

Maissin soveltuvuus rehukasviksi Keski-Suomessa

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

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

Kokeessa 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 rehumaissille sopiva typpilannoitustaso laskemalla typpitaseet, koska nykyinen typpisuositus tuntuu maissille liian alhaiselta. Ruutukokeissa oli mukana kolme aikaista saksalaista maissilajiketta: Kreel, Kougur 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. Koeruutujen kylvötiheys oli 12 kpl/m² ja riviväli 45 cm. Korjuu suoritettiin syyskuussa.

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. 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, 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 korkeimmallakin lannoitustasolla vielä -27 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 lihanautoille. Nurmirehuihin verrattuna matala raakavalkuaispitoisuus voidaan nähdä etuna, sillä se parantaa typen hyväksikäyttöä.

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

Johdanto

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 rehumaissille sopiva typpilannoitustaso laskemalla typpitaseet, koska nykyinen typpisuositus tuntuu maissille liian alhaiselta.

Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksessa testattiin maissin menestymistä MTT Maaningan, Ruukin ja Ylistaron toimipisteissä vuosina 2010 ja 2011. Ruutukokeissa oli mukana kolme aikaista (FAO 160–170) 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 menestynyt lajike arvioitiin visuaalisesti paikkakunnittain ja siitä määritettiin ruuduittain sadon kasvinosakoostumus (tähdät ilman suojuslehtiä, lehti- ja korsifraktio), rehujen kemiallinen koostumus ja rehuarvot: raakavalkuainen (AOAC 1990), tuhka (AOAC 1990), tärkkelys (Salo & Salmi 1968), orgaanisen aineen sellulaasiliukoisuus (Huhtanen ym. 2006), NDF (van Soest ym. 1991) sekä kivennäis- ja hivenainekoostumus (Luh Huang & Schulte 1985). Muilta lajikkeilta määritettiin vastaavat rehuarvot ruuduilta, jotka saivat typpilannoituksen 100 kg/ha. D-arvot laskettiin tuhkasta ja sellulaasiliukoisuudesta käyttäen kokoviljasäilörehulle tarkoitettua muunnoskaavaa (Huhtanen ym. 2006).

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 kerranexkasvilaji-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 tähdäfraktio ja lehti- ja korsifraktio.

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. Maissi lähti kasvuun erittäin hitaasti ja vahva kasvu alkoi vasta heinäkuun puolen välin jälkeen. Pisimmät yksilöt ylsivät kolmimetrisiksi.

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

Satotaso

Maissin kuiva-ainesadot vaihtelivat runsaasti vuosittain ja paikkakunnittain, joten tuloksia ei testattu muuttujien suhteen yli vuosien ja tulokset käsiteltiin paikkakuntakohtaisesti. Vuonna 2010 lajike vaikutti merkittävästi satotasoon vain Ruukissa (Taulukko 2). 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. Lähes samoihin satolukui-

hin 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.

Koevuonna 2011 maissi tuotti yli kaksinkertaisen sadon verrattuna vuoteen 2010 ja lajikkeet erosivat merkittävästi toisistaan kaikilla koepaikkakunnilla (Taulukko 2). Keskimäärin kokeen satotaso oli tällöin 14 400 kg ka/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 hyvin tuottaen keskimäärin satoa noin 12 000 kg ka/ha. Tämä johtui todennäköisesti koepaikkojen multavista kasvualustoista, joista vapautui tehokkaasti typpeä kasvin käyttöön, kun kasvukausi oli lämmin ja kostea. Heikommin menestyneet Kougar- ja Kentaurus-lajikkeet tuottivat typpilannoittamattomilla ruudulla 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 sadontuotokyvyyssä Kreel-lajikkeesta lähes 3 000 kg ka/ha.

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

		2010			2011		
		Maaninka	Ruukki	Ylistaro	Maaninka	Ruukki	Ylistaro
Korjuupvm		20.9.	13.9.	27.9.	21.9.	13.9.	28.9.
Korjuupv:n lämpösumma (°C vrk)		1426	1163	1368	1412	1254	1446
Lajike	N-taso						
Kentaurus	0	4890	5530	6070	9570	10160	13370
Kentaurus	50	7140	7890	4800	14120	12120	14210
Kentaurus	100	7260	8240	4950	15990	14230	13170
Kentaurus	150	9510	7470	7610	15690	14870	13490
Kentaurus	200	9420	8040	5920	18840	13470	11760
Kougar	0	2290	5410	4260	9470	9370	11540
Kougar	50	4530	7940	5470	13330	10910	10020
Kougar	100	6050	7800	4210	17910	13650	11830
Kougar	150	7790	7540	5460	18420	14280	11560
Kougar	200	6970	6990	4330	19120	14390	10230
Kreel	0	5210	6890	4650	12750	9820	13700
Kreel	50	7080	9460	5860	16320	14540	14500
Kreel	100	9580	9160	5140	20760	16950	14780
Kreel	150	9120	9910	4810	21070	17280	14870
Kreel	200	10010	9540	5880	25820	15150	16910
SEM*		1488	582	971	1135	764	743
Lajike							
Kentaurus		7650	7430	5870	14840	12970	13200
Kougar		5530	7140	4740	15650	12520	11030
Kreel		8200	8990	5270	19340	14750	14950
SEM*		1343	412	667	512	440	332
N-taso							
0		4130	5940	4990	10600	9790	12870
50		6250	8430	5380	14590	12520	12910
100		7630	8400	4770	18220	14940	13260
150		8810	8310	5960	18390	15470	13310
200		8800	8190	5380	21260	14340	12970
SEM*		1297	399	561	655	459	429
<i>p</i> -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

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.

