteet hidastavat niiden kasvua (Dixon 2006).

1.4.3 Viljelytekniikka

Ristikukkaisten kylvö voidaan aloittaa, kun maan lämpötila on 10 °C. Sopiva kylvösyvyys pienisiemenisille ristikukkaisille on 1–2 cm. Suositukset rivivälillä vaihtelevat välillä 15–70 cm. Lajikkeesta ja kasvuoloista riippuen kylvömäärä ulkomaisissa suosituksissa on noin 1–3 kg/ha nauriille ja lantuille sekä 3–5 kg/ha rapsille ja kaalille. (Najda 1991, Ayres & Clements 2002, Lemus 2009). Suomen oloihin suhteutettuna näihin määriin lisätään yleensä noin 2 kg/ha.

Säilörehuksi korjattaessa ristikukkaisia voidaan viljellä myös nurmien suojakasveina. Esimerkiksi rehurapsi yksistään sekä rehurapsin ja ohran yhdistelmä suojakasvina on tuottanut kokeissa korkeita satoja. Rehurapsin ja ohran seoksena kylvetään esimerkiksi 6–8 kg/ha rapsia ja 50–75 kg/ha viljaa. (Hannaway ym. 1982, Nissinen 2004).

Ristikukkaisilla kasveilla on useita tuholaisia taimettumisesta kukkimiseen. Rehuristikukkaisten viljelijän kannattaa tiedostaa ympäristössään naapurien muut ristikukkaiset kuten rypsi. Tällöin voidaan suunnitella yhdessä tuholaiсторjunta. Mikäli lähistöllä on avomaaviljelmä tai kasvihuone, jossa ristikukkaisia kasvatetaan, voi tuholaiden tarkkailuun olla tavallista enemmän syytä. Kaalikoi on useimpien ristikukkaisten lehtikasvien paha riesa, ja voi tehdä pahaa jälkeä, jos sitä esiintyy runsaasti. Kaalikoin torjuntaan kannattaa käyttää feromoniansaa, joka toimii myös indikaattorina ruiskutustarpeesta. Muita mahdollisia tuholaisia ovat mm. erilaiset kirpat, kirvat, kuoriaiset ja jauhiaiset. (Dixon 2006).

Rehukaalille on rikkojen torjuntaan hyväksytty Lentagran WP. Rapsille, nauriille ja lantuille käy Devrinol 450 SC. Tuhoeläimiä varten käyvät mm. Mavrik 2F ja Maatilan Sypermetriini sekä taudeille Mirador 250 SC ja Ortik. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2011). Tautien ja tuholaiden välttämiseksi ristikukkaisten viljelykierrossa suositellaan vähintään 4 vuoden väliä, eikä peräkkäistä viljelyä useina vuosina tule harjoittaa. Möhöjuuren tapauksessa viljelykierrossa saisi olla jopa 5 vuoden väli ristikukkaisten välillä. (Dixon 2006, Fulkerson 2008).

1.4.4 Korjuu ja hyödyntäminen

Tässä esiteltyjen ristikukkaisten rehukasvien pääasiallinen hyödyntämistapa on laiduntaminen. Haluttaessa korjuu voidaan tehdä myös tavanomaisilla pystykasvustosta korjaavilla koneilla. Ristikukkaisia on tarkoitus laiduntaa viileän ilmaston oloissa kasvukauden lopulla, kun nurmien laatu huononee, ja kasvu on olematonta tai päätynyt. Mikäli laidunnetaan aiemmin, ristikukkaisilla on jonkin verran uudelleenkasvukykyä. Lämpimissä ilmastoissa tätä ominaisuutta hyödynnetään yleisesti. Tällöin rapsia laidunnetaan useasti, ja rehukaalia käytetään talvilaitumena ympärivuotiseen laiduntamiseen. (Hannaway ym. 1982, Bartholomew 2011).

Muuntokelpoista energiaa ristikukkaisissa kasveissa on 9–14 MJ/kg ka ja raakavalkuaista on 140–222 g/kg ka. Sulavuus voi olla hyvin korkea, jopa 90 %. Yliruokinta voi johtaa terveysongelmiin ja lypsylehmillä maidon makuvirheisiin. (Givens ym. 2000, Fuller 2004). Terveysongelmien välttämiseksi rehukaalia ei tule syöttää aikuisille naudoille yli 25 % ja vasikoille yli 10 % kokonaisrehuannoksesta. Rohkeimmissa suosituksissa enimmäismäärä on 75 % rehuannoksesta. Ylensyöntiongelmia voidaan välttää ja sadon hyödyntämistä tehostaa huolellisella kaistasyöttömenetelmällä. Ylensyönnin rajoittamiseksi ensimmäisinä päivinä kannattaa varmistaa, että eläimet ovat syöneet edes jonkin verran karkearehua ennen laitumelle pääsyä. (Fuller 2004, Fulkerson 2008, Lemus 2009). Kaikki ristikukkaiset kasvit sisältävät glukosinolaatteja, jotka ovat kitkerän makuisia ja aiheuttavat esimerkiksi muinuais-, maksa- ja kilpirauhashäiriöitä. Rehukaalin haitta-aineet voivat lisäksi aiheuttaa punasoluanemiaa. (Fuller 2004).

1.4.5 Säilöntä

Säilörehuksi korjattaessa säilöntä tehdään samoin kuin nurmirehuille, mutta rehumassan korkea kosteuspitoisuus asettaa säilönnälle haasteensa ja lisää esitettävän puristenesteen määrää. Aumattaessa rehumassaan kannattaa lisätä kuivaa materiaalia kuten olkea tai heinää esimerkiksi kerroksittain väliin. (Lemus 2009).

1.5 Härkäpapu

1.5.1 Perustiedot

Härkäpapu (*Vicia faba*) kuuluu palkokasveihin. Härkäpapua kasvatetaan laajasti ihmisravinnoksi ja eläinten rehuksi. Rehukäytössä härkäpapu on siemenenä valkuaisrehua ja niitettynä karkearehua. Härkäpapu kasvaa enimmillään noin parin metrin pituiseksi. Varsi on paksu ja suora. Lehdet ovat kerrannaisia, ja kukinta alkaa noin viidennestä lehdestä eteenpäin. Kukinnoista muodostuu palkoja, joissa on 2–4 papua kussakin (Kuvat 4 ja 5). (Matthews & Marcellos 2003).



Kuvat 4 ja 5. MTT:n koeruuduilla viljeltiin härkäpapu-vehnäseoksia vuosina 2010 ja 2011. Kuvaaja: Essi Saarinen.

Härkäpavun alkuperää ei tiedetä tarkasti. Härkäpapu ei ole geneettisesti yhdenmukainen eikä risteytettävissä muiden papujen kanssa. Lajikkeiden siemenkoko vaihtelee hieman hernettä isommista aina munuaismaisiin, halkaisijaltaan parin sentin kokoiisiin. Lajikejalostuksella on parannettu viljelyominaisuuksista mm. lyhentämällä varren pituutta, nostamalla satotasoa ja vähentämällä haitta-aineiden pitoisuuksia. (Duc 1997, Muehlbauer & Tullu 1997). Härkäpapulajikkeita on kahdenlaisia. Tuore- ja säilörehuksi tarkoitetut lajikkeet kuten Scirocco eivät käytännössä tuleennu, vaan säilyvät syksyyn asti vihreänä. Siementuotantolajikkeet kuten Kontu tuleentuvat syksyllä, jolloin kasvusto on suorastaan ruman musta. Lajikkeista on myös syys- ja kevätversiot, joista syyslajikkeissa on enemmän valkuaista (Muehlbauer & Tullu 1997). Laaja tietopaketti härkäpavun viljelystä on luettavissa Hietasen (2010) opinnäytetyöstä.

1.5.2 Viljelyvaatimukset

Härkäpapu menestyy periaatteessa kaikilla maalajeilla. Se on kuitenkin herkkä kuivuudelle, joten parhaita ovat hikevät kivennäismaat sekä savimaat. Eloperäisillä mailla voi olla turhan paljon tyypeä, mistä on haittaa, mikäli sadon toivotaan tuleentuvan. Suurin kosteudentarve on 9–12 viikkoa taimettumisesta, mutta kuumuus ja kuivuus aiheuttavat herkästi satotappioita koko kasvukauden ajan. (Muehlbauer & Tullu 1997, McVicar ym. 2008, Stoddard ym. 2010). Poudanarkuus tarkoittaa toisaalta sitä, että kastelulle saa-

daan hyvä vaste. Muihin palkokasveihin verrattuna härkäpapu sietää kuivuutta huonoimmin mutta happamuutta suhteellisen hyvin. Happamuus vaikuttaa kuitenkin negatiivisesti kasvuun, koska typensitojabakteerit eivät viihdy hyvin happamassa maassa. (Lowendorf ym. 1981, Muehlbauer & Tullu 1997, McVicar ym. 2008).

Härkäpapu on typensitojakasvi. Hyviä satoja on saatu vähäisellä tai olemattomalla typpilannoituksella. Maassa on kuitenkin hyvä olla saatavilla hieman typpeä alkuvaiheessa, jolloin symbioottiset juuristomikrobit eivät ole vielä aloittaneet tehtäväänsä. Jos typpeä on saatavilla yli 55 kg/ha, juuristomikrobien kehitys viivästyy, koska kasvi käyttää ensin pois vapaasti saatavilla olevan typen. Typensidonnan varmistamiseksi siemen kannattaa ympätä varsinkin, jos lohkolle ei ennen ole ollut härkäpapua. (McVicar ym. 2008).

1.5.3 Kasvukausi

Itämistä varten härkäpavun siemenen on imeytettävä itseensä oman painonsa verran vettä (McVicar ym. 2008). Aikaa taimettumiseen kuluu yleensä pari viikkoa (Yli-Kleemola 2009). Kasvuaika on ilmasto-oloista ja lajikkeista riippuen vähintään 90 päivää. Käytännössä meillä viljeltävillä lajikkeilla tarvitaan lämpösummaa 1 150–1 200 astetta, joka on kasvupäivinä yleensä ainakin 130. Hyvinä kasvukausina päiviä voi kulua vähemmänkin. Kasvu on päättöntä, eli uusia kukkia tulee jatkuvasti tuleentumiseen saakka. Tärkeimpiä pölyttäjiä ovat kimalaiset. (Muehlbauer & Tullu 1997, Yli-Kleemola 2009). Sadon tuleennuttua kypsimmät pavut varisevat, kun uusimmat vasta kypsyvät. Tämä tarkoittaa puintisadon kohdalla sitä, että joukossa on aina myös tuoreita siemeniä. Tiheä kasvusto tuleentuu tasaisimmin (Ylhäinen 2009).

Satovaihtelu on siemensadolla normaalisti välillä 2 000–5 000 kg/ha, Suomessa noin 2 000–3 000 kg/ha (Ylhäinen 2009). Kanadassa koeruuduilta on saatu siemensatoa 6 700 kg/ha (McVicar ym. 2008). Säilörehuksi korjattaessa kasvusto tuottaa kuiva ainetta 5 000–9 000 kg/ha, tuorepainossa 30–42 tn/ha (Mihalovic ym. 2007).

1.5.4 Viljelytekniikka

Koko kasvukauden hyödyntämiseksi härkäpapu on suositeltavaa kylvää heti, kun pelloille pääsee. Härkäpapu kestää jopa -10 °C halloja, joten hallavaurioista ei ole huolta. (Muehlbauer & Tullu 1997). Sopiva kylvösyvyys on 6–10 cm kosteusolojen mukaan. Yleisesti ottaen on parempi kylvää liian syvään kuin liian matalaan. Kaikki muokkaus- ja kylvötekniikat kynnöstä suorakylvöön ovat toimivia. Suositeltu kasvitiheys on 40–80 kpl/m². Ulkomaiset suositukset ovat välillä 40–50 kpl/m² ja kotimaiset 70–80 kpl/m² luokkaa. Kilogrammoina kylvömäärä on tuolloin hieman yli tai alle 200 kg/ha. (Muehlbauer & Tullu 1997, McVicar ym. 2008, Yli-Kleemola 2009).

Härkäpapu ei pärjää rikkakasveille, joten torjunta on välttämätöntä. Suomessa on hyväksytyjä valmisteita ainostaan Basagran SG ja Butisan S sekä heinien torjuntaan Agil 100 EC. Perunalla käytettävä Fenix käy käytännön kokemusten mukaan, ja sillä on off label -hyväksyntä. Huomattavaa on, että sekä Basagran että Fenix vioittavat härkäpapua, mutta se toipuu vaurioista. MCPA vaurioittaa härkäpavun sen sijaan pysyvästi. Glyfosaatti juuri ennen taimettumista joko yksin tai edellämainittuihin sekoitettuna on tarkkuutta vaativa mutta toimiva vaihtoehto. (McVicar ym. 2008, Jalli ym. 2009, Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2011, Yli-Kleemola 2009).

Härkäpavulla on merkittäviä tauteja ja tuholaisia Suomessa toistaiseksi vähän. Suklaalaikku, toiselta nimeltään härkäpavunharmaahome, on yleisin haitta, ja sitä kannattaa torjua, jos tartunta on voimakasta juuri ennen kukintaa. Mahdollisia muita tauteja ovat keltamosaiikkivirus ja erilaiset tyveen ja korteen iskevät sienitaudit. Niiden torjumiseksi yksipuolista viljelyä tulee välttää. Hyönteisistä hernekääriäinen ja hervekirva voivat vioittaa härkäpapua. (Muehlbauer & Tullu 1997, McVicar ym. 2008, Jalli ym. 2009, Yli-Kleemola 2009). Viljelykierrossa tulisi olla 4 vuotta muita kasveja härkäpavun jälkeen, eikä härkäpapua tulisi kylvää öljykasvien tai muiden palkokasvien jälkeisenä vuonna. Härkäpavulla ja öljykasveilla on samoja varteen ja juuriin vaikuttavia sienitauteja. (McVicar ym. 2008).

1.5.5 Korjuu, säilöntä ja hyödyntäminen

Härkäpapakasvustoa puitaessa leikkuupuimurin säädöt tulee olla väljänä (seulat ja varstasilta auki, puintikelan kierrokset alas ja puhallin täysille). Alimmista paloista varisee väistämättä osa hukkaan. (Yli-

Kleemola 2009). Papuja myös varisee hieman leikkuupöydältä takaisin puimurin etupuolelle. Isolle siemenelle kuivaus kannattaa tehdä kahdessa erässä, ja lämpö pitää maltillisena. Lähteistä riippuen suositellaan lämpötilaksi korkeintaan 32–50 °C astetta. Kuivausta ei ehkä kannata tehdä aivan 14 %:in asti, koska kuivana siemen halkeilee herkästi. Sertifiointiin riittää 17 % kosteus. (McVicar ym. 2008, Ylhäinen 2009, Yli-Kleemola 2009). Härkäpavun siemenen valkuaispitoisuus vaihtelee välillä 24–33 %. Aminohapoista siinä on etenkin lysiiniä, mutta vähän metioniinia ja kysteiniiniä. Hiilihydraatteja siemenessä on 49–57 %. (Winch 2006).

Säilörehuksi härkäpapu voidaan korjata tavanomaisilla menetelmillä; kuitenkin niittomurskaus voi aiheuttaa merkittäviä varisemistappioita. Sopiva korjuuaika on noin 3–4 viikkoa kukinnasta, tai kun alimmat palot alkavat tummua. (Nykänen 2011, Oplinger ym. 2011). Säilörehuksi härkäpapu voidaan tehdä kuten nurmirehut. Kokeissa härkäpapu on säilynyt hyvin ainakin maitohappobakteerilla käsiteltynä ja esikuivatuna 30 % kuiva-ainepitoisuuteen (Borreani ym. 2009). Härkäpapusäilörehun energia-arvo on noin 9,1 MJ ME/kg ka ja D arvo 570 g/kg ka, kun kasvusto on korjattu papujen ollessa vielä vihreitä (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus 2006). Verrattuna tavanomaisiin nurmisäilörehuihin härkäpapusäilörehu on usein energia-arvoltaan hieman heikompaa, mutta sillä on ulkomaisissa kokeissa saavutettu vähintään samat kasvutulokset ja maitotuokset kuin muillakin kokoviljasäilörehuilla (Wagner ym. 1990, Louw 2009). MTT Maaningan toimipisteessä toteutetussa kokeessa lehmät lypsivät hyvin härkäpapurviljasäilörehulla, ja tuntuma oli, että härkäpapusäilörehun sulavuudet ja siten myös energia-arvot voisivat olla laskennallisia arvoja korkeammat (Juutinen 2011).

1.6 Maissi

1.6.1 Perustiedot

Maissia (*Zea mays*) viljellään siemeninä ihmisravinnoksi ja eläinten rehuksi sekä tuleentumattomana säilörehuksi kaikkialla, missä ilmasto antaa myöden. Maissi onkin tärkeimpiä ruoka- ja rehuksveja sekä teollisen tärkkelyksen tuottajia (International Starch Institute 2011). Uusimpana käyttökohteena on lisäksi bioetanol. Suomen oloissa maissin viljely säilörehuksi nurmen ohella voi olla ilmaston lämpenemisen myötä edullista. Kokeiluja tehdään sekä viljelijöiden toimesta että koeruuduilla. MTT:n Maaningan, Ruu-kin ja Ylistaron toimipisteissä viljeltiin InnoNauta Kehitys –hankkeen toimesta rehuissa koeruuduilla vuosina 2010 ja 2011 (Kuvat 6 ja 7).

Maissi kasvaa lajikkeesta riippuen reilusta puolesta metristä jopa 6 metrin pituiseksi. Keskimääräinen pituus on noin 2,4 metriä (International Starch Institute 2011). Tähkien määrä vaihtelee lajikkeittain. Tähkissä on korkea sulavuus, kun taas korsi ja lehdet ovat huomattavasti sulavia. Tämän vuoksi säilörehuksi kannattaa valita mahdollisimman runsaasti tähkivä lajike. (Niiranen 2008b). Siementen sisältämän hiilihydraatin laatu vaihtelee lajikkeittain. Tärkkelysfraktiota on kehitetty erilaisia jauholaatuja varten. Soke-riimaississa sokerit eivät lainkaan muunnu tärkkelykseksi. Rehuna maissin tärkkelys on tavanomaisten viljojen tärkkelystä hitaammin sulavaa. Maissin aminohappokoostumus on huono; puutetta on etenkin lysiinistä ja tryptofaanista. (Fuller 2004).

1.6.2 Viljelyvaatimukset

Maissi on C4-kasvi, mikä käytännössä tarkoittaa, että se on sopeutunut yhteyttämisfysiologialtaan lämpimien alueiden olosuhteisiin (International Starch Institute 2011). C4-yhteyttämisestä on kasville etua silloin, kun on kuivaa, hyvin lämmintä ja tyypeä ja hiilidioksidia on vähän. C4-kasvit viihtyvätkin parhaiten lämpimillä seuduilla, alle 45 leveysasteella. Lauhkeassa ilmastossakin maissi kuitenkin kasvaa tarpeeksi karkearehutarkoituksiin. Maissi on Suomessa soveltuvuusalueensa rajalla tai sen ulkopuolella. Kasvukauden pitäisi olla Etelä-Ruotsia vastaava eli muutamaa viikkoa pitempi. Lisäksi maissi on todella herkkä hallalle koko kasvukauden ajan. (Niiranen 2008b).

Maissille sopivimmat maalajit ovat multa- ja hietamaat. Tiivistyneet raskaat maat eivät ole hyviä. Maissin alkuperän huomioon ottaen sille kannattaa varata lämpimimmät lohkot. (Niiranen 2008b). Maissin sato reagoi vahvasti kasvukauden oloihin, etenkin kosteustilanteeseen. Liian märkä tai kuiva on maissille tuhoisaa. Tuoresato vaihtelee välillä 10–45 tn/ha. Suomessa kuiva-ainesato on vaihdellut MTT:n kokeissa Piikkiössä välillä 13–21 tn/ha. Tällöin maissin satotaso on ollut vuodesta 2006 joka vuosi suurempi kuin säilörehunurmen kuiva-ainesato. (Niiranen 2008a, Niiranen 2008b, Mustonen 2010b).

Lannoitteista maissi tarvitsee typpeä keskimäärin 140–150 kg/ha, fosforia 30–40 kg/ha ja kaliumia yhtä paljon kuin typpeä (Laine 2009). Kotimaiset tukiehdot eivät kuitenkaan mahdollista tällaisia lannoitemääriä. Typen maksimilannoitus maissille on kivennäismaille 80 kg/ha Etelä- ja Keski-Suomessa ja 70 kg/ha Pohjois-Suomessa. (Maaseutuvirasto 2009).



Kuvat 6 ja 7. Maissia viljeltiin MTT:n koeruuduilla vuosina 2010 ja 2011. Kuvaaja: Maria Honkakoski.

1.6.3 Kasvukausi

Maissin taimettuminen kestää noin 3 viikkoa, jos maan lämpötila on noin 10 °C ja alle viikon, jos lämpötila on 20 °C (Farnham ym. 2001, Winch 2006). Maissin kasvuvaiheita kuvataan laskemalla montako tunnistettavaa lehtituppea varressa on nähtävillä sekä sen perusteella, monennessako varren solmukkeessa alhaaltapäin laskettuna on vielä lehti kiinni. Alimmat lehdet putoavat kasvukauden edetessä. Uusi lehti ilmaantuu erittäin hyvissä oloissa noin 4–5 päivän välein. (Mueller & Pope 2009).

Pitkän päivän oloissa maissin kasvullinen vaihe on pidempi, ja tuleentuminen kestää kauemmin. Samoin kasvin koko ja lehtevyys lisääntyvät. Maailmanlaajuisesti maissin kasvukausi vaihtelee melkoisesti, 50–365 päivää (Winch 2006). Suomessa kokeiltujen lajikkeiden vaatima aika olisi vähintään 150 päivää, ja kokeissa niillä on saavutettu hieman yli 100 päivää (Niiranen 2008b).

1.6.4 Viljelytekniikka

Maissin kylvöille ei kannata lähteä ennen kuin maan lämpötila on noussut vähintään tasolle 10 °C. Sopiva kylvösyvyys on 4–5 cm. Rivivälisuositusten vaihteluväli on melkoinen, ja aihe näyttää olevan maissintuotannon ikuinen keskustelunaihe. Ehdotukset vaihtelevat välillä 38–97 cm, ja 76 cm pidetään optimaalisena. Suomessa on kokeiltu ja onnistuttu muun muassa väleillä 45 cm ja 62,5 cm. Optimaalinen kasvitiheys on ulkomaisissa suosituksissa 8–9 kpl/m². Suomessa on kokeiltu esimerkiksi 7,5–12 kpl/m². (Farnham ym. 2001, Niiranen 2008a, Niiranen 2008b, Mueller & Pope 2009, Mustonen 2010a). Ulkomaiset suositukset ovat yleensä siementuotantoa varten, joten niitä hieman tiheämpi kasvusto on perusteltu tavoiteltaessa säilörehusatoa.

Seoskasvustoista toistaiseksi parhaan tuloksen on antanut persianapila, joka täyttää rivivälit hyvin. Myös härkäpapua on kokeiltu, mutta se ei toistaiseksi näytä olevan optimaalinen seoskumppani. (Santanen ym. 2008). Kasvinsuojeluvälineitä rikkatorjuntaan ovat toistaiseksi vain Harmony 50 SX, Lentagran WP, Titus WSB ja tuhohyönteisille Sumi Alpha 5 FW ja Tuhoeläinaine 20093 (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2011).

1.6.5 Korjuu, säilöntä ja hyödyntäminen

Maissin korjuuseen tarvitaan silppuri, joka on varustettu sopivalla leikkuupäällä. Nurmen korjuuseen suunniteltu silppuri kaataisi kasvustoa edellään. Myöskään niittäminen ja noukinlaitteilla korjuu ei sovellu

tarkoitukseen. Kokeiluja on tehty mm. lautasniittokoneella takaperin ajamalla ja tarkkuussilppurilla korjaamalla. Leikkuukorkeus pitää olla noin 25 cm, jotta varren alaosan sulamatonta ligniiniä ei tule mukana turhan paljon. (Niiranen 2008a).

Maissin korjuu on ihanteellista ajoittaa siten, että kasvustossa on kuiva ainetta noin 30–40%. Tämä ajankohta on ns. R5 vaihe, jolloin siemenet alkavat kovettua. Korjuuajalla on merkitystä säilönnän onnistumiseen. Liian kuivaa rehua ei saa painotetuksi kunnolla ja liian märästä taas menetetään ravintoaineita puristuksen mukana. Sekä kuiva-ainesato että kuiva-ainepitoisuus lisääntyvät korjuuta myöhäistettäessä (Santanen ym. 2008). Pakkanen puolestaan käynnistää herkästi pilaantumisen, eli hallat ovat Suomen oloissa viimeinen hetki aloittaa korjuu. (Fuller 2004, Niiranen 2008a, Mueller & Pope 2009).

Maissi säilötään samoin kuin nurmisäilörehu. Sokeripitoisuuden vuoksi maissin säilöntä onnistuu jopa ilman säilöntäainetta. Happamuus voi päätyä jopa pH 3,6 tasolle. Jos happoa haluaa käyttää, pätevät samat määrät kuin nurmirehuille. Tämä voi olla aiheellista esimerkiksi, jos tähkiä ei ehdi kehittyä ollenkaan. (Niiranen 2008a, Santanen ym. 2008).

1.7 Hirssi

1.7.1 Perustiedot

Nimikkeellä ”hirssi” käsitetään itse asiassa useita yksivuotisia, siemeniä tuottavia heinälajeja, joita on viljelty esihistoriallisista ajoista lähtien rehuksi ja ruoaksi. Myös niiden alkuperä on kirjava. Osa on kuumista oloista, osa lauhkean ilmaston alueelta. Tärkeimpiä näistä ovat *Setaria italica*, *Panicum miliaceum*, *Echinochloa frumentaceae*, *Panicum ramosum* ja *Pennisetum glaucum*. Myös durra (*Sorghum*) mainitaan joskus puhekielessä hirssiksi. (Winch 2006, Oelke ym. 2011). MTT:n koeruuduilla vuonna 2010 oli mukana hirssilaji Pearl millet (*Pennisetum glaucum*), lajikkeena Perlé Sucré Itä-Kanadasta (Kuva 8). Vuonna 2011 kokeissa oli hallaa kestävämpi Proso millet-laji (*Panicum miliaceum*), jota viljellään Keski-Kanadassa.



Kuva 8. Hirssilaji Pearl millet (*Pennisetum glaucum*) MTT:n koeruudulla. Kuvaaja: Essi Saarinen.

Hirssi kasvaa suomalaisia heiniä leveälehtisemmäksi ja voimakkaammin pensovasti. Täysikasvuisena korkeus vaihtelee lajikkeittain välillä 0,3–2 metriä. *Pennisetum glaucum*-laji tosin voi kasvaa jopa yli 4,5 metriä korkeaksi. Kukinto on tähkä ja siemenet ovat kuorellisia ja usein värikkäitä. (Baker 2003, Fuller 2004).

Hirssin siemeniä käytetään muiden viljojen tavoin eläinten rehuksi. Maailmalla siemensadon vuoksi tuotettavien lajikkeiden rehuarvo on jokseenkin ohran ja kauran luokkaa. Joistakin lajikkeista puolestaan tehdään kokoviljasäilörehua. Tällaisiksi soveltuvat parhaiten lajikkeet, joissa ei ole tähkäkarvoja. (Oelke ym. 2011). Hirssi on hyvin poikkeuksellinen kasvi Suomen oloissa, ja sitä on kokeiltu lähinnä laidun- tai säilörehukasviksi.

1.7.2 Viljelyvaatimukset

Hirssi on lähinnä lämpimien alueiden kasvi, ja sitä pidetäänkin esimerkiksi USA:ssa pikasadon tuottajana. Suomen oloissa hirssi vaatii kuitenkin sadon tuottamiseen koko kasvukauden. Optimilämpötila itämiselle on yli 20 °C, ja kasvi on hyvin hallanarka. (Baker 2003, Oelke ym. 2011). MTT:n kokeilussa ollut lämpimän ilmaston lajike kuihtui ensimmäisiin yöhalloihin (Kuvat 9 ja 10).

Saviset hietamaat soveltuvat hirssille parhaiten. Hirssi on herkkä kuivuudelle ja märkyydelle. Suhteellisen vähäinen sademäärä riittää hirssille. Tämä on luokkaa 250–400 mm. Meille tuttuja heinien tavoin hirssi kestää jonkin verran happamuutta, ja pH 5,6 on jo kelvollinen. (Winch 2006, Oelke ym. 2011).

Hirssi on alun perin melko karuista oloista, joten se kasvaa tyydyttävästi vähällä lannoituksella. Silti se antaa hyvän vasteen lannoitukselle ja viljelytoimenpiteille. Pääravinteista tarvitaan enimmillään typpeä 120 kg/ha, fosforia 44 kg/ha ja kaliumia 70 kg/ha. Laitumen elinvoimaisuuden varmistamiseksi ulkomailta suositellaan vielä suurempia määriä. Siemenriviin ei kannata lannoittaa polttovioitusten välttämiseksi. (Baker 2003, Oelke ym. 2011, Thomas Jefferson Agricultural Institute 2011). Suomessa lannoituksen rajoitukset lienevät hirssin kohdalla jokseenkin järkevällä tasolla. Hirssi sijoittuu luokkaan 'muut nurmi-kasvustot', jolloin typen maksimi on maalajista ja alueesta riippuen 80–120 kg/ha ja fosforin viljavuusluokasta riippuen 0–40 kg/ha. (Maaseutuvirasto 2009).

1.7.3 Kasvukausi

Osa hirsseistä on lyhyenpäivän- ja osa pitkänpäivänkasveja. Monet kestävät hyvin korkeita lämpötiloja, jopa 32 °C. Säilörehusadon kuiva-ainesatopotentiaaliksi ilmoitetaan hirssille sopivilla alueilla 17 tn/ha. (Winch 2006). MTT:n kokeissa hirssi kylvettiin Ruukissa kesällä 2010 viikolla 25, ja se orastui noin viikossa. Kuukauden kuluttua kasvusto oli noin 20–25 cm korkea ja runsaasti pensova. Noin 2 kuukaudessa kasvusto oli metrin korkuinen.

1.7.4 Viljelytekniikka

Muokkaus tehdään hirssille samoin kuin muillekin pienisiemenisille viljoille. Kevätmuokkaus soveltuu hyvin, koska hirssiä ei voida kylvää aikaisin. Samoin muokkauksella on helppo tuhota itäneitä rikkakasveja ennen kylvöä. (Oelke ym. 2011). Kylvösyvyys on enintään 2–3 cm, ja siemenmäärä lajikkeesta riippuen 5,5–30 kg/ha. Säilörehusatoa tavoiteltaessa siemenmäärä tulee olla noin puolet korkeampi kuin siemensadolle. Jyrääminen tai kylvökoneen takapyörästä parantavat itämistä. (Baker 2003, Winch 2006, Oelke ym. 2011).

Suomessa ei ole vielä hyväksytyjä kasvinsuojeluaineita hirssille. Rikkakasvien torjumiseksi on toistaiseksi vain ennaltaehkäiseviä keinoja kuten kevätkuokkaus ja tiheä kylvö. Leveät rivivälit ja haraaminen soveltuisivat siemensatoa tavoiteltaessa, mutta se ei ole meidän oloissamme käytännön todellisuutta. (Baker 2003). Tuholaisia ja tauteja hirssillä on suhteellisen vähän. Ulkomailta hirssillä on joitakin tuhohyönteisiä, ja esimerkiksi lehtiin ja kukintoihin vaikuttavia tauteja. Nämä ovat hyvin spesifisiä eri hirssilajeille. (Baker 2003). Koska hirssi on Suomessa uusi kasvi, ei tuholaisten pitäisi olla ainakaan aluksi paha ongelma. Seuranta on kuitenkin aina tarpeen.



Kuvat 9 ja 10. Koeruudun hirssikasvustoa (*Pennisetum glaucum*) MTT Ruukin toimipisteessä vuonna 2010. Vasemmanpuoleinen kuva viikolta 30 (27.7.) ja oikean puoleinen kuva viikolta 34 (26.8.) ensimmäisten yöhallojen jälkeen. Kuvaaja: Essi Saarinen.

1.7.5 Korjuu ja hyödyntäminen

Puitaessa hirssi niitetään kuivamaan ja puidaan luo'olta. Säilörehuksi korjattaessa oikea aika on ennen kukinnan päättymistä. Tällöin kasvuston valkuaispitoisuus on noin 12–14 %. Liian myöhään korjattaessa tuleentuneet haivenet ovat karjalle epämiellyttäviä. (Oelke ym. 2011). Laidunnus voidaan tehdä joko tavanomaisesti tai laidunkautta pidennettäessä. Pohjois-Amerikassa kasvusto myös usein niitetään luo'ille ennen lumentuloa, ja jätetään eläinten kaivettavaksi hangen alta. Tämä onnistuu vain, jos lajike on kylmänkestävää.

1.8 Sinilupiini ja valkolupiini

1.8.1 Perustiedot

Sinilupiini (*Lupinus angustifolius*) (Kuva 11) ja valkolupiini (*Lupinus albus*) (Kuva 12) ovat viljeltävien lupiinien yleisimpiä lajeja. Vaikka kukkien väri onkin peruste lajintunnistukselle, useimmat lupiinit voivat tuottaa monenvärisiä kukkia. Lupiinit ovat tyyppiä sitovia palkokasveja, joiden luonnonvaraisia lajeja tavataan ympäri maailmaa. Luonnonvaraisia lajeja ei pidä sekoittaa ruoaksi ja rehuksi viljeltyihin lajeihin, joista haitta-aineet on jalostettu pois. Lupiini on siemensadoksi korjattuna valkuaisrehua. Säilörehuna ja laitumena lupiini on puolestaan sekä energia- että valkuaisrehua. Viljely on maailmanlaajuisesti melko vähäistä, mihin on vaikuttanut muun muassa tyyppilannoitteiden edullinen hinta. (Winch 2006, Puntnam 2009). Laaja tietopaketti rehulupiineista on luettavissa Ketomäen (2010) opinnäytetyöstä.

