

Sinimailasen kasvustorakenteen merkitys sadonmuodostukselle

Kirsi Mäkinieniemi¹⁾, Niina HUUHTANEN²⁾, Markku Niskanen¹⁾, Mervi Seppänen³⁾

¹⁾ Luonnonvarakeskus (Luke), Luonnonvarat ja biotuotanto/Tuotantojärjestelmät, Alapääntie 104, 61400 YLISTARO, kirsi.makiniemi@luke.fi, markku.niskanen@luke.fi

²⁾ Seinäjoen ammattikorkeakoulu (SeAMK), Elintarvike ja maatalous, Ilmajoentie 525, 60800 ILMAJOKI, niina.huuhtanen@seamk.fi

³⁾ Helsingin yliopisto, Maataloustieteiden laitos, Latokartanonkaari 5, 00014 HELSINGIN YLIOPISTO, mervi.seppanen@helsinki.fi

Tiivistelmä

Puhtaan sinimailaskasvuston kasvustorakennetta ei ole tiettävästi tutkittu Suomessa. Tässä artikkelissa selvitetään Luonnonvarakeskuksen ja Helsingin yliopiston yhteishankkeessa (Talvisopu) Ylistarossa tutkitun neljän sinimailaslajikkeeseen (Alexis, Lavo, Live ja Nexus) kasvustorakenteen vaikutusta sadon määrään ja laadun muodostumisessa kolmen niittokerran kokeessa kasvukaudella 2015. Näytteet leikattiin maanpinnasta, joten tulokset eivät vastaa tavanomaista viljelykäytäntöä.

Lajikkeet eivät eronneet toisistaan millään niittokerralla kuiva-ainesadon perusteella. Ensimmäisessä niitossa biomassaa oli keskimäärin 5350 kg ka/ha, toisessa 6700 kg ka/ha ja kolmannessa 3850 kg ka/ha. Ensimmäisessä niitossa versotiheys oli keskimäärin 1007 kpl/m², toisessa 870 kpl/m² ja kolmannessa 939 kpl/m². Toisessa ja kolmannessa niitossa versotiheydet olivat hieman pienemmät. Sinimailaslajikkeiden versopainoissa (ensimmäisessä niitossa 0,55 g, toisessa 0,80 g ja kolmannessa 0,43 g) oli selkeät erot kaikissa kolmessa niitossa, ja toiseen niittoon mennessä versopaino oli selvästi noussut. Kolmanteen niittoon mentäessä versopaino laski lähes puoleen toisesta niitosta. Lajikkeet erosivat ensimmäisessä niitossa toisistaan kasvustorakenteeltaan lukuun ottamatta kuolleen solukon osuutta kuiva-aineesta ja kolmannessa niitossa lukuun ottamatta lehden osuutta kuiva-aineesta, mutta toisessa niitossa lajikkeiden välisiä eroja ei havaittu. Varsiosuus oli keskimäärin 54 % ensimmäisessä ja vastaavasti 55 % ja 45 % toisessa ja kolmannessa niitossa, lehtiosuudet vastaavasti 41 %, 30 % ja 40 %. Lehti-varsisuhde pieneni merkittävästi ensimmäisestä niitosta toiseen, mutta nousi voimakkaasti kolmannessa niitossa. Kuollutta materiaalia oli suhteellisen vähän (2 % ensimmäisessä, 4,3 % toisessa ja 3,3 % kolmannessa niitossa).

Lajikkeiden rehuarvot poikkesivat ensimmäisessä niitossa toisistaan pelkistävien sokereiden ja tuhkapitoisuuden osalta. Toisessa niitossa lajikkeiden välisiä eroja rehuarvoissa ei havaittu raakavalkuaispitoisuutta lukuun ottamatta. Kolmannessa niitossa lajikkeiden välisiä eroja oli useimmissa tutkituissa rehuarvomääreissä (raakavalkuainen, D-arvo, iNDF-kuitu ja tuhkapitoisuus). Sinimailasen kokokasvuston D-arvot ja siten myös ME-arvot olivat erittäin matalia: ensimmäisessä niitossa D-arvo oli keskimäärin 625 g/kg ka (10,0 MJ/kg ka), toisessa 598 g/kg ka (9,6 MJ/kg ka) ja kolmannessa 617 g/kg ka (9,9 MJ/kg ka). Sokeripitoisuudet olivat matalia ja laskivat voimakkaasti ensimmäisen niiton tasosta (100 g/kg ka) toiseen niittoon tultaessa (58 g/kg ka) ja edelleen kolmanteen niittoon mennessä (39 g/kg ka). NDF-kuidun pitoisuudet olivat melkein samantasoiset ensimmäisessä ja kolmannessa niitossa (433-446 g/kg ka), toisessa niitossa hieman korkeammat (503 g/kg ka). Tuhkapitoisuudet eivät nousseet korkeiksi edes huonosti sulavissa kasvinosissa.