Typpitaseet

Typpilannoituksella oli merkitsevä vaikutus satoon Ruukissa ja Maaningalla molempina koevuosina. Ylistarossa ei typpilannoitukselle saatu tilastollista merkitsevyyttä 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. 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. Typpimäärät sadossa jäivät selvästi edellistä vuotta alhaisemmiksi vaihdellen välillä 9,1–11,3 g/kg ka. Typpitaseet 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. Typpitase jäi negatiiviseksi kaikilla muilla lannoitustasoilla paitsi 200 kg:n typpilannoituksella, tällöin tyypeä 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.

Rehuarvo

Maissikasvustojen raakavalkuaispitoisuus vaihteli koko aineistossa välillä 57–111 g/kg ka (Taulukko 5) vastaten kutakuinkin suomalaisten kokoviljasäilörehujen keskimääräisiä raakavalkuaispitoisuuksia (MTT 2012). 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 kuitupitoisuus vaihteli aineistossa välillä 505–594 g/kg ka. Keskimäärin kuitupitoisuus oli 542 g/kg ka. Typpilannoituksella ei ollut vaikutusta kasvuston kuitupitoisuuteen. Lannoitus vaikutti kasvuston tuhkapitoisuuteen ainoastaan Ruukissa vuonna 2011, jolloin tuhkapitoisuus oli typpilannoittamattomassa kasvustossa hieman korkeampi kuin typpilannoituksen saaneilta ruuduilta korjatuissa kasvustoissa.

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

Lajike	N-taso	Maaninka 2010				Ylistaro 2010				Ruukki 2010			
		Sato, kg ka/ha	N, g/kg ka	N-sato, kg/ha	N-tase, kg/ha	Sato, kg ka/ha	N, g/kg ka	N-sato, kg/ha	N-tase, kg/ha	Sato, kg ka/ha	N, g/kg ka	N-sato, kg/ha	N-tase, kg/ha
Kentaurus/Kreel*	0	4 890 ^a	12,3	58 ^a	-58 ^a	6 070	15,7	95	-95 ^a	6 890 ^a	11,9	63	-63
Kentaurus/Kreel*	50	7 140 ^{ab}	11,0	79 ^{ab}	-29 ^{ab}	4 800	16,4	79	-29 ^{ab}	9 450 ^b	12,8	97	-47
Kentaurus/Kreel*	100	7 260 ^{ab}	15,1	109 ^{bc}	-9 ^{bc}	4 950	17,0	84	16 ^b	9 160 ^{ab}	17,7	162	-62
Kentaurus/Kreel*	150	9 510 ^b	14,1	133 ^c	17 ^c	7 610	16,3	123	27 ^{bc}	9 910 ^b	16,5	154	-4
Kentaurus/Kreel*	200	9 420 ^b	14,8	137 ^c	63 ^d	5 920	17,6	105	95 ^c	9 540 ^b	16,8	162	38
SEM		1 731	1,07	22,6	22,6	1 078	0,55	18,4	18,4	707	Analyysinäytteessä kerran-		
<i>p</i> -arvo		0,008	0,093	0,001	<0,001	0,34	0,21	0,38	<0,001	0,018	teet yhdistetty.		

Lajike	N-taso	Maaninka 2011				Ylistaro 2011				Ruukki 2011			
		Sato, kg ka/ha	N, g/kg ka	N-sato, kg/ha	N-tase, kg/ha	Sato, kg ka/ha	N, g/kg ka	N-sato, kg/ha	N-tase, kg/ha	Sato, kg ka/ha	N, g/kg ka	N-sato, kg/ha	N-tase, kg/ha
Kreel	0	12 750 ^a	9,7	125 ^a	-125	13 700	13,0	179	-179 ^a	9 820 ^a	12,7 ^a	125 ^a	-125 ^a
Kreel	50	16 320 ^{ab}	9,1	149 ^{ab}	-99	14 500	14,0	203	-153 ^{ab}	14 540 ^b	12,4 ^a	181 ^b	-131 ^a
Kreel	100	20 760 ^{bc}	9,9	204 ^b	-104	14 780	13,8	203	-103 ^{bc}	16 950 ^b	13,8 ^a	233 ^c	-133 ^a
Kreel	150	21 070 ^{bc}	10,1	209 ^b	-59	14 870	14,6	218	-68 ^c	17 280 ^b	14,6 ^b	252 ^c	-102 ^a
Kreel	200	25 820 ^c	11,3	293 ^c	-93	16 910	14,7	249	-49 ^c	15 150 ^b	15,0 ^b	227 ^{bc}	-27 ^b
SEM		1 152	0,70	17,0	17,0	805	0,50	13,9	13,9	735	0,42	11,0	11,0
<i>p</i> -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 Kentaurus ja Ruukissa Kreel. Vuonna 2011 kaikilla paikkakunnilla Kreel. Määritykset tehtiin ainoastaan visuaalisesti parhaasta lajikkeesta.

