

# Lehtilaikkutautien ja niiden kemiallisen torjunnan merkitys säilörehunurmien sadontuottoon

Perttu Virkajärvi<sup>1)</sup>, Sanna Kykkänen<sup>1)</sup>, Maarit Hyrkäs<sup>1)</sup> ja Päivi Parikka<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Luonnonvarakeskus, Vihreä teknologia, Halolantie 31 A, 71750 Maaninka, etunimi.sukunimi@luke.fi

<sup>2)</sup>Luonnonvarakeskus, Luonnonvarat ja biotuotanto, Humppilantie, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@luke.fi

## Tiivistelmä

Nurmikasvustossa esiintyvä kuollut materiaali on heikosti sulavaa. Etenkin toisessa niitossa sen osuus voi olla niin suuri, että se vaikuttaa nurmisadon määrään ja laatuun. Kuolleen materiaalin syntymiseen vaikuttaa kolme erillistä prosessia: lehtien ontologinen elinikä, valokilpailu ja lehtilaikkutaudit. Erityisen vähän tiedetään lehtilaikkutautien merkityksestä, vaikka käytännön havaintoja taudeista on, etenkin nurminatavaltaisissa kasvustoissa. Vaikka fungisidien käyttö on rehunurmilla sinänsä epärealistista, voidaan niiden avulla selvittää tautien osuutta kuolleen massan muodostuksessa. Luonnonvarakeskuksen (Luke) Maaningan toimipisteessä järjestettiin lehtilaikkutautien ja niiden torjunnan vaikutusta selvittävä kenttäkoe vuosina 2011 – 2013 erikseen sekä timotei- (Tuure) että nurminata- (Inkeri) säilörehunurmessa. Koeasetelma oli osaruutukoe neljänä toistona. Pääruutuna oli korjuuaika (4, 6 ja 8 vko ensimmäisestä niitosta) ja osaruutuna fungisidikäsittely (ei käsittelyä tai Amistar (atsoksistrobiini) 0,3 – 0,4 l/ha + Zenit (fenpropidiini) 0,3-0,4 l/ha + 300 l vettä /ha – käsittely). Käsittely suoritettiin ensimmäisen niiton jälkeen heti, kun lehtialaa oli kertynyt riittävästi. Nurminadan yleisin taudinaiheuttajasieni oli *Drechslera dictyoides* ja timotein *Drechslera phlei*. *Drechslera dictyoides* on läheistä sukua ohralle tyypilliselle verkkolaikulle (*Drechslera teres*). Vuonna 2013 timoteissa esiintyi myös *Mastigosporium* –sienen (lehtilaikkutauti) aiheuttamaa vioitusta. Tutkimus osoitti kasvitautien merkityksen olevan nurmien sadontuoton ja ravitsemuksellisen laadun kannalta pienehkö, mutta kasvavan, mitä myöhemmin kasvusto korjattiin. Timotein sato aleni torjunnan vaikutuksesta lievästi kahtena vuonna kolmesta, keskimäärin 200 kg ka/ha. Nurminadan sato nousi lievästi torjunnan ansiosta ensimmäisen nurmivuoden viimeisenä niittohetkenä, mutta keskimäärin vaikutus oli merkityksetön. Niiton ajoituksesta riippuen kuolleen materiaalin osuus sadossa oli keskimäärin timoteilla 1-8 % ja nurminadalla 4-23 %. Timoteinurmessa torjunta vähensi kuolleen materiaalin määrää kahtena vuonna kolmesta, mutta ilman käytännön merkitystä. Nurminatanurmessa torjunta alensi yhtenä vuonna kolmesta selvästi kuolleen materiaalin määrää ja sitä enemmän, mitä myöhemmin korjuu tehtiin. Myöhäisimmällä niittohetkellä käsittelyjen välinen ero oli jo 12 %-yksikköä. Timoteinurmessa tautitorjunta alensi D-arvoa ensimmäisenä vuonna ja eniten aikaisessa korjuussa. Tällä ei kuitenkaan ole suurta käytännön merkitystä, sillä ero oli suurimmillaan 10 ja pienimmillään 4 g/kg ka. Sen sijaan nurminatanurmessa torjunta nosti sadon D-arvoa. Eniten torjunta paransi myöhäisimmän korjuuhetken D-arvoa vuonna 2012, + 32 g /kg ka. Johtopäätöksenä on, että lehtilaikkutaudit eivät juuri alentaneet nurmen satoa ja timotei oli nurminataa herkempi torjuntaviotukselle. Nurminatanurmessa lehtilaikkutaudit olivat osasyynä kuolleen materiaalin kertymiseen ja niiden torjunta nosti hieman sadon D-arvoa.