1.8.2 Viljelyvaatimukset

Lupiinit eivät yleisesti ottaen viihdy raskailla savimailla, ylikalkitussa tai veden kyllästämissä maissa. Niillä on syvään kasvava ja runsaasti haarova paalujuuri. Hyväkuntoiset hietamaat ovat parhaita. Veden tarve on 400–1 000 mm (Puntnam ym. 1997, Winch 2006, Terekhina 2011).

Yleisohje on, että typensitojamikrobit toimivat parhaiten hyvin kalkituissa maissa. Sinilupiini on tässä poikkeus. Niiden viihtyvyys alkaa laskea jo, kun maan pH-taso nousee yli 5,5. Sopiva pH-taso on siten noin 5–5,5. (Tang & Robson 1993, Terekhina 2011). Tämä on jokseenkin epätarkoituksenmukaista, koska peltomaan pH tulisi jo lähtökohtaisesti pyrkiä pitämään reilusti tätä korkeammalla tasolla. Ongelman korjaamiseksi onkin tutkittu erilaisia ympypäysvalmisteita, ja niillä on pystytty merkittävästi parantamaan sinilupiinin menestymistä neutraaleissa ja lievästi emäksisissä maissa (Thiele ym. 2008). Ravinteista etenkin fosfori ja rikki ovat tärkeitä näille runsaasti valkuaisista tuottaville kasveille. Fosforia tulisi antaa noin 44 kg/ha ja kaliumia noin 42 kg/ha, jos viljavuus on niiden osalta huono. (Winch 2006).

1.8.3 Kasvukausi

Lupiinit eivät ole hyviä kilpailemaan elintilasta muiden kasvien kanssa. Niiden alkukasvu on hidasta. Lupiinit kestävät hallaa lajikkeesta riippuen noin -7 °C asti. Kasvukausi on 72–170 päivää riippuen lajikkeesta ja kasvupaikasta (Terekhina 2011). Sinilupiinin siemensato vaihtelee herkästi kasvuolojen mukaan välillä 1 000–4 000 kg ka/ha, ja tuorekasvusto voi tuottaa 8 500 kg ka/ha (Fraser ym. 2005, Puntnam 2009).

1.8.4 Viljelytekniikka

Ymppääminen lajille sopivalla bakteerilla voi tuottaa kaksinkertaisen sadon verrattuna ymppäämättä viljelyyn (Puntnam 2009). Palkokasvien ymppäämisen yleinen ohje on, että se kannattaa ainakin, jos lohkolle ei ennen ole viljelty kyseistä palkokasvia. Kylvötiheydeksi suositellaan sinilupiinille Pohjois-Amerikassa 67–90 kg/ha ja valkolupiinille 179 kg/ha. Riviväli saisi olla 15–20 cm ja taimiväli 10–20 cm. Kylvösyvyys on 2,5 cm. (Winch 2006).

Taudeista esimerkiksi yleisiä viljelykasvien homesieniä (*alternaria*, *fusarium*, *pythium* ja *sclerotinia*) on tavattu lupiineissa (Puntnam 2009). Lupiineita saattavat vaivata yleisimmistä hyönteisistä mm. kirvat. Suklaalaikkua voi myös esiintyä. Lupinoosi on taudeista vakavin ongelma eläinrehuksi käytettäessä. Sen aiheuttaa lupiineja kasvukauden lopulla kuihduttava *phomopsis leptostromiformis* -sieni, joka tuottaa nimensä mukaisesti fomopsiineiksi kutsuttuja mykotoksiineja. Ne voivat aiheuttaa maksavaurioita tai vakavissa tapauksissa kuoleman. Viljelykierrossa lupiinia tulee olla enintään kerran 4 vuodessa. (Winch 2006).

1.8.5 Korjuu ja hyödyntäminen

Lupiinit puidaan tai korjataan säilörehuksi tavanomaisesti. Sinilupiinia on paalattu onnistuneesti muun muassa Englannissa. Muovia suositellaan käytettäväksi vähintään 6 kerrosta. (Jones 2011). Niittomurskausta kannattaa välttää varisemistappioiden ehkäisemiseksi. Vaikka käytettäisiinkin alhaisen alkaloidipitoisuuden lajiketta, kannattaa korjuuaika valita huolella. Alkaloidit ovat kasvin valkuaisaineenvaihdunnan välituotteita, ja muun muassa lupiineissa niiden pitoisuus vaihtelee kasvuasteiden mukaan. Logiikka on sama kuin muiden kasvien liiallisten nitraattien kanssa liian aikaisissa kasvuvaiheissa. Alkaloidien pitoisuus on korkein kukinta-aikana ja siemenenmuodostuksen alkuvaiheessa. Alhaisin alkaloidipitoisuus on täyden tuleentumisen jälkeen. Säilöntä ei neutraloi alkaloideja kokonaan, mutta seossäilöttynä jopa erittäin alkaloidipitoisia lajikkeita voidaan käyttää huoletta, kun kokonaisannoksen pitoisuus laskee. Tämä on myös peruste viljellä seoskasvustoja. (Herrera-Velazco ym. 2008, Maknickiene & Asakaviciute 2008). Liian myöhäisessä korjuussa on lupinoosin riski. Typensitojana lupiinia voidaan käyttää myös pelkästään viherlannoitteeksi. Se voi hyvissä oloissa sitoa tyypeä noin 400 kg/ha. (Winch 2006, Maknickiene & Asakaviciute 2008).



Kuvat 11 ja 12. Sinilupiinia (vasemman puoleinen kuva) ja valkolupiinia (oikean puoleinen kuva; vehnän kanssa seoskasvustona) viljeltiin InnoNauta Kehitys –hankkeen havaintoruuduilla Ruukissa ja Maaningalla. Kuvaaja: Essi Saarinen.

1.9 Kirjallisuus

- Abdallah, E.F. & Yassen, A.A. 2008. Fodder beet productivity under fertilization treatments and water augmentation. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 2: 282–287.
- Ahvenniemi, P. 2011. Ruokaperunan laadunmääritys. [verkkosivu]. Saatavana: <<http://www.saunalahti.fi/~ahven/peruna/asetus/index.htm>> [Viitattu 3.2.2011].
- Ayres, L & Clements, B. 2002. Forage brassicas – quality crops for livestock production. [verkkójulkaisu]. Saatavana: <http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0003/146730/forage-brassicas-quality-crops-for-livestock-production.pdf> [Viitattu 23.2.2010].
- Baker, R.D. 2003. Millet production. [verkkójulkaisu]. Cooperative extension service. College of agriculture and home economics. New Mexico State University. Saatavana: <http://aces.nmsu.edu/pubs/_a/A-414.pdf> [Viitattu 22.2.2010].
- Bartholomew, H.M. 2011. Brassicas for forage. [verkkójulkaisu]. Ohio State University. Saatavana: <<http://ohioline.osu.edu/agf-fact/0020.html>> [Viitattu 23.2.2010].
- Biancardi, E., Campbell, L.G., Skaracis, G.N. & Biacci, M. 2005. Genetics and breeding of sugar beet. [verkkokirja]. Enfield: Science Publishers. Saatavana: Ebrary verkkokirjastosta (Vaatii käyttöoikeuden). [Viitattu 31.1.2011].
- Borreani, G., Chion, A.R., Colombini, S., Odoardi, M., Paoletti, R. & Tabacco, E. 2009. Fermentative profiles of field pea (*Pisum sativum*), faba bean (*Vicia faba*) and white lupin (*Lupinus albus*) silages as affected by wilting and inoculation. *Animal Feed Science and Technology* 151: 316–323.

- Canadian Food Inspection Agency. 1994. The biology of *Zea mays* (L.) (Maize). [verkkojulkaisu]. Saatavana: <<http://www.inspection.gc.ca/english/plaveg/bio/dir/dir9411e.pdf>> [Viitattu 22.2.2010].
- Classic Encyclopedia. Mangel-Wurzel. 2006. [verkkosivu]. Saatavana: <<http://www.1911encyclopedia.org/Mangel-Wurzel>> [Viitattu 4.11.2010].
- Deininger, A., Beck, J., Jungbluth, T., Türk, M. & Hörnig, G. 1996. Mechanized feeding of ensiled liquid beet mash to dairy cows. *Journal of Agriculture Engineering Research* 63: 45–52.
- DLF Trifolium. 2011. Growing fodder beets. [verkkojulkaisu]. Saatavana: <http://www.dlf.com/Other_Products/Beets/Technical_info.aspx?lg=print> [Viitattu 14.2.2011].
- Dixon, G.R. 2006. Vegetable brassicas and related crucifers. [verkkokirja]. Wallingford: CABI Publishing. Saatavana: Ebrary verkkokirjastosta (Vaatii käyttöoikeuden). [Viitattu 21.2.2011].
- Draycott, A.P. & Hollies, J.D. 2001. Fodder beet fertilizer requirements. The Potash Development Association. Leaflet 16. [verkkojulkaisu]. Saatavana: <<http://www.pda.org.uk/leaflets/pdf/PDA-1f16.pdf>> [Viitattu 8.10.2010].
- Duc, G. 1997. Faba bean (*Vicia faba* L.). *Field Crops Research* 53: 99–109.
- Eriksson, T., Ciszuk, P. & Burstedt, E. 2009. Proportions of potatoes and fodder beets selected by dairy cows and the effects of feed choice on nitrogen metabolism. *Livestock Science* 126: 168–175.
- Eriksson, T., Ciszuk, P., Muprhy, M. & Wilson, A.H. 2004. Ruminant digestion of leguminous forage, potatoes and fodder beets in batch culture II. Microbial protein production. *Animal Feed Science and Technology* 111: 89–109.
- Filek, W., Koscielniak, J. & Grzesiak, S. 1997. The effect of nitrogen fertilization and population density of the field bean (*Vicia faba* L. *minor*) of indeterminate and determinate growth habit on the symbiosis with root nodule bacteria and on the seed yield. *Journal of Agronomy & Crop Science* 179: 171–177.
- Fraser, M.D., Fychan, R. & Jones, R. 2005. Comparative yield and chemical composition of two varieties of narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius*) when harvested as whole-crop, moist grain and dry grain. *Animal Feed Science and Technology* 120: 43–50.
- Fulkerson, B. 2008. Growing forage rape in autumn. [verkkojulkaisu]. *Future Dairy*. Saatavana: <<http://www.futuredairy.com.au/documents/TechNoteBrassica2008.pdf>> [Viitattu 21.2.2011].
- Fuller, M.F. 2004. Encyclopedia of Farm Animal Nutrition. [verkkokirja]. Fodder beet. Wallingford: CABI Publishing. Saatavana: Ebrary verkkokirjastosta (Vaatii käyttöoikeuden). [Viitattu 31.1.2011].
- Givens, D. J., Owens, E. J. & Omed, H. M. 2000. Forage evaluation in ruminant nutrition. [verkkokirja]. Wallingford: CABI Publishing. Saatavana: Ebrary verkkokirjastosta (Vaatii käyttöoikeuden). [Viitattu 23.2.2011].
- Hannaway, D.B., Youngberg, H.W. & McGuire, W.S. 1982. Growing rape and kale for forage. [verkkojulkaisu]. Oregon State University Extension Service. Saatavana: <http://forages.oregonstate.edu/resources/publications/fs/rape_kale.pdf> [Viitattu 7.3.2011].
- Hall, M.H. 2008. Use of brassica crops to extend the grazing season. [verkkojulkaisu]. Pennsylvania State University. Saatavana: <<http://pubs.cas.psu.edu/FreePubs/pdfs/uc100.pdf>> [Viitattu 23.2.2011].
- Harveson, R.M., Hanson, L.E. & Hein, G.L. 2009. Compendium of beet diseases and pests. Second edition. [verkkokirja]. Minnesota: The American Phytopathological Society Press. Saatavana: <<http://issuu.com/scisoc/docs/43658>> [Viitattu 31.1.2011].
- Herrera-Velazco, J.M., Isaac, M.L., Zamora-Natera, F., Ruiz-López, M.A. & García-López, P.M. 2008. Chemical composition and alkaloids content of silages of lupinus exaltatus and lupinus albus cultivated in Jalisco, Mexico. Teoksessa: J.A. Palta and J.B. Berger (toim.). 2008. 'Lupins for Health and Wealth'. Proceedings of the 12th International Lupin Conference, 14–18 September 2008, Fremantle, Western Australia.
- Hietanen, V. 2010. Härkäpavun (*Vicia faba*) viljely. Seinäjoen Ammattikorkeakoulu, Ilmajoki. 36s. Saatavana: <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/10799/Hietanen_Vesa.pdf?sequence=1> [Viitattu 21.2.2011].
- Hornbuckle, W.E & Tennant, B.C. 1997. Gastrointestinal function. Teoksessa: J.J. Kaneko. J.W. Harvey. M.L. Bruss (toim.) *Clinical biochemistry of domestic animals*. San Diego: Academic Press, 400 s.
- International Starch Institute. 2011. Maize. [verkkosivu]. Saatavana: <<http://www.starch.dk/isi/starch/maize.asp>> [Viitattu 21.2.2011].
- Farnham, D., Marks, D. & Sailer, M. 2001. Corn planting guide. [verkkojulkaisu]. Iowa State University. Saatavana: <<http://www.extension.iastate.edu/Publications/PM1885.pdf>> [Viitattu 22.2.2010].

- Jalli, H., Huusela-Veistola, E. & Jalli, M. 2009. Kasvinsuojelulle tarvetta myös härkäpapupellolla. Maaseudun Tiede 3/2009: 11. Saatavana: <<http://www.mtt.fi/maaseuduntiede/pdf/mtt-mtv66n03.pdf>>
- Jones, R. 2011. Baled silage of legumes and lupins. [verkkosivu]. Silage Advisory Centre. Saatavana: <<http://www.silageadvice.com/library/articles/baled-silage-legumes-andlupins>> [Viitattu 21.3.2011].
- Juutinen, E. 2011. Säilörehua herneestä ja härkäpavusta. Nauta 41, 4: 34–35.
- Ketomäki, V. 2010. Rehulupiinit viljelykasveina. Seinäjoen Ammattikorkeakoulu, Ilmajoki. 107 s. Saatavana: <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/23368/Ketomaki_Ville.pdf?sequence=1>
- Kunelius, H.T., Halliday, L., Narasimhalu, P.R. & Winter, K.A. 2003. Comparing pasture and silage based pasture systems for steers. [verkkosivusto]. Saatavana: <<http://www.gov.pe.ca/agriculture/index.php3?number=76368&lang=E>> [Viitattu 4.12.2010].
- Laine, A. 2009. Maissin viljelyn mahdollisuudet. [verkkosivusto]. Saatavana: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Artturi/Artturikirjasto/Esitelmadiasarjat/Maissinviljely_3.2.2009_AL_Tampere.pdf> [Viitattu 8.3.2011].
- Lauwers, T., Vicca, J., Latre, J., Huygens, T. & Lips, T. 2009. Valorisation of ensiled fodder beets. [verkkosivusto]. Saatavana: <<http://journals.usamvcj.ro/agriculture/article/view/3758/3487>> [Viitattu 4.12.2010].
- Lavonen, A. 2011. Perunasuomi ry. Puhelinkeskustelu 4.3.2011
- Lemus, R. 2009. Forage brassicas for winter grazing systems. [verkkosivusto]. Mississippi State University Extension. Saatavana: <<http://msucare.com/crops/forages/newsletters/09/9.pdf>> [Viitattu 23.2.2011].
- Louw, A.W. 2009. The nutritive value of faba bean silage for lactating dairy cows. Opinnäytetyö [verkkosivusto]. Stellenbosch University. Saatavana: <<https://scholar.sun.ac.za/bitstream/handle/10019.1/4051/Louw,%20A.W.pdf?sequence=>>> [Viitattu 8.3.2011].
- Lowendorf, H.S., Baya, A.M. & Alexander, M. 1981. Survival of rhizobium in acid soils. Applied and Environmental Microbiology 6: 951–957.
- MTT. 2006. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset 2006. MTT:n selvityksiä 106. Jokioinen: MTT [verkkosivusto]. Saatavana: <<http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts106.pdf>> [Viitattu 8.10.2010].
- MTT. 2011. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. Verkkopalvelu. Saatavana: <<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot>> [Viitattu 8.10.2010].
- Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. 2011. Matilda. Maataloustilastot. [verkkosivusto]. Viljelykasvien sato alueittain 2010 excel -tiedosto. Saatavana: <<http://www.maataloustilastot.fi/satotilasto>> [Viitattu 3.3.2011].
- Maaseutuvirasto. 2009. Opas ympäristötuen ehtojen mukaiseen lannoitukseen 2007–2013. [verkkosivusto]. Saatavana: <http://www.mavi.fi/attachments/mavi/viljelijatuot/hakuoppaatjaohjeet/ymparistotuenperusjalistoimenpiteidenoppaat/5FSJ2pUCH/912996_lannoiteopas_LR_vii.pdf> [Viitattu 14.2.2010].
- Maknickiene, Z. & Asakaviciute, R. 2008. Alkaloid content variations in lupin (*Lupinus L*) genotypes and vegetation periods. Biologija 2: 112–115.
- Matthews, P. & Marcellos, H. 2003. Faba bean. NSW Agriculture. [verkkosivusto]. Saatavana: <http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0004/157729/faba-beanpt1.pdf> [Viitattu 16.2.2011].
- Masalkar, S.D. & Keskar, B.G. 1998. Other roots, tubers, and rhizomes. Beet. Teoksessa: Sakunkhe, D.K. & Kadam, S.S. (toim.) Handbook of vegetable science and technology. Production, composition, storage and processing. New York: Marcel Dekker. s 141–145.
- McVicar, R., Panchuk, K., Brenzil, C., Hartley, S., Pearse, P. & Vandenberg, A. 2008. Faba bean. Government of Saskatchewan. 2008. Faba bean [verkkosivu]. Saatavana: <<http://www.agriculture.gov.sk.ca/Default.aspx?DN=a2c9a5ff-8467-4880-9ad7-18a4515eb0d2>> [Viitattu 21.2.2011].
- Mihailovic, V., Mikic, A., Cupina, B., Manojlovic, M., Krtic, D., Cabilovski, R., Vasilijevic, S. & Halmajan, H.V. 2007. Potential of annual legumes for forage and green manure production. Research Journal of Agricultural Science 1: 249–254.
- Muehlbauer, F.J. & Tullu, A. 1997. Newcrop factsheet. Vicia faba L. Purdue University. [verkkosivu]. Saatavana: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/cropfactsheets/fababean.html>> [Viitattu 16.2.2011].
- Mueller, D. & Pope, L. 2009. Corn Field Guide. [verkkosivusto]. Iowa State university. Saatavana: <<http://www.agronext.iastate.edu/corn/docs/corn-field-guide.pdf>> [Viitattu 22.2.2011].

- Mustonen, E. 2010a. Maissin korjuuketju muutamalla tuhannella eurolla. Käytännön Maamies 11/2010: 18–20.
- Mustonen, E. 2010b. Maissista kaksinkertainen sato nurmiin verrattuna. Käytännön Maamies 11/2010: 16–17.
- Muuraiskangas, A. 2011. Muuraiskankaan Perunavarasto. Sähköpostiviesti 11.3.2011.
- Mäkelä, J. 2011. Mäkelän Peruna Oy. Sähköpostiviesti 11.3.2011.
- Najda, H. 1991. Forage brassicas. [verkkojulkaisu]. Alberta Agriculture, Food and Rural Development. Saatavana: <[http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/agdex135/\\$file/128_20-1.pdf?OpenElement](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex135/$file/128_20-1.pdf?OpenElement)> [Viitattu 23.2.2011].
- Nevanperä, M. 2011. Myllyvainion Peruna Oy. Sähköpostiviesti. 11.3.2011.
- Niiranen, R. 2008a. Maissi kasvaa pitkäksi myös Pohjois-Savossa. Maaseudun Tiede 3/2008: 8. Saatavana: <<http://www.mtt.fi/maaseuduntiede/pdf/mtt-mt-v65n03s08.pdf>>
- Niiranen, R. 2008b. MTT Maaningalla tutkitaan maissia. Maaseudun Tiede 3/2008: 9. Saatavana: <<http://www.mtt.fi/maaseuduntiede/pdf/mtt-mt-v65n03s09.pdf>>
- Nissinen, O. 2004. Vihantarehut suojaavat uutta nurmea. Koetoiminta ja käytäntö 1/2004: 16. Saatavana: <http://www.mtt.fi/koetoiminta/pdf/mtt-kjak-v61n01s016a.pdf>
- Nkosi, B.D. & Meeske, R. 2010. Effects of ensiling totally mixed potato hash ration with or without a heterofermentative bacterial inoculant on silage fermentation, aerobic stability, growth performance and digestibility in lambs. *Animal Feed Science and Technology* 161: 38–48.
- Nykänen, A. 2011. Tietokortti 3: Vilja-palkokasvisäilörehuseosten kylvö ja sadonkorjuu. [verkkojulkaisu]. Yksivuotiset seosrehunurmet luomutilan viljelykiertoon -hanke. Saatavana: <<https://portal.mtt.fi/pls/mttdocspub/docs/F103019988/TIETOKORTTI3.PDF>> [Viitattu 8.3.2011].
- Oplinger, E.S., Putnam, D.H., Doll, J.D. & Combs, S.M. 2011. Fababean. *Alternative Field Crops Manual*. [verkkosivu]. Saatavana: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/fababean.html>> [Viitattu 7.3.2011].
- Oelke, E.A., Oplinger, E.S., Putnam, D.H., Durgan, B.R., Doll, J.D. & Undersander, D.J. 2011. Millets. *Alternative Field Crops Manual*. [verkkosivu]. Saatavana: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/millet.html>> [Viitattu 21.2.2011].
- Pedersen, C.A. 2011. Fodderbeet. Arhus: The Danish Agricultural Advisory Service. [verkkojulkaisu]. Saatavana: <www.fertilizer.org/ifa/content/download/9011/133929/.../1/.../fodderbeet.pdf> [Viitattu 18.1.2011].
- Pringle, B., Bishop, C. & Clayton, R. 2009. Potatoes postharvest. [verkkokirja]. Wallingford: CABI Publishing. Saatavana: Ebrary verkkokirjastosta (Vaatii käyttöoikeuden). [Viitattu 4.3.2011].
- Puntnam, D.H., Oplinger, E.S., Hardman, L.L. & Doll, J.D. 1997. Lupine. *Alternative field crops manual*. [verkkosivu]. Saatavana: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/lupine.html>> [Viitattu 18.3.2011].
- Puntnam, D.H. 2009. An interdisciplinary approach to the development of lupin as an alternative crop. [verkkosivu]. Forage Information System. Oregon State University. Saatavana: <<http://forages.oregonstate.edu/fi/publications?PageID=345&PubID=419>> [Viitattu 17.3.2011].
- Salo, K. 2011. Selvitys rehujuurikkaan tuotannosta ja hyödyntämisestä nautojen rehuna. Seinäjoen Ammattikorkeakoulu, Ilmajoki. 96 s. Saatavana: <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/27747/Salo_Kalle.pdf?sequence=2>
- Santanen, A., Mäkelä, P., Seppänen, M., Viikari, L. & Stoddard, F. 2008. Maissista vaihtoehto viljelyyn. *Maaseudun Tiede* 3/2008: 11. Saatavana: <<http://www.mtt.fi/maaseuduntiede/pdf/mtt-mtv65n03s11a.pdf>>
- Schuchert, W. 2011. Fodder beet. [verkkosivu]. Saatavana: <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/schaugarten/varalba/Fodder_beet.html> [Viitattu 11.2.2011].
- Seed Force. 2010. Fodder beet grower guide. [verkkojulkaisu]. Saatavana: <http://seedforce.co.nz/images/categorypdf/11_Fodder%20Beet.pdf> [Viitattu 3.2.2011].
- Stoddard, F., Lizarazo Torres, C., Nykänen, A. & Mäkelä, P. 2010. Palkoviljoilla rankka kesä. *Maaseudun Tiede* 4/2010: 14.
- Tang, C. & Robson, A.D. 1993. pH above 6 reduces root nodulation in lupinus species. *Plant and Soil* 152: 296–276.
- Terekhina, N.V. 2011. Lupinus angustifolius L. – Narrow leafed lupin. *Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries*. [verkkosivu]. Saatavana: <http://www.agroatlas.ru/en/content/cultural/Lupinus_angustifolius_K/> [Viitattu 18.3.2011].

- The Potash Development Association. 2001. Fodder beet - P & K off-take. Leaflet 27. [verkkojulkaisu]. Saatavana: <<http://www.pda.org.uk/leaflets/pdf/PDA-lf27.pdf>> [Viitattu 8.10.2010].
- Thiele, C., Kaufmann, K., Dietrich, R. & Thalmann, R. 2008. Development of innovative breeding strategies for increasing yield and yield stability and promoting growth of narrow-leafed lupin (*lupinus angustifolius*). Teoksessa: J.A. Palta and J.B. Berger (toim.). 2008. 'Lupins for Health and Wealth'. Proceedings of the 12th International Lupin Conference, 14–18 September 2008, Fremantle, Western Australia.
- Thomas Jefferson Agricultural Institute. 2011. Pearl millet. A new grain crop option for moisture limited conditions. [verkkosivu]. Saatavana: <<http://www.jeffersoninstitute.org/pubs/millet.shtml>> [Viitattu 21.2.2011].
- Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. 2011. Kasvinsuojeluinerekisteri. [verkkosivu]. Saatavana: <<https://kasvinsuojeluaineet.tukes.fi>> [Viitattu 21.2.2011].
- Tuura, E. 2011. Puhelinkeskustelu 15.3.2011.
- Tölli, J. 2011. Sähköpostiviesti 15.3.2011.
- Wagner, J.J., Nantoume, H., Hanson, R. & Sorenson, D.R. 1990. Whole plant faba bean silage as a component of growing steer diets. [verkkojulkaisu]. South Dakota State University. Saatavana: <http://www4-auth.sdstate.edu/ars/species/beef/beef-reports/upload/Cattle_90-8_Wagner.pdf> [Viitattu 8.3.2011].
- Winch, T. 2006. Growing Food. A Guide to Food Production. Dordrecht: Springer.
- Wu, F. 2007. Measuring the economic impact of Fusarium toxins in animal feeds. *Animal Feed Science and Technology* 137:363–374.
- Yli-Kleemola, M. 2009. Härkäpavun viljelykokemuksia. *Kotieläin* 3/2009: 18–19.
- Ylhäinen, A. 2009. Härkäpapua ohran tilalle. *Käytännön Maamies* 11/2009: 20–25.

2 Vaihtoehtoisia rehukasveja nautakarjatiloilille - ruutu- kokeet

Essi Saarinen¹, Kalle Salo¹, Perttu Virkajärvi², Maarit Hyrkäs², Raija Suomela¹, Maiju Pesonen¹, Markku Niskanen³ ja Arto Huuskonen¹

¹ MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

² MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Halolantie 31A, 71750 Maaninka, etunimi.sukunimi@mtt.fi

³ MTT, Kasvintuotannon tutkimus, Alapääntie 104, 61400 Ylistaro, markku.niskanen@mtt.fi

Tiivistelmä

MTT:n toteuttamassa InnoNauta Kehitys –hankkeessa testattiin rehukaalin, rehurapsin ja rehujuurikkaan sekä hirssin sadontuottokykyä Maaningan ja Ruukin toimipisteissä. Kokoviljasäilörehuksi korjattiin kahta härkäpapu-vehnäseosta. Myös sini- ja valkolupiinin satopotentiaalia testattiin. Rehukaalta, rehurapsia, rehujuurikasta, lupiineja ja hirssiä kasvatettiin havaintoruuduilla (2 toistoa). Härkäpapu-vehnäseoksia (50:50, 70:30) pidettiin potentiaalisimpana, joten niitä kasvatettiin kolmessa kerranteessa. Kokeet toteutettiin MTT Maaningan ja Ruukin toimipisteissä vuosina 2010 ja 2011. Ruuduilta määritettiin hehtaarisato sekä rehujen kemiallinen koostumus ja rehuarvot. Rehujuurikkaalta määritettiin lisäksi kivennäiskoostumus ja tärkkelys.

Rehukasvivalikoimaa laajentamalla olisi mahdollista pidentää laidunkautta, sillä rehurapsi, rehukaali ja rehujuurikas menestyivät hyvin Pohjois-Savossa ja Pohjois-Pohjanmaalla. Rehukaalin sadontuottokyky vaihteli kokeessa runsaasti olleen 3 300–10 900 kg ka/ha. Rehurapsi tuotti satoa rehukaalia tasaisemmin. Hyvissä kasvuolosuhteissa kasvi ylsi 7 600–10 800 kg ka hehtaarisatoihin. Rehujuurikkaan kokonaissadontuottokyky (naatit+juuret) oli 11 300–15 800 kg ka/ha. Naatien osuus kokonaismassasta oli hieman yli kolmannes. Rehukaali, rehurapsi ja rehujuurikas kestivät hyvin pakkasta, ja ne korjattiin vasta syyslokakuussa. Viivästetyn laidunruokinnan haasteena Suomessa on kuitenkin peltojen erittäin kosteat olosuhteet varsinkin sateisena syksynä.

Hirssit osoittautuivat hallanaroiksi eikä niiden viljelyä voi suositella Keski- ja Pohjois-Suomen olosuhteissa. Valkolupiini saattaisi sen sijaan olla potentiaalinen vaihtoehto viljan seoskasviksi kokoviljasäilörehukasvustoon. Tässä tutkimuksessa valkolupiini oli kuitenkin mukana vain yhtenä koevuonna, joten luotettavaa tietoa sen satoisuudesta ja rehun laadusta Keski- ja Pohjois-Suomen olosuhteissa ei vielä saatu.

Härkäpapu-vehnäseoksessa sääolojen lisäksi lajikevalinta ja korjuuajankohta vaikuttivat jonkin verran tulokseen, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Seokset osoittautuivat varmoiksi sadontuottajiksi, keskimäärin niistä saatiin 8 600 kg ka hehtaarilta. Kontu-härkäpapu/Trappe-vehnä -seos, joka kylvettiin 70:30 siemensuhteella (70 % härkäpavun täystiheystä / 30 % vehnän täystiheystä,) tuotti keskimäärin vain noin 200 ka kg enemmän satoa hehtaarilta, kuin 50:50 -seossuhteessa kylvetty seos. Kokeessa ei saatu merkitsevää eroa eri kylvömääräsuhteilla kylvettyjen koejäsenten kuiva-ainesatoihin.

Härkäpapu-vehnäkasvustojen energia-arvot laskettiin rehutaulukon perusteella. Maaningalla energiasatoa saatiin yli 70 000 MJ/ha, Ruukissa päästiin vuonna 2010 yli 80 000 MJ/ha energiasatoon ja 2011 jopa yli 100 000 MJ/ha energiasatoon. Luvut ovat suuntaa antavia, sillä käytännön kokemusten perusteella eläimet ovat lypsäneet hyvin härkäpapu-viljasäilöhullalla ja tuntuma on, että härkäpapuseosten sulavuudet ja siten myös energia-arvot voisivat olla jopa laskennallisia arvoja korkeammat. Tällä hetkellä on vaikea arvioida seosten tarkkoja energia-arvoja, koska härkäpapusäilöhun sulavuuskokeita ei ole tehty pohjoismaissa eikä rehulaboratorioiden menetelmiä ole voitu kalibroida todelliseen *in vivo* -sulavuuteen.

Avainsanat:

rehuntuotanto, rehukasvit, härkäpapu, rehukaali, rehurapsi, rehujuurikas, hirssi, lupiinit

2.1 Johdanto

Ilmaston lämpenemisen seurauksena suomalaisilla nautakarjatiloilta saattaa jatkossa olla mahdollista viljellä uusia rehukasveja. Ostotyypen korkeat kustannukset ja lisääntynyt kiinnostus kotoisen valkuaisrehun tuotantoon ovat luoneet tarpeen tutkia typensitojakasvien käyttöä kokoviljasäilörehuna. Puhtaista viljakasvustoista tehdyn kokoviljasäilörehun heikkoutena nurmisäilörehuun verrattuna on alhaisempi energia- ja valkuaispitoisuus. Säilörehun energiapitoisuus on riippuvainen rehun sulavuudesta (D-arvo). Kokoviljasäilörehun sulavuus riippuu ennen kaikkea tähkän ja korren osuuksista kasvustossa sekä jyvien osuudesta korjattavassa rehumassassa (Joki-Tokola 2002, 2003a,b). Käyttämällä palkokasveja viljojen kanssa seoksina voidaan pyrkiä parantamaan kokoviljasäilörehun energia- ja ennen kaikkea valkuaispitoisuutta (Nykänen ym. 2010). Rehuvirnan (*Vicia sativa*) ja ruisvirnan (*Vicia villosa*) (Lehto & Joki-Tokola 1999, Joki-Tokola ym. 2002a,b, Manninen ym. 2004) sekä herneen (*Pisum sativum*) (Kiljala ym. 2004, Nykänen & Jauhiainen 2010) käytöstä kokoviljasäilörehuseoksissa on olemassa jonkin verran kotimaisia tutkimustuloksia. Sen sijaan härkäpapuseoksia (*Vicia faba*) on meillä tutkittu vähemmän. Viime vuosina maatiloilla on kuitenkin ilmennyt kasvavaa kiinnostusta myös vilja-härkäpapuseosten viljelyyn ja ruokintakäyttöön.

