

Ruokohelven käyttökelpoisuus rehukasvina

Mika Isolahti, Päivi Lamminen ja Arto Huuskonen

MTT Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasema, 92400 Ruukki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

Tiivistelmä

Ruokohelpi (*Phalaris arundinacea* L.) on pitkäkasvuinen monivuotinen nurmikasvi, joka on sopeutunut hyvin kosteille maille. Ruokohelven viljely biopolttoaineeksi ja energiantuotantoon on Suomessa voimakkaassa kasvussa, mutta kasvin rehukäyttö on meillä vähäistä. Pohjois-Amerikassa ruokohelpi on kuitenkin yleinen nurmikasvi, ja sitä pidetään tuottoisana etenkin riittävästi typpilannoitusta käytettäessä. Ruokohelven rehukäyttöä on aiemmin haitannut kasvin suuri alkaloidipitoisuus, mutta nykyiset alkujaan rehuntuotantoon jalostetut lajikkeet ovat matala-alkaloidisia. Kaikki Suomessa tällä hetkellä käytettävät lajikkeet ovat pohjoisamerikkalaista alkuperää olevia rehulajikkeita.

MTT:n Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalla toteutettiin vuosina 2000–2003 koesarja, missä ruokohelpeä (lajike Palaton) verrattiin timoteihin (*Phleum pratense* L.) (lajike Tuukka), ruokonataan (*Festuca arundinaceae*) (lajike Retu) ja rehukattaraan (*Bromus inermis*) (lajike Kesto) ruokohelven rehuntuotantoarvon selvittämiseksi. Erillisessä korjuuaikavertailussa seurattiin ruokohelven sadon ja rehuarvon kehitystä eri niitoissa. Ruokohelpi oli molemmissa kenttäkokeissa kahden ja kolmen niiton järjestelmissä. Jokaisen niiton osalta sadon määrän ja laadun kehitystä seurattiin kahden viikon ajan korjuuaikavertailussa, viidestä näytteenottoajankohdasta keskimäinen oli samana päivänä kuin kasvilajivertailussa vastaavan ruokohelven niitto. Rehuarvon määrittämiseksi analysoitiin orgaanisen aineen sulavuus (*in vitro*), typpipitoisuus, tuhka ja NDF-kuitu.

Ruokohelpi tuottaa sopivissa olosuhteissa muita nurmikasveja korkeampia kuiva-ainesatoja. Ensimmäisessä niitossa ruokohelven D-arvo laskee kuitenkin nopeasti. Tavoiteltaessa hyvää rehuarvoa on ruokohelven ensimmäinen sato korjattava aikaisemmin kuin muiden nurmikasvien. Koesarjan perusteella ensimmäisen sadon korjuu on tehtävä viimeistään 45 vuorokauden kuluttua kasvukauden alkamisesta tai kun tehoisan lämpösumman kertymä on 225-230 astetta. Kahden niiton järjestelmää ei ruokohelvelle voi suositella. Kahden niiton järjestelmässä korjuuiden väli muodostuu liian pitkäksi ja toisessa sadossa ruokohelven sulavuus ehtii heikentyä liikaa. Kolmen niiton järjestelmässä toisen sadon korjuun optimaalinen korjuuajankohta määrän ja laadun suhteen on tulosten perusteella viisi viikkoa ensimmäisen sadon korjuun jälkeen. Mikäli toinen korjuu tehdään liian aikaisin sadon määrä jää alhaiseksi. Kolmannessa niitossa ruokohelven laadun muutokset ovat vähäisiä ja niiton ajankohtaa voikin siirtää myöhemmäksi, jolloin myös sadon määrä on suurempi. Viimeisen niiton jälkeen ruokohelpi tarvitsee vähintään neljän viikon pituisen jakson karaistumista varten ennen kasvukauden loppua.

Ruokohelpeä ei voida tulosten perusteella suositella ensisijaiseksi vaihtoehdoksi korkeatuottoisille lypsylehmille. Ruokohelpisäilörehu sopii hyvin esimerkiksi emolehmien talvikauden ruokintaan, koska emolehmien ruokinnassa rehunsulavuuden ei tarvitse olla yhtä korkea kuin lypsylehmillä tai loppukasvatettavilla sonneilla.

asiasanat: ruokohelpi, timotei, ruokonata, rehukattara, kuiva-ainesato, rehuarvo, D-arvo, NDF