Kasvuston korkeuden ja varsiosuuden kasvu ennustivat kuiva-ainesadon kasvua sekä D-arvon laskua. Lajikkeiden versotiheys tai versopaino ei vaikuttanut kuiva-ainesatoon tai keskeisiin rehuarvoihin. Kasvuston kehitysasteen muutos ja kasvuston korkeuskasvu selittivät erityisesti kuitupitoisuuksien kohoamista sekä D-arvon laskua, mutta eivät vaikuttaneet sadon raakavalkuaispitoisuuteen. Korkeammalla lehti-varsi-suhteella oli yli lajikkeiden ja niittokertojen taipumus kohottaa D-arvoa 0,58 g/kg ka ja raakavalkuaispitoisuutta 0,94 g/kg ka jokaista lehti-varsisuhteen prosenttia kohti sekä laskea NDF-pitoisuutta 1,54 g/kg ka ja iNDF-pitoisuutta 1,03 g/kg ka. Kuolleen solukon osuus oli niin pieni, ettei sillä ollut vaikutusta rehuarvoihin.

Suomessa olisi tärkeää tehdä sinimailasen korjuuajakokeita, joissa selvitetään D-arvon ja kuitupitoisuuksien kehitystä eri kehitysasteilla korjuuajakaasuosoitusten uudistamiseksi. Suomessa menestyvien sinimailaslajikkeiden lehti-varsi-suhdetta tulisi selvittää.

Asiasanat

Sinimailanen, kasvustorakenne, lehti-varsi-suhde, rehuarvot

Johdanto

Puhtaan sinimailaskasvuston kasvustorakennetta ei ole tiettävästi tutkittu Suomessa. Luonnonvarakeskus Ylistarossa toteutettavan sinimailaskokeen tarkoituksena on selvittää eri dormanssiluokkiin kuuluvien sinimailaslajikkeiden kehitysrytmiä, talvenkestävyyttä, sadontuottoa ja rehulaatua kolmen niiton strategiassa. Tässä artikkelissa selvitetään neljän sinimailaslajikkeen kasvustorakenteen vaikutusta sadon määrän ja laadun muodostumisessa.

Aineisto ja menetelmät

Luonnonvarakeskus Ylistarossa tutkitaan vuosina 2014 - 2016 sinimailaslajikkeiden talvenkestävyyttä, sadon ja laadun kehitystä sekä näiden yhteyksiä toisiinsa. Koe on perustettu kesällä 2014 neljänä kerranteena ja puhtaina sinimailaskasvustoina viidellä eri lajikkeella, joista tässä kokeessa käytettiin neljää eri dormanssiluokkiin kuuluvaa lajiketta: Alexis, Lavo, Live ja Nexus. Kylvötiheys oli kaikilla lajikkeilla 700 kpl/m². Maalajina on multava HHT, jonka pH on 6,3. Perustamislannoituksessa annettiin väkilannoitteena 30 kg N/ha, 3 kg P/ha ja 3 kg K/ha. Ensimmäisenä satovuonna kevätlannoitus tehtiin heti kasvukauden alettua antamalla väkilannoitteena 40 kg N/ha, 4 kg P/ha ja 4 kg K/ha. Toisen ja kolmannen sadon lannoitukset tehtiin muutama päivä edeltäneen niiton jälkeen antamalla väkilannoitteena toiselle sadolle 33 kg N/ha, 10 kg P/ha ja 41 kg K/ha ja kolmannelle sadolle 20 kg N/ha, 0 kg P/ha ja 38 kg K/ha.

Ennen niittoa kasvustojen korkeus määritettiin mittaamalla kasvuston keskimääräinen ojennettu pituus mittanauhalla (cm). Samalla määritettiin kasvustojen keskimääräinen kehitysaste käyttäen palkokasveille (ennen kaikkea härkäpavulle) luotua BBCH-asteikkoa (Lancashire ym. 1991). Näytteet kasvustorakenteen määrittämistä varten leikattiin ennen varsinaista koeniittoa 50x50 cm kehikolla maanpinnasta (sängenkorkuus 0 cm). Ensimmäisen sadon niitto ajoitettiin aikaiselle nuppuvaiheelle (16.6.2015) ja toisen sadon niitto aivan kukinnan alkuun (5.8.2015, jolloin 5 % nupuista avautunut), kolmas niitto tehtiin hieman ennen kukintaa (9.9.2015). Kehikonäytteistä määritettiin tuore kehikkosato, versojen lukumäärä ja kuiva-ainepitoisuus, joiden perusteella laskettiin maanpäällinen hehtaarisato (kg ka/ha), versotiheys (kpl/m²) ja versopaino (g ka/verso). Edustava osa kehikonäytteestä fraktioitiin neljään osaan: korteen, lehtiin ja kukkanappuihin, kuolleeseen solukkoon (sisältäen myös kokonaan kuolleet versot) ja rikkakasveihin (sisältäen myös mahdollisen edellisen kasvukauden tai niittokerran kuolleen sängän). Fraktiot kuivattiin 24 h +60 °C:ssa ja niistä määritettiin kuiva-ainepitoisuudet, joiden perusteella laskettiin fraktioiden osuudet maanpäällisestä kasvustosta ja lehti-varsi-suhde. Rikkakasvifraktiota lukuun ottamatta kaikista fraktioista analysoitiin keskeisimmät rehuarvot (NIRS palkokasvikalibraatiolla tilattuna, Valio Oy:n rehulaboratorio, Seinäjoki), minkä jälkeen laskettiin maanpäällisen sinimailaskasvuston (poislukien rikkakasvien osuus) rehuarvot fraktioiden osuuksien perusteella painotettuina keskiarvoina.