Vilja-palkokasviseoksia voidaan käyttää nurmisäilörehun tapaan säilörehuna, mutta myös kasvustojen laiduntaminen on mahdollista. Erityisesti emolehmätuotannossa laidunkauden pidentäminen toisi kustannussäästöjä eläinten ruokintaan. Laidunkauden pidentämiseen on mahdollista käyttää myös esimerkiksi rehukaalia (*Brassica oleracea*) ja rehurapsia (*Brassica napus*), joita käytetään muiden ristikukkaisten lehti- ja juurikaskasvien tavoin lauhkean ilmaston alueella yleisesti pidentämään nautojen ja lampaiden laidunkautta.

MTT:n toteuttamassa InnoNauta Kehitys –hankkeessa testattiin rehukaalin, rehurapsin ja rehujuurikkaan (*Beta vulgaris*) sekä hirssin (*Pennisetum glaucum* ja *Panicum miliaceum*) sadontuottokykyä Maaningan ja Ruukin toimipisteissä. Kokoviljasäilörehuksi korjattiin kahta härkäpapu-vehnäseosta. Myös sini- (*Lupinus angustifolius*) ja valkolupiiniin (*Lupinus albus*) satopotentiaalia testattiin.

2.2 Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksessa testattiin rehukasveja, joista rehukaalta, -rapsia, -juurikasta, lupiineja ja hirssiä kasvatettiin havaintoruuduilla (2 toistoa). Härkäpapu-vehnäseoksia (50:50, 70:30) pidettiin potentiaalisimpana, joten niitä kasvatettiin kolmessa kerranteessa. Kokeet toteutettiin MTT Maaningan ja Ruukin toimipisteissä vuosina 2010 ja 2011. Kylvömäärät ja lannoitus valittiin olemassa olevien suositusten mukaan (Taulukko 1).

Koeruuduilta määritettiin kuiva-ainesato sekä rehujen kemiallinen koostumus ja rehuarvot: raakavalkuainen (AOAC 1990), tuhka (AOAC 1990), D-arvo (Huhtanen ym. 2006) ja NDF-kuitu (van Soest ym. 1991). Rehujuurikkaalta määritettiin lisäksi kivennäiskoostumus (kalsium, magnesium, fosfori, rikki, kalium, natrium, rauta, kupari, sinkki ja mangaani) (Luh Huang & Schulte 1985) ja tärkkelys (Salo & Salmi 1968).

Kokeen tulokset analysoitiin tilastollisesti käyttäen SAS 9.2.:n Mixed-proseduuria. Ensimmäisessä vaiheessa käytettiin mallia, jossa kiinteinä muuttujina olivat kasvilaji, vuosi, paikkakunta ja näiden kaikki yhdysvaikutukset sekä satunnaismuuttujana kerranne paikkakunta×vuosi -vaikutuksen sisällä. Tällöin mallista jätettiin pois sini- ja valkolupiini sekä härkäpapu Fuego, koska niiltä oli tuloksia vain yhdeltä vuodelta. Koska kasvin, vuoden ja koepaikan yhdysvaikutukset olivat voimakkaita, analysoitiin paikkakunnat ja vuodet erikseen, jolloin mallissa oli kasvilaji kiinteänä muuttujana ja kerranne satunnaismuuttujana. Satotulosten laskennassa käytettiin rehujuurikkaan kokonaissatoa, mutta laatumuuttujien ja kuiva-ainepitoisuuden kohdalla naatit ja juuret käsiteltiin omina koejäseninä. Parivertailut tehtiin Tukey-Kramerin testillä.

Taulukko 1. Kokeiden kylvö- ja lannoitustasot.

Lajike	Siemenmäärä	Riviväli	Kylvösyvyys	N, kg/ha	P, kg/ha	K, kg/ha	Huom.
Hirsit	5 kg/ha	25 cm	2–3 cm	100	noin 15	noin 70	
Härkäpapu/vehnä	Kontu/Trappe papu: 49 kpl/m ² vehnä: 195 kpl/m ²	12,5 cm	7–8 cm	50	noin 15	noin 30	
Härkäpapu/vehnä	Kontu/Trappe papu: 35 kpl/m ² vehnä: 325 kpl/m ²	12,5 cm	7–8 cm	50	15	30	
Härkäpapu/vehnä	Fuego/Trappe papu: 49 kpl/m ² vehnä: 195 kpl/m ²	12,5 cm	7–8 cm	50	15	30	vain 2011
Valkolupiini/vehnä	Ludic/Trappe valkolupiini: 45 vehnä: 200 kpl/m ²	12,5 cm	5 cm	30	sama kuin vilja	sama kuin vilja	vain 2011
Sinilupiini	Sonat noin 100 kpl/m ²	12,5 cm	5 cm	30	sama kuin vilja	sama kuin vilja	vain 2010
Rehukaali	Inka 5–8 kg/ha	25–50 cm	n. 2 cm	100	70	170	
Rehujuurikas	Brigadier 15 cm välein	47,5 cm	3 cm	140	43 (välttävä)	220 (välttävä)	
Rehurapsi	Akela 8–11 kg/ha	25–50 cm	n. 2 cm	100	noin 10	60	

2.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

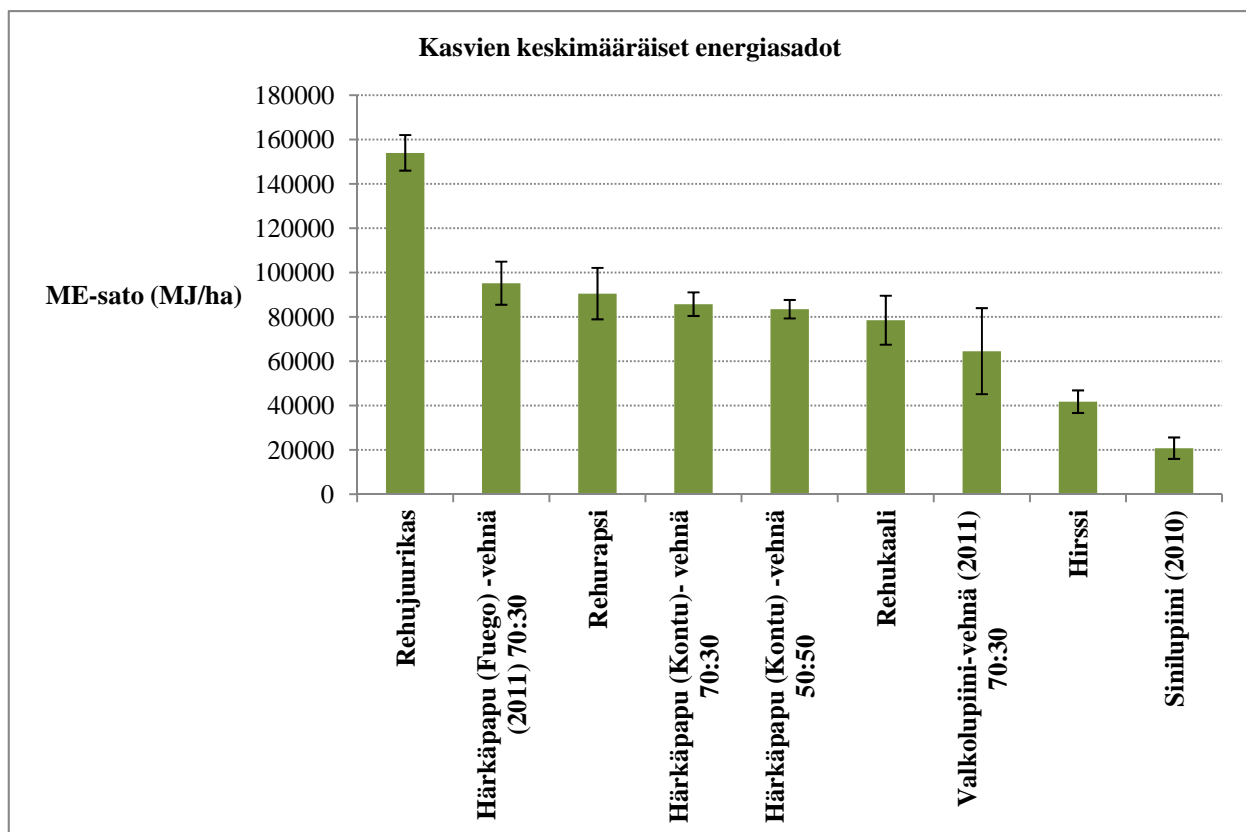
Vuodet 2010 ja 2011 olivat molemmilla koepaikoilla keskimääräistä lämpimämmät (Taulukko 2). Erityisesti vuoden 2010 heinäkuu oli poikkeuksellisen kuiva ja lämmin Maaningalla.

Taulukko 2. Koepaikkojen kuukausikohtaiset keskilämpötilat ja sademäärät vuosina 2010 ja 2011 sekä pitkän aikavälin keskiarvo (1971–2000).

	Keskilämpötila, (°C)				Sademäärä, mm			
	2010		2011		2010		2011	
	Maaninka	Ruukki	Maaninka	Ruukki	Maaninka	Ruukki	Maaninka	Ruukki
Toukokuu	11,4	10,9	9,6	8,6	54	24	47	29
Kesäkuu	13,4	12,1	16,3	15,7	74	35	48	53
Heinäkuu	21,5	18,6	19,3	18,0	10	59	142	64
Elokuu	15,9	13,6	15,2	14,3	58	72	84	86
Syyskuu	10,1	8,9	11,3	10,9	60	65	67	81
Lokakuu	*	*	5,5	5,5	*	*	43	59
Touko-syyskuu	14,5	12,8	12,9	12,2	256	255	429	313
1971–2000	12,4	11,4	12,4	11,4	321	277	321	277

* Vuonna 2010 kasvit korjattiin jo syyskuussa, minkä vuoksi lokakuun tietoja ei mainita.

Eri viljelykasvit poikkesivat toisistaan odotusten mukaisesti (Kuva 1, Taulukko 3). Kaikkien satomuuttujien tapauksessa havaitut erot riippuivat sekä vuodesta että koepaikasta ja toisinaan myös kasvi × vuosi × koepaikka –yhdyisvaikutuskin oli merkitsevä, joten tulokset esitetään paikkakunnat ja vuodet erikseen.



Kuva 1. Rehukasvien energiasadot (MJ/ha). Laskennassa ovat mukana Ruukin ja Maaningan tulokset vuosilta 2010 ja 2011. Virhepalkit kuvaavat aineiston keskihajontaa.

Taulukko 3. Eri viljelykasvien satomuuttujien varianssianalyysin merkitsevyydet. Molemmat koepaikat ja molemmat vuodet. n = havaintojen lukumäärä.

	Kuiva- aine, %	D-arvo, g/kg ka	NDF, g/kg ka	Raakavalkuainen, g/kg ka	Sato, kg ka/ha	Energiasato, MJ/ha
n	64	48	63	64	56	56
Kasvi	***	***	***	***	***	***
Vuosi	***	***	*		*	
Koepaikka	*			**	***	**
Kasvi×Koepaikka	***	***	***	***	***	***
Kasvi×Vuosi	***	**	***	***	***	***
Vuosi×Koepaikka	***	*	*	*	0	
Vuosi×Koepaikka×Kasvi	***	**		***	***	***

Tilastolliset merkitsevyydet *** (p<0,001), ** (p<0,01), * (p<0,05) ja o (p<0,10).

2.3.1 Rehurapsi ja rehukaali

Rehuksivivalikoimaa laajentamalla olisi mahdollista pidentää laidunkautta, sillä rehukaali, rehurapsi ja rehujuurikas kestivät hyvin pakkasta, ja ne korjattiin vasta syys-lokakuussa. Rehukaalin sadontuottokyky vaihteli kokeessa runsaasti ollen 3 300–10 900 kg ka/ha (Taulukot 4, 5, 6 ja 7). Rehurapsi tuotti rehukaalia tasaisemmin satoa, joka oli myös paremmin sulavaa. Hyvissä kasvuolosuhteissa kasvi ylsi 7 600–10 800 kg ka/ha satotasoihin. Maaningalla rehurapsi kärsi kuivista oloista vuonna 2010 ja tuotti vain noin 3 500 kuiva-ainekilon sadon. Rehurapsista saatiin korkeat energiasadot hehtaarilta, keskimäärin yli 90 000 MJ/ha.

Rehukaalin ja rehurapsin tyyppisten ristikukkaisten rehuksien pääasiallinen hyödyntämistapa on laiduntaminen (Bartholomew 2011). Haluttaessa korjuu voidaan tehdä myös tavanomaisilla pystykasvustosta korjaavilla koneilla. Ristikukkaisia on tarkoitettu laiduntaa viileän ilmastun oloissa kasvukauden lopulla, kun nurmien laatu huononee ja kasvu on olematonta tai päättynyt. Mikäli laidunnetaan jo tätä aiemmin, ristikukkaisilla on jonkin verran uudelleenkasvukykyä. Lämpimissä ilmastoissa tätä ominaisuutta hyödynnetään yleisesti. Tällöin rehurapsia laidunnetaan useasti ja rehukaalia käytetään talvilaitumena ympärivuotiseen laiduntamiseen (Bartholomew 2011). Suomen olosuhteissa viivästetyn laidunruokinnan haasteena ovat ennen kaikkea peltojen erittäin kosteat olosuhteet varsinkin sateisena syksynä.

Taulukko 4. Eri viljelykasvien satomuuttujien keskiarvot Maaningalla vuonna 2010. Varianssianalyysien keskiarvot, keskivirheet (SEM) ja tilastollinen merkitsevyys.

	Kuiva-aine %	D-arvo g/kg ka	NDF g/kg ka	Raakavalkuainen g/kg ka	Sato kg ka/ha	Energiasato MJ/ha
Rehukaali	16,1 ^{ab}	686 ^a	305 ^a	104 ^a	6 878 ^a	73 189 ^a
Rehujuurikas	-	-	-	-	11 837 ^b	143 365 ^b
<i>rehujuurikkaan naatit</i>	12,3 ^a	650 ⁽¹⁾	211 ^b	152 ^b	3 733	38 819
<i>rehujuurikkaan juuret</i>	14,7 ^{ab}	820 ⁽¹⁾	138 ^c	64 ^c	8 104	104 546
Hirssi	17,2 ^b	685 ^a	604 ^d	152 ^b	2 194 ^c	23 415 ^c
Rehurapsi	16,7 ^b	786 ^b	201 ^b	126 ^a	3 499 ^d	42 576 ^d
Härkäpapu (Kontu) –vehnä (70:30)	38,8 ^c	674 ^a	439 ^e	127 ^a	6 760 ^a	70 584 ^a
Härkäpapu (Kontu) –vehnä (50:50)	38,4 ^c	679 ^a	440 ^e	110 ^a	7 229 ^a	76 077 ^a
Sinilupiini ⁽²⁾	92,6 ^d	875 ^c	248 ^b	304 ^d	918 ^e	12 452 ^c
SEM	1,24	9,5	16,6	8,9	368,4	4 314,0
Tilastollinen merkitsevyys	***	***	***	***	***	***

Saman sarakkeen luvut eivät eroa toisistaan, jos ne on merkitty samalla kirjaimella (Tukey). ⁽¹⁾ D-arvot rehutaulukosta. ⁽²⁾ Siemensato.

Taulukko 5. Eri viljelykasvien satomuuttujien keskiarvot Ruukissa vuonna 2010. Varianssianalyysien keskiarvot, keskiarvot (SEM) ja tilastollinen merkitsevyys.

	Kuiva-aine %	D-arvo g/kg ka	NDF g/kg ka	Raakavalkuainen g/kg ka	Sato kg ka/ha	Energiasato MJ/ha
Rehukaali	16,0 ^a	674 ^a	308 ^a	122 ^a	10 866 ^a	113 495 ^a
Rehjuurikas	-	-	-	-	15 796 ^b	186 914 ^b
<i>rehjuurikkaan naatit</i>	9,8 ^b	650 ⁽¹⁾	239 ^b	148 ^b	6 740	70 094
<i>rehjuurikkaan juuret</i>	14,7 ^c	820 ⁽¹⁾	112 ^c	87 ^c	9 056	116 820
Hirssi	13,8 ^c	643 ^b	580 ^d	133 ^{ab}	4 745 ^c	47 287 ^c
Rehurapsi	15,3 ^c	746 ^c	235 ^b	153 ^{bd}	9 684 ^a	111 877 ^a
Härkäpapu (Kontu) –vehnä (70:30)	26,0 ^e	706 ^d	337 ^a	184 ^e	7 952 ^d	86 999 ^d
Härkäpapu (Kontu) –vehnä (50:50)	27,5 ^e	700 ^d	381 ^e	170 ^{de}	7 526 ^d	81 607 ^d
Sinilupiini ⁽²⁾	91,2 ^f	870 ^e	250 ^b	294 ^f	2 152 ^e	29 011 ^e
SEM	0,64	7,4	12,5	7,1	452,4	5 179,5
Tilastollinen merkitsevyys	***	***	***	***	***	***

Saman sarakkeen luvut eivät eroa toisistaan, jos ne on merkitty samalla kirjaimella (Tukey). ⁽¹⁾ D-arvot rehutaulukosta. ⁽²⁾ Siemensato.

Taulukko 6. Eri viljelykasvien satomuuttujien keskiarvot Maaningalla vuonna 2011. Varianssianalyysien keskiarvot, keskiarvot (SEM) ja tilastollinen merkitsevyys.

	Kuiva-aine %	D-arvo g/kg ka	NDF g/kg ka	Raakavalkuainen g/kg ka	Sato kg ka/ha	Energiasato MJ/ha
Rehukaali	11,6 ^a	734 ^a	229 ^{ab}	186 ^a	3 283 ^a	36 839 ^a
Rehjuurikas	-	-	-	-	11 253 ^b	137 475 ^b
<i>rehjuurikkaan naatit</i>	9,2 ^b	650 ⁽¹⁾	190 ^a	131 ^{bcd}	3 076	31 989
<i>rehjuurikkaan juuret</i>	15,3 ^c	820 ⁽¹⁾	105 ^c	92 ^e	8 177	105 486
Hirssi	20,7 ^{de}	591 ^{bc}	592 ^d	103 ^{be}	6 359 ^c	57 772 ^c
Rehurapsi	13,9 ^c	736 ^a	265 ^b	125 ^{bc}	7 584 ^{cd}	85 935 ^d
Härkäpapu (Kontu) –vehnä (70:30)	19,9 ^{eg}	606 ^b	481 ^e	167 ^{af}	7 754 ^{cd}	72 690 ^{cd}
Härkäpapu (Kontu) –vehnä (50:50)	21,6 ^{df}	596 ^{bc}	515 ^e	153 ^{cdf}	7 618 ^{cd}	70 462 ^{cd}
Valkolupiini-vehnä (70:30)	22,7 ^f	559 ^c	565 ^d	101 ^{be}	3 710 ^a	31 748 ^a
Härkäpapu (Fuego) –vehnä (70:30)	18,9 ^g	593 ^{bc}	493 ^e	158 ^{adf}	8 130 ^d	74 746 ^d
SEM	0,82	15,7	15,1	10,6	511,3	5 565,2
Tilastollinen merkitsevyys	***	***	***	***	***	***

Saman sarakkeen luvut eivät eroa toisistaan, jos ne on merkitty samalla kirjaimella (Tukey). ⁽¹⁾ D-arvot rehutaulukosta.

Taulukko 7. Eri viljelykasvien satomuuttujien keskiarvot Ruukissa vuonna 2011. Varianssianalyysien keskiarvot, keskiarvot (SEM) ja tilastollinen merkitsevyys.

	Kuiva-aine %	D-arvo g/kg ka	NDF g/kg ka	Raakavalkuainen g/kg ka	Sato kg ka/ha	Energiasato MJ/ha
Rehukaali	16,2 ^a	667 ^a	312 ^a	122 ^{abd}	8 706 ^a	89 561 ^a
Rehjuurikas	-	-	-	-	12 369 ^b	147 336 ^b
<i>rehjuurikkaan naatit</i>	11,8 ^b	650 ⁽¹⁾	245 ^b	155 ^{bce}	4 732	49 893
<i>rehjuurikkaan juuret</i>	15,9 ^c	820 ⁽¹⁾	85 ^c	81 ^a	7 549	98 224
Hirssi	15,7 ^a	646 ^a	580 ^d	168 ^{ce}	3 796 ^c	37 585 ^c
Rehurapsi	17,4 ^a	721 ^b	282 ^{ab}	126 ^{bcd}	10847 ^{bde}	120 714 ^e
Härkäpapu (Kontu) –vehnä (70:30)	23,4 ^c	659 ^a	451 ^e	174 ^e	11 018 ^{be}	112 565 ^{de}
Härkäpapu (Kontu) –vehnä (50:50)	23,2 ^c	672 ^a	461 ^e	163 ^{ce}	10140 ^{ade}	105 588 ^{ade}
Valkolupiini-vehnä (70:30)	30,9 ^d	674 ^a	480 ^e	98 ^{ad}	9 269 ^{ad}	96 484 ^{ad}
Härkäpapu (Fuego) –vehnä (70:30)	21,2 ^c	650 ^a	459 ^e	182 ^e	11 463 ^{be}	115 594 ^{de}
SEM	1,10	12,5	23,3	15,6	605,2	6 820,4
Tilastollinen merkitsevyys	***	*	***	***	***	***

Saman sarakkeen luvut eivät eroa toisistaan, jos ne on merkitty samalla kirjaimella (Tukey). ⁽¹⁾ D-arvot rehutaulukosta.

2.3.2 Rehujuurikas

Rehujuurikkaan kokonaissadontuottokyky (naatit+juuret) oli 11 300–15 800 kg ka/ha (Taulukot 4, 5, 6 ja 7). Naattien osuus kokonaismassasta oli hieman yli kolmannes. Myös kasvin energiasato oli korkea, keeessa keskimäärin yli 150 000 MJ/ha. Rehujuurikkaan juuri lukeutuu sisältönsä puolesta energiarehuksi. Energiarehuna rehujuurikas korvaa perinteisessä annoksessa väkirehua, kuitenkin vain rajallisesti, sillä siinä on valkuaisaineita vielä vähemmän kuin viljoissa. Rehujuurikkaan naatit sisälsivät juuriosaa enemmän kivennäis- ja hivenaineita (Taulukko 8). Kalsiumia, magnesiumia, rikkiä, natriumia, rautaa ja mangaania naatit sisälsivät moninkertaisesti juuriosaan verrattuna. Naattien kaliumpitoisuus oli puolestaan noin kaksinkertainen juuriosaan verrattuna. Sen sijaan fosfori- ja kuparipitoisuuksissa ei ollut yhtä suuria numeerisia eroja naattien ja juuren välillä (Taulukko 8).

Rehujuurikas on nykypäivänä ns. uusvanha rehu kasvi. Viime vuosisadan puolivälissä se oli eläinrehujen valtakasvi Keski-Euroopassa, mutta tämän vuosituhannen alussa se on enää hyvin pienimuotoisesti käytössä, koska kasvi on ollut työläs viljellä ja korjata. Yksi mahdollisuus rehujuurikkaan hyödyntämiseen voisi olla laidunnus, sillä käytännön kokemusten perusteella sekä rehujuurikkaan juuri että naatti ovat maistuvaa rehua ja laiduntavat eläimet kaivavat myös juuret maasta. Suomen olosuhteissa laidunruokinnan haasteena ovat kuitenkin syksyn kosteat olosuhteet.

Taulukko 8. Rehujuurikkaan juuren ja naattien kivennäispitoisuudet (määritetty vuonna 2010 Ruukissa ja Maaningalla) sekä juuriosan tärkkelys- (Ruukki ja Maaninka 2010 ja 2011) ja sokeripitoisuus (Ruukki ja Maaninka 2010).

	Rehujuurikkaan juuri		Rehujuurikkaan naatit	
	Maaninka	Ruukki	Maaninka	Ruukki
Kalsium, g/kg ka	0,92	0,98	9,24	10,12
Magnesium, g/kg ka	1,25	1,69	7,03	10,65
Fosfori, g/kg ka	1,86	2,57	2,49	2,62
Rikki, g/kg ka	0,60	0,82	3,28	3,98
Kalium, g/kg ka	20,3	26,7	40,3	52,0
Natrium, g/kg ka	0,53	0,95	3,52	6,40
Rauta, mg/kg ka	59,7	86,4	257,9	816,8
Kupari, mg/kg ka	11,8	9,5	15,2	12,3
Sinkki, mg/kg ka	30,2	33,7	75,2	47,4
Mangaani, mg/kg ka	50,7	72,7	232,8	245,4
Tärkkelys, g/kg ka (2010)	11,1	5,1		
Tärkkelys, g/kg ka (2011)	35,6	35,6		
Sokeri, g/kg ka (2010)	661,9	615,7		

2.3.3 Hirssi

Vuonna 2010 kokeissa oli mukana hirssilaji Pearl millet (*Pennisetum glaucum*), lajikkeena Perlé Sucre Itä-Kanadasta. Se osoittautui erittäin hallanaraksi eikä sen viljelyä voi suositella Keski- ja Pohjois-Suomen olosuhteissa. Vuonna 2011 kokeissa oli hallaa kestävämpi hirssilaji Proso millet (*Panicum miliaceum*), jota viljellään Keski-Kanadassa. Kokoviljasadot jäivät Pearl millet -lajilla kahdesta neljään tuhanteen kuiva-ainekilogrammaan hehtaarilta. Proso millet tuotti noin 4 000–6 000 kg ka sadon hehtaarilta. Valkuaispitoisuus vaihteli välillä 103–163 g/kg ka. Myös sulavuudet vaihtelivat runsaasti koepaikojen välillä.

2.3.4 Lupiinit

Lupiineista testattiin vuonna 2010 Sonat-sinilupiinia, josta puitiin siemensato. Maaningalla kasvi kärsi selvästi kuivuudesta ja tuotti satoa hieman alle 1 000 kg ka/ha. Ruukissa satotaso nousi hieman yli 2 000 kilogrammaan hehtaaria kohti. Valkuaispitoisuus oli molemmilla koepaikoilla noin 300 g/kg ka.

Vuonna 2011 testattiin Lucid-valkolupiinin ja Trappe-vehnän seosta, joka korjattiin kokoviljana. Seokseen kylvettiin 30 % vehnän täystiheystä (650 kpl/m²) ja lupiinia 70 % kasvin täystiheystä (70 kpl/m²). Satoa seoksesta korjattiin Maaningalla 3 700 kg ka/ha ja Ruukissa 9 300 kg ka/ha. Lupiini-vehnäseoksen D-arvo oli Maaningalla noin 560 g/kg ka. Ruukissa kasvusto oli lehtevämpää ja D-arvo oli yli 670 g/kg ka. Energiasato oli keskimäärin 60 000 MJ/ha.

2.3.5 Härkäpapu-vehnä

Härkäpapu-vehnäseoksessa sääolojen lisäksi lajikevalinta ja korjuuajankohta vaikuttivat jonkin verran tulokseen, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä (Taulukot 4, 5, 6 ja 7). Seokset osoittautuivat varmoiksi sadontuottajiksi, keskimäärin niistä saatiin 8 600 kg ka hehtaarilta. Kontu-härkäpapu/Trappe-vehnäseos, joka kylvettiin 70:30 siemensuhteella (70 % härkäpavun täystiheystä / 30 % vehnän täystiheystä,) tuotti keskimäärin vain noin 200 kg ka enemmän satoa hehtaarilta, kuin 50:50 -seossuhteessa kylvetty seos. Kokeessa ei saatu merkitsevää eroa eri kylvömääräsuhteilla kylvettyjen koejäsenten kuiva-ainesatoihin.

Valkuaispitoisuus oli 50:50 kylvetyllä härkäpapu-vehnäseoksella noin 150 g/kg ka, ja se nousi noin 10 g/kg ka, kun härkäpapua kylvettiin 20 % enemmän. Erot eri kylvömäärillä kylvettyjen massojen raakavalkuaispitoisuuteen eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä. Siemensuhteeseen 70:30 valittiin kokeeseen, koska vastaavaa suhdetta oli käytetty Ruotsin Maatalousyliopiston kokeissa Uumajassa (Haag 2007).

Vuonna 2011 koesarjassa testattiin myös Kontu-härkäpapua myöhäisempää Fuego-lajiketta, joka kylvettiin Trappe-vehnän kanssa 70:30 suhteessa. Fuego-lajike kasvoi pituutta noin 10 cm Kontua enemmän, mutta Fuego-seoksen sadot eivät eronneet Kontu-lajikkeen tuottamasta määrästä merkitsevästi. Koska kaikki härkäpavut korjattiin samaan aikaan, ei Fuego-härkäpavun massan myöhäisemmästä kehityksestä tiedetä. Korjattaessa Fuego-kasvustot olivat kuitenkin elinvoimaiset, joka tukee teoriaa, että myöhäisempi härkäpapulajike voisi olla soveltuvampi kokoviljamassan tuotantoon.

Korjuuajankohtaa ei tutkittu kokeessa, mutta Uumajassa (Haag 2007) toteutetuissa kokeissa on todettu myöhäisemmän korjuuajankohdan lisäävän kuiva-ainesatoa. Kokeessa todettiin optimaaliseksi korjuuajankohdaksi hetki, jolloin 100 % härkäpavun paloista on saavuttanut täyden pituutensa ja ne ovat täyttyneet. Ajankohtana massan raakavalkuaispitoisuus oli noin 160 g/kg ka. Tässä esitetyt tulokset, erityisesti vuosi 2010, näyttäisi tukevan ruotsalaisten (Haag 2007) teoriaa, jossa raakavalkuainen lisääntyy kasvukauden edetessä siementen täyttymisen myötä. Näyttäisi siltä, että kypsyessään härkäpapumassa käyttäytyy samoin kuin kokoviljasäilörehu: vaikka korren kuitupitoisuus lisääntyy tuleentumisen edetessä, ei massan sulavuus kuitenkaan laske, koska siementen suhteellinen osuus kasvaa. Härkäpapusäilörehun korjuuajankohtaa ei kuitenkaan voi siirtää liikaa, sillä palkojen varisemistappiot korjuun aikana alentavat nopeasti massan rehuarvoa.

Härkäpapukasvustojen energia-arvot on laskettu rehutaulukon (MTT 2011) perusteella. Maaningalla energiasato oli yli 70 000 MJ/ha, Ruukissa päästiin vuonna 2010 yli 80 000 MJ/ha ja 2011 jopa yli 100 000 MJ/ha energiasatoihin. Luvut ovat suuntaa antavia, sillä käytännön kokemuksen perusteella lehmät ovat lypsäneet hyvin härkäpapu-viljasäilörehulla ja tuntuma on, että sulavuudet ja siten myös energia-arvot voisivat olla laskennallisia arvoja korkeammat (Juutinen 2011). Tällä hetkellä on vaikea arvioida härkäpapuseosten tarkkoja energia-arvoja, koska härkäpapusäilörehun sulavuuskokeita ei ole tehty pohjoismaissa eikä rehulaboratorioiden menetelmiä ole voitu kalibroida todelliseen *in vivo* -sulavuuteen.

2.4 Yhteenveto ja johtopäätökset

Rehukaalilla, rehurapsilla ja varsinkin rehujuurikkaalla on mahdollisuus tuottaa korkeita kuiva-aine- ja energiasatoja. Kasvustojen hyödyntäminen on kuitenkin ongelmallista, sillä toimivaa korjuuketjua rehujuurikkaan korjaamiseksi ei ole markkinoilla. Rehukaali ja rehurapsi olisi mahdollista korjata säilörehuksi nurmisäilörehun tapaan, mutta korkea kosteuspitoisuus vaikeuttaa säilöntää ja lisää erittyvän puristenes-teen määrää. Potentiaalisin vaihtoehto näiden kasvien hyödyntämiselle onkin syyslaidunnus. Laidunkauden pidentäminen tuo kustannussäästöjä eläinten ruokintaan, mutta toisaalta syksyn kosteat olosuhteet asettavat omat reunaehdonsa laajamittaiselle laidunnukselle.

Härkäpapu-vehnäseos osoittautui potentiaalseksi ja satovarmaksi kokoviljasäilörehun raakaaineeksi. Jatkossa olisi ensiarvoisen tärkeää kehittää luotettavat rehuarvonmääritysmenetelmät palkokasvi- viljaseoskasvustoista korjatuille säilörehuille.

Hirssin rehuviljelyä ei voi tulosten perusteella suositella Keski- ja Pohjois-Suomen olosuhteissa. Valkolupiini saattaisi sen sijaan olla eräs potentiaalinen vaihtoehto viljan seoskasviksi kokoviljasäilörehukasvustoon. Tässä tutkimuksessa valkolupiini oli kuitenkin mukana vain yhtenä koevuonna, joten luotettavaa tietoa sen satoisuudesta ja rehun laadusta Keski- ja Pohjois-Suomen olosuhteissa ei vielä saatu.