Johdanto

Ruokohelpi (*Phalaris arundinacea* L.) on pitkäkasvuinen monivuotinen nurmikasvi, joka kasvaa villinä yleisesti koko Suomessa. Ruokohelven viljelyä ja käyttöä biopolttoaineena on selvitetty Suomessa ja muualla Euroopassa laajoissa tutkimus- ja kehityshankkeissa 1990-luvulla (Pahkala ym. 1994, Pahkala ym. 1996, Salo 2000, Pahkala ym. 2005, Powlson ym. 2005). Ruokohelven viljely laajemmassa mitassa biopolttoaineeksi alkoi kuluva vuosikymmenen alkupuolella päästökaupan käynnistymisen varmistuessa ja ruokohelven viljelyala Suomessa on voimakkaassa kasvussa. Viljelyala energiantuotantoon vuonna 2005 on MMM:n tilastoinnin mukaan Suomessa 10500 hehtaaria.

Ruokohelven rehukäyttö Suomessa on vähäistä. Rehun alkaloidipitoisuuden ja huonon sulavuuden vuoksi ruokohelven lajikejalostuksesta luovuttiin Suomessa 1970-luvulla. Jalostustyön tuloksena syntyi kuitenkin yksi kotimainen rehukäyttöön tarkoitettu linja, Jo 0510 (Ravantti 1980). Pohjois-Amerikassa ruokohelpi on yleinen nurmikasvi ja sitä pidetään tuottoisana etenkin riittävää typpilannoitusta käytettäessä (Miller 1984). Ruokohelven rehukäyttöä on aiemmin haitannut kasvin suuri alkaloidipitoisuus, mutta nykyiset alkujaan rehuntuotantoon jalostetut lajikkeet ovat matala-alkaloidisia. Kaikki viljelyssä tällä hetkellä käytettävät lajikkeet ovat Pohjois-Amerikkalaista alkuperää olevia rehlajikkeita.

Alkaloidit ovat orgaanisia typpiyhdisteitä joita syntyy kasvien metabolian sivutuotteena (Pelletier 1970). Alkaloidit toimivat proteiinisynteesin varastona ja lisäksi suojaavat kasveja laiduntavilta eläimiltä ja hyönteisiltä (Pelletier 1970). Rehukasveissa alkaloidit ovat haitallisia, koska ne alentavat rehun maittavuutta ja voivat aiheuttaa eläimille ripulia. Ruokohelveltä on löydetty ainakin yhdeksän eri tyyppistä alkaloidia (Østrem 1987). Gramiinit ovat kaikkein yleisimpiä alkaloideja (Østrem 1987) ja ne alentavat rehun maittavuutta. DMT:llä eli N,N-dimethyltryptamiinilla on todettu myös huumaava vaikutus, mutta Pohjois-Amerikkalaista alkuperää olevissa lajikkeissa sitä ei ole lainkaan (Østrem 1987).

Ruokohelven alkaloidipitoisuuden on havaittu lisääntyvän kuivuudesta aiheutuvan stressin (Marten 1973), matalan valointensiteetin ja korkean typpilannoituksen vaikutuksesta, etenkin käytettäessä ammoniumtyyppiä (Frelich ja Marten 1972). Lyhyt niittoväli, noin pari viikkoa, lisää myös selvästi alkaloidien määrää (Woods ja Clark 1971). Ruokohelvestä alkaloidien määrän on havaittu laskevan selvästi kun korjuu tehdään kuivaksi heinäksi (Donker ym. 1976) tai säilörehuksi (Hovin ym. 1980). Tehtäessä ruokohelvestä säilörehua, alkaloideja poistuu puristenesteen mukana (Hovin ym. 1980).

Ruokohelven sadontuotto kyky on pohjoisamerikkalaisissa tutkimuksissa ollut selvästi korkeampi kuin muilla nurmikasveilla (Marten ja Hovin 1980, Sheaffer ym. 1990). Ruokohelpi on pitkäikäinen nurmikasvi, joissain tutkimuksissa sen on todettu olevan kestävin nurmikasvi korjuukertojen lukumäärästä huolimatta (Marten ja Hovin 1980).

Amerikkalaisten tutkimusten mukaan ruokohelven oikea korjuuaika on ennen röyhylle tuloa. Tällöin ruokohelven sulavuus on vielä riittävän korkea märehittäjien ruokintaan. (Sheaffer ym. 1990). Kevätkorjuun jälkeen ruokohelpi ei muodosta enää röyhyyä vaikka korjuu olisi tehty ennen kevätsadon röyhylle tuloa. Maksimaaliseen satoon pyrittäessä korjuu on tehtävä, kun ruokohelpi tulee röyhylle. Ruokinnallinen laatu laskee ruokohelvellä nopeasti kun kasvusto ikääntyy. Selityksenä tähän on ligniinin ja muiden kuitumaisten osien sekä soluseinäkomponenttien lisääntyminen korressa ja lehtien osuuden väheneminen (Marum ja Hovin 1979, Sheaffer ym. 1990).

