

Innovatiivisia rehukasveja nautakarjatilaille

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

¹⁾Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, essi.saarinen@mtt.fi, arto.huuskonen@mtt.fi, maiju.pesonen@mtt.fi, raija.suomela@mtt.fi

²⁾Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Kotieläintuotannon tutkimus, Halolantie 31A, 71750 Maaninka, perttu.virkajarvi@mtt.fi, maarit.hyrkas@mtt.fi

³⁾Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, Alapääntie 104, 61400 Ylistaro, markku.niskanen@mtt.fi

Tiivistelmä

Ilmaston lämpenemisen seurauksena suomalaisilla nautakarjatilalla saattaa jatkossa olla mahdollista viljellä uusia rehukasveja. Ostotyypen korkeat kustannukset ja lisääntynyt kiinnostus kotoisen valkuaisrehun tuotantoon ovat luoneet tarpeen tutkia typensitojakasvien käyttöä kokoviljasäilörehuna. Emo-lehmätuotannossa laidunkauden pidentäminen toisi kustannussäästöjä eläinten ruokintaan. MTT:n toteuttamassa InnoNauta Kehitys –hankkeessa testattiin rehukaalin, -rapsin ja -juurikkaan sekä hirsin sadontuottokykyä Maaningan ja Ruukin toimipisteissä. Kokoviljasäilörehuksi korjattiin kahta härkäpapu-vehnä –seosta. Myös sini- ja valkolupiinin satopotentiaalia testattiin.

Tutkimuksessa haettiin innovatiivisia rehukasveja, joista rehukaalta, -rapsia, -juurikasta, lupiineja ja hirssiä kasvatettiin havaintoruuduilla (2 toistoa). Härkäpapu-vehnä (50:50, 70:30) –seoksia pidettiin potentiaalisimpana, joten niitä kasvatettiin kolmessa kerranteessa. Kokeet toteutettiin MTT Maaningan ja Ruukin toimipisteissä vuosina 2010 ja 2011. Koeruuduilta määritettiin hehtaarisato sekä rehujen kemiallinen koostumus ja rehuarvot. Rehujuurikkaalta määritettiin lisäksi kivennäiskoostumus ja tärkkelys etanoliuutolla.

Rehukasvivalikoimaa laajentamalla olisi mahdollista pidentää laidunkautta, sillä rehurapsi, rehukaali ja rehujuurikas menestyivät hyvin Pohjois-Savossa ja -Pohjanmaalla. Rehukaalin sadontuottokyky vaihteli kokeessa runsaasti ollen 3 300–10 900 ka kg/ha. Rehurapsi tuotti satoa rehukaalia tasaisemmin. Hyvissä kasvuolosuhteissa kasvi ylsi 7 600–10 800 ka kg hehtaarisatoihin. Rehujuurikkaan kokonaissadontuottokyky (naatit+juuret) oli 11 300–15 800 ka kg/ha. Naattien osuus kokonaismassasta oli hieman yli kolmannes. Rehukaali, -rapsi ja -juurikas kestivät hyvin pakkasta ja ne korjattiin vasta syys-lokakuussa. 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.

Härkäpapu-vehnä –seoksessa 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 kuivaainesatoihin.

Härkäpapu-vehnä –kasvustojen energia-arvot on laskettu 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 kokemuksen perusteella eläimet ovat lypsäneet hyvin härkäpapu-vilja –säilörehulla ja tuntuma on, että härkäpapu -seosten 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.

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

Johdanto

Ilmaston lämpenemisen seurauksena suomalaisilla nautakarjatiljoilla 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). Rehu- ja ruisvirnan (Lehto & Joki-Tokola 1999, Joki-Tokola ym. 2002a,b, Manninen ym. 2004) sekä herneen (Kiljala ym. 2004, Nykänen & Jauhiai-nen 2010) käytöstä kokoviljasäilöhuseoksissa on olemassa jonkin verran kotimaisia tutkimustuloksia. Sen sijaan härkäpapuseoksia (*Vicia faba*) on meillä tutkittu vähemmän. Viime vuosina maataloilla on kuitenkin ilmennyt kasvavaa kiinnostusta myös vilja-härkäpapu –seosten viljelyyn ja ruokintakäyttöön.

Vilja-palkokasvi –seoksia 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, -rapsin ja -juurikkaan sekä hirssin sadontuottokykyä Maaningan ja Ruukin toimipisteissä. Kokoviljasäilörehuksi korjattiin kahta härkäpapu-vehnä seosta. Myös sini- (*Lupinus angustifolius*) ja valkolupiinin (*Lupinus albus*) satopotentiaalia testattiin.

Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksessa testattiin innovatiivisia rehukasveja, joista rehukaalta, -rapsia, -juurikasta, lupiineja ja hirssiä kasvatettiin havaintoruuduilla (2 toistoa). Härkäpapu-vehnä (50:50, 70:30) –seoksia 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 (raakavaluainen (Leco), tuhka, orgaanisen aineen sellulaasiliukoisuus, NDF-kuitu ja D-arvo). Rehujuurikkaalta määritettiin lisäksi kivennäiskoostumus (kalsium, magnesium, fosfori, rikki, kalium, natrium, rauta, kupari, sinkki ja mangaani) ja tärkkelys etanoliiutolla.

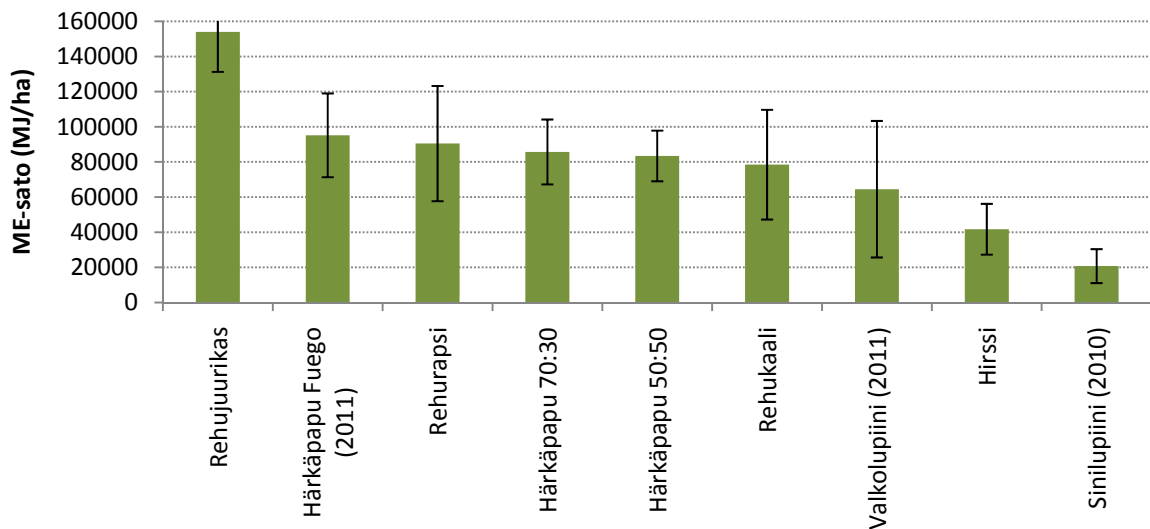
Kokeen tulokset analysoitiin tilastollisesti käyttäen SAS 9.2.:n Mixed-proseduuria. Ensimmäisessä vaiheessa käytettiin mallia, jossa kiinteinä muuttujina olivat kasvilaji, vuosi, paikkakunta ja näiden kaikki yhdysvaikutukset sekä satunnaismuuttujana kerranne paikkakunta*vuosi-vaikutuksen sisällä. Tällöin 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 laatu- ja kuiva-ainepitoisuuden kohdalla naatit ja juuret käsiteltiin omina koejäseninä. Parivertailut tehtiin Tukey-Kramerin testillä.

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.

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 –yhdysvaikutuskin oli merkittävä, joten tulokset esitetään paikkakunnat ja vuodet erikseen.

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



Kuva 1. Innovatiivisten rehuksvien energiasato (MJ/ha). Laskennassa ovat mukana Ruukin ja Maaningan tulokset vuosilta 2010 ja 2011. Virhepalkit kuvaavat aineiston keskihajonnan.

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
Touko	11.4	10.9	9.6	8.6	54	24	47	29
Kesä	13.4	12.1	16.3	15.7	74	35	48	53
Heinä	21.5	18.6	19.3	18	10	59	142	64
Elo	15.9	13.6	15.2	14.3	58	72	84	86
Syys	10.1	8.9	11.3	10.9	60	65	67	81
Loka	- *	- *	5.5	5.5	- *	- *	43	59
Touko- Syys	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 ja siksi lokakuun tietoja ei mainita

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

	Ka% %	D-arvo g/kg ka	NDF g/kg ka	Rv g/kg ka	Ka-sato kg ka/ha	ME-sato MJ/ha
n	64	48	63	64	56	56
Kasvi	***	***	***	***	***	***
Vuosi	***	***	*		*	
Koepaikka	*			**	***	**
Kasvi*Koepaikka	***	***	***	***	***	***
Kasvi*Vuosi	***	**	***	***	***	***
Vuosi*Koepaikka	***	*	*	*	o	
Vuosi * Koepaikka* Kasvi	***	**		***	***	***

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

Rehurapsi ja rehukaali

Rehukasvivalikoimaa laajentamalla olisi mahdollista pidentää laidunkautta, sillä rehukaali, rehurapsi ja rehujuurikas kestivät hyvin pakkasta ja ne korjattiin vasta syys-lokakuussa. Rehukaalin sadontuotokyky vaihteli kokeessa runsaasti ollen 3 300–10 900 ka kg/ha (Taulukko 4.). Rehurapsi tuotti rehukaalia tasaisemmin satoa, joka oli myös paremmin sulavaa. Hyvissä kasvuolosuhteissa kasvi ylsi 7 600–10 800 ka kg/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 -rapsin tyyppisten ristikukkaisten rehukasvien pääasiallinen hyödyntämistapa on laiduntaminen (Bartholomew 2011). 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 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.