2.5 Kirjallisuus

- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, VA. 1298 s.
- Bartholomew, H.M. 2011. Brassicas for forage. (verkkojulkaisu). Ohio State University. Saatavana internetistä: <<http://ohioline.osu.edu/agf-fact/0020.html>> (Viitattu 12.12.2011).
- Haag, T. 2007. Åkerböna i samodling med vårvede som helgrödesensilage till mjölkkor. Department of Agricultural research for Northern Sweden, SLU. Röbbäcksdalen meddelar vol. 3: 133–134. Saatavana internetistä: <<http://www.cul.slu.se/ekokonferensen/Matinyttklimat07.pdf>>
- Huhtanen, P., Nousiainen, J. & Rinne, M. 2006. Recent developments in forage evaluation with special reference to practical applications. *Agricultural and Food Science* 15: 293–323.
- Joki-Tokola, E. 2002. Kokoviljasäilörehu nautakarjatilan karkearehuruokinnan vaihtoehtona. Teoksessa: toim. Eeva Saarisalo ja Mari Topi-Hulmi. Rehuvaihtoehtoja nautakarjatilaille. Suomen Nurmiyhdistyksen julkaisu 18: 5–11.
- Joki-Tokola, E. 2003a. Viljelytekniikka. Teoksessa: Kyllikki Lampinen, Taina Harmoinen, Hanne Teräväinen (toim.). Kokoviljasäilörehun tuotanto ja käyttö. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja 993: Tieto tuottamaan 102: 16–25.
- Joki-Tokola, E. 2003b. Korjuu, säilöntä ja varastointi: kokoviljan korjuu. Teoksessa: Kyllikki Lampinen, Taina Harmoinen, Hanne Teräväinen (toim.). Kokoviljasäilörehun tuotanto ja käyttö. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja 993: Tieto tuottamaan 102: 29–31.
- Joki-Tokola, E., Huuskonen, A., Huttu, S. & Kiljala, J. 2002a. Rehuvirna lihanautojen kokoviljasäilörehuruokinnassa. Teoksessa: Maataloustieteen Päivät 2002: Kotieläintiede. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja 977: 196–199.
- Joki-Tokola, E., Huuskonen, A. & Kiljala, J. 2002. Ruisvirna kasvavien sonnien kokoviljasäilörehuruokinnassa. Teoksessa: toim. Eeva Saarisalo ja Mari Topi-Hulmi. Rehuvaihtoehtoja nautakarjatilaille. Suomen Nurmiyhdistyksen julkaisu 18: 87–94.
- Juutinen, E. 2011. Säilörehua herneestä ja härkäpavusta. *Nauta* 41, 4: 34–35.
- Kiljala, J., Isolanti, M., Huuskonen, A. & Joki-Tokola, E. 2004. Palkoviljat kokoviljasäilörehun raaka-aineena. In: Toim. Anneli Hopponen ja Marketta Rinne. Maataloustieteen Päivät 2004, 12.-13.1.2004 Viikki, Helsinki [: esitelmät ja posterit]. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 19: 4 s.
- Lehto, E. & Joki-Tokola, E. 1999. Kauran ja rehuvirnan seoskasvuston korjuu säilörehuksi. *Koetoiminta ja käytäntö* 56, 4 (22.6.1999): 2.
- Luh Huang, C.-Y. & E.E. Schulte. 1985. Digestion of plant tissue for analysis by ICP emission spectrometry. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 16: 943–958.
- Manninen, M., Nykänen, A. & Musikka, T. 2004. Vehnä-rehuvirnakokoviljasäilörehua lihahiehaille. *Käytännön maamies* 11: 46–48.
- MTT. 2011. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. Verkkopalvelu. Saatavilla internetistä: <<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot>> (Viitattu 12.12.2012).
- Nykänen, A. & Jauhiainen, L. 2010. Herneillä ja virnoilla typpiomavaraisuutta kokoviljatuotantoon. Teoksessa: Toim. Anneli Hopponen. Maataloustieteen Päivät 2010, 12.-13.1.2010 Viikki, Helsinki: esitelmät ja posterit. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 26: 5 s.
- Nykänen, A., Rinne, M. & Jauhiainen, L. 2010. Palkokasveista valkuaista ja sulavuutta kokoviljaseoksiin. Teoksessa: Toim. Anneli Hopponen. Maataloustieteen Päivät 2010, 12.-13.1.2010 Viikki, Helsinki: esitelmät, posterit. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 26: 7 s.
- Salo, M-L. & Salmi, M. 1968. Determination of starch by the amyloglucosidase method. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland* 40: 38–45.
- 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.

3 Maissin soveltuvuus rehukasviksi Keski-Suomessa

Essi Saarinen¹, Perttu Virkajärvi², Maarit Hyrkäs², Raija Suomela¹, Markku Niskanen³, Kalle Salo¹ ja Arto Huuskonen¹

¹ MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

² MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Halolantie 31A, 71750 Maaninka, etunimi.sukunimi@mtt.fi

³ MTT, Kasvintuotannon tutkimus, Alapääntie 104, 61400 Ylistaro, markku.niskanen@mtt.fi

Tiivistelmä

InnoNauta Kehitys -hankkeessa testattiin eri maissilajikkeiden menestymistä Keski-Suomen olosuhteissa MTT:n Maaningan, Ruukin ja Ylistaron toimipisteissä vuosina 2010 ja 2011. Lisäksi kokeeseen otettiin mukaan eri typpilannoitustasoja tarkoituksena selvittää rehumaisille sopiva typpilannoitustaso laskemalla satofunktio ja typpitase, koska nykyinen typpisuositus tuntuu maissille liian alhaiselta. Ruutukokeissa oli mukana kolme aikaista saksalaista maissilajiketta: Kreel, Kougar ja Kentaurus. Koe toteutettiin satunaistettujen lohkojen osaruutukokeena, jossa pääruutuna oli lajike ja osaruutuna typpilannoitustaso. Lannoitustasot olivat 0, 50, 100, 150 ja 200 kg N/ha. Kaliumia koeruuduille annettiin 180 kg/ha ja fosforia 44 kg/ha. Kokeessa oli kolme kerrannetta. Koeruutujen kylvötiheys oli 12 kpl/m² ja riviväli 45 cm. Koeruuduilta kerättiin kaksi keskimmäistä riviä kuiva-ainesadon määrittämiseksi. Parhaimmin menestyneestä lajikkeesta määritettiin ruuduittain rehujen kemiallinen koostumus ja rehuarvot.

Maissi lähti kasvuun erittäin hitaasti. Vahva kasvu alkoi vasta heinäkuun puolen välin jälkeen, jolloin yöt pimenivät. Pisimmät yksilöt ylsivät kolmimetrisiksi. Vuosi 2010 tuotti 100 kg:n typpilannoituksella maisisatoa keskimäärin noin 7 000 kg ka/ha. Maaningalla parhaaksi sadontuottajaksi osoittautui Kreel-lajike, joka tuotti 100 kg:n typpilannoituksella noin 9 600 kg ka/ha. Ruukissa parhaiten satoa tuotti vuonna 2010 Kreel-lajike, 100 kg:n typpilannoituksella noin 9 200 kg ka/ha. Ylistarossa satotaso jäi alhaisemmaksi, Kentaurus-lajike tuotti 100 kg:n typpilannoituksella satoa noin 4 900 kg ka/ha. Koevuonna 2011 maissi tuotti yli kaksinkertaisen sadon verrattuna vuoteen 2010. Keskimäärin kokeen satotaso oli tällöin 14 400 kg ka/ha. Kreel-lajike tuotti 100 kg:n typpilannoituksella keskimäärin yli 17 000 kg ka/ha. Maaningalla lajikkeella saavutettiin jopa yli 20 000 kg ka/ha satotaso. Vuonna 2011 myös ruudut, jotka eivät saaneet typpilannoitusta kasvoivat yllättävän hyvin tuottaen keskimäärin satoa noin 12 000 kg ka/ha.

Typpilannoituksella oli merkitsevä vaikutus satoon Ruukissa ja Maaningalla molempina koevuosina. Maaningalla vuonna 2010 typpitaseet jäivät selvästi negatiivisiksi typpilannoitustasoilla 0–100 kg, 150 kg:n typpilannoitustasolla typpilannoitusta jäi käyttämättä 17 kg ja 200 kg:n lannoituksella 63 kg. Vuonna 2011 maissin satotaso kaksinkertaistui Maaningalla, ollen keskimäärin 19 300 kg ka/ha. Tällöin typpitaseet jäivät kaikilla typpitasoilla selvästi negatiivisiksi ollen keskimäärin -96 kg/ha. Ruukissa luvut olivat Maaningan tuloksien kaltaiset. Vuonna 2010 typpitase jäi negatiiviseksi kaikilla muilla lannoitustasoilla paitsi 200 kg:n typpilannoituksella, tällöin typpitase jäi yli 38 kg/ha. Vuonna 2011 maissin satotaso nousi Ruukissa selvästi ollen keskimäärin 14 700 kg ka/ha. Tällöin typpitaseet olivat kaikilla lannoitustasoilla negatiiviset ollen keskimäärin -104 kg/ha.

Maissisäilörehun rehuarvot ovat tämän tutkimuksen perusteella likimain samaa luokkaa kuin Suomessa korjatuilla kokoviljasäilörehuilla. Näin ollen voidaan olettaa, että maissisäilörehua voitaisiin käyttää kokoviljasäilörehun tapaan, ja se voisi soveltua ainoaksi karkearehuksi emolehmille ja kasvaville lihanaudoille. Sen sijaan lypsylehmille maissisäilörehua ei voitane suositella ainoaksi karkearehuksi. On lisäksi huomioitava, että maissi ei sovellu kovin hyvin Suomen kasvuolosuhteisiin, joten vuosittaiset satovaihtelut voivat olla hyvinkin suuria sekä rehun määrän että laadun osalta.

Avainsanat:

rehuntuotanto, maissi, lajikkeet, lannoitus, satotaso, rehuarvo, sulavuus

3.1 Johdanto

Maissia (*Zea mays*) viljellään siemeninä ihmisravinnoksi ja eläinten rehuksi sekä tuleentumattomana säilörehuksi kaikkialla, missä ilmasto antaa myöten. Maissi onkin maailman tärkeimpiä ruoka- ja rehuksve- ja sekä teollisen tärkkelyksen tuottajia (International Starch Institute 2011). Myös Suomessa maissin viljely säilörehuksi voi tulla ilmaston lämpenemisen myötä järkeväksi. Kokeiluja onkin jo tehty sekä viljelijöiden toimesta että koeruuduilla (Niiranen 2008a,b). Maissi kasvaa lajikkeesta riippuen reilusta puolesta metristä jopa 6 metrin pituiseksi. Keskimääräinen pituus on noin 2,4 metriä (International Starch Institute 2011). Tähtkien määrä vaihtelee lajikkeittain. Tähtkissä on korkea sulavuus, kun taas korsi ja lehdet ovat huomommin sulavia. Tämän vuoksi säilörehuksi kannattaa valita mahdollisimman runsaasti tähtkivä lajike. (Niiranen 2008b).

Maissi on C4-kasvi, mikä käytännössä tarkoittaa, että se on sopeutunut yhteyttämisyfysiologialtaan lämpimien alueiden olosuhteisiin (International Starch Institute 2011). C4-yhteyttämisestä on kasville etua silloin, kun on kuivaa, hyvin lämmintä ja tyypeä ja hiilidioksidia on vähän. C4-kasvit viihtyvätkin parhaiten lämpimillä seuduilla, alle 45 leveysasteella. Lauhkeassa ilmastossakin maissi kuitenkin kasvaa tarpeeksi karkearehutarkoituksiin. Maissi on Suomessa soveltuvuusalueensa rajalla tai sen ulkopuolella. Kasvukauden pitäisi olla Etelä-Ruotsia vastaava. Lisäksi maissi on todella herkkä hallalle koko kasvukaudella (Niiranen 2008b). Maissin sato reagoi vahvasti kasvukauden oloihin, etenkin kosteustilanteeseen. Liian märkä tai kuiva on maissille tuhoisaa. Suomessa kuiva-ainesato on vaihdellut MTT:n kokeissa Piikkiössä välillä 13–21 tn/ha. Tällöin maissin satotaso on ollut vuodesta 2006 kuitenkin joka vuosi suurempi kuin säilörehunurmen kuiva-ainesato (Mustonen 2010). Typen maksimilannoitus maissille on kivennäismaille 80 kg/ha Etelä- ja Keski-Suomessa ja 70 kg/ha Pohjois-Suomessa (Maaseutuvirasto 2009).

InnoNauta Kehitys -hankkeessa testattiin eri maissilajikkeiden menestymistä Keski-Suomen olosuhteissa MTT:n Maaningan, Ruukin ja Ylistaron toimipisteissä vuosina 2010 ja 2011. Lisäksi kokeeseen otettiin mukaan eri typpilannoitustasoja tarkoituksena selvittää rehumaisille sopiva typpilannoitustaso laskemalla satofunktio ja typpitase, koska nykyinen typpisuositus tuntuu maissille liian alhaiselta.

3.2 Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksessa testattiin maissin menestymistä MTT Maaningan, Ruukin ja Ylistaron toimipisteissä vuosina 2010 ja 2011. Ruutukokeissa oli mukana kolme aikaista saksalaista maissilajiketta: Kreel, Kougar ja Kentaurus. Koe toteutettiin satunnaistettujen lohkojen osaruutukokeena, jossa pääruutuna oli lajike ja osaruutuna typpilannoitustaso. Lannoitustasot olivat 0, 50, 100, 150 ja 200 kg N/ha. Kaliumia koeruuduille annettiin 180 kg/ha ja fosforia 44 kg/ha. Kokeessa oli kolme kerrannetta, eli ruutumäärä oli 45. Koeruutujen kylvötiheys oli 12 kpl/m² ja riviväli 45 cm. Yhdelle ruudulle kylvettiin neljä riviä kuuden metrin pituudelta.

Koeruuduilta kerättiin kaksi keskimmäistä riviä kuiva-ainesadon määrittämiseksi. Parhaimmin menestyneestä lajikkeesta määritettiin ruuduittain rehujen kemiallinen koostumus ja rehuarvot: raakavalkuainen (AOAC 1990), tuhka (AOAC 1990), tärkkelys (Salo & Salmi 1968), orgaanisen aineen sellulaasiliukoisuus (Huhtanen ym. 2006), NDF-kuitu (van Soest ym. 1991) sekä kivennäis- ja hivenainekoostumus (Luh Huang & Schulte 1985). Muilta lajikkeilta määritettiin vastaavat rehuarvot ruuduilta, jotka saivat typpilannoituksen 100 kg/ha. Visuaalisesti parhaimmalta lajikkeelta tutkittiin toimipisteittäin myös lehti- ja korsiaineksen sekä tähtkien osuudet kuiva-aineesta sekä eri fraktioiden kemiallinen koostumus ja rehuarvot (raakavalkuainen, tuhka, tärkkelys etanoliuutolla, orgaanisen aineen sellulaasiliukoisuus, NDF-kuitu, kivennäis- ja hivenaineet). D-arvot laskettiin tuhkasta ja sellulaasiliukoisuudesta käyttäen kokoviljasäilörehulle tarkoitettua muunnoskaavaa.

Kokeen tulokset analysoitiin tilastollisesti käyttäen SAS 9.2:n Mixed-proseduuria. Paikkakunnat ja vuodet analysoitiin erikseen. Sadot analysoitiin mallilla, jossa kiinteinä muuttujina olivat kasvilaji, typpilannoitustaso sekä näiden yhdysvaikutus. Satunnaismuuttujina olivat kerranne ja kerranne×kasvilaji-yhdysvaikutus. Koska kemiallinen koostumus ja rehuarvot määritettiin vain yhdestä lajikkeesta, ne analysoitiin mallilla, jossa typpilannoitustaso oli kiinteä muuttuja ja kerranne satunnainen muuttuja. Samanlaisella mallilla analysoitiin myös tähkäfraktio ja lehti- ja korsifraktio.

3.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

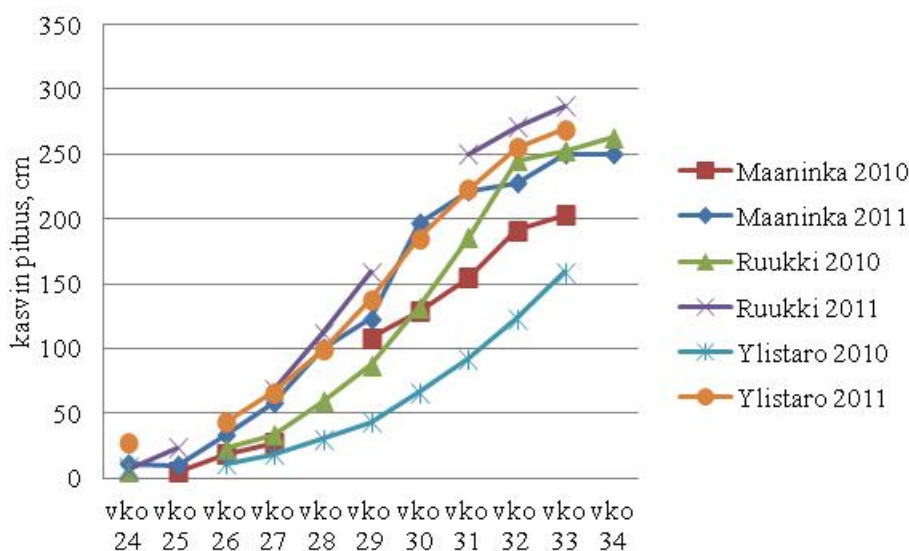
Vuodet 2010 ja 2011 olivat koepaikoilla keskimääräistä lämpimämmät (Taulukko 1). Erityisesti vuoden 2010 heinäkuu oli poikkeuksellisen kuiva ja lämmin Maaningalla. Vuonna 2011 kasvukauden aikaiset sademäärät olivat keskimääräistä suuremmat. Erityisesti Ylistarossa heinä-, elo- ja syyskuu olivat varsin sateisia.

Taulukko 1. Koepaikkojen (Maaninka = MAA, Ruukki = RUU, Ylistaro = YLI) kuukausikohtaiset keskilämpötilat ja sademäärät vuosina 2010 ja 2011 sekä pitkän aikavälin keskiarvo (1971–2000).

	Keskilämpötila (°C)						Sademäärä, mm					
	2010			2011			2010			2011		
	MAA	RUU	YLI	MAA	RUU	YLI	MAA	RUU	YLI	MAA	RUU	YLI
Toukokuu	11,4	10,9	11,3	9,6	8,6	9,8	54	24	74	47	29	34
Kesäkuu	13,4	12,1	13,4	16,3	15,7	16,2	74	35	42	48	53	87
Heinäkuu	21,5	18,6	20,0	19,3	18,0	18,6	10	59	75	142	64	116
Elokuu	15,9	13,6	15,1	15,2	14,3	15,3	58	72	85	84	86	155
Syyskuu	10,1	8,9	9,7	11,3	10,9	11,8	60	65	72	67	81	110
Touko-syyskuu	14,5	12,8	13,9	12,9	12,2	14,3	256	255	347	429	313	502
1971–2000	12,4	11,4	12,2	12,4	11,4	12,2	321	277	280	321	277	280

3.3.1 Maissin kasvu

Maissi lähti kasvuun erittäin hitaasti. Vahva kasvu alkoi vasta heinäkuun puolen välin jälkeen, jolloin yöt pimenivät (Kuva 1). Pisimmät yksilöt ylsivät kolmimetrisiksi.



Kuva 1. Typpilannoituksen 150 kg/ha saanut Kreel-lajike lähti rajuun kasvuun heinäkuun puolivälissä, viikosta 29 eteenpäin.

3.3.2 Satotaso

Maissin kuiva-ainesadot vaihtelivat runsaasti vuosittain ja paikkakunnittain, joten tuloksia ei testattu muuttujien suhteen yli vuosien ja tulokset käsiteltiin paikkakuntaakohtaisesti. Lajikkeet erosivat merkittävästi toisistaan kaikilla koepaikkakunnilla vuonna 2011 (Taulukko 2, Kuvat 2, 3 ja 4). Vuonna 2010 lajike vaikutti merkittävästi satotasoon vain Ruukissa.

Vuosi 2010 tuotti 100 kg:n typpilannoituksella maissisatoa keskimäärin noin 7 000 kg ka/ha. Maaningalla parhaaksi sadontuottajaksi osoittautui Kreel-lajike, joka tuotti 100 kg:n typpilannoituksella noin 9 600 kg ka/ha (Taulukko 2). Lähes samoihin satolukuihin päästiin Maaningalla myös Kentaurus-lajikkeella. Ruukissa parhaiten satoa tuotti vuonna 2010 Kreel-lajike, 100 kg:n typpilannoituksella noin 9 200 kg ka/ha. Ylistarossa satotaso jäi alhaisemmaksi, Kentaurus-lajike tuotti 100 kg:n typpilannoituksella satoa noin 4 900 kg ka/ha. Visuaalisesti parhaimmaksi lajikkeeksi valittiin Ylistarossa ja Maaningalla Kentaurus-lajike ja Ruukissa Kreel. Typpilannoittamattomilta koeruuduilta saatiin vuonna 2010 keskimäärin satoa noin 5

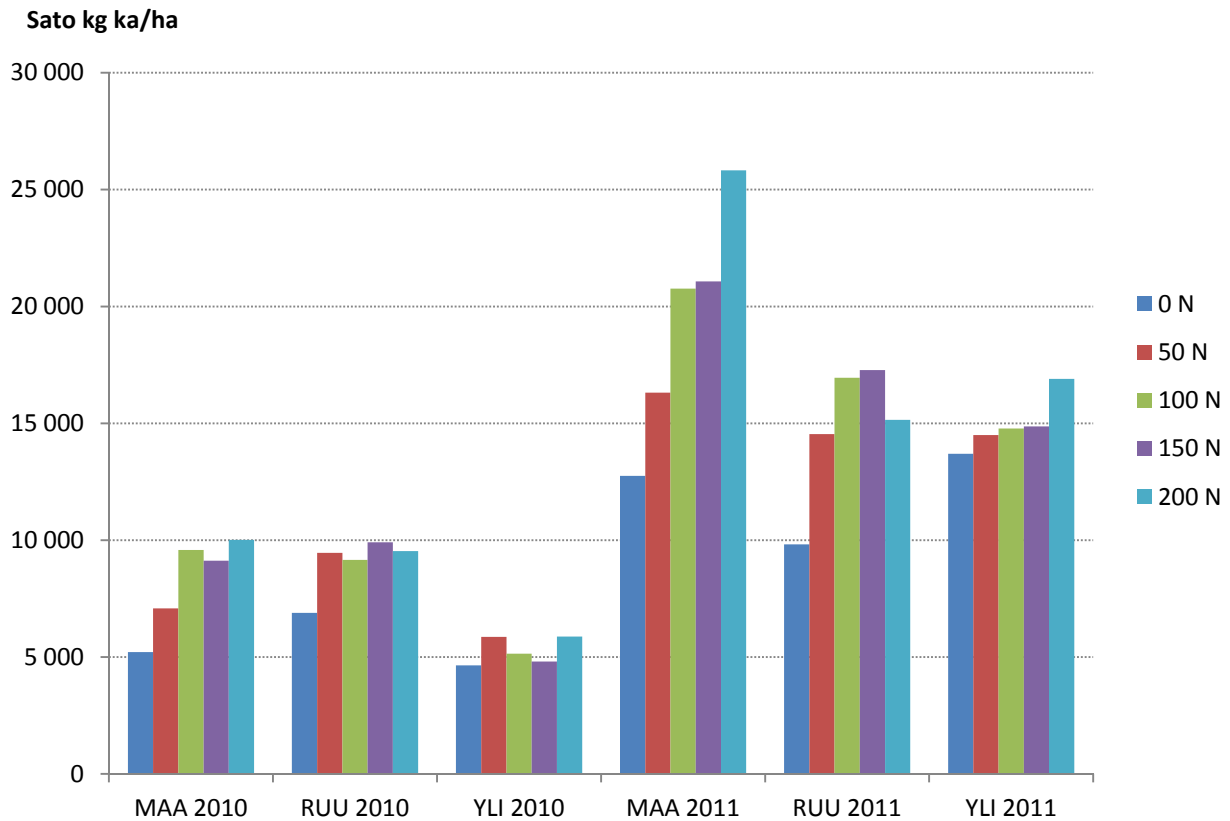
000 kg ka/ha. Vastaavasti 200 kg:n typpilannoituksella saatiin Kreel-lajikkeella Maaningalla noin 10 000 kg ka/ha sato ja Ruukissa noin 9 500 kg ka/ha (Taulukko 2, Kuvat 2, 3 ja 4).

Koevuonna 2011 maissi tuotti yli kaksinkertaisen sadon verrattuna vuoteen 2010 (Taulukko 2, Kuvat 2, 3 ja 4). Keskimäärin kokeen satotaso oli tällöin 14 400 ka kg/ha. Visuaalisesti parhaiten menestyneeksi lajikkeeksi valittiin jokaisella paikkakunnalla Kreel. Se tuotti 100 kg:n typpilannoituksella keskimäärin yli 17 000 kg ka/ha. Maaningalla lajikkeella saavutettiin jopa yli 20 000 kg ka/ha satotaso. Vuonna 2011 myös ruudut, jotka eivät saaneet typpilannoitusta kasvoivat yllättävän hyvin tuottaen keskimäärin satoa noin 12 000 kg ka/ha. Typpilannoittamattomien ruutujen hyvä tulos johtui erittäin todennäköisesti koe-paikkojen multavista kasvualustoista, joista vapautui tehokkaasti typpeä kasvin käyttöön, kun kasvukausi oli lämmin ja kostea. Heikommin menestyneet Kougar- ja Kentaurus-lajikkeet tuottivat typpilannoittamattomillaruudulla hieman yli 10 000 kg ka/ha. Typpilannoitustasolla 100 kg/ha sekä Kougar että Kentaurus tuottivat satoa keskimäärin 14 500 kg ka/ha, eli ne jäivät sadontuottokyvyssä Kreel-lajikkeesta lähes 3 000 kg ka/ha.

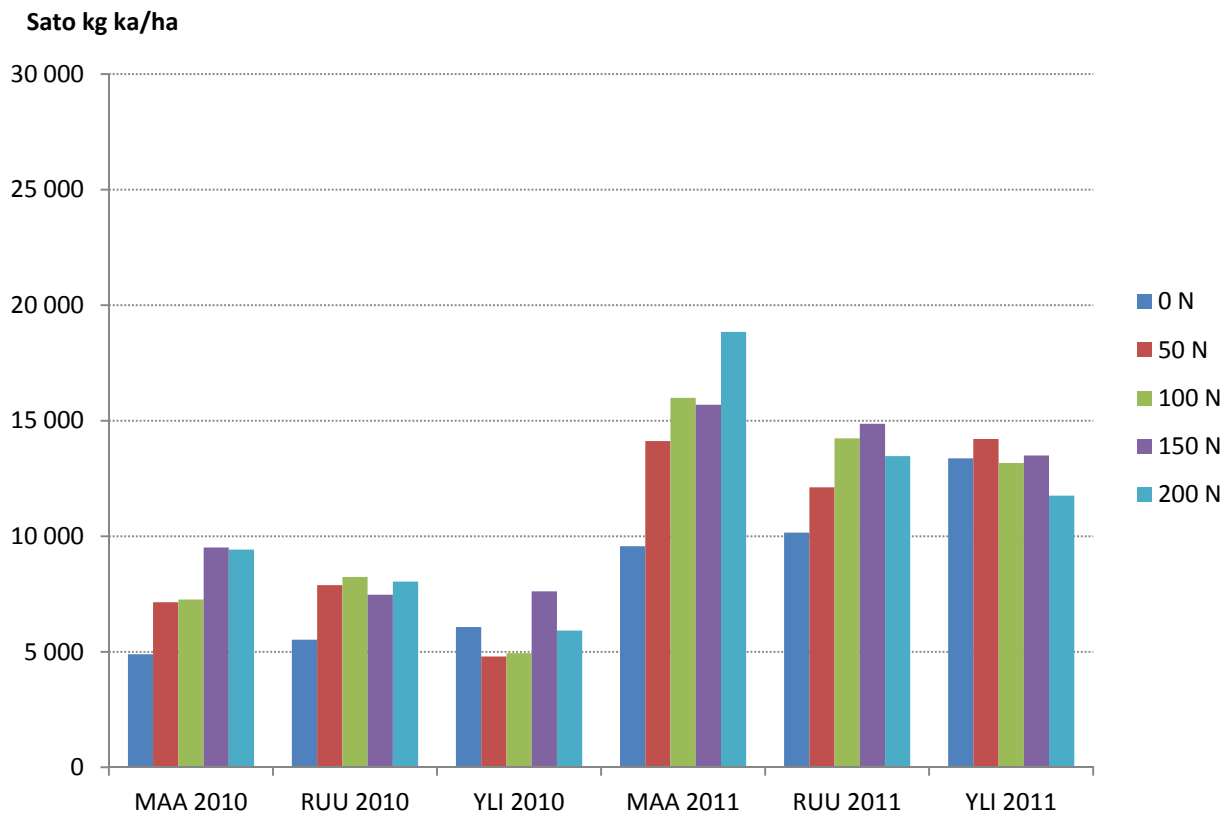
Taulukko 2. Maissin kuiva-ainesadot (kg/ha) paikkakuntaakohtaisesti vuosina 2010 ja 2011.

Lajike	N-taso	2010			2011		
		Maaninka	Ruukki	Ylistaro	Maaninka	Ruukki	Ylistaro
Kentaurus	0	4 895	5 526	6 074	9 566	10 159	13 371
Kentaurus	50	7 141	7 886	4 798	14 117	12 118	14 210
Kentaurus	100	7 259	8 236	4 945	15 991	14 234	13 168
Kentaurus	150	9 514	7 467	7 614	15 690	14 868	13 494
Kentaurus	200	9 420	8 038	5 921	18 843	13 465	11 759
Kougar	0	2 294	5 406	4 256	9 470	9 372	11 535
Kougar	50	4 531	7 935	5 467	13 330	10 908	10 016
Kougar	100	6 049	7 804	4 212	17 911	13 649	11 830
Kougar	150	7 789	7 541	5 455	18 416	14 276	11 557
Kougar	200	6 974	6 991	4 332	19 120	14 392	10 231
Kreel	0	5 214	6 888	4 648	12 749	9 823	13 700
Kreel	50	7 083	9 455	5 861	16 315	14 541	14 500
Kreel	100	9 578	9 156	5 141	20 764	16 948	14 776
Kreel	150	9 121	9 911	4 808	21 072	17 277	14 869
Kreel	200	10 014	9 537	5 877	25 822	15 150	16 905
SEM*		1 487,7	582,0	971,3	1 135,1	764,5	743,3
Lajike							
	Kentaurus	7 646	7 431	5 870	14 841	12 969	13 200
	Kougar	5 527	7 135	4 744	15 649	12 520	11 034
	Kreel	8 202	8 989	5 267	19 344	14 748	14 950
	SEM*	1 342,9	411,9	667,0	511,5	439,6	332,4
N-taso							
	0	4 134	5 940	4 992	10 595	9 785	12 868
	50	6 252	8 425	5 376	14 588	12 522	12 909
	100	7 629	8 399	4 766	18 222	14 943	13 258
	150	8 808	8 306	5 959	18 392	15 474	13 307
	200	8 803	8 189	5 376	21 262	14 335	12 965
	SEM*	1 296,6	399,1	560,8	655,4	458,6	429,2
p-arvo							
	lajike	0,079	0,028	0,54	0,007	0,039	0,003
	N-taso	<0,001	<0,001	0,43	<0,001	<0,001	0,92
	lajike×N-taso	0,68	0,72	0,38	0,39	0,20	0,038

* SEM = keskiarvon keskivirhe.

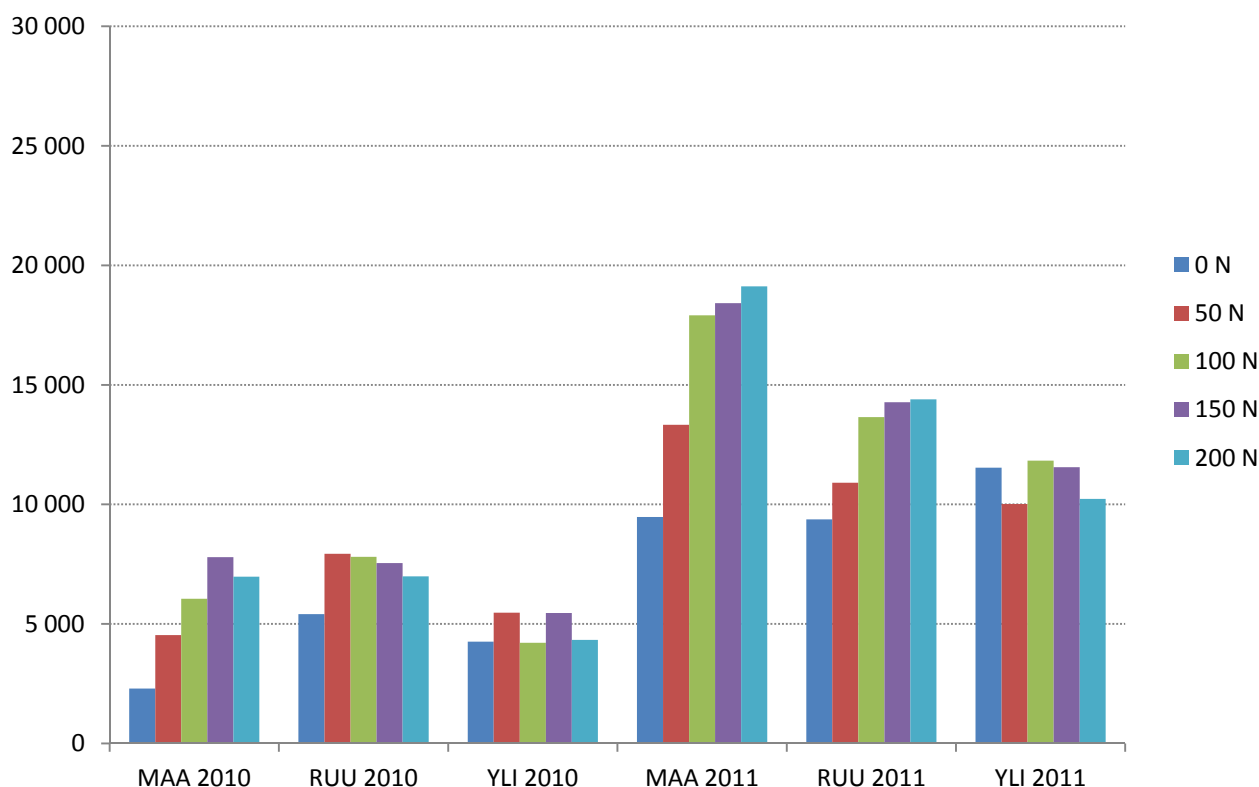


Kuva 2. Kreeel-lajikkeen kuiva-ainesato (kg ka/ha) Maaningalla (MAA), Ruukissa (RUU) ja Ylistarossa (YLI) eri typpilannoitustasoilla vuosina 2010 ja 2011.