Tulokset laskettiin SAS-tilasto-ohjelmalla (versio 9.4 ja SAS Enterprise Guide 7.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) käyttäen varianssianalyysin sekamallia (MIXED Procedure), jossa lajike oli kiinteä muuttuja, kerranne satunnaismuuttuja ja tilastollisen merkitsevyyden raja p-arvo 0,10. Parivertailuissa käytettiin Tukeyn testiä. Regressiot analysoitiin linearisella regressioanalyysillä (REG Procedure).

Tulokset ja tulosten pohdinta

Maanpäällinen kuiva-ainesato ja kehitysaste niitettäessä

Tässä kokeessa kasvusto leikattiin maanpinnasta eli niittokorkeus oli 0 cm, joten tulokset eivät vastaa tavanomaisella viljelykäytännöllä saatavia. Tyypillinen sinimailasen niittokorkeus on 5 – 10 cm. Maanpinnasta leikkaaminen mahdollisti kuitenkin versotiheyden määrittämisen kehikonäytteistä sekä arvioinnin siitä, millainen lajikkeiden koko biomassan tuottopotentiaali on.

Lajikkeet eivät eronneet toisistaan millään niittokerralla satomääränsä perusteella (Taulukko 1). Toisen niiton biomassa (6696 kg ka/ha) oli noin 1350 kg ka/ha korkeampi kuin ensimmäisessä niitossa (5348 kg ka/ha), mikä johtui kasvuston suuremmasta pituudesta ja mahdollisesti myös siitä, että toinen niitto tehtiin edistyneemmällä kehitysasteella (BBCH 1. niitossa keskimäärin 60; ensimmäiset kukkanuput avautumassa) kuin ensimmäinen (BBCH 2. niitossa keskimäärin 38; 18 pidentynyttä solmuväliä). Toisessa niitossa Alexis oli lajikkeista kehityksessään pisimmällä. Kolmannen niiton sato oli alhaisin (3846 kg ka/ha) ja erotus toiseen niittoon huomattavasti suurempi, kuin ensimmäisen niiton (-2850 kg ka/ha).

Taulukko 1. Puhtaiden sinimailaslajikkeiden maanpäällinen sato (kg ka/ha, niittokorkeus 0 cm), kehitysaste sekä kasvuston korkeus (cm) ja kasvustorakenne ensimmäisessä, toisessa ja kolmannessa niitossa Luke Ylistarossa 2015. Lajikkeiden väliset tilastolliset erot on merkitty aakkosin (a, b, c; kun $p < 0,05$) tai plus- ja miinusmerkein (+/-; kun $p < 0,10$).

Niitto 1									
Lajike	Sato kg ka/ha	Kehitys- aste BBCH	Kasvuston korkeus cm	Verso- tiheys kpl/m ²	Verso- paino g ka/kpl	Varsi- osuus (%)	Lehti- osuus (%)	Kuolleen osuus (%)	Lehti- varsi- suhde
Alexis	4700 a-	38,5 a	58 a	632 a	0,72 a	51 a	44 a	1,7 a	0,86 a
Lavo	5286 a	38,3 a	54 a	1327 c	0,40 c	54 ab	40 b	3,1 a+	0,74 b
Live	5979 a+	39,0 a+	57 a	1046 b	0,57 b	58 b	39 b	1,3 a	0,67 b
Nexus	5426 a	38,0 a	53 ab	1022 b	0,51 b	51 a	41 ab	1,9 a	0,81 ab
keskiarvo	5348	38,4	56	1007	0,55	54	41	2,0	0,77
SEM	486,0	0,35	1,5	84,9	0,037	1,5	1,1	0,61	0,030
<i>p-arvo</i>			<i>o</i>	***	***	*	*		**

Niitto 2									
Lajike	Sato kg ka/ha	Kehitys- aste BBCH	Kasvuston korkeus cm	Verso- tiheys kpl/m ²	Verso- paino g ka/kpl	Varsi- osuus (%)	Lehti- osuus (%)	Kuolleen osuus (%)	Lehti- varsi- suhde
Alexis	6550 a	61,0 a	89 a	705 a	0,98 a	55 a	31 a	3,8 a	0,56 a
Lavo	7078 a	59,8 b	83 b	1004 c	0,71 b	55 a	30 a	4,9 a	0,55 a
Live	7278 a	59,8 b	81 b	937 bc	0,80 b	57 a	32 a	3,4 a	0,57 a
Nexus	5877 a	59,5 b	82 b	834 ab	0,70 b	53 a	29 a	5,1 a	0,54 a
keskiarvo	6696	60,0	83	870	0,80	55	30	4,3	0,56
SEM	587,0	0,31	1,2	97,8	0,067	2,0	2,9	0,93	0,061
<i>p-arvo</i>		*	**	*	*				

Niitto 3									
Lajike	Sato kg ka/ha	Kehitys- aste BBCH	Kasvuston korkeus cm	Verso- tiheys kpl/m ²	Verso- paino g ka/kpl	Varsi- osuus (%)	Lehti- osuus (%)	Kuolleen osuus (%)	Lehti- varsi- suhde
Alexis	3757 a	52,8 a	68 a	778 a	0,50 a	48 a	40	2,2 b	0,83 a
Lavo	3699 a	51,3 a	53 b	1142 b	0,32 b	39 b	39	4,4 a	1,00 b
Live	4102 a	51,5 a	61 ab	987 ab	0,43 ab	46 a	41	2,7 b	0,91 ab
Nexus	3824 a	52,8 a	57 b	850 a	0,46 a	45 a	39	3,8 ab	0,86 ab
keskiarvo	3846	52,1	60	939	0,43	45	40	3,3	0,90
SEM	237,0	1,51	2,5	91,4	0,040	1,8	1,1	0,55	0,030
<i>p-arvo</i>			*	*	*	**		*	<i>o</i>