Rehujuurikas

Rehujuurikkaan kokonaissadontuotokyky (naatit+juuret) oli 11 300–15 800 ka kg/ha. Naattien osuus kokonaismassasta oli hieman yli kolmannes. Myös kasvin energiasato oli korkea, kokeessa keskimäärin yli 150 000 MJ/ha. Rehujuurikkaan juuri lukeutuu sisältönsä puolesta energiarehuksi ja on verrattavissa perunaan, joka sisältää hieman rehujuurikasta enemmän tärkkelystä (MTT 2011). Energiarehuna rehujuurikas korvaa perinteisessä annoksessa väkirehua, kuitenkin vain rajallisesti, sillä siinä on valkuaisaineita vielä vähemmän kuin viljoissa.

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 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.

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 Proso millet –laji (*Panicum miliaceum*), jota viljellään Keski-Kanadassa. Kokoviljasadot jäivät Pearl millet –lajilla kahdesta neljään tuhanteen kuiva-ainekiloon hehtaarilta. Proso millet –tuotti noin 4 000–6 000 ka kg sadon hehtaarilta.

Taulukko 4. Eri viljelykasvien satomuuttujien keskiarvot Maaningalla ja Ruukissa vuosina 2010 ja 2011. Varianssianalyysien keskiarvot, keskivirheet ja merkitsevyys.

Maaninka 2010								Maaninka 2011						
Nro	Kasvi	KA %	D-arvo g/kg ka	NDF g/kg ka	RV g/kg ka	Ka-sato kg ka/ha	ME-sato MJ/ha	Nro	KA %	D-arvo g/kg ka	NDF g/kg ka	RV g/kg ka	Ka-sato kg ka/ha	ME-sato MJ/ha
1	Rehukaali	16.1 ab	686 a	305 a	104 a	6878 a	73189 a	1	11.6 a	734 a	229 ab	186 a	3283 a	36839 a
2	Rehjuurikas	.	.	.	.	11837 b	143365 b	2	.	.	.	.	11253 b	137475 b
	<i>naatit</i>	12.3 a	650 *	211 b	152 b	3733	38819		9.2 b	650 *	190 a	131 bcd	3076	31989
	<i>juuret</i>	14.7 ab	820 *	138 c	64 c	8104	104546		15.3 c	820 *	105 c	92 e	8177	105486
3	Hirssi	17.2 b	685 a	604 d	152 b	2194 c	23415 c	3	20.7 de	591 bc	592 d	103 be	6359 c	57772 c
4	Rehurapsi	16.7 b	786 b	201 b	126 a	3499 d	42576 d	4	13.9 c	736 a	265 b	125 bc	7584 cd	85935 d
5	Härkäpapu 70:30	38.8 c	674 a	439 e	127 a	6760 a	70584 a	5	19.9 eg	606 b	481 e	167 af	7754 cd	72690 cd
6	Härkäpapu 50:50	38.4 c	679 a	440 e	110 a	7229 a	76077 a	6	21.6 df	596 bc	515 e	153 cdf	7618 cd	70462 cd
7	Sinilupiini **	92.6 d	875 c	248 b	304 d	918 e	12452 c	7	22.7 f	559 c	565 d	101 be	3710 a	31748 a
	SEM	1,24	9,5	16,6	8,9	368,4	4314,0	8	18.9 g	593 bc	493 e	158 adf	8130 d	74746 d
	Til. merkitsevyys	***	***	***	***	***	***		0,82	15,7	15,1	10,6	511,3	5565,2
									***	***	***	***	***	***
Ruukki 2010								Ruukki 2010						
1	Rehukaali	16.0 a	674 a	308 a	122 a	10866 a	113495 a	1	16.2 a	667 a	312 a	122 abd	8706 a	89561 a
2	Rehjuurikas	.	.	.	.	15796 b	186914 b	2	.	.	.	.	12369 b	147336 b
	<i>naatit</i>	9.8 b	650 *	239 b	148 b	6740	70094		11.8 b	650 *	245 b	155 bce	4732	49893
	<i>juuret</i>	14.7 c	820 *	112 c	87 c	9056	116820		15.9 c	820 *	85 c	81 a	7549	98224
3	Hirssi	13.8 c	643 b	580 d	133 ab	4745 c	47287 c	3	15.7 a	646 a	580 d	168 ce	3796 c	37585 c
4	Rehurapsi	15.3 c	746 c	235 b	153 bd	9684 a	111877 a	4	17.4 a	721 b	282 ab	126 bcd	10847 bde	120714 e
5	Härkäpapu 70:30	26.0 d	706 d	337 a	184 e	7952 d	86999 d	5	23.4 c	659 a	451e	174 e	11018 be	112565 de
	Härkäpapu 50:50													105588
6		27.5 e	700 d	381 e	170 de	7526 d	81607 d	6	23.2 c	672 a	461 e	163 ce	10140 ade	ade
7	Sinilupiini **	91.2 f	870 e	250 b	294 f	2152 e	29011 e	7	30.9 d	674 a	480 e	98 ad	9269 ad	96484 ad
	SEM	0,64	7,4	12,5	7,1	452,4	5179,5	8	21.2 c	650 a	459 e	182 e	11463 be	115594 de
	Til. merkitsevyys	***	***	***	***	***	***		1,10	12,5	23,3	15,6	605,2	6820,4
									***	*	***	***	***	***