Kuva 3. Kentaurus-lajikkeen kuiva-ainesato (kg ka/ha) Maaningalla (MAA), Ruukissa (RUU) ja Ylistarossa (YLI) eri typpilannoitustasoilla vuosina 2010 ja 2011.

Sato kg ka/ha



Kuva 4. Kougur-lajikkeen kuiva-ainesato (kg ka/ha) Maaningalla (MAA), Ruukissa (RUU) ja Ylistarossa (YLI) eri typpilannoitustasoilla vuosina 2010 ja 2011.

3.3.3 Tähkien osuus sadosta

Tähkien osuus kuiva-ainesadosta vaihteli runsaasti koepaikoittain ja vuosittain (Taulukko 3). Typpilannoitus ei koetulosten mukaan vaikuttanut tähkien muodostukseen, paitsi Maaningalla vuonna 2011, jolloin tähkien osuus vaihteli 24:stä 32 prosenttiin. Tällöin typpilannoituksen lisääminen näytti lisäävän myös tähkien osuutta kuiva-ainesadosta ($p=0,003$). Ylistarossa päästiin vuonna 2011 vastaavan tasoihin lukuihin, mutta Ruukissa tähkien osuus jäi vain 18 %:in. Vuonna 2010 Ruukissa saatiin tähkien osuudeksi keskimäärin vain 2 %, joka johtui hyvin todennäköisesti siitä, että Ruukissa esiintyi hallaa elokuussa ($-1,5^{\circ}\text{C}$, 17.8.2010). Maaningalla tähkien osuus kuiva-aineesta oli 2010 vuonna 25 % ja Ylistarossa 18 %.

Taulukko 3. Tähkien osuus kuiva-ainesadosta (%) paikkakuntaakohtaisesti vuosina 2010 ja 2011.

Lajike	N-taso	2010			2011		
		Maaninka	Ruukki	Ylistaro	Maaninka	Ruukki	Ylistaro
Kentaurus/Kreel*	0	16	2	19	24	16	26
Kentaurus/Kreel*	50	25	2	18	24	15	30
Kentaurus/Kreel*	100	26	2	18	31	17	33
Kentaurus/Kreel*	150	29	2	19	33	18	27
Kentaurus/Kreel*	200	27	3	17	32	18	32
Keskiarvo		25	2	18	29	17	30
SEM**		Kerranteet	0,4	1,2	2,4	1,1	2,5
p-arvo: N-taso		yhdistetty	0,26	0,78	0,003	0,40	0,27

* Maaningalla ja Ylistarossa vuonna 2010 visuaalisesti paras lajike oli Kentaurus ja Ruukissa Kreel.

Vuonna 2011 kaikilla paikkakunnilla Kreel.

** SEM = keskiarvon keskivirhe.

3.3.4 Tyypitaseet

Typpilannoituksella oli merkittävä vaikutus satoon Ruukissa ja Maaningalla molempina koevuosina. Ylistarossa ei typpilannoitukselle saatu tilastollista merkittävyyttä kumpanakaan koevuonna, tosin kasvusto oli perustunut epätasaisesti kaikilla ruuduilla, ja se vaikutti hyvin todennäköisesti tuloksiin.

Maaningalla vuonna 2010 typpimäärä sadossa vaihteli välillä 11–15,1 g/kg ka (Taulukko 4). Tällöin kuiva-ainesato oli noin 7 600 kg/ha. Tyypitaseet jäivät selvästi negatiivisiksi typpilannoitustasoilla 0–100 kg, 150 kg:n typpilannoitustasolla typpilannoitusta jäi käyttämättä 17 kg ja 200 kg:n lannoituksella 63 kg. Vuonna 2011 maissin satotaso kaksinkertaistui Maaningalla, ollen keskimäärin 19 300 kg ka/ha. Typpimäärät sadossa jäivät selvästi edellistä vuotta alhaisemmiksi vaihdellen välillä 9,1–11,3 g/kg ka. Tyypitaseet jäivät kaikilla typpitasoilla vuonna 2011 selvästi negatiivisiksi ollen keskimäärin -96 kg/ha (Taulukko 4).

Ruukissa luvut ovat Maaningan tuloksien kaltaiset (Taulukko 4). Vuonna 2010 Ruukissa typpimäärä sadossa vaihteli välillä 11,9–17,7 g/kg ka. Tällöin kuiva-ainesato oli keskimäärin 9 000 kg ka/ha. Tyypitase jäi negatiiviseksi kaikilla muilla lannoitustasoilla paitsi 200 kg:n typpilannoituksella, tällöin typpeä jäi yli 38 kg/ha. Vuonna 2011 maissin satotaso nousi Ruukissa selvästi ollen keskimäärin 14 700 kg ka/ha. Tällöin tyypitaseet olivat kaikilla lannoitustasoilla negatiiviset ollen keskimäärin -104 kg/ha.



Taulukko 4. Maissin tyypitaset Maaningalla, Ylistarossa ja Ruukissa vuosina 2010 ja 2011.

Lajike	N-taso	Maaninka 2010						Ylistaro 2010						Ruukki 2010					
		Sato,		N,		N-tase,		Sato,		N,		N-tase,		Sato,		N,		N-tase,	
		kg ka/ha	g/kg ka	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg ka/ha	g/kg ka	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg ka/ha	g/kg ka	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Kentaaurus/Kreel	0	4 895 ^a	12,3	58 ^a	-58 ^a	6 074	15,7	95	-9 ^a	6 888 ^a	11,9	63	-63						
Kentaaurus/Kreel	50	7 141 ^{ab}	11	79 ^{ab}	-29 ^{ab}	4 798	16,4	79	-29 ^{ab}	9 455 ^b	12,8	97	-47						
Kentaaurus/Kreel	100	7 259 ^{ab}	15,1	109 ^{bc}	-9 ^{bc}	4 945	17	84	16 ^b	9 156 ^{ab}	17,7	162	-62						
Kentaaurus/Kreel	150	9 514 ^b	14,1	133 ^c	17 ^c	7 614	16,3	123	27 ^{bc}	9 911 ^b	16,5	154	-4						
Kentaaurus/Kreel	200	9 420 ^b	14,8	137 ^c	63 ^d	5 921	17,6	105	95 ^c	9 537 ^b	16,8	162	38						
SEM		1 731,4	1,07	22,6	22,6	1 078,0	0,55	18,4	18,4	707,1	Analyyysinäytteessä yhdistetty.								
p-arvo		0,008	0,093	0,001	<0,001	0,34	0,21	0,38	<0,001	0,018									

Lajike	N-taso	Maaninka 2011						Ylistaro 2011						Ruukki 2011					
		Sato,		N,		N-tase,		Sato,		N,		N-tase,		Sato,		N,		N-tase,	
		kg ka/ha	g/kg ka	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg ka/ha	g/kg ka	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg ka/ha	g/kg ka	kg/ha	kg/ha	kg/ha	
Kreel	0	12 749 ^a	9,7	125 ^a	-125	13 700	13	179	-179 ^a	9 823 ^a	12,7 ^a	125 ^a	-125 ^a						
Kreel	50	16 315 ^{ab}	9,1	149 ^{ab}	-99	14 500	14	203	-153 ^{ab}	14 541 ^b	12,4 ^a	181 ^b	-131 ^a						
Kreel	100	20 764 ^{bc}	9,9	204 ^b	-104	14 776	13,8	203	-103 ^{bc}	16 948 ^b	13,8 ^a	233 ^c	-133 ^a						
Kreel	150	21 072 ^{bc}	10,1	209 ^b	-59	14 869	14,6	218	-68 ^c	17 277 ^b	14,6 ^b	252 ^c	-102 ^a						
Kreel	200	25 822 ^c	11,3	293 ^c	-93	16 905	14,7	249	-49 ^c	15 150 ^b	15,0 ^b	227 ^{bc}	-27 ^b						
SEM		1 151,7	0,7	17	17	805,2	0,5	13,9	13,9	735,2	0,42	11	11						
p-arvo		<0,001	0,13	<0,001	0,089	0,15	0,18	0,051	<0,001	<0,001	0,005	<0,001	<0,001						

Samassa sarakkeessa eri kirjaimella merkityt eroavat tilastollisesti merkitsevästi toisistaan (Tukeyn testi).

* Maaningalla ja Ylistarossa vuonna 2010 visuaalisesti paras lajike oli Kentaaurus ja Ruukissa Kreel. Vuonna 2011 kaikilla paikkakunnilla Kreel. Määritykset tehtiin ainoastaan visuaalisesti parhaasta lajikkeesta.

Taulukko 5. Maisin rehuarvo Maaningalla, Ylistarossa ja Ruukissa vuosina 2010 ja 2011.

Lajike	N-taso	Maaninka 2010						Ylistaro 2010						Ruukki 2010											
		Raakavalk.		NDF		Tuhka		D-arvo		Raakavalk.		NDF		Tuhka		D-arvo		Raakavalk.		NDF		Tuhka		D-arvo	
		g/kg	ka	g/kg	ka	g/kg	ka	g/kg	ka	g/kg	ka	g/kg	ka	g/kg	ka	g/kg	ka	g/kg	ka	g/kg	ka	g/kg	ka	g/kg	ka
Kentaurus/Kreel*	0	77	541	46	675	98	520	63	637	74	548	59	641												
Kentaurus/Kreel*	50	68	544	46	658	103	515	60	645	80	548	60	633												
Kentaurus/Kreel*	100	94	530	46	678	106	510	60	644	111	536	64	626												
Kentaurus/Kreel*	150	88	533	46	663	102	505	59	643	103	543	56	633												
Kentaurus/Kreel*	200	93	520	44	674	110	522	60	650	105	525	58	640												
Keskiarvo		84	534	46	670	104	515	60	644	95	540	59	635												
SEM		6,7	9,8	2,2	11,7	3,4	7,8	2,5	3,6																
p-arvo: N-taso		0,11	0,5	0,9	0,39	0,21	0,56	0,79	0,22																
		Analyysinäytteesä kerranteet yhdistetty.																							
Lajike	N-taso	Maaninka 2011						Ylistaro 2011						Ruukki 2011											
		Raakavalk.		NDF		Tuhka		D-arvo		Raakavalk.		NDF		Tuhka		D-arvo		Raakavalk.		NDF		Tuhka		D-arvo	
		g/kg	ka	g/kg	ka	g/kg	ka	g/kg	ka	g/kg	ka	g/kg	ka	g/kg	ka	g/kg	ka	g/kg	ka	g/kg	ka	g/kg	ka	g/kg	ka
Kreel	0	60	537	52	655	82	585	45	634	80	559	63	637												
Kreel	50	57	531	46	648	87	594	48	630	78	553	54	655												
Kreel	100	62	516	43	658	86	578	43	642	86	556	53	644												
Kreel	150	63	518	45	646	91	578	44	635	91	540	53	649												
Kreel	200	71	526	45	642	92	592	43	638	94	547	53	642												
Keskiarvo		62	525	46	650	88	585	45	636	86	551	55	645												
SEM		4,4	7,9	2,7	6,5	3,1	7,6	1,7	5,8	2,6	9,9	2	6												
p-arvo: N-taso		0,13	0,34	0,2	0,45	0,18	0,44	0,29	0,67	0,005	0,52	0,027	0,34												

Samassa sarakkeessa eri kirjaimella merkityt eroavat tilasto lis estä merkits evästi toisistaan (Tukeyn testi).

* Maaningalla ja Ylistarossa vuonna 2010 visuaalisesti paras lajike oli Kentaurus ja Ruukissa Kreel. Vuonna 2011 kaikilla paikkakunnilla Kreel. Rehuarvomääritykset tehtiin ainoastaan visuaalisesti parhaasta lajikkeesta.

3.3.5 Rehuarvo

Maissikasvustojen raakavalkuaispitoisuus vaihteli koko aineistossa välillä 57–111 g/kg ka (Taulukko 5) vastaten kutakuinkin suomalaisten kokoviljasäilörehujen keskimääräisiä raakavalkuaispitoisuuksia (MTT 2011). Satoisana vuonna 2011 kasvuston raakavalkuaispitoisuudet olivat hieman alhaisempia kuin vuonna 2010, jolloin satotasot olivat alhaisemmat. Typpilannoituksen lisääminen tasolta 0 kg/ha tasolle 200 kg/ha lisäsi hieman (keskimäärin 16 g/kg ka) kasvuston raakavalkuaispitoisuutta, mutta vaikutus oli tilastollisesti merkitsevä vain Ruukissa vuonna 2011.

Maissikasvuston NDF-kuitupitoisuus vaihteli aineistossa välillä 505–594 g/kg ka. Keskimäärin kuitupitoisuus oli 542 g/kg ka. Typpilannoituksella ei ollut vaikutusta kasvuston kuitupitoisuuteen (Taulukko 5). Lannoitus vaikutti kasvuston tuhkapitoisuuteen ainoastaan Ruukissa vuonna 2011, jolloin tuhkapitoisuus oli typpilannoittamattomassa kasvustossa hieman korkeampi kuin typpilannoituksen saaneilta ruuduilta korjatuissa kasvustoissa (Taulukko 5). Koko aineistossa tuhkapitoisuus vaihteli välillä 43–64 g/kg ka ollen keskimäärin 52 g/kg ka.

Maissin D-arvo vaihteli aineistossa välillä 630–678 g/kg ka. Korkeimmat D-arvot mitattiin Maaningalla vuoden 2010 kasvustoissa (keskimäärin 670 g/kg ka) ja matalimmat Ruukissa niin ikään vuonna 2010 (keskimäärin 635 g/kg ka). Typpilannoitustaso ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi kasvustojen D-arvoon kumpanakaan koevuonna millään koepaikalla.

Visuaalisesti parhaiten menestyneestä lajikkeesta analysoitiin koepaikoittain myös kivennäis- ja hivenainepitoisuudet (Taulukko 6). Vuonna 2010 Kentaurus-lajikkeella pitoisuuksien keskiarvotulokset vaihtelivat koepaikoittain, Maaningalla luvut olivat keskimäärin hieman Ylistaroa alhaisemmat lukuun ottamatta kalsiumia ja magnesiumia. Vuonna 2011 Ylistarosta määritetyt pitoisuudet olivat muita asemia alhaisemmat. Sinkkipitoisuus määritettiin Ylistarosta vain vuonna 2010, mutta se oli selvästi Maaningan tuloksia korkeampi.

Taulukko 6. Kivennäis- ja hivenainepitoisuuksien keskiarvotulokset kaikkien lannoitustasojen osalta. Vuonna 2010 visuaalisesti paras lajike oli Kentaurus, vuonna 2011 Kreel. Määritykset tehtiin ainoastaan visuaalisesti parhaasta lajikkeesta. Taulukon arvot: kalsium, magnesium, fosfori, rikki, kalium ja natrium ilmoitetaan yksikössä g/kg ka; rauta, kupari, sinkki ja mangaani puolestaan yksikössä mg/kg ka.

		kalsium	magnesium	fosfori	rikki	kalium	natrium	rauta	kupari	sinkki	mangaani
Maaninka	2010	2,91	1,75	2,08	0,96	14,06	0,02	151,07	4,37	24,68	19,13
Ylistaro	2010	2,06	1,52	2,20	1,10	14,65	0,02	310,77	5,82	113,21	27,56
Maaninka	2011	2,00	1,13	2,07	0,71	12,60	0,00	91,95	5,50	18,12	12,33
Ruukki	2011	2,43	1,60	2,15		13,87	0,01				
Ylistaro	2011	1,42	1,31	1,89		11,00	0,01				

3.3.6 Eri fraktioiden rehuarvot

Taulukossa 7 esitetään rehuarvot erikseen korsille + lehdille sekä tähkälle. Vuonna 2010 korsi + lehtifraktion rehuarvot määritettiin ainostaan Ruukin koepaikan näytteistä ja tähkäfraktion rehuarvot Ruukin ja Maaningan koepaikkojen näytteistä. Vuonna 2011 eri fraktioiden rehuarvot määritettiin kaikkien koepaikkojen osalta. Analyysinäytteissä kerranteet yhdistettiin, joten aineistoa ei ole testattu tilastollisesti.

Korsi + lehtifraktion raakavalkuaispitoisuus vaihteli koko aineistossa välillä 44–109 g/kg ka ollen korkeimmillaan Ruukissa vuonna 2010 (keskimäärin 92 g/kg ka) ja matalimmillaan Maaningalla vuonna 2011 (keskimäärin 53 g/kg ka) (Taulukko 7). Tähkien osalta raakavalkuaispitoisuus vaihteli välillä 76–195 g/kg ka. Tähkien osalta korkeimmat raakavalkuaispitoisuudet havaittiin Ruukin vuoden 2010 näytteistä (keskimäärin 187 g/kg ka) ja matalimmat Maaningan vuoden 2011 näytteistä (keskimäärin 79 g/kg ka).

Taulukko 7. Maissin eri fraktioiden (korsi + lehdet, tähkä) rehuarvo eri koepaikoilla vuosina 2010 ja 2011. Analyysinäytteessä kerranteet on yhdistetty, joten aineistoa ei ole testattu tilastollisesti. Määrittystä ei tehty Ylistarossa vuonna 2010, Maaningalla määritettiin rehuarvo vuonna 2010 ainoastaan tähkästä. Yksikkönä kaikissa analyysissä on g/kg ka.

Lajike	Maaninka 2010					Ylistaro 2010					Ruukki 2010					
	N-taso	Raakavalk.	NDF	Tuhka	D-arvo	Tärkkelys	Raakavalk.	NDF	Tuhka	D-arvo	Tärkkelys	Raakavalk.	NDF	Tuhka	D-arvo	Tärkkelys
Korsi + lehdet																
Kentaunus/Kreel*	0											72	555	59	638	7
Kentaunus/Kreel*	50											78	554	60	630	7
Kentaunus/Kreel*	100											109	541	64	624	10
Kentaunus/Kreel*	150											100	551	56	629	7
Kentaunus/Kreel*	200											103	531	57	637	7
Keskiarvo												92	546	59	632	8
Tähkä																
Kentaunus/Kreel*	0	117	313	39	745	12						178	272	62	749	14
Kentaunus/Kreel*	50	115	367	33	741	31						183	284	59	750	17
Kentaunus/Kreel*	100	129	346	35	746	29						195	277	65	745	12
Kentaunus/Kreel*	150	126	353	34	748	37						187	284	60	751	13
Kentaunus/Kreel*	200	123	356	35	736	70						190	272	63	751	15
Keskiarvo		122	347	35	743	36						187	278	62	749	14
Ylistaro 2011																
Lajike	N-taso	Raakavalk.	NDF	Tuhka	D-arvo	Tärkkelys	Raakavalk.	NDF	Tuhka	D-arvo	Tärkkelys	Raakavalk.	NDF	Tuhka	D-arvo	Tärkkelys
Korsi + lehdet																
Kreel	0	53	565	58	634	13	77	608	52	606	8	73	564	64	634	6
Kreel	50	44	553	48	631	13	80	603	49	612	17	61	577	55	640	5
Kreel	100	50	577	49	625	11	86	635	53	592	9	69	556	50	635	6
Kreel	150	60	571	52	620	10	86	612	49	606	14	82	551	55	644	5
Kreel	200	58	554	50	621	10	88	631	51	596	11	89	559	57	638	5
Keskiarvo		53	564	51	626	11	83	618	51	602	12	75	561	56	638	5
Tähkä																
Kreel	0	86	407	31	750	7	105	415	31	758	146	121	457	38	752	15
Kreel	50	80	413	26	750	14	104	394	30	759	244	115	445	35	754	20
Kreel	100	77	373	25	750	22	94	418	27	762	219	119	492	35	751	10
Kreel	150	76	398	24	754	21	102	423	30	758	145	124	457	34	753	27
Kreel	200	77	400	24	748	19	99	383	28	762	201	121	480	35	753	26
Keskiarvo		79	398	26	750	17	101	407	29	760	191	120	466	35	752	18

* Maaningalla ja Ylistarossa vuonna 2010 visuaalisesti paras lajike oli Kentaunus ja Ruukissa Kreel. Vuonna 2011 kaikilla paikkakunnilla Kreel. Rehuarvomääritykset tehtiin ainoastaan visuaalisesti parhaasta lajikkeesta.

Korsi + lehtifraktion D-arvo vaihteli koko aineistossa välillä 592–644 g/kg ka ollen korkeimmillaan Ruukissa vuonna 2011 (keskimäärin 638 g/kg ka) ja matalimmillaan Ylistarossa vuonna 2011 (keskimäärin 602 g/kg ka) (Taulukko 7). Tähtien osalta D-arvo vaihteli välillä 736–762 g/kg ka. Tähtien osalta korkeimmat D-arvot havaittiin Ylistaron vuoden 2011 näytteistä (keskimäärin 760 g/kg ka) ja matalimmat Maaningan vuoden 2010 näytteistä (keskimäärin 743 g/kg ka). Tähtien tärkkelyspitoisuudet jäivät suhteellisen matalalle tasolle lukuun ottamatta Ylistaron koepaikkaa, jossa tähtien tärkkelyspitoisuudeksi määritettiin vuonna 2011 keskimäärin 191 g/kg ka. Maaningan ja Ruukin koepaikkojen osalta tähtien tärkkelyspitoisuudet vaihtelivat välillä 7–70 g/kg ka (Taulukko 7).

Korsi + lehtifraktion kuitupitoisuus vaihteli koko aineistossa välillä 531–635 g/kg ka ollen korkeimmillaan Ylistarossa vuonna 2011 (keskimäärin 618 g/kg ka) ja matalimmillaan Ruukissa vuonna 2010 (keskimäärin 546 g/kg ka) (Taulukko 7). Tähtien osalta kuitupitoisuus vaihteli välillä 272–492 g/kg ka. Tähtien osalta korkeimmat kuitupitoisuudet havaittiin Ruukin vuoden 2011 näytteistä (keskimäärin 466 g/kg ka) ja matalimmat Ruukin vuoden 2010 näytteistä (keskimäärin 278 g/kg ka).

3.4 Yhteenveto ja johtopäätökset

Raportoidun kokeen tulokset tukevat aikaisempaa käsitystä siitä, että maissin satotasovaihtelut ovat Suomessa vuosittain runsaat. Sääolosuhteet olivat hyvät kokeen aikana, joten satotulokset olisivat voineet olla kylmänä vuonna vielä vuotta 2010 heikommat. Toisaalta vuoden 2011 sadot ovat selvästi nurmirehusatoja korkeammat, mikä houkuttaa testaamaan maissin viljelyä Keski-Suomessakin. Kun harkitaan maissin viljelyä säilörehuksi, on syytä kuitenkin muistaa lajin menestymiseen liittyvät riskit. Runsas maissisato käyttää tehokkaasti typpilannoitusta. Kokeen perusteella ainakin 150 kg/ha typpilannoitus olisi suositeltava. Typpitaseet jäävät tälläkin lannoitustasolla pääsääntöisesti selvästi negatiivisiksi.

Maissin rehuviljelyssä on nähtävissä selkeitä etuja. Parhaimmillaan maissisäilörehu on edullista ja rehuntuotanto rationaalista (suuri hehtaarisato, yksi korjuukerta kasvukauden aikana). Yksivuotisena kasvina maissi mahdollistaa myös sen, että viljelyala on vuosittain käytettävissä lannan levitykseen. Lisäksi karjanlanta soveltunee hyvin hitaasti kehittyvän maissikasvuston lannoitteeksi. Ruokinnan kannalta maissisäilörehun matalahko raakavalkuaispitoisuus voidaan nähdä myös etuna. Matalan raakavalkuaispitoisuuden vuoksi maissisäilörehun käyttö laskee rehuannoksen typpipitoisuutta, mikä puolestaan parantaa typen hyväksikäyttöä ruokinnassa ja vähentää erityisesti virtsan mukana erittyvän typen määrää.

Vastaavasti maissin viljelyssä ja ruokintakäytössä on myös nähtävissä useita epävarmuustekijöitä ja uhkia. Koska maissi ei sovellu kovin hyvin Suomen kasvuolosuhteisiin, vuosittaiset satovaihtelut voivat olla hyvinkin suuria sekä rehun määrän että laadun osalta. Myös maissin korjuutekniikaksi tarvitaan järeää kalustoa, jonka hankkiminen yksittäiselle tilalle on harvoin kannattavaa. Sulavuudeltaan maissisäilörehu ei ole erityisen hyvää. Kuitenkin jos tähtkä ehtii kehittyä ja rehun tärkkelyspitoisuus on suuri, rehuarvo on parempi kuin varhaisemmassa kehitysvaiheessa korjatussa kasvustossa. Maissi kuitenkin vaatii lyhyen päivän kukkiakseen, ja Keski-Suomen olosuhteissa tähtkät eivät useinkaan ehdi kehittyä ennen ensimmäisiä pakkasia. Maissisäilörehun rehuarvot ovat tämän tutkimuksen perusteella likimain samaa luokkaa kuin Suomessa korjatuilla kokoviljasäilörehuilla. Näin ollen voidaan olettaa, että maissisäilörehua voitaisiin käyttää kokoviljasäilörehun tapaan, ja se voisi soveltua ainoaksi karkearehuksi emolehmillä ja kasvaville lihanaudoille. Sen sijaan lypsylehmille maissisäilörehua ei voitane suositella ainoaksi karkearehuksi. Tämä puolestaan tarkoittaa rinnakkaisia järjestelmiä rehujen korjuussa, säilönnässä ja syötössä. Lypsylehmien seosrehuruokintaan maissisäilörehu sopinee hyvin. Maailmalla maissisäilörehu muodostaa tyypillisesti noin puolet lypsylehmän karkearehuannoksesta. Euroopassa seoskumppanina ruokinnassa on tyypillisesti raiheinäsäilörehu ja Pohjois-Amerikassa sinimaillassäilörehu.

3.5 Kirjallisuus

AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, VA. 1298 s.

Huhtanen, P., Nousiainen, J., & Rinne, M. 2006. Recent developments in forage evaluation with special reference to practical applications. *Agricultural and Food Science* 15: 293–323.

International Starch Institute. 2011. Maize. [verkkosivu]. Saatavana: <<http://www.starch.dk/isi/starch/maize.asp>> [Viitattu 21.2.2011].

- Luh Huang, C.-Y. & E.E. Schulte. 1985. Digestion of plant tissue for analysis by ICP emission spectrometry. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 16: 943–958.
- Niiranen, R. 2008a. Maissi kasvaa pitkäksi myös Pohjois-Savossa. *Maaseudun Tiede* 3/2008: 8. Saatavana: <<http://www.mtt.fi/maaseuduntiede/pdf/mtt-mt-v65n03s08.pdf>>
- Niiranen, R. 2008b. MTT Maaningalla tutkitaan maissia. *Maaseudun Tiede* 3/2008: 9. Saatavana: <<http://www.mtt.fi/maaseuduntiede/pdf/mtt-mt-v65n03s09.pdf>>
- Maaseutuvirasto. 2009. Opas ympäristötuen ehtojen mukaiseen lannoitukseen 2007–2013. [verkkójulkaisu]. Saatavana: <http://www.mavi.fi/attachments/mavi/viljelijatuuet/hakuoppaatjaohjeet/ymparistotuenperusjalisatoimenpiteidenoppaat/5FSJ2pUCH/912996_lannoiteopas_LR_vii.pdf> [Viitattu 14.2.2010].
- MTT. 2011. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. Verkkopalvelu. Saatavilla internetistä: <<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot>> [Viitattu 21.11.2012].
- Mustonen, E. 2010. Maissista kaksinkertainen sato nurmiin verrattuna. *Käytännön Maamies* 11/2010: 16–17.
- Salo, M-L. & Salmi, M. 1968. Determination of starch by the amyloglucosidase method. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland* 40: 38–45.
- 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.

4 Nurmipalkokasveja viljelyyn ja laidunnukseen

Arto Huuskonen¹, Marika Niemelä¹, Maarit Hyrkäs² ja Sirkka Luoma¹

¹ MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

² MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Halolantie 31A, 71750 Maaninka, maarit.hyrkas@mtt.fi

Tiivistelmä

InnoNauta Kehitys –hankkeessa haluttiin selvittää, millaisilla palko- ja heinäkasvilajien yhdistelmillä voitaisiin päästä korkeisiin ja laadukkaisiin kuiva-ainesatoihin Pohjois-Suomen olosuhteissa. Työ perustui MTT Ruukin toimipisteessä vuosina 2003–2005 toteutettuun ruutukokeeseen, jonka tulokset laskettiin ja raportoitiin InnoNauta Kehitys –hankkeen toimesta. Koe toteutettiin satunnaistettujen lohkojen osaruutukokeena. Pääruutuna oli heinäkasvilaji (joko timotei-nurminataseos tai timotei-ruokonataseos) ja osaruutuna palkokasvi, jota viljeltiin seoksena heinäkasvien kanssa. Kokeessa käytetty timoteilajike oli Tammisto II, nurminatalajike Kasper ja ruokonatalajike Retu. Osaruutuina olleita palkokasvivaihtoehtoja oli kaikkiaan 7 kappaletta: ei palkokasvia, valkoapila (Jögeva 4), puna-apila (Betty), alsikeapila (Frida), keltamaite (Leo), rehumailanen (Karlu) ja rehumailanen (Juurlu). Kokeessa oli neljä kerrannetta, eli ruutumäärä oli 56. Vuonna 2004 nurmet ja apilat niitettiin neljä kertaa ja keltamaite sekä rehumailaset kolme kertaa. Vuonna 2005 kaikki kasvilajit niitettiin kolme kertaa. Jokaisen niiton yhteydessä kasvustosta mitattiin seuraavat muuttujat: eri kasviryhmien osuudet tuorepainosta, kokonaiskuiva-ainesato, tuhka, raakavalkuainen, D-arvo ja NDF-kuitupitoisuus. Lisäksi mitattiin kasvustojen syys- ja kevättiheydet talvenkestävyyden arvioimiseksi.

Heinäkasvilaji ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi kuiva-aineen kokonaissatoon (kg ka/ha), muuntokelpoisen energian satoon (GJ/ha) eikä raakavalkuaissatoon (kg/ha) kumpanakaan koevuonna. Myöskään heinäkasvi×palkokasvi-yhdysvaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä kumpanakaan koevuonna. Kokeen keskimääräinen kokonaiskuiva-ainesato oli 5 501 kg ka/ha vuonna 2004 ja 4 724 kg ka/ha vuonna 2005. Muuntokelpoisen energian sato oli vastaavasti keskimäärin 60,1 GJ/ha vuonna 2004 ja 51,4 GJ/ha vuonna 2005.

Palkokasvivalinta vaikutti merkitsevästi kuiva-aine-, energia- ja raakavalkuaissatoihin molempina koevuosina. Vuonna 2004 suurimmat kuiva-aine- ja energiasadot mitattiin puhtaista nurmiheinäkasvustoista (6 200–6700 kg ka/ha, 68–73 GJ/ha) sekä nurmiheinäkasvin ja valkoapilan seoskasvustoista (6 300–6 700 kg ka/ha, 69–74 GJ/ha). Myös heinäkasvin ja puna-apilan seoskasvustoilla saavutettiin tällöin yli 5 600 kg ka/ha kuiva-ainesadot ja yli 60 GJ/ha energiasadot. Pienimmiksi satotasot jäivät keltamaitetta sisältäneillä seoskasvustoilla (3 900–4 100 kg ka/ha, 44–46 GJ/ha). Vuoden 2005 osalta satotasotulokset olivat pääosin samansuuntaiset kuin vuonna 2004, mutta satomäärät jäivät tällöin hieman vuotta 2004 alhaisemmalle tasolle. Vuonna 2005 korkeimmat kuiva-ainesadot mitattiin apilaa sisältävistä seoskasvustoista (4 650–5 600 kg ka/ha) sekä puhtailta nurmiheinäkasviruuduilta (4 600–5 300 kg ka/ha). Rehumailasta ja keltamaitetta sisältäneillä ruuduilla kuiva-ainesadot vaihtelivat välillä 3 700–4 500 kg ka/ha, mutta tällöin suurin osa sadosta muodostui heinäkasveista sekä rikoista.

Tulosten perusteella apilat osoittautuivat mailasia ja keltamaitetta paremmiksi ja viljelyvarmemmiksi vaihtoehtoiksi nurmiheinäkasvien ja nurmipalkokasvien seosviljelyyn Pohjois-Pohjanmaan olosuhteissa. Heinäkasvin ja apiloiden seoskasvustojen D-arvot eivät juuri poikenneet puhtaiden heinäkasvikasvustojen D-arvoista. Sen sijaan seoskasvustot sisälsivät enemmän raakavalkuaista ja vähemmän kuitua kuin puhtaat nurmiheinäkasvustot. Varsinkin jälkimmäisenä satovuonna rehumailasta ja keltamaitetta sisältäneillä ruuduilla suurin osa sadosta muodostui heinäkasveista sekä rikoista. Näin ollen rehumailasen ja keltamaitteen vaikutuksista rehun laatuun ei pystytä tämän tutkimuksen perusteella juurikaan ottamaan kantaa.