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

Lajike	N-taso	Maaninka 2010				Ylistaro 2010				Ruukki 2010			
		Raakavalk. g/kg ka	NDF g/kg ka	Tuhka g/kg ka	D-arvo g/kg ka	Raakavalk. g/kg ka	NDF g/kg ka	Tuhka g/kg ka	D-arvo g/kg ka	Raakavalk. g/kg ka	NDF g/kg ka	Tuhka g/kg ka	D-arvo 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	Analyysinäytteessä kerranteet yhdistetty.			
<i>p</i> -arvo: N-taso		0,11	0,50	0,90	0,39	0,21	0,56	0,79	0,22				

Lajike	N-taso	Maaninka 2011				Ylistaro 2011				Ruukki 2011			
		Raakavalk. g/kg ka	NDF g/kg ka	Tuhka g/kg ka	D-arvo g/kg ka	Raakavalk. g/kg ka	NDF g/kg ka	Tuhka g/kg ka	D-arvo g/kg ka	Raakavalk. g/kg ka	NDF g/kg ka	Tuhka g/kg ka	D-arvo 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	2,0	6,0
<i>p</i> -arvo: N-taso		0,13	0,34	0,20	0,45	0,18	0,44	0,29	0,67	0,005	0,52	0,027	0,34

Samassa sarakkeessa eri kirjaimella merkityt eroavat tilastollisesti merkitsevästi 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.

Maissin D-arvo vaihteli aineistossa välillä 630–678 g/kg ka ollen siis rehautaulukoiden (724 g/kg ka) arvoa alhaisempi. Korkeimmat D-arvot mitattiin Maaningalla vuoden 2010 kasvustoissa (keskimäärin 670 g/kg ka) ja matalimmat Ruukissa myös vuonna 2010 (keskimäärin 635 g/kg ka). Typpilannoitus ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi kasvustojen D-arvoon.

Parhaiten menestyneestä lajikkeesta analysoitiin koepaikoittain 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 paras lajike oli Kentaurus, vuonna 2011 Kreel. Määritykset tehtiin ainoastaan parhaasta lajikkeesta.

		Ca	Mg	P	S	K	Na	Fe	Cu	Zn	Mn	
		g/kg ka						mg/kg ka				
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					

Yhteenveto ja johtopäätökset

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 heikommät. Toisaalta vuoden 2011 sadot ovat selvästi nurmirehusatoja korkeammat, mikä houkuttaa testaamaan maissin viljelyä Keski-Suomessa. Runsas maissisato käyttää tehokkaasti typpilannoitusta. Kokeen perusteella ainakin 150 kg/ha typpilannoitus olisi suositeltava. Typpitaseet jäävät tälläkin lannoitustasolla pääsääntöisesti selvästi negatiivisiksi. Parhaimmillaan maissisäilörehu on edullista ja rehuntuotanto rationaalista (suuri hehtaarisato, yksi korjuukerta kasvukaudessa). Ruokinnassa maissisäilörehun matala raakavalkuaispitoisuus voidaan nähdä etuna, sillä sen käyttö laskee rehuannoksen typpipitoisuutta, mikä puolestaan parantaa typen hyväksikäyttöä.

Maissin viljelyssä ja ruokintakäytössä on myös nähtävissä epävarmuustekijöitä. Koska maissi ei sovellu kovin hyvin Suomen kasvuolosuhteisiin, vuosittaiset satovaihtelut voivat olla suuria sekä rehun määrän että laadun osalta. Korjuuseen tarvitaan järeää kalustoa, jonka hankkiminen yksittäiselle tilalle on harvoin kannattavaa. Sulavuudeltaan maissisäilörehu ei ole erityisen hyvää. Kuitenkin jos tähkä ehtii kehittyä ja rehun tärkkelyspitoisuus on suuri, rehuarvo on parempi kuin varhaisemmassa kehitysvaiheessa korjatussa kasvustossa. Maissisäilörehun rehuarvot ovat samaa tasoa kuin kokoviljasäilörehuilla. Voidaankin olettaa, että maissisäilörehua voitaisiin käyttää kokoviljasäilörehun tapaan. Se voisi soveltua ainoaksi karkearehuksi emolehmille ja kasvaville lihanauodoille. Sen sijaan lypsylehmille maissisäilörehua ei voitane suositella ainoaksi karkearehuksi.

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. *Agric. Food Sci.* 15: 293–323.
- 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.
- MTT.** 2012. Rehautaulukot ja ruokintasuositukset. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Verkkojulkaisu. Saatavissa internetistä: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehautaulukot>
- Salo, M.-L. & Salmi, M.** 1968. Determination of starch by the amyloglucosidase method. *J. Sci. Agric. Soc. Finl.* 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. *J. Dairy Sci.* 74: 3583–3597.