Ruokohelven etuja rehukasvina on korkea sato ja pitkäikäinen kasvusto. Nykyisillä lajikkeilla korkea alkaloidipitoisuus ei estä ruokohelven käyttöä rehuksi. Sen sijaan liian myöhäinen korjuuaika alentaa rehun laatua, joten korjuuaikojen tarkentaminen on oleellista rehun laadun takaamiseksi.

Aineisto ja menetelmät

MTT:n Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalla toteutettiin vuosina 2000–2003 koesarja, missä ruokohelpeä (lajike Palaton) verrattiin timoteihin (*Phleum pratense* L.) (lajike Tuukka), ruokonataan (*Festuca arundinaceae*) (lajike Retu) ja rehukattaraan (*Bromus inermis*) (lajike Kesto) ruokohelven rehuntuotantoarvon selvittämiseksi. Erillisessä korjuuaikavertailussa seurattiin ruokohelven sadon ja rehuarvon kehitystä eri niitoissa. Ruokohelpi oli molemmissa kentäkokeissa kahden ja kolmen niiton järjestelmissä. Jokaisen niiton osalta sadon määrän ja laadun kehitystä seurattiin kahden viikon ajan korjuuaikavertailussa, viidestä näytteenottoajankohdasta keskimääräinen oli samana päivänä kuin kasvijaivertailussa vastaavan ruokohelven niitto. Rehuarvon määrittämiseksi analysoitiin orgaanisen aineen

sulavuus (*in vitro*), typpipitoisuus, tuhka ja NDF-kuitu. Kasvukausien säätiedot on ilmoitettu taulukossa 1.

Taulukko 1. Keskilämpötila ja sademäärä kuukausittain toukokuusta syyskuuhun kasvukauden tehoisan lämpötilan summa vuosina 2000 – 2003, sekä pitkäaikaiset keskiarvot Ruukissa.

Kuukausi	2000 2001 2002 2003 1961-1990					2000 2001 2002 2003 1961-1990				
	keskilämpötila, °C					sademäärä, mm				
toukokuu	8,9	6,5	9,3	8,3	7,7	24	39	28	83	36
kesäkuu	13,1	14,1	15,0	12,4	13,2	112	94	31	7	49
heinäkuu	16,3	16,5	17,5	19,3	15,4	48	103	92	83	61
elokuu	13,1	13,4	15,8	13,9	13,1	97	69	51	34	71
syyskuu	8,2	9,0	7,8	9,0	8,0	29	64	59	30	57
keskimäärin (touko - syys)	11,9	11,9	13,1	12,6	11,5	62	74	52	47	55
tehoisan lämpötilan summa (> 5°C)	1245	1227	1357	1240	1042					

Kasvustot perustettiin kesällä 2000 ilman suojakasvia. Koelohkon maalaji oli multava karkea hieta (mKHt). Ennen kokeiden perustamista vanha kasvusto oli hävitetty glyfosaattivalmisteella. Lannoitus tehtiin ympäristötuen tarkennettujen tasojen mukaan viljavuusanalyysin tietojen perusteella. Tyypeä käytettiin satovuosina kahden niiton järjestelmässä 100 + 100 kg ha⁻¹ ja kolmen niiton järjestelmässä 100 + 100 + 50 kg ha⁻¹.

Aineistojen tilastollinen testaus tehtiin SAS 8.12 -ohjelmistolla. Tulokset analysoitiin varianssianalyysillä käyttäen MIXED-proseduuria. Kenttäkokeet toteutettiin lohkoittain satunnaistettuina eli tilastollinen rakennemalli havainnolle oli $\chi_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$ ja yhdistetylle havainnolle yli koevuosien $\chi_{ijk} = \mu + \alpha_i (\gamma_k) + \beta_j + \gamma_k + \beta_j * \gamma_k + \varepsilon_{ijk}$. Koekäsittelyjen parivertailut tehtiin Tukeyn testillä.