Avainsanat:

nurmet, rehuntuotanto, nurmipalkokasvit, nurmiheinäkasvit, timotei, nurminata, ruokonata, puna-apila, valkoapila, alsikeapila, keltamaite, rehumailanen, satotaso, sulavuus, rehun laatu, valkuainen, kuitu

4.1 Johdanto

Lannoitteiden hinnan nousu luo paineita ilmakehän tyypeä sitovien ja hyödyntävien palkokasvien käytölle. Varsinkin Pohjois-Suomessa palkokasvien käyttöä on kuitenkin rajoittanut niiden heikohko talven kestävyys ja epävarmuus peltoviljelyssä. Nautojen ruokinnassa apilalla ja muilla palkokasveilla päästettiin vähintäänkin vastaaviin tuotantotuloksiin kuin heinäkasveilla, mutta palkokasvien käyttöä rajoittavat nimenomaan viljelytekniset haasteet.

InnoNauta Kehitys –hankkeessa haluttiin selvittää, millaisilla palko- ja heinäkasvilajien yhdistelmillä voitaisiin päästä korkeisiin ja laadukkaisiin kuiva-ainesatoihin Pohjois-Suomen olosuhteissa. Työ perustui MTT Ruukin toimipisteessä vuosina 2003–2005 toteutettuun ruutukokeeseen, jonka tulokset laskettiin ja raportoitettiin InnoNauta Kehitys –hankkeen toimesta. Kokeissa olivat heinäkasveista mukana timoteinurminataseos ja timoteiruokonataseos, joita viljeltiin joko puhtaana kasvustona tai seoksena eri palkokasvien kanssa. Palkokasveista kokeessa olivat mukana puna-apila, valkoapila, alsikeapila, keltamaite sekä kaksi rehumailaslajiketta (virolaiset lajikkeet Karlu ja Juurlu). Ruutumittakaavaiset kokeet toteutettiin niittämällä koeruodut useita kertoja kasvukauden aikana, jotta tulokset olisivat sovellettavissa laidunukseen.

4.2 Ruutukokeen kasvilajien esittely

4.2.1 Timotei

Timotei (*Phleum pretense*) on tärkein nurmiheinäkasvi Suomessa (Niskanen & Kemppainen 2012). Timoteilla on melko matala juuristo, minkä vuoksi se on poudanarka. Kylvövuonna timotein alkukehitys ei ole kovin nopeaa, mutta varsinaisina satovuosina timotein kasvu on jo keväällä hyvää (Virkajärvi & Pakarinen 2010). Timotein jälkikasvu lähtee liikkeelle tyvessä olevista silmuista. Nadoilla, koiranheinällä (*Dactylis glomerata*) ja englanninraiheinällä (*Lolium perenne*) kasvu lähtee kasvullisista versoista, joiden kasvupiste jää niittokorkeuden alapuolelle (Virkajärvi & Pakarinen 2010). Laidunnurmissa timotein ongelmana on heikohko tallauksenkestävyys. Kasvurytminsä takia timotei sopii hyvin seoksiin puna-apilan kanssa (Niskanen & Kemppainen 2012). Laidunnurmen tallauksenkestävyyttä voidaan lisätä niittynurmi-*kan* (*Poa pratensis*) ja natojen avulla.

4.2.2 Nurminata

Nurminata (*Festuca pratensis*) on jo vuosikymmeniä muodostanut suomalaisen rehuntuotannon rungon yhdessä timotein kanssa (Niskanen & Suomela 2012). Nurminata sopii kasvurytminsä ja ominaisuuksien ansiosta hyvin timoteiseoksiin. Nurminata viihtyy timoteitä paremmin turvemaidilla ja kestää sitä paremmin kuivuutta. Maittavuudeltaan nurminata on kuitenkin timoteitä huonompi. Nurminadan kehitys on timoteistä poiketen nopeaa korjuun jälkeen. Nurminata on talvenkestävä ja timoteitä satoisampi. Siemen on suurempaa kuin timotein, joten sitä tarvitaan huomattavasti enemmän kuin timoteitä, jos halutaan natavaltainen kasvusto. Kuitenkin on huomattava, että nurminata on kasvutavaltaan timoteitä tiheämpi ja voimakkaampi. Näin ollen seoksesta kannattaa tehdä timoteivaltainen, jotta timotei säilyisi kasvustossa (Niskanen & Suomela 2012).

4.2.3 Ruokonata

Ruokonadan (*Festuca arundinacea*) viljely on viime vuosina lisääntynyt Suomessa nurminadan kustannuksella, koska ruokonata on osoittautunut kokeissa selvästi nurminataa satoisammaksi (Niskanen & Suomela 2012). Ruokonadan jälkikasvukyky ja kokonaissato ovat merkittävästi nurminataa suurempia. Voimakkaan jälkikasvukyvyn vuoksi ruokonata suositellaan niitettäväksi kolme kertaa kesässä. Kaksi niittoa voi johtaa ruokonataa sisältävän kasvuston laadun heikkenemiseen. Jälkikasvukyvyltään parhaimmat, kolmeen niittoon soveltuvat timoteilajikkeet ovat ruokonadalle sopivia seoskumppaneita tehokkseen nurmimassan tuottamiseen (Niskanen & Suomela 2012).

4.2.4 Puna-apila

Puna-apila (*Trifolium pratense*) on tärkein nurmipalkokasvi Suomessa (Niskanen & Huhta 2012). Puna-apilaa viljeltiin jonkin verran Suomessa jo 1700-luvulla, mutta viljely yleistyi 1800-luvun lopulla (Jalas 1964), ja 1950-luvulla puna-apilan osuus Suomen nurmista oli lähes 30 % (Paatela 1953). Puna-apilan osuus kuitenkin aleni voimakkaasti teollisten typpilannoitteiden edullisuuden ja hyvän saatavuuden takia, ja sitä oli 1980-luvulla enää 2–4 % viljelynurmista (Seppänen 1986). Puna-apilan typensidontakykyä on meillä viime vuosina hyödynnettykin lähinnä luonnonmukaisessa tuotannossa, mutta typpilannoitteiden hinnannousun myötä kiinnostus biologista typensidontaa kohtaan on lisääntynyt myös tavanomaisessa nurmituotannossa. Kasvurytminsä vuoksi puna-apila soveltuu parhaiten seosviljelyyn timotein kanssa, mutta myös ruokonadasta on saatu myönteisiä kokemuksia varsinkin kuivina kesinä (Niskanen & Huhta 2012). Seosviljely nurmiheinäkasvin kanssa vähentää myös apilamädän riskiä.

4.2.5 Valkoopila

Valkoopila (*Trifolium repens*) on tärkeimpiä typensitojakasveja maailmassa. Sen levinneisyysalue on hyvin laaja, mutta parhaiten se viihtyy maapallon lauhkeilla vyöhykkeillä ja runsassateisilla seuduilla (Huokuna 1990). Suomessa viljellään apiloista eniten puna-apilaa, kun taas Keski-Euroopassa käytetään tyypillisesti valkoopilaa. Valkoopila soveltuu kasvutapansa ja tallauksensietokykynsä vuoksi puna-apilaa paremmin laiduntamiseen. Valkoopila kasvaa rönsyillen maata pitkin, jolloin sen kasvupisteet eivät vahingoitu jatkuvasta katkaisemisesta (Black ym. 2009). Puna-apilan kasvupisteet ovat puolestaan sijoittuneet niin, että laiduntaminen heikentää puna-apilan jälkikasvukykyä (Black ym. 2009). Suomen oloissa valkoopilaa on aiemmin pidetty vähämerkityksellisenä, koska siitä ei ole ollut talven kestäviä lajikkeita ja villikantojen kasvupotentiaali on ollut heikko. Viime aikoina tehdyissä tutkimuksissa on kuitenkin osoitettu, että oloissamme viihtyvillä valkoopilalajikkeilla on mahdollisuus päästä kilpailukykyisiin satotasoihin (Nissinen ym. 2001).

4.2.6 Alsikeapila

Alsikeapila (*Trifolium hybridum*) on Euroopasta lähtöisin oleva apilalaji, jota käytetään yleisesti myös viljelykasvina (Simola 1939). Muista apilalajeista alsikeapila muistuttaa eniten valkoopilaa. Nimensä alsikeapila on saanut Alsiken pitäjältä, joka sijaitsee Ruotsissa Uppsalasta kaakkoon. Tieteellinen nimi "hybridum" tulee Carl von Linnéltä, joka luuli lajin olevan valko- ja puna-apilan risteymä. Alsikeapila kestää kosteaa kasvupaikkaa puna-apilaa paremmin, koska sen juuret ovat lähempänä pintaa (Leinonen & Nykänen 2001). Alsikeapilan pH-vaatimus ei myöskään ole niin korkea kuin puna-apilalla. Näistä syistä alsikeapila menestyy puna-apilaa paremmin turvemilla. Alsikeapilan vedentarve on kuitenkin suurempi kuin puna-apilalla, ja varsinkin kivennäismailla alsikeapilan jälkikasvu hyötyy enemmän sadetuksesta kuin puna-apila. Alsikeapila on puna-apilan tapaan pääasiassa säilörehukasvi, mutta sitä käytetään myös laitumissa, koska se kestää puna-apilaa paremmin laidunnusta ja tallausta (Leinonen & Nykänen 2001).

4.2.7 Keltamaite

Keltamaite (*Lotus corniculatus*) on luonnonvarainen kasvi Euroopassa ja osassa Aasiaa. Se on tetraploidi, monivuotinen nurmipalkokasvi, joka muuntelee hyvin paljon eri kasvupaikoilla (Jalas 1964). Keltamaitteen viljely aloitettiin Euroopassa vasta 1900-luvulla. Keltamaite on levinnyt melkein koko Eurooppaan, useisiin Etelä-Amerikan maihin sekä Intiaan, Australiaan ja Uuteen-Seelantiin. USA:ssa sitä kasvaa maan koillisosassa, erityisesti New Yorkin osavaltiossa (Seaney 1973). Suomessa keltamaitteen viljelyä on yritetty jo 1960-luvulla, mutta tulokset jäivät tuolloin heikoiksi (Jalas 1964). Myös vuosina 1998 ja 1999 tehdyissä nurmipalkokasvien LEGSIL-projektin (Low-input animal production based on forage legumes for silage) viljelykokeissa keltamaitteen sato jäi kaikkein pienimmäksi Suomessa tutkituista viidestä nurmipalkokasvista (puna-apila, valkoopila, sinimailanen, vuohenherne, keltamaite) (Halling ym. 2000, Nissinen ym. 2001).

4.2.8 Rehumailanen

Sinimailanen (*Medicago sativa*) ja sirppimailanen (*Medicago falcata*) risteytyvät helposti yhteisillä kasvupaikoillaan, jolloin tuloksena on kirjavakukkainen rehumailanen (*Medicago sativa ssp. × varia*). Näistä risteymistä on kehitetty myös viljelylajikkeita, joita viljellään yleisesti rehuksi esimerkiksi Keski-

Euroopassa. Suomessakin sirppimailasella/rehumailasella on tehty jonkin verran kokeita viimeisten vuosikymmenten aikana (Sormunen-Cristian ym. 1998, Sormunen-Cristian 2001, Heikkilä ym. 2000, Heikkilä 2002, Nykänen ym. 2002). Esimerkiksi MTT:n toimipisteessä Juvalla rehumailanen on ollut vähintään yhtä satoisa kuin puna-apila (Nykänen ym. 2002). Rehumailanen sopii sekä säilörehuksi että laitumiin. Mailassäilörehu on kokeissa säilynyt hyvin, kun säilöntäaineena on käytetty muurahaishappoa 6 litraa rehutonna kohti. Rehumailanen on myös kestänyt lampaiden laidunnusta hyvin. Rehumailasen siementä on kuitenkin ollut viime vuosina vaikea saada.

4.3 Aineisto ja menetelmät

4.3.1 Kokeen perustaminen ja lannoitus

Koe toteutettiin satunnaistettujen lohkojen osaruutukokeena. Pääruutuna oli heinäkasvilaji (joko timotei-nurminataseos tai timotei-ruokonataseos) ja osaruutuna palkokasvi, jota viljeltiin seoksena heinäkasvien kanssa. Kokeessa käytetty timoteilajike oli Tammisto II, nurminatalajike Kasper ja ruokonatalajike Retu. Osaruutuina olleita palkokasvivalintoja oli kaikkiaan 7 kappaletta: ei palkokasvia, valkoapila (Jögeva 4), puna-apila (Betty), alsikeapila (Frida), keltamaite (Leo), rehumailanen (Karlu) ja rehumailanen (Juurlu). Kokeessa oli neljä kerrannetta, eli ruutumäärä oli 56. Taulukossa 1 on esitetty kylvömäärät ja seossuhteet. Suojaviljana ollut ohra (Arve 107 kg/ha) kylvettiin 2.6.2003. Kokeessa olleet nurmikasvit kylvettiin 3.6.2003. Suojavilja niitettiin pois 4.8.2003.

Taulukko 1. Koeruutujen kylvömäärät (kg/ha) keväällä 2003.

Kylvömäärä, kg/ha				
seos	palkokasvi	timotei	nurminata	seoksista käytetyt lyhenteet
timotei-nurminata	-	10	15	tn
valkoapila, Jögeva 4	3	5	7	tn-valkoapila
puna-apila, Betty	5	6	8	tn-puna-apila
alsikeapila, Frida	4	5	7	tn-alsikeapila
keltamaite, Leo	4	4	6	tn-keltamaite
rehumailanen, Karlu	7	5	7	tn-Karlu
rehumailanen, Juurlu	7	5	7	tn-Juurlu
seos	palkokasvi	timotei	ruokonata	seoksista käytetyt lyhenteet
timotei-ruokonata	-	10	15	tr
valkoapila, Jögeva 4	3	5	7	tr-valkoapila
puna-apila, Betty	5	6	8	tr-puna-apila
alsikeapila, Frida	4	5	7	tr-alsikeapila
keltamaite, Leo	4	4	6	tr-keltamaite
rehumailanen, Karlu	7	5	7	tr-Karlu
rehumailanen, Juurlu	7	5	7	tr-Juurlu

Viljavuustutkimus ennen kokeen perustamista antoi seuraavat perustiedot: pH 6,00, kalsium 1 076 mg/l, fosfori 18 mg/l, kalium 60 mg/l, magnesium 128 mg/l ja Ca/Mg-suhde 8,41. Lohkon maalaji oli karkea hieta ja multavuusluokka runsasmultainen. Ennen kylvöä (2.6.2003) koealalle levitettiin lietelantaa 21 tn/ha. Lanta-analyysin mukaan lietelannassa oli ravinteita seuraavasti: liukoinen typpi 1,6 kg/tn, kokonaistyppi 2,4 kg/tn, fosfori 0,13 kg/tn ja kalium 2,2 kg/tn.

Vuonna 2004 ei tehty kevätlannoitusta, mutta ensimmäisen niiton jälkeen puhtaille heinäkasviruuduille annettiin typpilannoitus 88 kg/ha sekä kaikille ruuduille kaliumlannoitus 60 kg/ha. Toisen niiton jälkeen puhtaille heinäkasviruuduille annettiin typpilannoitus 66 kg/ha sekä puhtaille heinäkasviruuduille ja apilalle kaliumlannoitus 44 kg/ha. Vuonna 2005 annettiin (13.5.) puhtaille heinäkasviruuduille typpilannoitus 77 kg/ha ja kaikille ruuduille (17.5.) fosforilannoitus 20 kg/ha.

4.3.2 Niittoajankohdat, kasvustomittaukset ja tilastollinen käsittely

Vuonna 2004 nurmet ja apilat niitettiin neljä kertaa ja keltamaite sekä rehumailaset kolme kertaa. Vuonna 2005 kaikki kasvilajit niitettiin kolme kertaa. Taulukossa 2 on esitetty niittojen ajankohdat molempina koevuosina.

Taulukko 2. Koeruujujen niittoajankohdat vuosina 2004 ja 2005.

Niittoajankohdat 2004				
	1. niitto	2. niitto	3. niitto	4. niitto
timotei-nurminata	7.6.	5.7.	19.7.	26.8.
valkoapila, Jögeva 4	7.6.	5.7.	27.7.	26.8.
puna-apila, Betty	7.6.	5.7.	27.7.	26.8.
alsikeapila, Frida	7.6.	5.7.	27.7.	26.8.
keltamaite, Leo	15.6.	13.7.	25.8.	
rehumailanen, Karlu	15.6.	13.7.	25.8.	
rehumailanen, Juurlu	15.6.	13.7.	25.8.	
timotei-ruokonata	7.6.	5.7.	19.7.	26.8.
valkoapila, Jögeva 4	7.6.	5.7.	27.7.	26.8.
puna-apila, Betty	7.6.	5.7.	27.7.	26.8.
alsikeapila, Frida	7.6.	5.7.	27.7.	26.8.
keltamaite, Leo	15.6.	13.7.	25.8.	
rehumailanen, Karlu	15.6.	13.7.	25.8.	
rehumailanen, Juurlu	15.6.	13.7.	25.8.	

Niittoajankohdat 2005			
	1. niitto	2. niitto	3. niitto
timotei-nurminata	9.6.	30.6.	2.9.
valkoapila, Jögeva 4	9.6.	30.6.	24.8.
puna-apila, Betty	9.6.	29.6.	22.8.
alsikeapila, Frida	9.6.	30.6.	22.8.
keltamaite, Leo	14.6.	18.7.	2.9.
rehumailanen, Karlu	14.6.	18.7.	25.8.
rehumailanen, Juurlu	14.6.	18.7.	25.8.
timotei-ruokonata	9.6.	30.6.	2.9.
valkoapila, Jögeva 4	9.6.	30.6.	24.8.
puna-apila, Betty	9.6.	29.6.	22.8.
alsikeapila, Frida	9.6.	30.6.	22.8.
keltamaite, Leo	14.6.	18.7.	2.9.
rehumailanen, Karlu	14.6.	18.7.	25.8.
rehumailanen, Juurlu	14.6.	18.7.	25.8.

Jokaisen niiton yhteydessä kasvustosta mitattiin seuraavat muuttujat: eri kasviryhmien osuudet tuorepaimasta (vakioimaton osanäyte), kokonaiskuiva-ainesato, tuhka (AOAC 1990), raakavalkuainen (AOAC 1990), sulavuus ja NDF-kuitupitoisuus (van Soest ym. 1991). Rehun laatu -analyysit tehtiin MTT:n laboratorioissa. D-arvot on määritetty käyttäen Huhtasen ym. (2006) raportoimaa orgaanisen aineen pepsiinellulaasiliukoisuuteen pohjautuvaa yleiskaavaa. Lisäksi mitattiin kasvustojen syys- ja kevättiheydet talvenkestävyyden arvioimiseksi.

Kokeen tulokset analysoitiin tilastollisesti käyttäen SAS 9.2:n Mixed-proseduuria. Tulokset analysoitiin erikseen vuosittain ja niitoittain mallilla, jossa kiinteinä muuttujina olivat heinäkasvilaji, palkokasvilaji sekä näiden yhdysvaikutus. Satunnaismuuttujina olivat kerranne ja kerranne×heinäkasvilaji-yhdysvaikutus.

4.4 Tulokset

4.4.1 Kasvukausien sää

Sadonkorjuuvuosien kasvukausien keskeiset säätiedot on koottu taulukkoon 3. Kasvukauden sää oli vuonna 2005 huomattavasti lämpimämpi ja vähäsateisempi kuin vuonna 2004. Vertailukauden (1981–2010) keskiarvoihin verrattuna kesä 2004 oli runsassateinen ja kesä 2005 puolestaan lämmin sekä vähäsateinen.

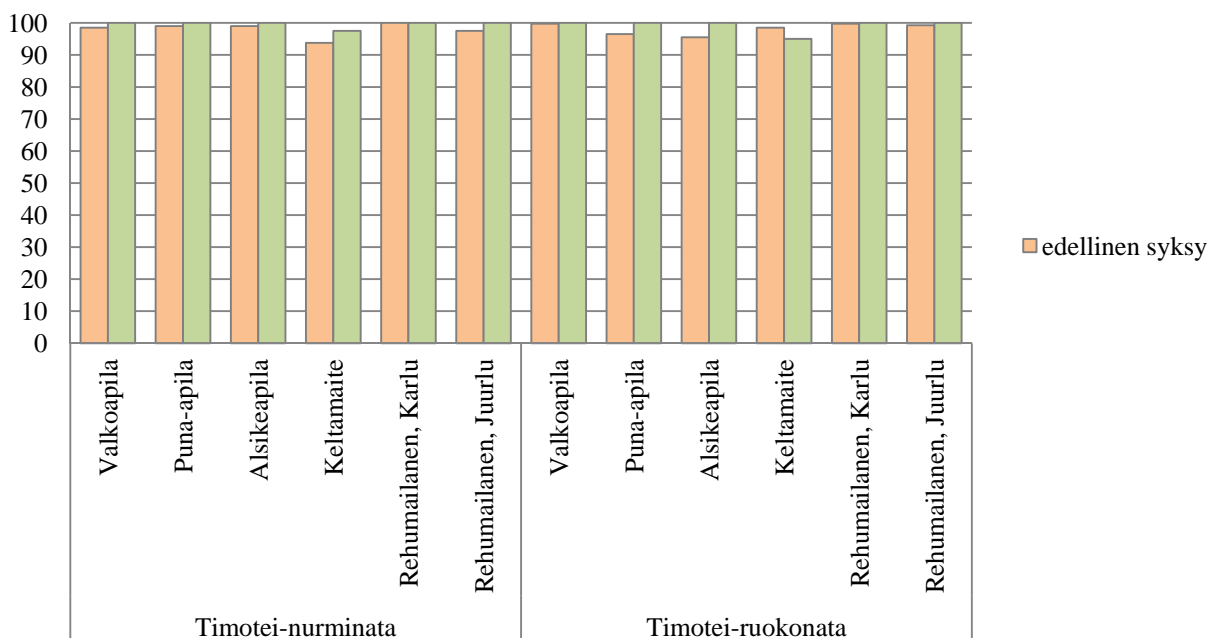
Taulukko 3. Kasvukausien 2004–2005 säätiedot perustuen Ilmatieteen laitoksen Revonlahden (Siikajoki) sääaseman tietoihin.

Vuosi	Kasvukausi	Kasvukauden pituus (vrk)	Tehoisa lämpösumma (> +5 °C)	Sademäärä (mm)			
				toukokuu	kesäkuu	heinäkuu	elokuu
2004	16.4.–7.10.	166	1 126	72	56	108	100
2005	3.5.–15.10.	175	1 245	55	27	55	59
1981–2010			*1 091	50	65	83	75

* vertailukauden 1981–2010 lämpösumma 15.10. keskiarvon mukaan.

4.4.2 Palkokasvikasvustojen syys- ja kevättiheydet

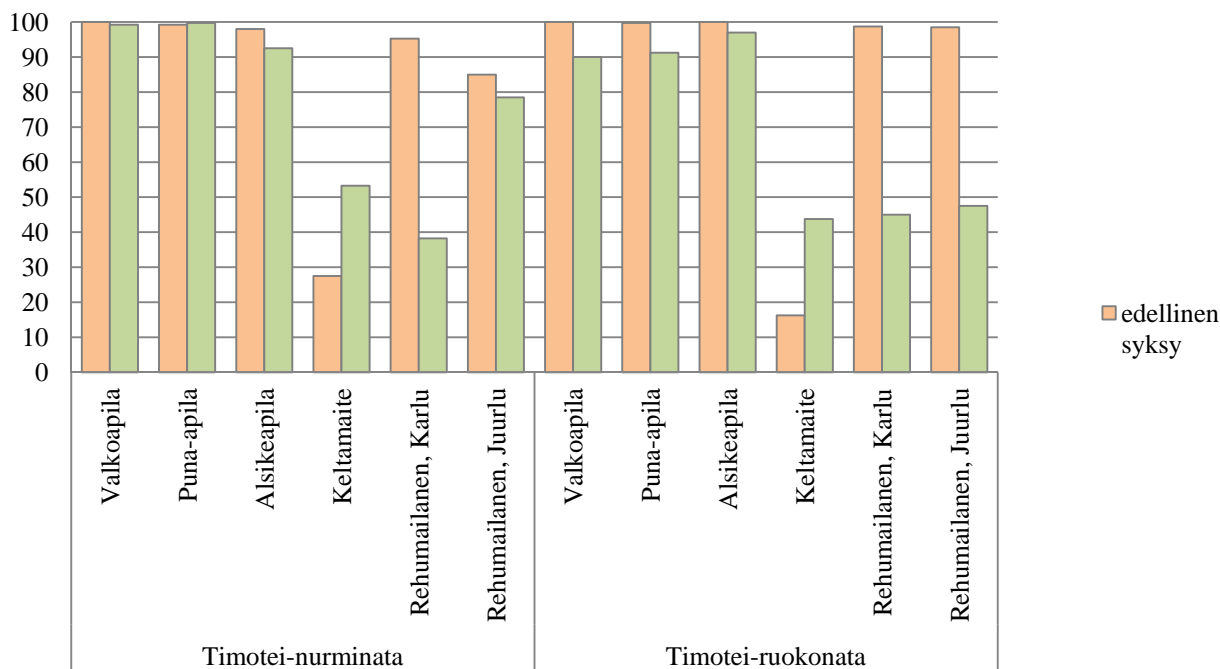
Palkokasvikasvustojen keskimääräisissä syys- ja kevättiheyksissä (%) oli selviä eroja sekä palkokasvilajien että koevuosien välillä (Kuvat 1 ja 2). Syksyllä 2003 ja keväällä 2004 kaikkien palkokasvikasvustojen keskimääräiset tiheydet olivat välillä 94–100 % (Kuva 1). Syksyllä 2003 pienimmät tiheydet määritettiin keltamaitteella timotei-nurminataseoksessa (94 %) ja alsikeapilalla timotei-ruokonataseoksessa (96 %). Keväällä 2004 keltamaiteruuduilla tiheys oli timotei-nurminataseoksessa 98 % ja timotei-ruokonataseoksessa 95 %. Muiden palkokasviruutujen kevättiheydeksi määritettiin 100 % keväällä 2004 (Kuva 1).



Kuva 1. Palkokasvikasvustojen keskimääräiset syys- ja kevättiheydet (%), syksy 2003 - kevät 2004.

Syksyllä 2004 keltamaitteen kasvustojen tiheydet olivat romahtaneet edellisen kevään mittauksiin verrattuna (Kuva 2). Timotei-nurminataseoksessa keltamaitteen syystiheydeksi mitattiin 28 % ja timotei-ruokonataseoksessa ainoastaan 16 % syksyllä 2004. Rehumailasista Juurlu-lajikkeeseen syystiheys timotei-nurminataseoksessa oli 85 % vuonna 2004. Muiden palkokasvien osalta syystiheydet olivat välillä 95–100 % (Kuva 2).

Osa palkokasvikasvustoista kärsi talvituhoista, mikä ilmenee kevään 2005 kasvustojen tiheysmittauksista (Kuva 2). Tällöin ainoastaan apiloilla mitattiin yli 90 %:n kevättiheydet. Keltamaitteen kevättiheydeksi määritettiin timotei-nurminataseoksessa 53 % ja timotei-ruokonataseoksessa 44 %. Karlu-rehumailasen kevättiheydeksi määritettiin timotei-nurminataseoksessa 38 % ja timotei-ruokonataseoksessa 45 %. Juurlu-lajikeella vastaavat tiheydet olivat 79 ja 48 % (Kuva 2). Näiden tulosten perusteella apilat ovat selkeästi keltamaitetta ja rehumailasta viljelyvarmempia palkokasveja kuvatun kaltaisissa olosuhteissa.



Kuva 2. Palkokasvikasvustojen keskimääräiset syys- ja kevättiheydet (%), syksy 2004 - kevät 2005.

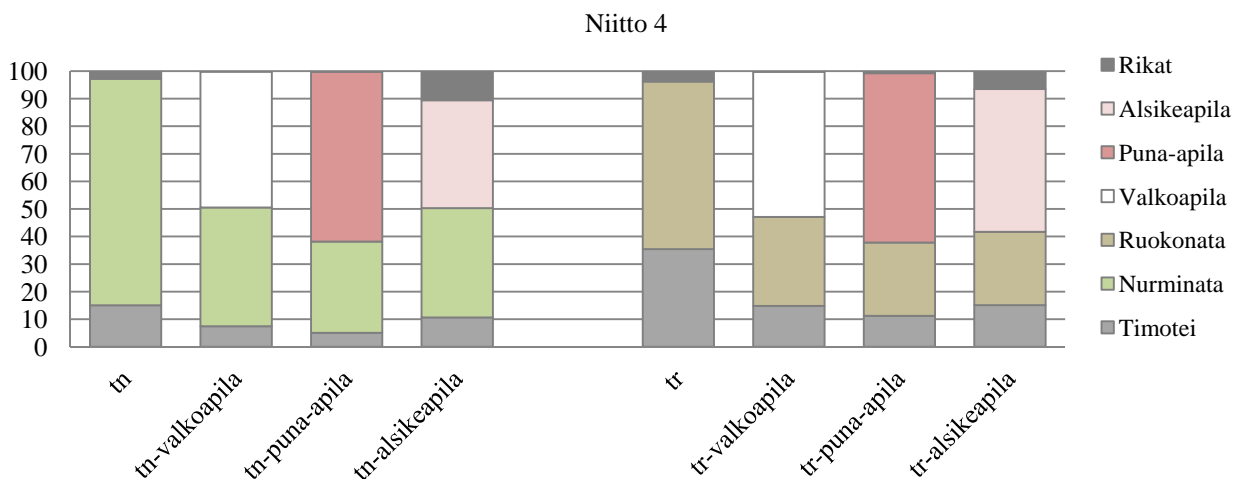
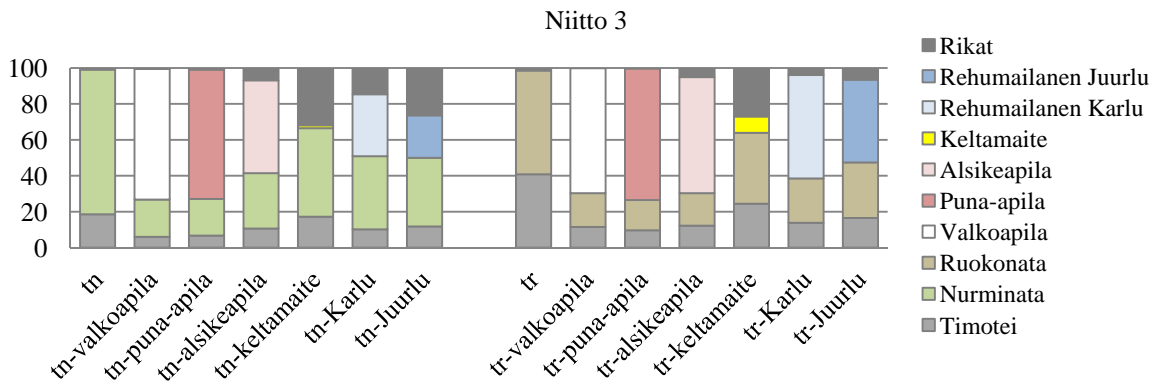
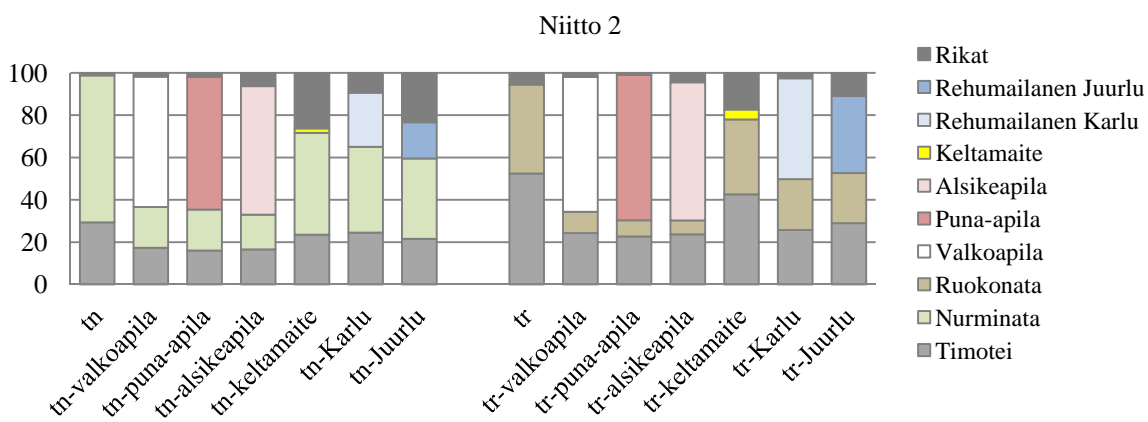
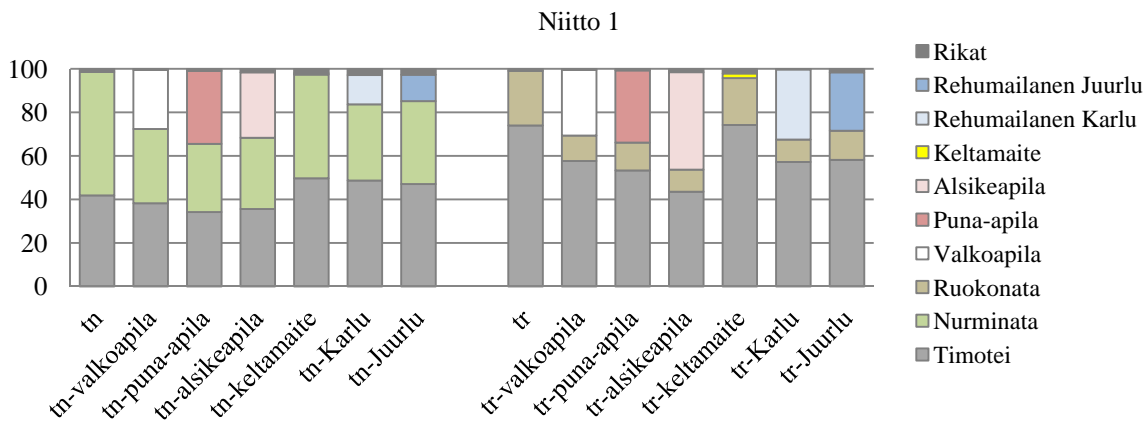
4.4.3 Eri kasvilajien osuudet sadossa

Kuvissa 3 ja 4 esitetään eri kasvilajien osuudet (%) nurmi- ja palkokasviseosten tuorepainosta eri niittokerroilla. Odotusten mukaisesti heinäkasvien suhteellinen osuus oli suurin ensimmäisellä niittokerralla ja myöhemmillä niittokerroilla palkokasvien osuus sadosta lisääntyi. Timotei-ruokonataseoksissa ruokonadan osuus sadosta lisääntyi timotein kustannuksella myöhemmissä niitoissa verrattuna ensimmäiseen niittokertaan. Myös nurminadan osuus kasvoi timoteihin nähden myöhemmissä niitoissa timotei-nurminataseoksissa.