Sinimailaslajikkeiden kasvuston korkeus, tiheys ja näiden vaikutus kuiva-ainesatoon

Lajikkeet erosivat toisistaan kasvuston korkeudessa jokaisella niittokerralla (Taulukko 1). Alexiksen kasvuston korkeus oli lajikkeista suurin, mutta yksikään lajikkeista ei ollut toistuvasti korkeudeltaan pienin. Kasvuston korkeus selitti yleisellä tasolla lievästi sinimailasan kuiva-ainesatotasoa ($r^2=0,35$; Kuva 1A). Selkein yhteys oli toisessa niitossa ($r^2=0,52$; lajikkeet yhdistetty) ja lajikkeista Lavolla ($r^2=0,57$; niittokerrat yhdistetty) ja Alexiksella ($r^2=0,51$).

Versotiheyden suhteen lajikkeet muodostivat kolme erilaista luokkaa, jotka säilyivät lähes samoina kaikilla niittokerroilla (Taulukko 1). Alexiksen versotiheys oli pienin kaikissa kolmessa niitossa ja Lavon suurin. Koska kaikkien lajikkeiden kylvötiheys oli 700 kpl/m² ja kasvustossa oli visuaalisten havaintojen perusteella paikoitellen erittäin runsaasti sivuversoja, oli kylvetyistä siemenistä arviolta korkeintaan puolet muodostanut sadontuottokykyisen yksilön ensimmäiselle satovuodelle. Tulosten perusteella sinimailasan versotiheys on suhteellisen pysyvä ominaisuus saman kasvukauden aikana. Versotiheys ei selittänyt yleisellä tasolla sinimailasan tai yhdenkään lajikkeen kuiva-ainesatoja, kehitysasteita tai keskeisiä rehuarvoja.

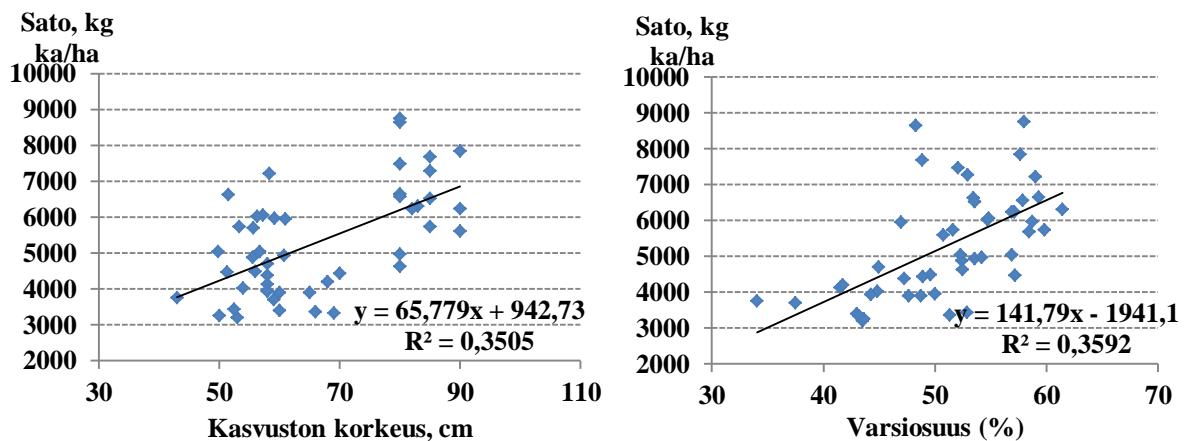
Sinimailaslajikkeiden kasvustorakenne ja sen vaikutus kuiva-ainesatoon

Lajikkeiden versopainoissa oli selkeät erot kaikissa kolmessa niitossa (Taulukko 1). Versopainot korreloivat yleisesti ottaen negatiivisesti ($r^2=0,34$; lajikkeet ja niittokerrat yhdistetty) versotiheyteen nähden. Tiheimmällä Lavolla versopainot olivat pienimmät (0,32-0,71 g ka/verso) ja harvimmalla Alexiksella suurimmat (0,50-0,98 g ka/verso). Liven ja Nexuksen versopainot olivat lähellä niittokertojen keskiarvoja. Ensimmäisen niiton versot olivat keskimäärin 0,55 g ka painoisia ja toiseen satoon mennessä versopaino oli selvästi noussut (0,80 g ka/verso) johtuen todennäköisesti siitä, että versot olivat selvästi pidempiä kuin ensimmäisessä niitossa. Kolmannessa niitossa versopaino oli alhaisin, keskimäärin 0,43 g ka/verso. Myös versojen koko vaikuttaa suhteellisen pysyvältä lajikkeen ominaisuudelta. Versojensa koon avulla harvempuna kasvavat lajikkeet pystyivät tasoittamaan satotasoeroa tiheämpiin nähden niin hyvin, että erot kuiva-ainesadossa tasoittuivat.