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Kahden niiton järjestelmässä ruokohelven tuottama kuiva-ainesadon määrä oli selvästi suurempi kuin muiden vertailussa olleiden nurmikasvien (taulukot 3, 4 ja 5). Kolmen niiton järjestelmässä ruokohelven toisen ja kolmannen sadon määrä jäi alhaiseksi ja kokonaissadon määrä oli alempi kuin muilla nurmikasveilla. Ruokohelven kuiva-ainesadon määrä aleni myös ensimmäisessä sadossa kolmen niiton järjestelmässä verrattuna kahden niiton järjestelmään koesarjan aikana (taulukko 3).

Taulukko 2. Ruokohelven D-arvon muutos laskettuna lämpösumman (TLS) ja kasvuajan (VRK) mukaan eri korjuukerroilla ja eri korjuujärjestelmissä Ruukissa vuosina 2001-2003.

Korjuukerta	Yhtälö	vakio		kulmakertoimen mallin		
		p-arvo	SEM	p-arvo	SEM	selitysaste
1. sato	D-arvo=870,71 – 0,9710 x TLS _(kasvukauden alusta)	***	12,170	***	0,0323	***
2. sato, (3 korj.)	D-arvo=759,55 – 0,4393 x TLS _(edellisestä niitosta)	***	9,174	***	0,0151	**
1. sato	D-arvo=1056,49 - 8,8312 x VRK _(kasvukauden alusta)	***	42,724	***	0,5989	***
2. sato, (2 korj.)	D-arvo=486,57 + 0,3272 x VRK _(edellisestä niitosta)	***	31,415		0,4370	
2. sato, (3 korj.)	D-arvo=797,75 – 6,1120 x VRK _(edellisestä niitosta)	***	12,545	***	0,3328	***
3. sato, (3 korj.)	D-arvo=794,79 – 5,2751 x VRK _(edellisestä niitosta)	***	25,444	***	0,6531	*

Vakion ja kulmakertoimen p-arvot (p<0,05=*, p<0,01=**, p<0,001=***) ja keskiarvon keskivirhe (SEM) sekä koko mallin selitysaste ilmoitettu.

Ruokohelven kokonaissatomäärä lisääntyi kasvuston ikääntyessä sekä kahden, että kolmen niiton järjestelmissä koko kolmivuotisen koesarjan ajan, missä suhteessa ruokohelppi poikkesi muista vertailussa olleista nurmikasvilajeista (taulukko 3). Timoteilla ja rehukattaralla kokonaissato pysyi kaikkina vuosina samalla tasolla (taulukko 3). Ruokonadan kuiva-ainesadon määrä aleni toisena kasvukautena ensimmäisessä sadossa talvituhojen takia (taulukko 3), muilla kasveilla ei talvituhoja ollut. Ruokohelven kevättiheys oli silmävaraisessa arvioinnissa alhaisempi kuin muilla nurmikasveilla (tuloksia ei esitet-

ty). Ruokohelven syystiheyksien (tuloksia ei esitetty) ja satomäärien perusteella ruokohelvi ei kuitenkaan kärsinyt merkittävästi talvihuhoista. Selityksenä on ruokohelven alhaisempi versoluku muihin nurmikasveihin, kuten timoteihin verrattuna, mikä on todettu aikaisemmissa tutkimuksissa (Pahkala ym. 1996).

Taulukko 3. Eri nurmikasvien kuiva-ainesadot Ruukissa vuosittain 2001-2003.

2001

Koejäsen	1. sato, kg ha ⁻¹		2. sato, kg ha ⁻¹		3. sato, kg ha ⁻¹		Kokonaissato, kg ha ⁻¹	
Timotei	4307	a	5347	b			9654	a
Ruokonata	3309	b	7187	a			10495	a
Rehukattara	4888	a	5638	b			10525	a
Ruokohelvi, 2 niittoa	2897	c	6676	a			9573	a
Ruokohelvi, 3 niittoa	2732	c	1881	c	925		5538	b
keskimäärin	3627		5346				9157	
P-arvo	***		***				***	
SEM	207,9		205,6				342,8	

2002

Timotei	4062	ab	4648	b			8710	b
Ruokonata	2326	b	4950	b			7275	bc
Rehukattara	4518	a	4943	b			9461	ab
Ruokohelvi, 2 niittoa	3740	ab	7783	a			11523	a
Ruokohelvi, 3 niittoa	3016	ab	2185	c	664		5865	c
keskimäärin	3532		4902				8567	
P-arvo	*		***				***	
SEM	429,9		314,4				642,0	

2003

Timotei	3759	b	5782	b			9540	c
Ruokonata	2874	c	6790	b			9664	c
Rehukattara	5097	a	5904	b			11002	b
Ruokohelvi, 2 niittoa	3887	b	8491	a			12378	a
Ruokohelvi, 3 niittoa	3466	c	2843	c	1600		6908	d
keskimäärin	3817		5962				9898	
P-arvo	***		***				***	
SEM	239,4		248,9				274,6	

Koekäsittelyiden tilastollinen merkitsevyys: * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$. Tasokeskiarvot, joiden indeksissä ei ole yhteistä kirjainta, eroavat parittaisen vertailun mukaan merkitsevästi 5 % riskitasolla. Keskiarvon keskivirhe (SEM) on ilmoitettu eri käsittelyille.