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

Valkuaispitoisuus vaihteli välillä 103–163 g/kg ka. Myös sulavuudet vaihtelivat runsaasti koepaikkojen välillä.

Lupiinit

Lupiineista testattiin vuonna 2010 Sonat –sinilupiinia, josta puitiin siemensato. Maaningalla kasvi kärsi selvästi kuivuudesta ja tuotti satoa hieman alle 1 000 ka kg/ha. Ruukissa satotaso nousi hieman yli 2 000 kiloon. 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 ka kg/ha ja Ruukissa 9 300 ka kg/ha.

Lupiini-vehnä massan 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.

Härkäpapu-vehnä

Härkäpapu-vehnä –seoksessa 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 -vehnä –seos, 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. Kokeessa ei saatu merkitsevää eroa eri kylvömääräsuhteilla kylvettyjen koejäsenten kuiva-ainesatoihin.

Valkuaispitoisuus oli 50:50 kylvetyllä härkäpapu-vehnä –seoksella 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. Siemenseos–suhde 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 kypsyyssään härkäpapu –massa käyttäytyy samoin kuin kokoviljasäilörehu: vaikka korren kuitupitoisuus lisääntyy tuuleutumisen edetessä, ei massan sulavuus kuitenkaan laske, koska siementen suhteellinen osuus kasvaa. Härkäpapu –säilörehun korjuuajankohtaa ei kuitenkaan voi siirtää liikaa, sillä palkojen varisemistappiot korjuun aikana alentavat nopeasti massan rehuarvoa.

Härkäpapakasvustojen 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-vilja –säilörehulla ja tuntuma on, että sulavuudet ja siten myös energia-arvot voisivat olla laskennallisia arvoja korkeammat (Juutinen 2011). Tällä hetkellä on vaikea arvioida härkäpapusäilörehun tarkkoja energia-arvoja, koska härkäpapusäilörehun sulavuuskokeita ei ole tehty pohjoismaissa eikä rehulaboratorioiden menetelmiä ole voitu kalibroida todelliseen *in vivo* -sulavuuteen.

Johtopäätökset

Rehukaalilla, -rapsilla 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 –rapsi olisi mahdollista korjata säilörehuksi nurmisäilörehun tapaan, mutta korkea kosteuspitoisuus vaikeuttaa säilöntää ja lisää erittyvän

puristenesteen 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-vehnä –seos osoittautui potentiaalisesti ja satovarmaksi kokoviljasäilörehun raaka-aineeksi. Jatkossa olisi ensiarvoisen tärkeää kehittää luotettavat rehuarvonmäärittämenetelmät 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.

Kirjallisuus

- Bartholomew, H.M.** 2011. Brassicas for forage. [verkkopublication]. Ohio State University. [Viitattu 12.12.2011]. Saatavana internetistä: <http://ohioline.osu.edu/agf-fact/0020.html>
- Haag, T.** 2007. Åkerböna i samodling med värvete som helgrödesensilage till mjölkkor. Department of Agricultural research for Northern Sweden, SLU. Rönnebydalens meddelar vol. 3:2007.
- Joki-Tokola, E.** 2002. Kokoviljasäilörehu nautakarjatilan karkearehuruokinnan vaihtoehtona. Teoksessa: toim. Eeva Saarisalo ja Mari Topi-Hulmi. Rehuvaihtoehtoja nautakarjatilaille. Suomen Nurmijhdistyksen 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: s. 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 Nurmijhdistyksen julkaisu 18: 87–94.
- Juutinen, E.** 2011. Säilörehua herneestä ja härkäpavusta. Nauta 41, 4: 34–35.
- Kiljala, J., Isolahti, 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.
- 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>
- 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.