Lajikkeet erosivat ensimmäisessä niitossa toisistaan kasvustorakenteeltaan lukuun ottamatta kuolleen solukon osuutta kuiva-aineesta ja kolmannessa niitossa lukuun ottamatta lehtiosuutta (Taulukko 1). Toisessa niitossa lajikkeiden välisiä eroja ei havaittu. Niittokertojen varsiosuus oli samantasoinen kahdessa ensimmäisessä niitossa, mutta laski kolmannessa niitossa 10 %-yksikköä. Varsiosuus selitti lievästi sinimailasen kuiva-ainesatoja yleisellä tasolla ($r^2=0,35$; Kuva 1B).

Ensimmäisessä niitossa eniten vartta ja vähiten lehteä tuotti Live, joten sillä oli myös pienin lehti-varsi-suhde. Toisessa niitossa sen lehti-varsi-suhde oli kuitenkin korkein ja kolmannessa keskitasoa. Lehden osuus kasvustosta pieneni merkittävästi ensimmäisestä korjuusta (keskimäärin 41 % lehteä) toiseen korjuuseen (keskimäärin 30 % lehteä), mistä johtuen lehti-varsisuhde pieneni merkittävästi keväsadosta kesäsatoon. Kolmannessa niitossa lehden osuus nousi lähes ensimmäisen korjuun tasolle. Kuolleen solukon osuus oli sinimailasella kaikilla korjuukerroilla kohtuullisen pieni. Lavolla havaittiin taipumus muita lajikkeita korkeampaan kuolleen solukon osuuteen. Tulosten perusteella sinimailaslajikkeiden lehti-varsi-suhde ei ole niitosta toiseen pysyvä lajikeominaisuus.

Lajikkeista Alexis erottui selkeimmin muista kasvustorakenteensa puolesta. Sen kasvusto oli korkein ja kehitysasteeltaan pisimmälle edistynein jokaisella niittokerralla. Se erottui muista myös pienimmän versotiheydensä ja suurimman versopainonsa suhteen jokaisessa niitossa.



Kuvat 1A ja 1B. Kasvuston korkeuden (1A) ja varsiosuuden (1B) vaikutus kuiva-ainesatoon (kg ka/ha) sinimailaslajikkeilla Luke Ylistarossa kasvukaudella 2015. Tulokset on esitetty yli lajikkeiden (4 lajiketta) ja niittokertojen (3 niittoa).

Maanpäällisen kasvuston rehuarvot

Sinimailaslajikkeista syksyn tuloon herkimmin reagoivat eli matalien dormanssiluokkien lajikkeet ovat yleensä korkean dormanssiluokan lajikkeita sulavampia (Putnam ym., 2005). Tässä kokeessa lajikkeet olivat dormanssiluokiltaan välillä 4 – 5, eikä niiden välillä havaittu erityisen merkittäviä eroja. Lajikkeiden rehuarvot poikkesivat ensimmäisessä niitossa toisistaan pelkistävien sokereiden ja tuhkapitoisuuden osalta, kolmannessa niitossa lajikkeet erosivat toisistaan useimpien rehuarvojen suhteen: selkeimmät erot olivat D-arvossa ja tuhkapitoisuudessa (Taulukko 2). Toisessa niitossa lajikkeiden välisiä eroja rehuarvoissa ei havaittu lukuun ottamatta lieviä eroja raakavalkuaispitoisuudessa. Alexis ja Nexus erottuivat muista alempien tuhkapitoisuuksien takia ensimmäisessä niitossa, ja myös Alexiksen sokeripitoisuus oli lajikkeista korkein. (Taulukko 2).

Toisessa niitossa Alexiksen ja Liven raakavalkuaispitoisuudet olivat muita alemmat ($p<0,10$), kolmannessa niitossa Alexiksen valkuaispitoisuus oli muita matalampi. Kolmannessa niitossa Alexiksen ja Nexuksen D-arvot olivat muita matalampia, mikä näkyi myös muita lajikkeita korkeampina iNDF-kuidun pitoisuutena ($p<0,10$). Kolmannessa niitossa Alexiksen ja Liven tuhkapitoisuudet olivat hieman muita lajikkeita pienempiä.

Taulukko 2. Puhtaiden sinimailaslajikkeiden maanpäällisen sadon keskeiset rehuarvot kasvustorakenteen ja kasvinosien yksilöllisten rehuarvojen perusteella takaisinlaskettuna ensimmäisessä, toisessa ja kolmannessa niitossa Luke Ylistarossa 2015. Lajikkeiden väliset tilastolliset erot on merkitty aakkosin (a, b, c; kun $p<0,05$) tai plus- ja miinusmerkein (+/-; kun $p<0,10$).