Korkeimmat sadot ensimmäisessä niitossa olivat rehukattaralla ja timoteilla (taulukot 3 ja 4). Ruokohelven ja –nadan sadot olivat matalampia hitaamman alkukehityksen vuoksi. Ruokonadan kuiva-ainesato oli toisessa niitossa selvästi korkeampi kuin timotein ja rehukattaran (taulukot 3 ja 4), syynä eron on ruokonadan parempi jälkikasvukyky. Ruokonadan ja timotein D-arvot ensimmäisessä niitossa olivat ruokohelpeä ja rehukattaraa korkeampia jokaisena koevuotena (taulukko 4).

Korjuuaikavertailussa ruokohelven ensimmäisen sadon D-arvo aleni lineaarisesti lämpösumman lisääntyessä (taulukko 2 ja kuva 1A). Myös aika kasvukauden alusta selitti hyvin D-arvon muutosta (taulukko 2). D-arvon lasku ruokohelven ensimmäisessä sadossa oli nopeampaa kuin esimerkiksi timoteilla on todettu (Rinne ym. 2002). NDF:n pitoisuudet olivat nurminadalla matalimmat ja ruokohelvellä sekä rehukattaralla korkeimmat ensimmäisessä niitossa (taulukko 4). Ruokohelven ja –nadan raakavalkuaispitoisuus ensimmäisessä niitossa oli selvästi korkeampi kuin timotein tai rehukattaran (taulukko 4). Korjuuaikavertailussa ruokohelven NDF-pitoisuus lisääntyi kasvuston vanhentuuessa ja vastaavasti raakavalkuaispitoisuus laski selvästi (kuva 1).

Taulukko 4. Eri nurmikasvien kuiva-ainesato, sadon laatu ja rehuyksikkösato eri niitoissa keskimäärin Ruukissa vuosina 2001-2003. Tilastollisen testauksen selitykset ilmoitettu taulukossa 3.

1. sato

Koejäsen	Sato, kg ha ⁻¹	Ka, g kg ⁻¹	D-arvo, g kg ⁻¹ ka	NDF, g kg ⁻¹ ka	RV, g kg ⁻¹ ka	Ry ha ⁻¹
Timotei	4042	b 187,5	b 654,6	b 527,0	c 145,8	b 3611
Ruokonata	2836	c 185,2	b 671,0	a 456,4	d 169,4	a 2595
Rehukattara	4834	a 202,0	a 620,4	c 552,3	ab 150,1	b 4097
Ruokohelpi, 2 niittoa	3508	b 182,8	b 601,2	d 559,2	a 167,3	a 2879
Ruokohelpi, 3 niittoa	2738	c 188,1	b 614,1	cd 539,5	bc 174,0	a 2283
keskimäärin	3592	189,1	632,3	526,9	161,3	3093
P-arvo	vuosi	***	***	***	**	
	koejäsen	***	***	***	***	***
	vuosi*koejäsen	*	**	***	***	*
SEM	vuosi	199,3	2,54	4,10	5,17	2,46
	koejäsen	178,0	2,67	3,90	4,19	2,80
	vuosi*koejäsen	308,4	4,63	6,76	7,26	4,84

2. sato

Koejäsen	Sato, kg ha ⁻¹	Ka, g kg ⁻¹	D-arvo, g kg ⁻¹ ka	NDF, g kg ⁻¹ ka	RV, g kg ⁻¹ ka	Ry ha ⁻¹
Timotei	5259	c 228,5	c 597,1	b 533,9	ab 110,2	b 4295
Ruokonata	6309	b 196,6	d 621,3	a 504,8	b 103,1	bc 5350
Rehukattara	5495	c 247,1	b 566,4	c 554,1	ab 113,5	b 4258
Ruokohelpi, 2 niittoa	7650	a 269,9	a 502,8	d 581,8	a 93,3	c 5265
Ruokohelpi, 3 niittoa	2303	d 166,9	e 619,1	a 520,3	ab 218,9	a 1937
keskimäärin	5403	221,8	581,3	539,0	127,8	4221
P-arvo	vuosi	***	***			***
	koejäsen	***	***	***	**	***
	vuosi*koejäsen	***	***	***		***
SEM	vuosi	129,8	3,69	2,49	1,02	2,84
	koejäsen	150,2	4,13	3,10	1,32	3,42
	vuosi*koejäsen	260,2	7,16	5,56	2,29	5,92