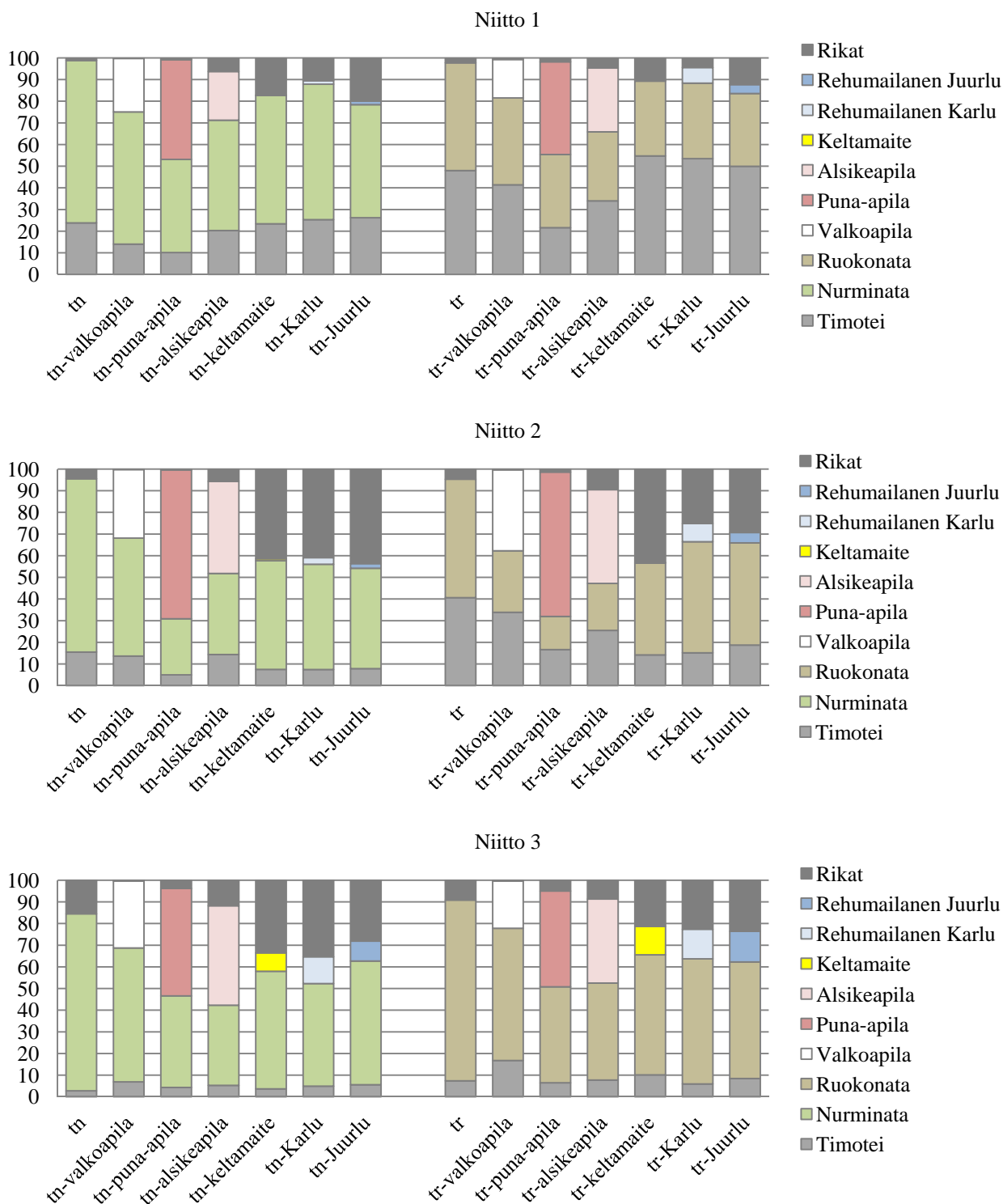
Vuoden 2004 ensimmäisessä niitossa apiloiden osuudet sadon tuorepainosta olivat välillä 27–45 %. Toisessa niitossa vastaavat osuudet olivat 61–69 %, kolmannessa 52–73 % ja neljännessä 39–62 % (Kuva 3). Rehumailasen osalta havaittiin, että mailasta oli suhteellisesti enemmän timotei-ruokonataseoksissa kuin timotei-nurminataseoksissa. Esimerkiksi vuoden 2004 ensimmäisessä niitossa rehumailasen osuus sadon tuorepainosta vaihteli timotei-ruokonataseoksessa välillä 27–32 %, kun vastaava osuus timotei-nurminataseoksessa oli vain 12–14 %. Vastaava trendi oli nähtävissä myös toisen ja kolmannen niittokerroksen osalta (Kuva 3). Keltamaitetta oli korjatuissa sadoissa hyvin vähän. Vuoden 2004 ensimmäisessä niitossa keltamailasen osuus sadon tuorepainosta oli välillä 0,7–2,2 %. Toisessa niitossa vastaava osuus oli 2,1–4,7 % ja kolmannessa 1,6–9,1 %. Rikkakasveja esiintyi selvästi eniten keltamaite- ja rehumailasseoksissa. Esimerkiksi vuoden 2004 kolmannessa niitossa rikkakasvien suhteellinen osuus oli keltamaiteruuduilla 27–32 % sadon tuorepainosta. Rehumailasen osalta rikkakasvien suhteellinen osuus oli timotei-nurminataruuduilla kolmannessa niitossa 15–26 % ja timotei-ruokonataruuduilla 4–7 %.

Vuoden 2005 ensimmäisessä niitossa apiloiden osuudet sadon tuorepainosta olivat välillä 18–46 %. Toisessa niitossa vastaavat osuudet olivat 32–69 % ja kolmannessa 22–50 % (Kuva 4). Apiloista puna-apila vaikutti pärjäävän parhaiten kilpailussa heinäkasvien kanssa, ja sen suhteellinen osuus oli suurempi kuin valko- ja alsikeapilalla (Kuva 4). Tosin vuoden 2005 kolmannella niittokerralla alsikeapilan suhteellinen osuus tuoresadosta oli samaa luokkaa (39–50 %) puna-apilan kanssa. Keltamaitetta ja rehumailasia oli vuoden 2005 korjatuissa sadoissa hyvin vähän (0,1–14 %). Vuoden 2005 osalta oli havaittavissa myös rikkakasvien osuuden lisääntyminen keltamaite- ja rehumailasruuduilla (Kuva 4). Vuoden 2005 ensim-

mäisessä niitossa rikkakasvien suhteellinen osuus oli keltamaiteruuduilla 10–17 % sadon tuorepainosta. Toisessa niitossa rikkakasvien osuus oli jo 42–44 % ja kolmannessa 21–34 %.



Kuva 3. Eri kasvilajien osuudet (%) nurmi- ja palkokasviseosten tuorepainosta eri niittokerroilla Ruukissa vuonna 2004. tn = timotei-nurminataseos, tr=timotei-ruokonataseos.

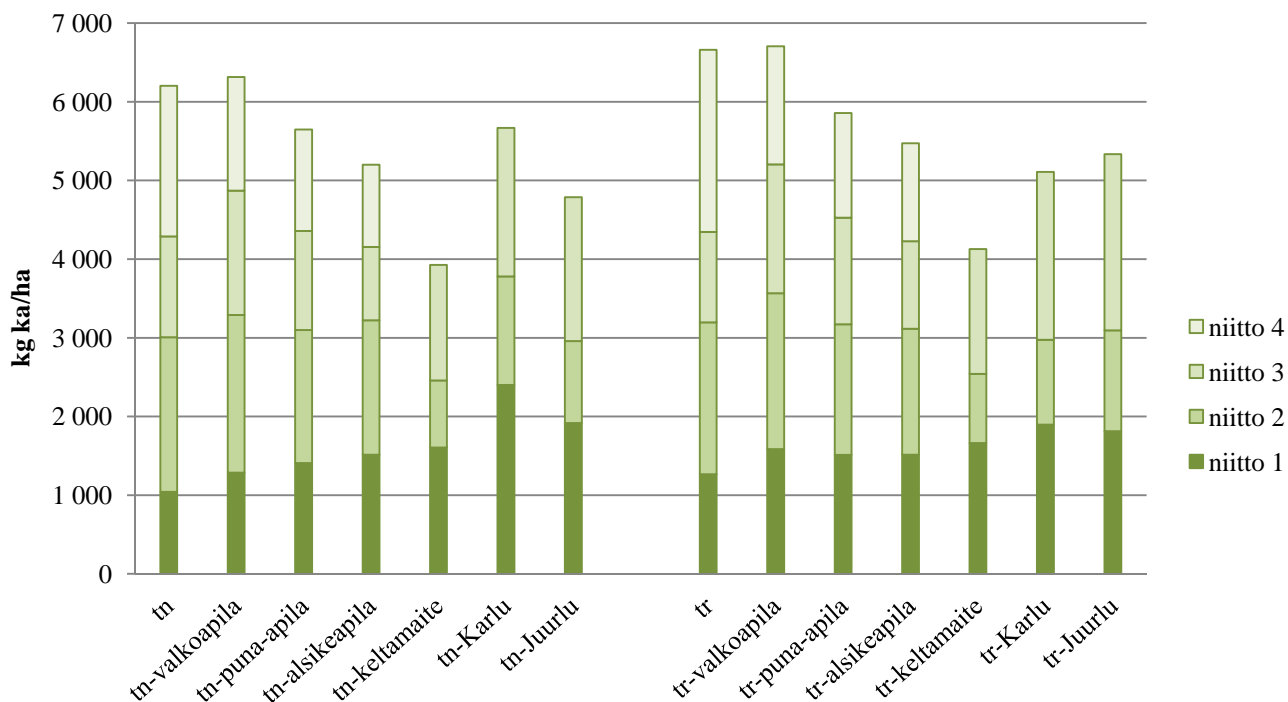


Kuva 4. Eri kasvilajien osuudet (%) nurmi- ja palkokasviseosten tuorepainosta eri niittokerroilla Ruukissa vuonna 2005. tn = timotei-nurminataseos, tr=timotei-ruokonataseos.

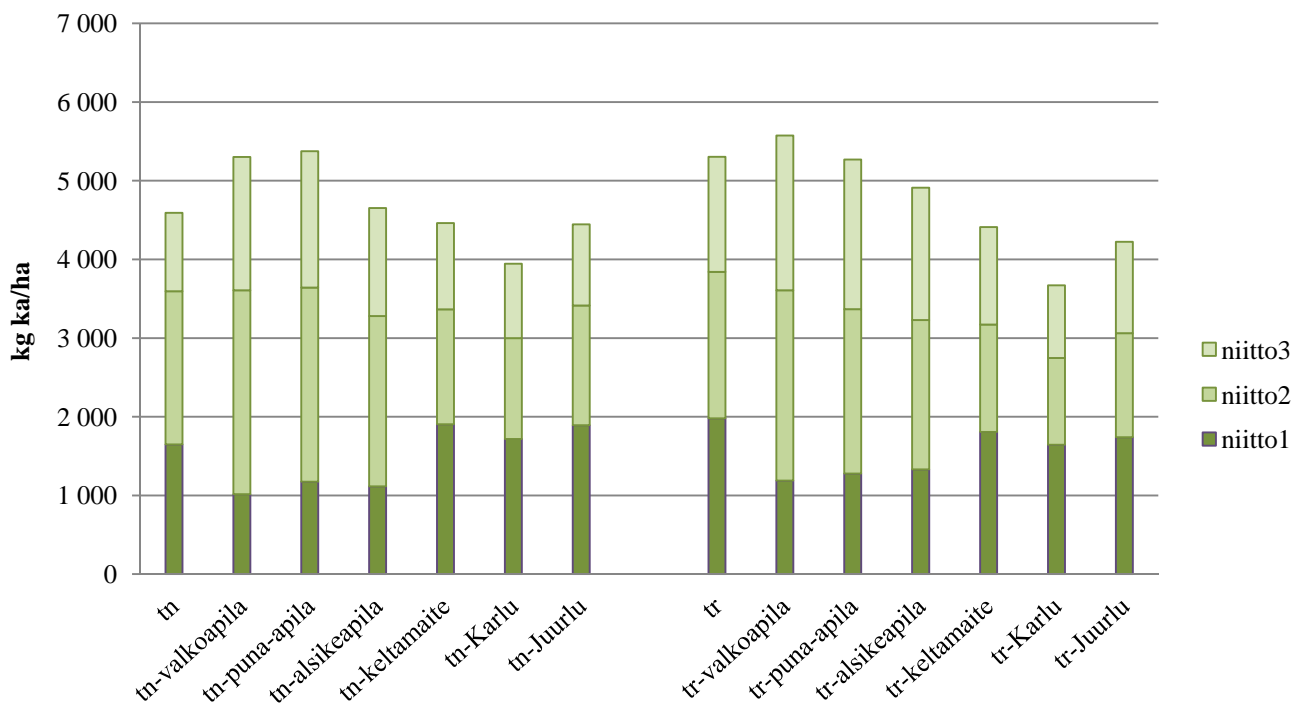
4.4.4 Kuiva-aine-, energia- ja raakavalkuaissadot

Heinäkasvilaji ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi kuiva-aineen kokonaissatoon (kg ka/ha), muun- tokelpoisen energian satoon (GJ/ha) eikä raakavalkuaissatoon (kg/ha) kumpanakaan koevuonna ($p > 0,05$) (Kuvat 5, 6, 7 ja 8, Taulukot 4 ja 5). Myöskään heinäkasvi×palkokasvi-yhdysvaikutus ei ollut tilastollises- ti merkitsevä kumpanakaan koevuonna ($p > 0,05$). Kokeen keskimääräinen kokonaiskuiva-ainesato oli

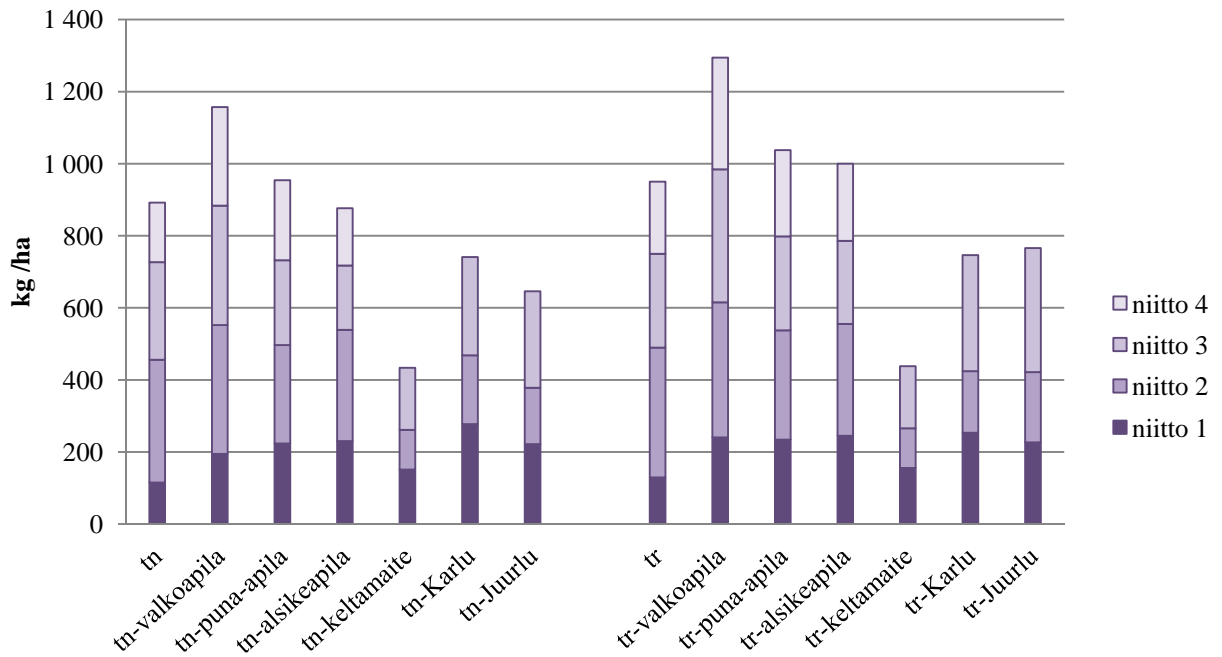
5 501 kg ka/ha vuonna 2004 ja 4 724 kg ka/ha vuonna 2005. Muuntokelpoisen energian sato oli vastavasti keskimäärin 60,1 GJ/ha vuonna 2004 ja 51,4 GJ/ha vuonna 2005.



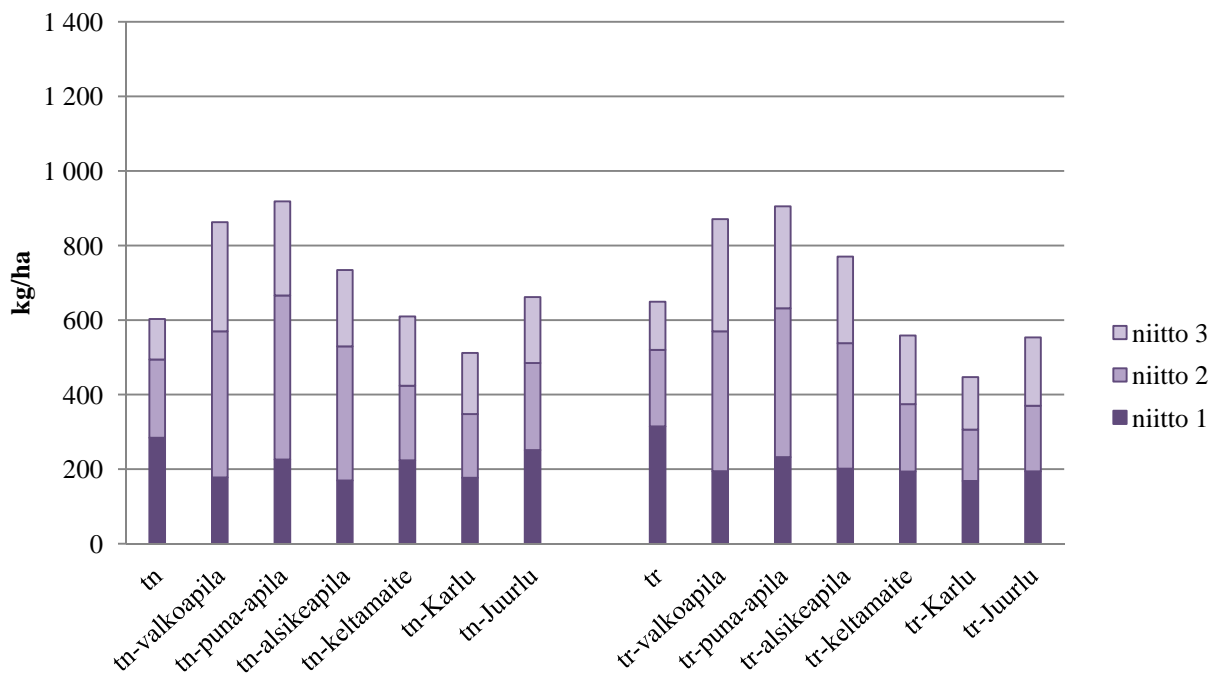
Kuva 5. Eri koekäsittelyjen kuiva-ainesadot (kg ka/ha) vuonna 2004. tn = timotei-nurminataseos, tr=timotei-ruokonataseos.



Kuva 6. Eri koekäsittelyjen kuiva-ainesadot (kg ka/ha) vuonna 2005. tn = timotei-nurminataseos, tr=timotei-ruokonataseos.



Kuva 7. Eri koekäsittelyjen raakavalkuaissadot (kg/ha) vuonna 2004. tn = timotei-nurminataseos, tr=timotei-ruokonataseos.



Kuva 8. Eri koekäsittelyjen raakavalkuaissadot (kg/ha) vuonna 2004. tn = timotei-nurminataseos, tr=timotei-ruokonataseos.

Taulukko 4. Kuiva-ainesadot (kg ka/ha) sekä muuntokelpoisen energian (GJ/ha) ja raakavalkuaisen (kg/ha) sadot vuonna 2004.

Heinäkasvi	Palkokasvi	Kuiva-ainesato, kg ka/ha				Kokonais- sato	Muunto- kelpoisen kokonais- sato (GJ/ha)	Raaka- valkuaisen kokonais- sato (kg/ha)
		1. niitto	2. niitto	3. niitto	4. niitto			
Timotei/nurminata	Ei palkokasvia	1 043	1 964	1 282	1 914	6 203	68,3	891
Timotei/nurminata	Valkoapila (Jögeva 4)	1 287	2 003	1 580	1 446	6 316	69,2	1 157
Timotei/nurminata	Puna-apila (Betty)	1 409	1 691	1 259	1 290	5 648	61,9	958
Timotei/nurminata	Alsikeapila (Frida)	1 515	1 709	931	1 045	5 201	57,2	877
Timotei/nurminata	Keltamaite (Leo)	1 605	852	1 063	-	3 926	43,5	358
Timotei/nurminata	Rehumailanen (Karlu)	2 401	1 380	1 887	-	5 667	61,1	731
Timotei/nurminata	Rehumailanen (Juurlu)	1 917	1 042	1 830	-	4 788	52,2	656
Timotei/ruokonata	Ei palkokasvia	1 267	1 929	1 150	2 314	6 660	73,4	947
Timotei/ruokonata	Valkoapila (Jögeva 4)	1 585	1 982	1 638	1 501	6 706	73,8	1 293
Timotei/ruokonata	Puna-apila (Betty)	1 513	1 660	1 353	1 330	5 857	63,3	1 035
Timotei/ruokonata	Alsikeapila (Frida)	1 514	1 600	1 113	1 245	5 472	60,1	1 000
Timotei/ruokonata	Keltamaite (Leo)	1 662	880	1 586	-	4 128	45,5	435
Timotei/ruokonata	Rehumailanen (Karlu)	1 896	1 078	2 135	-	5 109	54	739
Timotei/ruokonata	Rehumailanen (Juurlu)	1 814	1 282	2 239	-	5 335	57,1	762
Keskimäärin		1 602	1 504	1 503	1 511	5 501	60,1	846
SEM*		163,2	186,5	112,4	69,9	421,7	4,47	68,4
Heinäkasvi**								
Timotei/nurminata		1 597	1 520	1 405	1 424	5 393	59,1	804
Timotei/ruokonata		1 607	1 487	1 602	1 598	5 610	61	887
SEM*		112,1	155,2	43,7	52,7	346	3,65	46,4
Palkokasvi***								
Ei palkokasvia		1 155	1 947	1 216	2 114	6 432	70,9	919
Valkoapila (Jögeva 4)		1 436	1 992	1 609	1 473	6 511	71,5	1 225
Puna-apila (Betty)		1 461	1 675	1 306	1 310	5 752	62,6	997
Alsikeapila (Frida)		1 515	1 655	1 022	1 145	5 336	58,7	939
Keltamaite (Leo)		1 634	866	1 325	-	4 027	44,5	396
Rehumailanen (Karlu)		2 149	1 229	2 011	-	5 388	57,6	735
Rehumailanen		1 865	1 162	2 034	-	5 062	54,7	709
SEM*		120,9	161,8	76,2	54,7	343,6	3,63	54,6
p-arvo	heinäkasvi	0,94	0,79	<0,001	0,058	0,58	0,63	0,073
	palkokasvi	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	heinäkasvi×palkokasvi	0,075	0,41	0,033	0,011	0,45	0,36	0,83

* SEM = keskiarvon keskivirhe. ** / ***Satoluvut viittaavat kokonaissatoihin (sisältävät sekä heinä- että palkokasvit): tässä ne on laskettu keskiarvoina joko heinäseoksittain erittelemättä palkokasvivaihtoehtoa (**) tai eri palkokasvivaihtoehtoin erittelemättä heinäseosta (***).

Taulukko 5. Kuiva-ainesadot (kg ka/ha) sekä muuntokelpoisen energian (GJ/ha) ja raakavalkuaisen (kg/ha) sadot vuonna 2005.

Heinäkasvi	Palkokasvi	Kuiva-ainesato (kg ka/ha)				Muunto- kelpoisen energian kokonais- sato (GJ/ha)	Raaka- valkuaisen kokonais- sato (kg/ha)
		1. niitto	2. niitto	3. niitto	Kokonais- sato		
Timotei/nurminata	Ei palkokasvia	1 645	1 946	998	4 593	50,9	602
Timotei/nurminata	Valkoapila (Jögeva 4)	1 007	2 591	1 694	5 301	56,4	862
Timotei/nurminata	Puna-apila (Betty)	1 168	2 467	1 734	5 376	58,4	921
Timotei/nurminata	Alsikeapila (Frida)	1 108	2 164	1 374	4 654	50,1	735
Timotei/nurminata	Keltamaite (Leo)	1 890	1 461	1 098	4 462	48,6	615
Timotei/nurminata	Rehumailanen (Karlu)	1 713	1 281	945	3 944	43,2	510
Timotei/nurminata	Rehumailanen (Juurlu)	1 851	1 521	1 061	4 445	48,5	668
Timotei/ruokonata	Ei palkokasvia	1 973	1 860	1 463	5 304	58,5	648
Timotei/ruokonata	Valkoapila (Jögeva 4)	1 188	2 418	1 967	5 574	60	871
Timotei/ruokonata	Puna-apila (Betty)	1 275	2 090	1 903	5 270	57,7	904
Timotei/ruokonata	Alsikeapila (Frida)	1 331	1 897	1 682	4 911	52,7	769
Timotei/ruokonata	Keltamaite (Leo)	1 797	1 365	1 238	4 411	47,7	567
Timotei/ruokonata	Rehumailanen (Karlu)	1 627	1 103	922	3 670	40,4	447
Timotei/ruokonata	Rehumailanen (Juurlu)	1 724	1 323	1 162	4 225	46,2	555
Keskimäärin		1 521	1 821	1 372	4 724	51,4	691
SEM*		**	133,7	159,9	296,1	3,06	56,1
Heinäkasvi***							
Timotei/nurminata		1 440	1 919	1 268	4 682	50,8	702
Timotei/ruokonata		1 535	1 722	1 477	4 766	51,9	680
SEM*		**	68,8	91,8	177,7	1,82	28,2
Palkokasvi****							
Ei palkokasvia		1 802	1 903	1 231	4 948	54,7	625
Valkoapila (Jögeva)		1 094	2 505	1 831	5 438	58,2	866
Puna-apila (Betty)		1 220	2 278	1 819	5 323	58,1	912
Alsikeapila (Frida)		1 214	2 031	1 528	4 782	51,4	752
Keltamaite (Leo)		1 843	1 413	1 168	4 437	48,1	591
Rehumailanen		1 669	1 192	934	3 807	41,8	478
Rehumailanen		1 786	1 422	1 097	4 335	47,4	611
SEM*		**	101	113	209,4	2,17	41
p-arvo	heinäkasvi	0,32	0,005	0,16	0,75	0,7	0,57
	palkokasvi	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	heinäkasvi×palkokasvi	0,029	0,92	0,72	0,48	0,45	0,74

* SEM = keskiarvon keskivirhe. ** Aineiston tilastollisessa käsittelyssä käytetty logaritimuunnosta, jolloin SEM-arvoa ei voida antaa. *** / **** Satoluvut viittaavat kokonaissatoihin (sisältävät sekä heinä- että palkokasvit): tässä ne on laskettu keskiarvoina joko heinäseoksittain erittelemättä palkokasvivaihtoehtoa (***) tai eri palkokasvivaihtoehtoin erittelemättä heinäseosta (****).

Palkokasvivalinta vaikutti merkitsevästi kuiva-aine-, energia- ja raakavalkuaissatoihin molempina koevuosina ($p < 0,001$) (Taulukot 4 ja 5, Kuvat 5, 6, 7, ja 8). Vuonna 2004 suurimmat kuiva-aine- ja energiasadot mitattiin puhtaista nurmiheinäkasvustoista (6 200–6 700 kg ka/ha, 68–73 GJ/ha) sekä nurmiheinäkasvin ja valkoapilan seoskasvustoista (6 300–6 700 kg ka/ha, 69–74 GJ/ha). Myös heinäkasvin ja puna-apilan seoskasvustoilla saavutettiin tällöin yli 5 600 kg ka/ha kuiva-ainesadot ja yli 60 GJ/ha energiasadot. Pienimmiksi satotasot jäivät keltamaitetta sisältäneillä seoskasvustoilla (3 900–4 100 kg ka/ha, 44–46 GJ/ha). On kuitenkin huomattava, että keltamaitetta oli korjatuissa sadoissa hyvin vähän, ja käytännössä näillä ruuduilla suurin osa sadosta muodostui nurmiheinäkasveista sekä rikkakasveista (Kuva 3). Rehumailasta sisältävien kasvustojen kuiva-ainesato vaihteli vuonna 2004 välillä 4 800–5 700 kg ka/ha ja energiasato välillä 52–61 GJ/ha (Taulukko 4). Suurimmat raakavalkuaissadot saatiin vuonna 2004 valkoapilaa sisältäneiltä koeruuduilta (1 150–1 300 kg/ha). Myös ruuduilta, joilla viljeltiin puna- ja alsikeapilaa timotei-ruokonataseoksessa, korjattiin yli 1 000 kg/ha raakavalkuaissadot (Taulukko 4, Kuva 7). Puhtailla nurmiheinäkasvustoilla raakavalkuaissato oli 890–950 kg/ha. Rehumailasta ja keltamaitetta sisältäneillä ruuduilla raakavalkuaissato jäi, matalasta kuiva-ainesadosta johtuen, puhtaita nurmiheinäkasvustoja alhaisemmaksi (Taulukko 4). Vuoden 2004 yksityiskohtaiset satotasot eri niittokerroittain on esitetty kuvissa 5 ja 7 sekä taulukossa 4.

Vuoden 2005 osalta satotasotulokset olivat pääosin samansuuntaiset kuin vuonna 2004, mutta satomäärät jäivät tällöin hieman vuotta 2004 alhaisemmalle tasolle (Taulukko 5, Kuvat 6 ja 8). Vuonna 2005 korkeimmat kuiva-ainesadot mitattiin apilaa sisältävistä seoskasvustoista (4 650–5 600 kg ka/ha) sekä puhtailta nurmiheinäkasviruuduilta (4 600–5 300 kg ka/ha). Rehumailasta ja keltamaitetta sisältäneillä ruuduilla kuiva-ainesadot vaihtelivat välillä 3 700–4 500 kg ka/ha, mutta tällöin suurin osa sadosta muodostui heinäkasveista sekä rikoista (Kuva 4). Suurimmat energiasadot saavutettiin vuonna 2005 heinäkasvien ja puna-apilan (58 GJ/ha) sekä heinäkasvien ja valkoapilan (56–60 GJ/ha) seosruuduilta sekä timotei-ruokonataruuduilta (59 GJ/ha). Suurimmat raakavalkuaissadot puolestaan korjattiin heinäkasvin ja puna-apilan (900–920 kg/ha) sekä heinäkasvin ja valkoapilan seoksista (860–870 kg/ha). Vuoden 2005 yksityiskohtaiset satotasot eri niittokerroittain on esitetty kuvissa 6 ja 8 sekä taulukossa 5.

4.4.5 Rehun laatu

Taulukoissa 6 ja 7 esitetään korjattujen kasvustojen D-arvot niittokerroittain sekä kuiva-ainesadoilla painotetut keskiarvot vuosina 2004 ja 2005. Molempina koevuosina korkeimmat D-arvot mitattiin odotetusti ensimmäisen niiton sadoista (keskimäärin 722 g/kg ka vuonna 2004 ja 739 g/kg ka vuonna 2005). Myöhemmillä niittokerroilla D-arvot olivat pääosin alle 700 g/kg ka. Vuonna 2004 heinäkasvilaji vaikutti tilastollisesti merkitsevästi ($p = 0,008$) D-arvon kuiva-ainesadoilla painotettuun keskiarvoon, joka oli timotei-nurminadalla hieman korkeampi (686 g/kg ka) timotei-ruokonataan (680 g/kg ka) verrattuna. Vuonna 2005 vastaava vaiikutusta ei havaittu (Taulukko 7). Heinäkasvi×palkokasvi-yhdysvaikutus ei ollut D-arvojen osalta tilastollisesti merkitsevä kumpanakaan koevuonna ($p > 0,05$).