Niitto 1							
Lajike	Raaka-alk. g/kg ka	D-arvo g/kg ka	Pelkistävät		iNDF-		ME-arvo MJ/kg ka
			sokerit g/kg ka	NDF-kuitu g/kg ka	kuitu g/kg ka	Tuhka g/kg ka	
Alexis	158 a-	630 a	116 a	421 a	151 a	69 a	10,1 a
Lavo	182 a	624 a	88 b	444 a	154 a	78 b	10,0 a
Live	181 a	621 a	93 b	438 a	156 a	78 b	9,9 a
Nexus	177 a	625 a	103 ab	431 a	157 a	72 ab	10,0 a
keskiarvo	175	625	100	433	154	74	10,0
SEM	6,3	10,3	6,4	13,1	10,1	2,1	0,17
<i>p-arvo</i>			**			o	

Niitto 2							
Lajike	Raaka-alk. g/kg ka	D-arvo g/kg ka	Pelkistävät		iNDF-		ME-arvo MJ/kg ka
			sokerit g/kg ka	NDF-kuitu g/kg ka	kuitu g/kg ka	Tuhka g/kg ka	
Alexis	160 a	601 a	60 a	501 a	219 a	75 a	9,6 a
Lavo	172 b	593 a	52 a	515 a	217 a	79 a+	9,5 a
Live	165 a	600 a	55 a	503 a	215 a	78 a	9,6 a
Nexus	169 a+	600 a	65 a	494 a-	215 a	75 a	9,6 a
keskiarvo	167	598	58	503	216	77	9,6
SEM	3,7	3,8	4,0	5,7	4,6	1,2	0,06
<i>p-arvo</i>	o						

Niitto 3							
Lajike	Raaka-alk. g/kg ka	D-arvo g/kg ka	Pelkistävät		iNDF-		ME-arvo MJ/kg ka
			sokerit g/kg ka	NDF-kuitu g/kg ka	kuitu g/kg ka	Tuhka g/kg ka	
Alexis	200 a	614 a	47 a+	454 a	188 a	82 a	9,8 a
Lavo	224 b	622 b	36 a	439 a	167 b	88 b	9,9 a+
Live	216 b	616 ab	35 a	445 a	180 ab	85 ab	9,9 a
Nexus	222 b	615 a	37 a	447 a	185 a	86 b	9,8 a
keskiarvo	215	617	39	446	180	85	9,9
SEM	2,6	14,8	3,2	4,4	8,6	2,6	0,04
<i>p-arvo</i>	**	o			o	*	

Sinimailasen valkuaispitoisuudet olivat sinimailaselle tyypillisesti heiniä korkeampia (Baumont ym., 2014; Luke, 2015). Varsien valkuaispitoisuus oli varsin matala (123 g/kg ka ensimmäisessä ja kolmannessa niitossa, 104 g/kg ka toisessa niitossa) ja samaa tasoa esimerkiksi kanadalaisten sinimailaslajikkeiden kalibraatioaineistojen tulosten kanssa (Tremblay ym., 2002). Lehtien raakavalkuaispitoisuudet olivat hyvin korkeita (246, 279 ja 316 g/kg ka, niittokerroittain) ollen myöskin samantasoisia kanadalaisten havaintojen kanssa (Tremblay ym., 2002). Kuolleen solukon raakavalkuaispitoisuus oli myös yllättävän korkea (199-213 g/kg ka), mikä saattanee selittyä sillä, että kuollut materiaali oli pääosin kuihtunutta lehteä ja kokonaisia pieniä sivuversoja. Sinimailasen kuolleen solukon rehuarvosta ei ole koti- tai ulkomaisia vertailutietoja saatavilla, sillä

kasvustorakennetutkimukset ovat nähtävästi keskittyneet varren ja lehden rehuarvojen selvittämiseen ja kalibraatioon (Tremblay ym., 2002).

Sinimailasen kokokasvuston D-arvot ja siten myös ME-arvot olivat erittäin matalia: ensimmäisessä niitossa D-arvo oli keskimäärin 625 g/kg ka (ME-arvo 10,0 MJ/kg ka), toisessa 598 g/kg ka (ME-arvo 9,6 MJ/kg ka) ja kolmannessa 617 g/kg ka (ME-arvo 9,9 MJ/kg ka) (Taulukko 2). Tämä selittyy sillä, että näytteissä oli mukana myös versojen puutunut ja huonosti sulava alaosa. Varsien D-arvo oli toisessa ja kolmannessa niitossa aina määritysmenetelmän alarajalla (550 g/kg ka) ja ensimmäisessäkin niitossa lähellä tätä, joten on olemassa riski, ettei NIRS menetelmänä ole kyennyt määrittämään varsinäytteiden todellisia D-arvoja, vaikka Valion käyttämä NIRS-analyysin on osoitettu olevan varsin luotettava sinimailasen rehuarvojen määrittämisessä tyypillisillä pitoisuusalueilla (Jaakkola ym., 2013). Ulkomailla ei yleensä määritetä tuhkapitoisuuden huomioivia D-arvoja vaan sulavuus ilmoitetaan kokonaiskuiva-aineen sulavuutena, jolloin lukuarvot ovat jonkin verran korkeampia kuin D-arvot. Kanadassa sinimailasen varsinäytteiden *in vitro* –sulavuudet (IVDMD-arvot) ovat olleet paikoitellen hyvinkin matalia (esim. Tremblay ym., 2002: varren IVDMD keskimäärin 552-558 g/kg ka, vaihteluväli 412-673 g/kg ka), mistä päätellen tässäkin kokeessa todelliset D-arvot olisivat saattaneet olla jopa alle 500 g/kg ka. Lehtien D-arvot olivat ruokinnan suhteen tavoitealueella: ensimmäisessä niitossa keskimäärin 701 g/kg ka, toisessa ja kolmannessa niitossa 689 g/kg ka. Kanadalaisessa kalibraatioaineistossa lehden IVDMD-sulavuudet ovat olleet korkeita, keskimäärin 801-807 g/kg ka (Tremblay ym., 2002), joten tuhkapitoisuus huomioituna olisi päästy suurin piirtein samantasoihin D-arvoihin kuin tässä kokeessa. Kuolleen materiaalin D-arvo oli erityisesti toisessa niitossa merkittävän alhainen, 599 g/kg ka, kolmannessa 621 g/kg ka.