3. sato

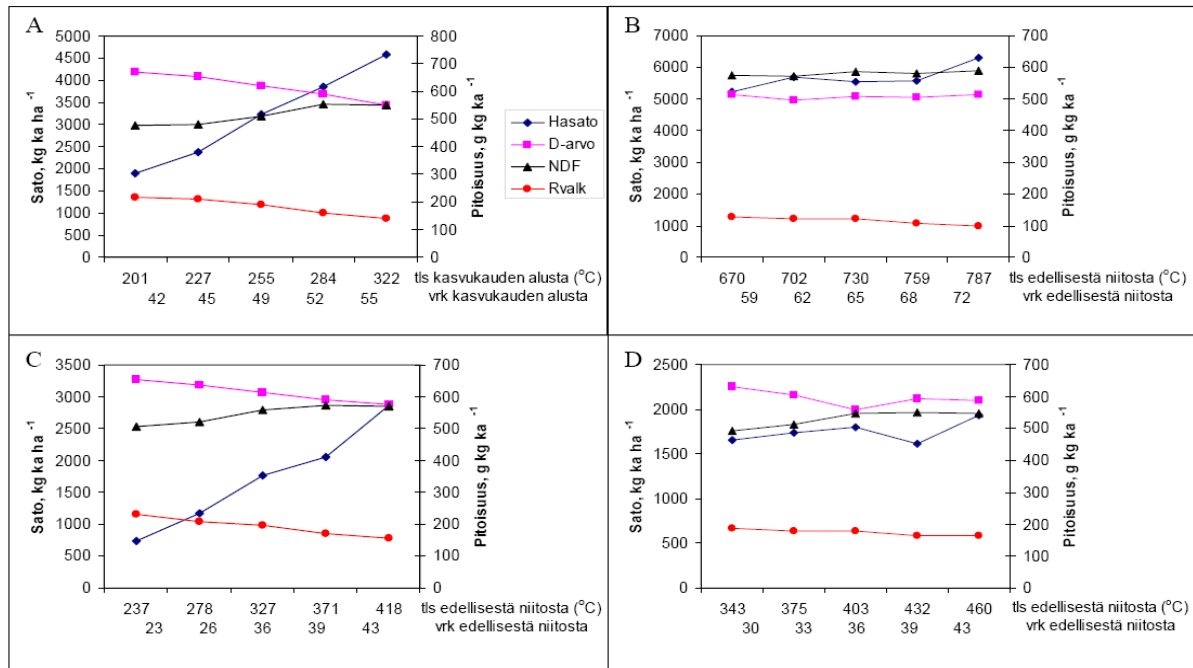
Koejäsen	Sato, kg ha ⁻¹	Ka, g kg ⁻¹	D-arvo, g kg ⁻¹ ka	NDF, g kg ⁻¹ ka	RV, g kg ⁻¹ ka	Ry ha ⁻¹
Ruokohelpi, 3 niittoa	1063	168,4	591,9	528,1	180,6	871
P-arvo	vuosi	***	***	***	*	***
SEM	vuosi	42,0	2,37	5,65	9,06	3,93

Toisessa niitossa kaikkien kasvilajien D-arvot olivat selvästi ensimmäistä niittoa alempia. Korkeimmat D-arvot toisessa niitossa olivat ruokonadalla ja ruokohellillä kolmen niiton järjestelmässä. Niiton jälkeen kertynyt lämpösumma selitti ruokohelven D-arvon laskun erittäin hyvin toisessa korjuussa kolmen niiton järjestelmässä (taulukko 2). Kahden niiton järjestelmässä olleen ruokohelven D-arvo oli kaikkein heikoin (taulukko 4). Ruokonadan NDF:n määrä oli alhaisin toisessa niitossa. Kahden niiton järjestelmässä olleen ruokohelven ja rehukattaran NDF:n pitoisuudet olivat selvästi korkeampia kuin muilla nurmikasveilla. Korjuuaikakokeessa ruokohelven NDF-pitoisuus ei toisessa sadossa noussut kasvuston ikääntyessä (kuva 1B), kun ruokohelpeä viljeltiin kahden niiton järjestelmässä. Syynä oli kasvuston vanhentuminen jo ennen toisen sadon korjuuseurannan aloittamista. Ruokohelven kuitupitoisuuden nousu pysähtyy kasvuston ikääntyessä, vastaava on todettu myös raakakuidun osalta (Pahkala ym. 1994). Ruokohelven raakavalkuaispitoisuus kuitenkin laski kasvuston ikääntyessä (kuva 1), mikä vastaa aikaisempia havaintoja (Pahkala ym. 1994). Lämpösumman kertymä edellisen niiton jäl-