Palkokasvien osalta vuonna 2004 matalimmat kuiva-ainesadolla painotetut D-arvot mitattiin rehumailasten ja heinäkasvien seosruuduilta (661–683 g/kg ka). Korkeimmat D-arvot olivat tällöin puhtailla nurmiheinäkasviruuduilla (689 g/kg ka) sekä keltamaitetta sisältäneillä seoskasvustoilla (687–695 g/kg ka). Vuonna 2005 matalimmat kuiva-ainesadolla painotetut D-arvot mitattiin puolestaan valkoapilan ja heinäkasvien (665–673 g/kg ka) ja alsikeapilan ja heinäkasvien (670–674) seosruuduilta. Rehun laatutuloksia tarkasteltaessa on syytä muistaa, että varsinkin vuonna 2005 rehumailasta ja keltamaitetta sisältäneillä ruuduilla suurin osa sadosta muodostui heinäkasveista sekä rikoista (Kuva 4). Näin ollen rehumailasen ja keltamaitteen vaikutuksista rehun laatumuuttujiin ei pystytä tämän tutkimuksen perusteella juurikaan ottamaan kantaa.

Taulukoissa 8 ja 9 esitetään korjattujen kasvustojen raakavalkuaispitoisuudet (g/kg ka) niittokerroittain sekä kuiva-ainesadoilla painotetut keskiarvot vuosina 2004 ja 2005. Heinäkasvilaji ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi raakavalkuaispitoisuuteen kumpanakaan koevuonna ($p > 0,05$). Myöskään heinäkasvi×palkokasvi-yhdysvaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä kumpanakaan koevuonna ($p > 0,05$). Sen sijaan palkokasvin vaikutus sadon raakavalkuaispitoisuuteen oli tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,001$) molempina koevuosina kaikilla niittokerroilla (Taulukot 8 ja 9).

Taulukko 6. Korjattujen kasvustojen D-arvot (g/kg ka) vuonna 2004.

Heinäkasvi	Palkokasvi	1. niitto	2. niitto	3. niitto	4. niitto	Keskiarvo **
Timotei/nurminata	Ei palkokasvia	738	655	698	693	689
Timotei/nurminata	Valkoapila (Jögeva 4)	740	659	665	701	686
Timotei/nurminata	Puna-apila (Betty)	732	644	653	696	685
Timotei/nurminata	Alsikeapila (Frida)	732	661	668	685	688
Timotei/nurminata	Keltamaite (Leo)	717	664	690	-	695
Timotei/nurminata	Rehumailanen (Karlu)	701	660	656	-	673
Timotei/nurminata	Rehumailanen (Juurlu)	706	667	668	-	683
Timotei/ruokonata	Ei palkokasvia	734	661	687	688	689
Timotei/ruokonata	Valkoapila (Jögeva 4)	740	660	659	703	688
Timotei/ruokonata	Puna-apila (Betty)	730	641	648	689	676
Timotei/ruokonata	Alsikeapila (Frida)	731	662	663	689	687
Timotei/ruokonata	Keltamaite (Leo)	712	666	674	-	687
Timotei/ruokonata	Rehumailanen (Karlu)	691	659	638	-	661
Timotei/ruokonata	Rehumailanen (Juurlu)	706	657	648	-	669
Keskimäärin		722	658	665	693	683
SEM*		4,9	7,2	6,2	3,8	4,0
Heinäkasvi***						
Timotei/nurminata		724	659	671	694	686
Timotei/ruokonata		721	658	659	692	680
SEM*		2,4	4,8	3,0	3,2	1,8
Palkokasvi****						
Ei palkokasvia		736	658	693	690	689
Valkoapila (Jögeva 4)		740	660	662	702	687
Puna-apila (Betty)		731	642	650	692	681
Alsikeapila (Frida)		732	661	665	687	687
Keltamaite (Leo)		715	665	682	-	691
Rehumailanen (Karlu)		696	660	647	-	667
Rehumailanen (Juurlu)		706	662	658	-	676
SEM*		3,5	5,8	4,6	3,8	2,9
p-arvo	heinäkasvi	0,27	0,90	<0,001	0,62	0,008
	palkokasvi	<0,001	0,012	<0,001	0,007	<0,001
	heinäkasvi×palkokasvi	0,82	0,85	0,72	0,44	0,24

* SEM = keskiarvon keskivirhe. ** Kuiva-ainesadoilla painotettu keskiarvo. *** / **** Näytteisiin sisältyy sekä heinäettä palkokasvit: tässä D-arvot on laskettu keskiarvoina joko heinäseoksittain erittelemättä palkokasvivaihtoehtoa (***) tai eri palkokasvivaihtoehtoin erittelemättä heinäseosta (****).

Taulukko 7. Korjattujen kasvustojen D-arvot (g/kg ka) vuonna 2005.

Heinäkasvi	Palkokasvi	1. niitto	2. niitto	3. niitto	Keskiarvo **
Timotei/nurminata	Ei palkokasvia	752	659	659	692
Timotei/nurminata	Valkoapila (Jögeva 4)	766	638	645	665
Timotei/nurminata	Puna-apila (Betty)	748	665	654	679
Timotei/nurminata	Alsikeapila (Frida)	754	654	644	674
Timotei/nurminata	Keltamaite (Leo)	730	621	672	680
Timotei/nurminata	Rehumailanen (Karlu)	732	626	679	684
Timotei/nurminata	Rehumailanen (Juurlu)	727	626	686	683
Timotei/ruokonata	Ei palkokasvia	740	663	653	689
Timotei/ruokonata	Valkoapila (Jögeva 4)	755	659	640	673
Timotei/ruokonata	Puna-apila (Betty)	742	687	645	685
Timotei/ruokonata	Alsikeapila (Frida)	742	656	630	670
Timotei/ruokonata	Keltamaite (Leo)	719	639	658	677
Timotei/ruokonata	Rehumailanen (Karlu)	721	645	678	687
Timotei/ruokonata	Rehumailanen (Juurlu)	721	647	676	685
Keskimäärin		739	649	658	680
SEM*		3,3	6,3	6,4	3,8
Heinäkasvi***					
Timotei/nurminata		744	641	663	680
Timotei/ruokonata		734	657	654	681
SEM*		2,4	2,8	3,1	2,0
Palkokasvi****					
Ei palkokasvia		746	661	656	691
Valkoapila (Jögeva 4)		760	648	643	669
Puna-apila (Betty)		745	676	650	682
Alsikeapila (Frida)		748	655	637	672
Keltamaite (Leo)		725	630	665	679
Rehumailanen (Karlu)		726	636	678	686
Rehumailanen (Juurlu)		724	637	681	684
SEM*		2,8	4,5	4,5	2,7
p-arvo	heinäkasvi	<0,001	0,009	0,10	0,70
	palkokasvi	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	heinäkasvi×palkokasvi	0,82	0,45	0,93	0,50

* SEM = keskiarvon keskivirhe. ** Kuiva-ainesadoilla painotettu keskiarvo. *** / **** Näytteisiin sisältyy sekä heinäettä palkokasvit: tässä D-arvot on laskettu keskiarvoina joko heinäseoksittain erittelemättä palkokasvivaihtoehtoa (***) tai eri palkokasvivaihtoehdoin erittelemättä heinäseosta (****).

Taulukko 8. Korjattujen kasvustojen raakavalkuaispitoisuudet (g/kg ka) vuonna 2004.

Heinäkasvi	Palkokasvi	1. niitto	2. niitto	3. niitto	4. niitto	Keskiarvo **
Timotei/nurminata	Ei palkokasvia	110	173	211	86	144
Timotei/nurminata	Valkoapila (Jögeva 4)	151	178	210	189	183
Timotei/nurminata	Puna-apila (Betty)	159	161	187	172	168
Timotei/nurminata	Alsikeapila (Frida)	152	181	192	152	169
Timotei/nurminata	Keltamaite (Leo)	94	129	117	-	111
Timotei/nurminata	Rehumailanen (Karlu)	115	138	145	-	131
Timotei/nurminata	Rehumailanen (Juurlu)	116	150	147	-	135
Timotei/ruokonata	Ei palkokasvia	102	187	226	87	142
Timotei/ruokonata	Valkoapila (Jögeva 4)	152	189	225	207	193
Timotei/ruokonata	Puna-apila (Betty)	155	183	193	180	177
Timotei/ruokonata	Alsikeapila (Frida)	162	194	207	172	183
Timotei/ruokonata	Keltamaite (Leo)	93	125	109	-	106
Timotei/ruokonata	Rehumailanen (Karlu)	134	159	151	-	146
Timotei/ruokonata	Rehumailanen (Juurlu)	125	152	154	-	143
Keskimäärin		130	164	177	156	152
SEM*		7,2	9,7	7,7	5,3	6,4
Heinäkasvi***						
Timotei/nurminata		128	159	173	150	149
Timotei/ruokonata		132	170	181	161	156
SEM*		4,1	5,4	4,8	3,7	4,1
Palkokasvi****						
Ei palkokasvia		106	180	219	86	143
Valkoapila (Jögeva 4)		151	184	217	198	188
Puna-apila (Betty)		157	172	190	176	173
Alsikeapila (Frida)		157	187	199	162	176
Keltamaite (Leo)		94	127	113	-	108
Rehumailanen (Karlu)		125	149	148	-	138
Rehumailanen (Juurlu)		120	151	150	-	139
SEM*		5,4	7,3	5,7	4,1	4,6
p-arvo	heinäkasvi	0,50	0,16	0,27	0,060	0,28
	palkokasvi	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	heinäkasvi×palkokasvi	0,42	0,77	0,54	0,14	0,45

* SEM = keskiarvon keskivirhe. ** Kuiva-ainesadoilla painotettu keskiarvo. *** / **** Näytteisiin sisältyy sekä heinäettä palkokasvit: tässä raakavalkuaispitoisuus on laskettu keskiarvoina joko heinäseoksittain erittelemättä palkokasvivalitsoehto (***), tai eri palkokasvivalitsoehdoin erittelemättä heinäseosta (****).

Taulukko 9. Korjattujen kasvustojen raakavalkuaispitoisuudet (g/kg ka) vuonna 2005.

Heinäkasvi	Palkokasvi	1. niitto	2. niitto	3. niitto	Keskiarvo **
Timotei/nurminata	Ei palkokasvia	173	108	109	131
Timotei/nurminata	Valkoapila (Jögeva 4)	175	151	173	163
Timotei/nurminata	Puna-apila (Betty)	192	178	145	172
Timotei/nurminata	Alsikeapila (Frida)	152	166	149	158
Timotei/nurminata	Keltamaite (Leo)	118	137	169	136
Timotei/nurminata	Rehumailanen (Karlu)	103	133	173	130
Timotei/nurminata	Rehumailanen (Juurlu)	133	154	171	148
Timotei/ruokonata	Ei palkokasvia	159	110	88	122
Timotei/ruokonata	Valkoapila (Jögeva 4)	164	155	153	156
Timotei/ruokonata	Puna-apila (Betty)	182	191	144	172
Timotei/ruokonata	Alsikeapila (Frida)	151	177	138	157
Timotei/ruokonata	Keltamaite (Leo)	107	133	149	127
Timotei/ruokonata	Rehumailanen (Karlu)	102	125	153	122
Timotei/ruokonata	Rehumailanen (Juurlu)	112	133	158	131
Keskimäärin		144	147	148	145
SEM*		7,0	7,6	6,7	6,0
Heinäkasvi***					
Timotei/nurminata		149	147	156	148
Timotei/ruokonata		140	146	140	141
SEM*		3,3	3,8	4,5	3,4
Palkokasvi****					
Ei palkokasvia		166	109	99	127
Valkoapila (Jögeva 4)		169	153	163	159
Puna-apila (Betty)		187	185	145	172
Alsikeapila (Frida)		152	172	144	157
Keltamaite (Leo)		112	135	159	131
Rehumailanen (Karlu)		103	129	163	126
Rehumailanen (Juurlu)		122	143	165	140
SEM*		5,0	5,4	5,1	4,4
p-arvo	heinäkasvi	0,10	0,93	0,054	0,18
	palkokasvi	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	heinäkasvi×palkokasvi	0,74	0,26	0,50	0,71

* SEM = keskiarvon keskivirhe. ** Kuiva-ainesadoilla painotettu keskiarvo. *** / **** Näytteisiin sisältyy sekä heinäettä palkokasvit: tässä raakavalkuaispitoisuus on laskettu keskiarvoina joko heinäseoksittain erittelemättä palkokasvi-vaihtoehtoa (***) tai eri palkokasvivaihtoehdoin erittelemättä heinäseosta (****).

Vuonna 2004 raakavalkuaispitoisuuden kuiva-ainesadolla painotettu keskiarvo oli korkein apilaa sisältäneissä seoskasvustoissa (valkoapila 188 g/kg ka, alsikeapila 176 g/kg ka ja puna-apila 173 g/kg ka). Puhtaiden heinäkasvinurmien raakavalkuaispitoisuus oli keskimäärin vastaavasti 143 g/kg ka. Matalimmaksi raakavalkuaispitoisuus jäi heinäkasveja ja rikkoja sisältäneillä keltamaitteen seosruuduilla (108 g/kg ka). Vuoden 2005 raakavalkuaispitoisuudet vastasivat pääosin vuoden 2004 tuloksia, mutta olivat hieman alemmalla tasolla vuoteen 2004 verrattuna. Myös vuonna 2005 raakavalkuaispitoisuuden kuiva-ainesadolla painotettu keskiarvo oli korkein apilaa sisältäneissä seoskasvustoissa (puna-apila 172 g/kg ka, valkoapila 159 g/kg ka, alsikeapila 157 g/kg ka). Puhtaiden heinäkasvinurmien raakavalkuaispitoisuus oli keskimäärin vastaavasti 127 g/kg ka (Taulukko 9).

Taulukoissa 10 ja 11 esitetään korjattujen kasvustojen NDF-pitoisuudet (g/kg ka) niittokerroittain sekä kuiva-ainesadoilla painotetut keskiarvot vuosina 2004 ja 2005. Heinäkasvilaji ei vaikuttanut tilastollisesti merkittävästi NDF-pitoisuuteen kumpanakaan koevuonna ($p>0,05$). Myöskään heinäkasvi×palkokasvi-yhdysvaikutus ei ollut tilastollisesti merkittävä kumpanakaan koevuonna ($p>0,05$). Sen sijaan palkokasvin vaikutus sadon NDF-pitoisuuteen oli tilastollisesti merkittävä ($p<0,001$) molempina koevuosina kaikilla niittokerroilla. Kasvuston NDF-pitoisuudet olivat korkeimmat puhtaissa heinäkasvikasvustoissa. Palkokasvin osuuden lisääntyminen sadossa pienensi korjatun sadon kuitupitoisuutta (Taulukot 10 ja 11).

Taulukko 10. Korjattujen kasvustojen NDF-pitoisuudet (g/kg ka) vuonna 2004.

Heinäkasvi	Palkokasvi	1. niitto	2. niitto	3. niitto	4. niitto	Keskiarvo **
Timotei/nurminata	Ei palkokasvia	393	483	419	454	446
Timotei/nurminata	Valkoapila (Jögeva 4)	334	394	350	338	358
Timotei/nurminata	Puna-apila (Betty)	335	399	375	361	370
Timotei/nurminata	Alsikeapila (Frida)	336	392	361	368	365
Timotei/nurminata	Keltamaite (Leo)	434	438	418	-	428
Timotei/nurminata	Rehumailanen (Karlu)	421	420	410	-	419
Timotei/nurminata	Rehumailanen (Juurlu)	404	412	404	-	405
Timotei/ruokonata	Ei palkokasvia	398	470	399	447	436
Timotei/ruokonata	Valkoapila (Jögeva 4)	325	378	330	315	340
Timotei/ruokonata	Puna-apila (Betty)	351	395	377	341	367
Timotei/ruokonata	Alsikeapila (Frida)	311	361	363	348	345
Timotei/ruokonata	Keltamaite (Leo)	430	448	412	-	427
Timotei/ruokonata	Rehumailanen (Karlu)	399	389	404	-	400
Timotei/ruokonata	Rehumailanen (Juurlu)	400	405	399	-	401
Keskimäärin		376	413	387	371	393
SEM*		13,0	16,6	7,3	8,1	9,0
Heinäkasvi						
Timotei/nurminata		379	420	391	380	399
Timotei/ruokonata		373	406	383	363	388
SEM*		7,5	8,9	4,0	7,1	6,0
Palkokasvi						
Ei palkokasvia		395	477	409	451	441
Valkoapila (Jögeva 4)		330	386	340	326	349
Puna-apila (Betty)		343	397	376	351	368
Alsikeapila (Frida)		324	376	362	358	355
Keltamaite (Leo)		432	443	415	-	427
Rehumailanen (Karlu)		410	404	407	-	410
Rehumailanen (Juurlu)		402	408	402	-	403
SEM*		9,2	11,7	5,2	6,4	6,4
p-arvo	heinäkasvi	0,59	0,33	0,24	0,13	0,26
	palkokasvi	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	heinäkasvi×palkokasvi	0,60	0,82	0,51	0,35	0,68

* SEM = keskiarvon keskivirhe. ** Kuiva-ainesadoilla painotettu keskiarvo. *** / **** Näytteisiin sisältyy sekä heinäettä palkokasvit: tässä NDF-pitoisuus on laskettu keskiarvoina joko heinäseoksittain erittelemättä palkokasvivaihtoehtoa (***) tai eri palkokasvivaihtoehtoin erittelemättä heinäseosta (****).

Taulukko 11. Korjattujen kasvustojen NDF-pitoisuudet (g/kg ka) vuonna 2005.

Heinäkasvi	Palkokasvi	1. niitto	2. niitto	3. niitto	Keskiarvo **
Timotei/nurminata	Ei palkokasvia	386	537	495	474
Timotei/nurminata	Valkoapila (Jögeva 4)	337	503	438	450
Timotei/nurminata	Puna-apila (Betty)	309	407	423	391
Timotei/nurminata	Alsikeapila (Frida)	334	454	418	414
Timotei/nurminata	Keltamaite (Leo)	419	439	418	426
Timotei/nurminata	Rehumailanen (Karlu)	432	451	397	430
Timotei/nurminata	Rehumailanen (Juurlu)	409	412	412	411
Timotei/ruokonata	Ei palkokasvia	405	515	476	463
Timotei/ruokonata	Valkoapila (Jögeva 4)	351	489	441	443
Timotei/ruokonata	Puna-apila (Betty)	322	368	415	373
Timotei/ruokonata	Alsikeapila (Frida)	348	424	421	403
Timotei/ruokonata	Keltamaite (Leo)	436	409	423	424
Timotei/ruokonata	Rehumailanen (Karlu)	425	414	414	419
Timotei/ruokonata	Rehumailanen (Juurlu)	423	411	419	419
Keskimäärin		381	445	429	424
SEM*		9,9	15,0	7,7	9,3
Heinäkasvi***					
Timotei/nurminata		375	457	429	428
Timotei/ruokonata		387	433	430	421
SEM*		6,1	8,1	5,8	6,1
Palkokasvi****					
Ei palkokasvia		396	526	486	468
Valkoapila (Jögeva 4)		344	496	439	447
Puna-apila (Betty)		315	388	419	382
Alsikeapila (Frida)		341	439	419	409
Keltamaite (Leo)		427	424	420	425
Rehumailanen (Karlu)		429	432	406	424
Rehumailanen (Juurlu)		416	411	416	415
SEM*		7,0	10,6	6,1	6,6
p-arvo	heinäkasvi	0,21	0,077	0,88	0,43
	palkokasvi	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	heinäkasvi×palkokasvi	0,80	0,81	0,048	0,76

* SEM = keskiarvon keskivirhe. ** Kuiva-ainesdoilla painotettu keskiarvo. *** / **** Näytteisiin sisältyy sekä heinä- että palkokasvit: tässä NDF-pitoisuus on laskettu keskiarvoina joko heinäseoksittain erittelemättä palkokasvi-vaihtoehtoa (***) tai eri palkokasvivaihtoehtoin erittelemättä heinäseosta (****).

4.5 Tulosten tarkastelu

Palkokasvien talvehtimistä arvioitiin kasvustojen tiheytenä keväällä, kun kasvu oli jo kunnolla käynnistynyt. Perustamisen jälkeisenä keväänä kaikkien palkokasvien peittävyys oli korkealla tasolla, mutta toisena keväänä kasvustojen tiheyksissä havaittiin selviä eroja. Tällöin parhaiten maanpintaa peittivät keväällä puna-, alsike- ja valkoapila. Huonoin kevätpeittävyys oli puolestaan mailasilla ja keltamaitteella. Keltamaitteella havaittuihin alhaisiin syys- ja kevättiheuksiin vaikuttaa myös sen heikko uusintakasvu useamman kuin kahden niiton jälkeen (Marley ym. 2006) sekä lajille tyypillinen hidas kasvuunlähtö keväällä (Källander 1993). Myös kokeessa määritetyt kasvilajien osuudet kertoivat apiloiden pärjänneen ja tuottaneen satoa selvästi rehumailasia ja keltamaitetta enemmän, etenkin toisena satovuonna. Keltamaitteen osuus sadosta jäi niin vaatimattomaksi, ettei sillä voi katsoa olleen juurikaan käytännön merkitystä.

Perinnöllisten kestävyystekijöiden ohella palkokasveilla esiintyneet talvehtimisongelmat voivat osaksi johtua myös kyseiselle kasvilajille sopimattomasta korjuutekniikasta. Nissisen (2005) mukaan varhaisella laidunasteella tapahtunut ensimmäinen sadonkorjuu verottaa kokonaissatoja. Lisäksi tavanomainen nurmisäilörehusatojen korjuuajankohta ei myönteisesti palkokasvien luontaista kasvurytmiä ja talvehtimisominaisuuksien kehittymistä. Esimerkiksi sinimailasen tulisi kasvaa 15–20 cm mittaiseksi ennen talven tuloa, jotta sen vararavintovarastot ehtisivät kertyä riittävän suuriksi (Nissinen 2005). Käytännössä tämä merkitsee sitä, että viimeinen niitto tulisi tehdä Pohjois-Pohjanmaan korkeudella jo elokuun loppupuolella. Aikainen niitto toisaalta pienentää kokonaissatoa, ja vähentää myös seosnurmiin lyhyen kasvukauden kokonaisvaltaista hyödyntämistä (Nissinen 2005). Nissisen (2005) mukaan vain kerran kesässä tapahtuva niitto jatkaisi palkokasvinurmen tuottoikää, ja se olisi myös talvehtimisen kannalta kahta säilörehuasteella tehtävää sadonkorjuuta turvallisempi vaihtoehto. Myöhäinen syysodelman niitto on tutkimuksissa lisännyt talvihuhoja. Nyt raportoidussa kokeessa haluttiin testata valittujen palkokasvilajien ja -lajikkeiden soveltumista intensiiviseen tuotantoon, jossa korjuu tapahtuu useamman kerran kasvukauden aikana, ja ensimmäinen korjuu tehdään jo laidunasteella. Tulosten perusteella apilaseokset osoittautuivat tällä koejärjestelyllä selkeästi mailasia ja keltamaitetta paremmiksi vaihtoehtoiksi Pohjois-Pohjanmaan olosuhteissa.

Apilaa viljellään yleensä seosnurmina heinäkasvien kanssa. Tällä tavoin viljelyvarmuus paranee, sillä joko apila tai heinä tuottaa satoa vaihtelevissa olosuhteissa (Hakala ym. 2007). Heinäkasvi hidastaa apilan tautien etenemistä. Heinäkasvilajeista timotei antaa apilalle tilaa kasvaa enemmän kuin muut heinäkasvilajit. Ruokonata puolestaan kestää hyvin kuivuutta. Seosnurmiin viljelyllä voidaan tutkimusten perusteella tehostaa typen hyväksikäyttöä ja rajoittaa typpihävikkejä puhtaaseen, väkilannoitettuun nurmiheinäkasvilajelyyn verrattuna (Parsons ym. 1991, Scholefield & Tyson 1992, Whitehead 1995). Kuitenkaan palkokasvien määrää kasvustossa ei tulisi nostaa kovin korkeaksi, koska silloin typen hyväksikäyttö alkaa heikentyä (Parsons ym. 1991). Seosnurmen ja apilan tasapaino onkin tärkeää, mutta sen säilyttäminen voi olla haastavaa. Suositeltavin nurmen apilapitoisuus on 40–50 % kuiva-ainesadosta (Hakala ym. 2007). Tällöin apila sitoo riittävästi typpeä seuraavankin kasvin tarpeisiin, mikä on tärkeää erityisesti luomuviljelyssä. Jos nurmi saa puolestaan liikaa typpilannoitetta, heinäkasvi käyttää lannoitteen ja tukahduttaa apilan. Jos nurmea ei lannoiteta, apilan osuus voi nousta lähelle 100 %:a (Hakala ym. 2007). Tällöin maaperän runsas typpimäärä voi huuhtoutua talvihuhojen sattuessa.

Apiloiden heinäkasveista poikkeava kehitysrytmi asettaa omat haasteensa rehun korjuulle ja ruokinnan suunnittelulle. Esimerkiksi jos tavoitellaan tiettyä rehun sulavuutta, puna-apilaa sisältävät nurmet voi korjata heinänurmia myöhemmin, sillä puna-apilan kehitys on alkukesällä nurmiheiniä hitaampaa (Rinne ym. 2004). Käytännössä ne lohkot, jotka sisältävät eniten apilaa, kannattaa korjata viimeisenä.

4.6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tulosten perusteella apilat osoittautuivat tällä koejärjestelyllä selkeästi mailasia ja keltamaitetta paremmiksi ja viljelyvarmemmiksi vaihtoehtoiksi nurmiheinäkasvien ja nurmipalkokasvien seosviljelyyn Pohjois-Pohjanmaan olosuhteissa. Puna- ja valkoapilan välillä ei havaittu merkittäviä eroja sadon määrää ja laatua kuvaavissa muuttujissa. Alsikeapilalla saavutettiin hieman puna- ja valkoapilakasvustoja matalammat satotasot.

Heinäkasvin ja apiloiden seoskasvustojen D-arvot eivät juuri poikenneet puhtaiden heinäkasvikasvustojen D-arvoista. Sen sijaan seoskasvustot sisälsivät enemmän raakavalkuaista ja vähemmän kuitua kuin puhtaat nurmiheinäkasvustot. Varsinkin jälkimmäisenä satovuonna rehumailasta ja keltamaitetta sisältäneillä ruuduilla suurin osa sadosta muodostui heinäkasveista sekä rikoista. Näin ollen rehumailasen ja keltamaitteen vaikutuksista rehun laatuun ei pystytä tämän tutkimuksen perusteella juurikaan ottamaan kantaa.

4.7 Kirjallisuus

- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, VA. 1298 s.
- Hakala, K., Nykänen, A. & Yli-Mattila, T. 2007. Avaimet puna-apilan viljelyn menestykseen. *Maaseudun Tiede* 64, (18.6.2007): 10.
- Halling, M. A., Hopkins, A., Nissinen, O. & Sölter, U. 2000. Production and adaptation of five forage legumes for silage in Northern Europe. Proceedings of the 18th General Meeting of the European Grassland Federation. Aalborg, Denmark. s. 68–71.
- Heikkilä, T. 2002. Sirppimailanen toivottu lisä palkokasvivalikoimaan. *Luomulehti* 21 (1/2002): 22–23.
- Heikkilä, T., Jaakkola, S., Sormunen-Cristian, R. & Mela, T. 2000. Yellow-flowered lucerne-grass silage in milk production. Teoksessa: Grassland farming: balancing environmental and economic demands. Proceedings of the 18th General Meeting of the European Grassland Federation. Aalborg, Denmark 22–25 May 2000. *Grassland Science in Europe* 5: 353–355.
- Huhtanen, P., Nousiainen, J. & Rinne, M. 2006. Recent developments in forage evaluation with special reference to practical applications. *Agricultural and Food Science* 15: 293–323.
- Huokuna, E. 1990. Valkoapila laidun- ja säilörehunurmissa. *Käytännön maamies* 39 (5/1990): 42–43.
- Jalas, J. 1964. Suuri kasvikirja II. Otava: Helsinki. 893 s.
- Källander, I. 1993. Luonnomukainen maanviljely. Gummerus Kirjapaino Oy: Jyväskylä. 536 s.
- Leinonen, P. & Nykänen, A. 2001. Hintelä velipuoli pärjää kirjavilla lohkoilla. *Luomulehti* 20 (7/2001): 16–17.
- Marley, C.L., Fychan R. & Jones R. 2006. Yield, persistency and chemical composition of Lotus species and varieties (birdsfoot trefoil and greater birdsfoot trefoil) when harvested for silage in the UK. *Grass and Forage Science* 61: 134–145.
- Niskanen, M. & Kemppainen, J. 2012. Timotei. Teoksessa: Kangas, A. & Harmoinen, T. (toim.) Peltokasvilajikkeet 2012. ProAgria Keskusten Liiton julkaisuja 1115. Tieto tuottamaan 136. ProAgria Keskusten Liitto: Keuruu. s. 63–66.
- Niskanen, M. & Suomela, R. 2012. Nadat. Teoksessa: Kangas, A. & Harmoinen, T. (toim.) Peltokasvilajikkeet 2012. ProAgria Keskusten Liiton julkaisuja 1115. Tieto tuottamaan 136. ProAgria Keskusten Liitto: Keuruu. s. 67–71.
- Nissinen, O. 2005. Oikea-aikainen sadonkorjuu on nurmipalkokasvien menestystekijä. *Koetoiminta ja käytäntö* 62, (19.12.2005): 5.
- Nissinen, O., Tuori, M., Isolahti, M., Hakkola, H., Heikkilä, R. & Syrjälä-Qvist, L. 2001. Nurmipalkokasvien satoisuus. Teoksessa: Tuori, M., Topi-Hulmi, M. & Saarisalo, E. (toim.) Nurmipalkokasvien tuotanto ja käyttömahdollisuudet. Suomen Nurmihdistyksen julkaisu 16: 14–23.
- Nykänen, A., Huuskonen, A., Nykänen-Kurki, P., Isolahti, M. & Leinonen, P. 2002. Uusia palkokasveja tarjolla rehunurmille. *Koetoiminta ja käytäntö* 59 (21.10.2002): 10.
- Paatela, J. 1953. Maamme heinänurmiin botaanisesta koostumuksesta. *Acta Agraria Fennica* 79: 1–128.
- Parsons, A. J., Orr, R. J., Penning, D. R. & Lockyer, D. R. 1991. Uptake, cycling and fate of nitrogen in grass-clover swards continuously grazed by sheep. *Journal of Agricultural Science* 116: 47–61.
- Rinne, M., Nykänen, A., Nyholm, L., Hellämäki, M. & Nousiainen, J. 2004. Artturi avustaa apilarehun korjuussa. *Koetoiminta ja käytäntö* 61 (13.12.2004): 4.
- Seaney, R. R. 1973. Birdsfoot Trefoil. Teoksessa: Heath, M. E., Metcalfe, D. S. & Barnes, R. F. (toim.) Forages. The Iowa State University Press: Iowa, USA. s. 177–188.
- Scholefield, D. & Tyson, K. C. 1992. Comparing the levels of nitrate leaching from grass/clover and N-fertilized grass swards grazed with beef cattle. Proceedings of the 14th General Meeting of the European Grassland Federation. Lahti, Finland 1992. s. 530–533.
- Seppänen, H. 1986. Johdanto. Apilan viljely. Teoksessa: Poutiainen, E., Markkula, M., Sallas-maa, S., Siitonen, M. & Kinanen, M. (Toim.) Maatalouskeskusten Liiton julkaisuja 730. Tieto tuottamaan 37. Maatalouskeskusten Liitto: Helsinki. s. 4.

- Simola, F.E. 1939. Maassamme vuosina 1932–1937 suoritettujen alsikeapilakokeiden tuloksista. Valtion maatalouskoetöiminnan tiedonantoja 170. 12 s.
- Sormunen-Cristian, R. 2001. Sirppimailanen tuottaa runsaan sadon. Luomulehti 20 (7/2001): 18–19.
- Sormunen-Cristian, R., Taponen, S., Saastamoinen, I., Mela, T. & Saloniemi, H. 1998. Yellow-flowered lucerne: Properties and influence on performance and reproduction of ewes. *Agricultural and Food Science in Finland* 7: 437–446.
- 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.
- Virkajärvi, P. & Pakarinen, K. 2010. Nurmikasvien sadonmuodostus. Teoksessa: Peltonen, A., Puurunen, T. & Harmoinen, T. (toim.) Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. ProAgria Keskusten Liiton julkaisu 1093. Tieto tuottamaan 131. ProAgria Keskusten Liitto: Hämeenlinna. s. 25–30.
- Whitehead, D. C. 1995. Grassland Nitrogen. CAB International, Hurley, United Kingdom. 397 s.

MTT TEKEE TIETEESTÄ ELINVOIMAA

MTT RAPORTTI 77

www.mtt.fi/julkaisut

MTT Raportti -verkkojulkaisusarjassa julkaistaan maatalous- ja elintarviketutkimusta sekä maatalouden ympäristötutkimusta käsitteleviä tutkimusraportteja. Lukijoille tarjotaan tietoa MTT:n kaikilta tutkimusaloilta eli biologiasta, teknologiasta ja taloudesta.

MTT, 31600 Jokioinen.

Puh. (03) 4188 2327, sähköposti julkaisut@mtt.fi