Sinimailasen sokeripitoisuus laski lähes puoleen ensimmäisen korjuun tasosta (100 g/kg ka) toiseen korjuuseen tultaessa (58 g/kg ka) ja edelleen huomattavan matalaksi kolmannessa niitossa (39 g/kg ka) (Taulukko 2). Tällä voi olla vaikutusta sinimailasen säilöttävyyteen ja erityisesti säilöntäaineen valintaan eri satokertojen välillä.

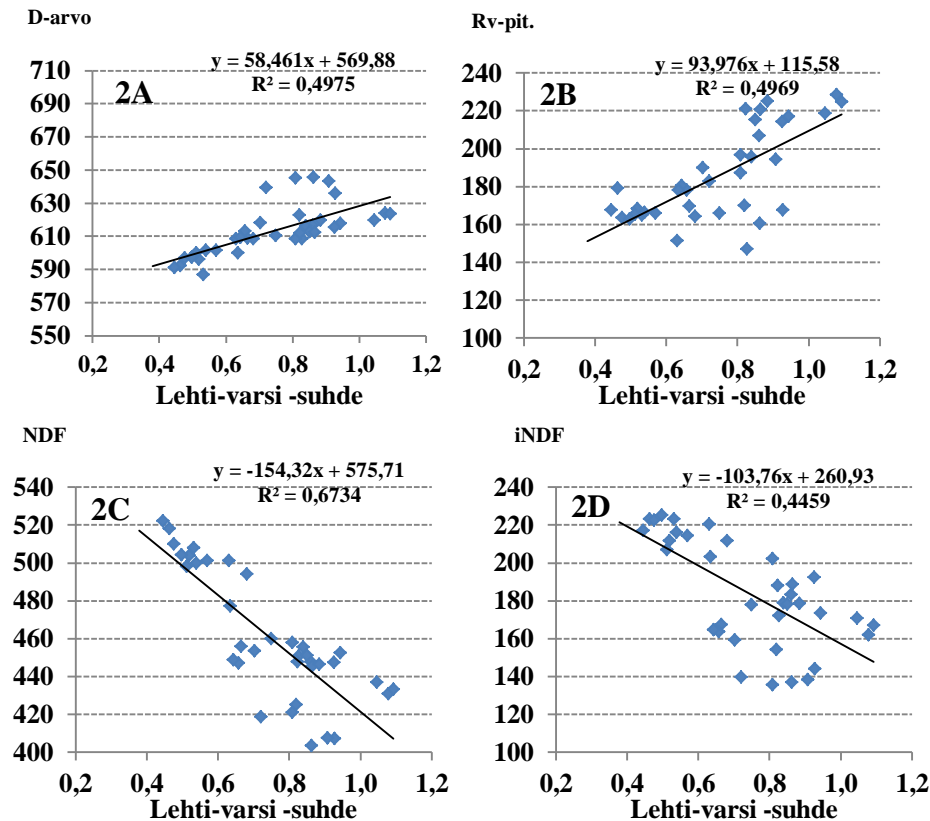
NDF-kuidun pitoisuudet olivat ensimmäisessä ja kolmannessa niitossa lähes samantasoisia (433 ja 446 g/kg ka, vastaavasti) ja hieman yli 500 g/kg ka toisessa niitossa (Taulukko 2). Kuitupitoisuuden ovat hieman matalampia kuin usein heinänuurmilla (Luke, 2015). Toisen niiton korkeampi NDF-pitoisuus on luultavasti lähellä lajin maksimia. Kuidun sulavuus oli selvästi heikompi toisessa niitossa, jossa iNDF-pitoisuus oli 216 g/kg ka. Korren iNDF-pitoisuudet olivat jopa yli 280 g/kg ka toisessa niitossa. Sen sijaan sinimailasen tuhkapitoisuudet eivät nousseet korkeiksi edes huonosti sulavissa kasvinosissa (korressa noin 70 g/kg ka ja kuollessa materiaalissa 94 g/kg ka). Lehtien tuhkapitoisuus oli muihin kasvinosiin verrattuna korkea (81 g/kg ka ensimmäisessä niitossa ja 89 g/kg ka toisessa niitossa).

Kasvustorakenteen vaikutus rehuarvoihin

Sinimailasen sulavuuden, kuitupitoisuuden ja raakavalkuaispitoisuuden kehityksen käsitetään olevan ensisijaisesti lehti-varsi-suhteen muutoksesta johtuvaa, toissijaisesti siihen vaikuttaa varren solmuluvun ja solmuvälien lisääntyminen kasviyksilön tasolla (Scotti & Julier, 2014). Tässä kokeessa sinimailasten lehti-varsi-suhteella oli yli lajikkeiden ja niittokertojen tarkasteltuna taipumus ($r^2=0,50$) kohottaa D-arvoa 0,58 g/kg ka ja raakavalkuaispitoisuutta 0,94 g/kg ka jokaista lisääntyvää lehti-varsisuhteen prosenttiyksikköä kohti (Kuvat 2A ja 2B). Samalla NDF-kuidun pitoisuus laski 1,54 g/kg ka ($r^2=0,67$; Kuva 2C) ja sulamattoman iNDF-kuidun pitoisuus 1,03 g/kg ka ($r^2=0,45$; Kuva 2D).