keen ei enää selittänyt ruokohelven D-arvon muutoksia viimeisessä niitossa kummassakaan korjuujärjestelmässä. Tämä vastaa muilla nurmikasveilla tehtyjä havaintoja (Rinne ym. 2002).

Taulukko 5. Eri nurmikasvien kuiva-ainesato rehuysikkösato keskimäärin Ruukissa vuosina 2001-2003. Tilastollisen testauksen selitykset ilmoitettu taulukossa 3.

Koejäsen	Sato, kg ha ⁻¹	Ry ha ⁻¹
Timotei	9301	b 7906
Ruokonata	9145	b 7945
Rehukattara	10329	a 8355
Ruokohelpi, 2 niittoa	11158	a 8145
Ruokohelpi, 3 niittoa	6104	c 5091
keskimäärin	9207	7488
P-arvo	vuosi *	**
	koejäsen ***	***
	vuosi*koejäsen ***	***
SEM	vuosi 251,8	193,2
	koejäsen 259,3	211,4
	vuosi*koejäsen 449,1	366,2



Kuva 1. Ruokohelven kuiva-ainesadon määrän, D-arvon, NDF- ja raakavalkuaispitoisuuden muutos ensimmäisessä sadossa (A), kahden niiton korjuujärjestelmän toisessa sadossa (B), kolmen niiton korjuujärjestelmän toisessa (C) ja kolmannessa sadossa (D) lämpösunnan ja ajansuhteen Ruukissa vuosina 2001-2003.

Kolmen niiton järjestelmässä ruokohelven D-arvon muutos pystyttiin selittämään edellisestä korjuusta kuluneella ajalla (taulukko 2), mikä myös vastaa muilla nurmikasveilla tehtyjä havaintoja (Rinne ym. 2002). D-arvon aleneminen ruokohelven jälkikasvussa myöhemmissä niitoissa oli hieman hitaampaa kuin ensimmäisessä sadossa (taulukko 2 ja kuvat 1B ja 1C).

Johtopäätökset

Ruokohelpi tuottaa sopivissa olosuhteissa muita nurmikasveja korkeampia kuiva-ainesatoja. Ensimmäisessä niitossa ruokohelven D-arvo laskee kuitenkin nopeasti. Tavoiteltaessa hyvää rehuarvoa on ruokohelven ensimmäinen sato korjattava aikaisemmin kuin muiden nurmikasvien. Koesarjan perusteella ensimmäisen sadon korjuu on tehtävä viimeistään 45 vuorokauden kuluttua kasvukauden alkamisesta tai kun tehoisan lämpösunnan kertymä on 225-230 astetta. Kahden niiton järjestelmää ei

ruokohelvelle voi suositella. Kahden niiton järjestelmässä korjuuiden väli muodostuu liian pitkäksi ja toisessa sadossa ruokohelven sulavuus ehtii heikentyä liikaa. Kolmen niiton järjestelmässä toisen sadon korjuun optimaalinen korjuuajankohta määrän ja laadun suhteen on tulosten perusteella viisi viikkoa ensimmäisen sadon korjuun jälkeen. Mikäli toinen korjuu tehdään liian aikaisin sadon määrä jää alhaiseksi. Kolmannessa niitossa ruokohelven laadun muutokset ovat vähäisiä ja niiton ajankohtaa voikin siirtää myöhemmäksi, jolloin myös sadon määrä on suurempi. Viimeisen niiton jälkeen ruokohelpi tarvitsee vähintään neljän viikon pituisen jakson karaistumista varten ennen kasvukauden loppua.

Ruokohelpeä ei voida tulosten perusteella suositella ensisijaiseksi vaihtoehdoksi korkeatuotoisille lypsylehmille. Ruokohelpisäilörehu sopii hyvin esimerkiksi emolehmien talvikauden ruokintaan, koska emolehmien ruokinnassa rehunsulavuuden ei tarvitse olla yhtä korkea kuin lypsylehmillä tai loppukasvatettavilla sonneilla.

Kirjallisuus

- Donker, J. D., Bhargava, P. K., Jordan, R. M., Marten G. C.** 1976. Effects of drying on forage quality of alfaalfa and reed canarygrass fed to lambs. *Can. J. Plant Sci.* 56:837-845.
- Frellich, J. R. & Marten, G. C.** 1972. Factors influencing indole alkaloids in reed canarygrass, *Phalaris arundinacea* L. *Agron. Abstr.* s. 68.
- Hovin, A. W., Solber, Y., Myhr, K.** 1980. Alkaloids in Reed canary grass Grown in Norway and the USA. *Acta Agric. Scan.* 30:211-215.
- Marten, G. C.** 1973. Alkaloids in reed canarygrass. In: A. G. Matches (eds.). *Antiquality components of forages.* Special Publish 4 Crop Science Society America. Madison, Wisconsin, USA. 15-31.
- Marten G. C. & Hovin, A. W.** 1980. Harvest schedule, persistence, yield and quality interactions among four perennial grasses. *Agronomy Journal.* 72:378-387.
- Marum, P. & Hovin A. W.** 1979. Cell wall constituents in plant parts of reedcanary clones. *Crop Sci.* 19:280-284.
- Miller, D. A.** 1984. *Forage Crops.* McGraw-Hill book company. 530 s.
- Pahkala, K., Mela, T. & Laamanen, L.** 1994. Agrokuidun tuotanto- ja käyttömahdollisuudet Suomessa. Alustavan tutkimuksen loppuraportti 1990-1992. Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 12/94. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 55 p.
- Pahkala, K., Mela, T., Hakkola, H., Järvi, A., Virkajärvi, P.** 1996. Agrokuidun tuotanto ja käyttö Suomessa. Tutkimuksen loppuraportti, I osa. Agrokuitukasvien viljely. Viljelytoimenpiteiden ja lajikevalinnan vaikutus agrokuitukasvien satoon ja kivennäiskoostumukseen. Maatalouden tutkimuskeskus, sarja A 3: 68 s. + liitt. 15 s.
- Pahkala, K., Isoaho, M., Partala, A., Suokannas, A., Kirkkari, A.-M., Peltonen, M., Sahramaa, M., Lindh, T., Paappanen, T., Kallio, E., Flyktman, M.** 2005. Ruokohelven viljely ja korjuu energian tuotantoa varten. 2. korjattu painos. *Maa- ja elintarviketalous* 1: 31 s.
- Pelletier, S. W.** 1970 The plant alkaloids - general information. -In: *Chemistry of the Alkaloids.* Van Norstrand Reinholdt Co., New York. 1-10.
- Powelson, D. S., Riche, A. B., Shield, I.** 2005. Biofuels and other approaches for decreasing fossil fuel emissions from agriculture. *Ann. Appl. Biol.* 146 (2):193-201.
- Østrem, L.** 1987. Studies on genetic variation in reed canarygrass, *Phalaris arundinacea* L. I. Alkaloid type and concentration. *Hereditas* 107:235-248.
- Ravantti, S.** 1980. Ruokohelpi – millainen heinäkasvi. Koetoiminta ja käytäntö 5.2.1980.
- Rinne, M., Huhtanen, P., Aura, E., Tirkkonen, L., Nousiainen, J., Hellämäki, M., Mattila, I., Nikander, H., Virkajärvi, P., Isoaho, M., Järvenranta, K.** 2002. Nurmen korjuuajan optimoiminen kasvumallien avulla. In: toim. Oiva Niemeläinen, Mari Topi-Hulmi. Nurmirehun kilpailukyvyyn parantaminen -tutkimusohjelman päätöseminaari 18.4.2002. Suomen Nurmeyhdistyksen julkaisu 17: p. 29-43.
- Salo, R. (toim.).** 2000. Biomassan tuottaminen kuidun ja energian raaka-aineeksi. Tutkimuksen loppuraportti, osa I. Ruokohelven jalostus ja viljely. Maatalouden tutkimuskeskus, sarja A 84: 86 s. liitt. 1 s.
- Sheaffer, C. G., Marten, G. C., Martin, N. P., Miller, D. W., Rabas, D. L.** 1990. Reed Canarygrass. *Station Bulletin* 595-1990. Minnesota Agricultural Experiment Station, University of Minnesota. St. Paul, Minnesota. (AD-SB-5533).
- Woods, D. L. & Clark, K. W.** 1971. Genetic control and seasonal variation of some alkaloids in reed canarygrass. *Can. J. Plant Sci.* 51:323-329.