Solmujen lisääntyminen havainnoitiin tässä kokeessa BBCH-kehitysasteen kohoamisella välillä 20–39, ja kasvuston kehityksen edistymisen nappuasteelle kehitysasteilla 50-59 sekä kukinta kehitysasteilla 60-69. BBCH-kehitysasteen muutos selitti erityisesti iNDF-kuitupitoisuuden kohoamista ($r^2=0,78$; +2,67 g/kg ka jokaista kehitysasteyksikön muutosta kohti), NDF-kuitupitoisuuden kohoamista ($r^2=0,60$; +2,84 g/kg ka, vastaavasti) sekä D-arvon laskua ($r^2=0,49$; -1,13 g/kg ka, vastaavasti). Myös kasvuston korkeus ennusti NDF-kuitupitoisuuden kohoamista ($r^2=0,75$; +2,12 g/kg ka/korkeuden lisäys 1 cm:llä) ja iNDF-kuitupitoisuuden nousua ($r^2=0,73$; +1,73 g/kg ka, vastaavasti) sekä sadon D-arvon laskua ($r^2=0,52$; -0,78 g/kg ka vastaavasti). Raakavalkuaispitoisuuden kasvuston kehitysasteella tai kasvuston korkeudella ei ollut vaikutusta.

Kuolleen solukon osuus oli kaikilla niittokerroilla varsin pieni eikä sillä ollut vaikutusta koko kasvuston rehuarvoihin. Tulosten perusteella lehtevien lajikkeiden valinta viljelyyn on keino varmistaa tyydyttävä D-arvo ja korkea valkuaispitoisuus sadossa.



Kuvat 2A – 2D. Lehti-varsi-suhteen vaikutus sinimailasen D-arvoon (g/kg ka; 2A), raakavalkuaispitoisuuteen (g/kg ka; 2B), NDF-kuidun pitoisuuteen (g/kg ka; 2C) ja sulamattoman iNDF-kuidun pitoisuuteen (g/kg ka; 2D) Luke Ylistarossa kasvukaudella 2015. Tulokset on esitetty yli lajikkeiden (4 lajiketta) ja niittokertojen (3 niittoa).

Johtopäätökset

Sinimailaslajikkeiden välillä havaittiin vain vähän eroja kuiva-ainesadossa ja keskeisissä rehuarvoissa. Kasvustorakenteeltaan lajikkeet poikkesivat toisistaan enemmän, etenkin ensimmäisessä ja kolmannessa niitossa. Kasvuston korkeus, kehitysaste ja lehti-varsi-suhte osoittautuivat kuiva-ainesadon määrää ja rehuarvoja parhaiten selittäviksi tekijöiksi. Sinimailanen eroaa merkittävästi tutummista heinämaisistä säilörehukasveista, joten tulevaisuudessa olisi tärkeää tehdä sinimailasen korjuuaikakokeita, joissa selvitettäisiin D-arvon ja keskeisten kuitufraktioiden (NDF, iNDF) kehitystä ja tasoa eri kehitysasteilla, jotta sinimailaselle voitaisiin luoda uusia korjuuaikasuosituksia. Myös Suomessa menestyvien sinimailaslajikkeiden lehti-varsi-suhteita tulisi selvittää, jotta voitaisiin tehdä parempia suosituksia sopivista lajikkeista. NIRS-menetelmän tarkkuutta sinimailasrehujen analysoinnissa tulisi parantaa kalibroimalla menetelmää myös heikosti sulaville näytteille.

Kirjallisuus

- Baumont, R., Heuze, V., Tran, G. & Boval, M.** 2014. Alfalfa in ruminant diets. *Legume Perspectives* 4:36-37.
- Jaakkola, S., Nyholm, L. & Korhonen, M.** 2013. Sinimailanen lypsylehmien ruokinnassa. Helsingin yliopisto. Verkkojulkaisu, saatavana: https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/sinimailanen_lypsylehman_ruokinnassa_pro_agria_05092013_1.pdf
- Lancashire, P.D., Bleiholder, H., Langeluddecke, P., Stauss, R., van den Boom, T., Weber, E. & Witzinger, A.** 1991. A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Ann. Appl. Biol.* 119(3):561–601.
- Luke.** 2015. Virallisten lajikekokeiden tulokset 2007-2014. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 3/2015.
- Putnam, D. H., Orloff, S. & Teuber, L. R.** 2005. Strategies for balancing quality and yield in alfalfa using cutting schedules and varieties. Proceedings of 35th California Alfalfa & Forage Symposium, Visalia, CA 12th-14th December 2005. University of California. Verkkojulkaisu saatavana: http://ucanr.org/alf_symp/2005/05-237.pdf
- Scotti, C. & Julier, B.** 2014. Improving alfalfa forage quality. *Legume Perspectives* 4:31.
- Tremblay, G.F., Bélanger, G., McRae, K.B. & Michaud, R.** 2002. Leaf and stem dry matter digestibility and ruminal undegradable proteins of alfalfa cultivars. *Canadian Journal of Plant Science* 82:383-393.