Asiasanat: D-arvo, fungisidit, lehtilaikkutaudit, kasvinsuojelu, nurminata, timotei

## Johdanto

Suomessa maidon ja naudanlihan tuotanto perustuu suurelta osin korkealaatuiseen säilörehuun. Jotta tulevaisuudessa päästäisiin yhä korkeampiin nurmisatoihin ja samalla yhä parempaan rehun ravitsemukselliseen arvoon, on tunnettava sadon kasvuun ja sen ravitsemukselliseen arvoon vaikuttavat kasvuprosessit.

Nurmikasvustossa esiintyvä kuolleista lehdistä ja kokonaisista versoista koostuva materiaali on heikosti sulavaa (Virkajärvi ym. 2012). Solukkojen kuolema on myös tappio kuiva-ainesadon kannalta. Sen osuutta on määritetty tutkimuksissa harvoin, mutta uusissa tutkimuksissa kuolleen solukon osuus toisessa ja kolmannessa niitossa on vaihdellut välillä 3-25 % (Virkajärvi ym. 2012), siten se enimmillään voi vaikuttaa nurmisadon määrään ja laatuun. Lehmät syövät toisesta sadosta tehtyä rehua vähemmän kuin alkukesällä tehtyä, vaikka huomioidaan erot sulavuudessa, kuitupitoisuudessa ja käymisasteessa (Huhtanen ym. 2007, Kuoppala 2008). Kuolleen solukon suurempi osuus toisessa sadossa saattaisi olla osasy tähän havaintoon

Kuolleen materiaalin syntyminen vaikuttaa kolme erillistä prosessia: lehtien ontologinen elinikä (Virkajärvi ja Järvenranta 2001), valokilpailu (Parsons 1988) ja lehtilaikkutaudit (Plumb 1988). Erityisen vähän tiedetään lehtilaikkutautien merkityksestä, ja Suomessa tutkimuksia on tehty vain muutama (Mäkelä 1972; Alamikkotervo 1996). Jos solukkojen kuoleman syyt tunnettaisiin paremmin ja saataisiin tarkempaa tietoa sen merkityksestä nurmirehun laatuun, voitaisiin arvioida vähentämiseen tähtäävien toimenpiteiden mielekkyyttä. Tämän tutkimuksen tavoite oli selvittää lehtilaikkutautien merkitys nurmen sadonmuodostukseen, ruokinnalliseen arvoon ja kuolleen kasvimateriaalin kertymiseen. Vaikka fungisidien käyttö on rehunurmilla sinänsä epärealistista, voidaan niiden avulla selvittää tautien osuutta kuolleen massan muodostuksessa.

## Aineisto ja menetelmät

Luonnonvarakeskuksen (Luke) Maaningan toimipisteessä järjestettiin lehtilaikkutautien ja niiden torjunnan vaikutusta selvittävä kenttäkoe vuosina 2011 – 2013 sekä timotei- (Tuure) että nurminata- (Inkeri) säilörehunurmessa. Koeruudut (12 m<sup>2</sup>) perustettiin keväällä 2010 käyttäen ohraa suojaviljana. Maalaji oli multava kivennäismaa, jossa päämaalajitteet olivat karkea ja hieno hietä.

Koeasetelma oli osaruutukoe neljänä toistona. Pääruutuna oli toisen sadon korjuuaika (4, 6 ja 8 viikkoa ensimmäisestä niitosta) ja osaruutuna fungisidikäsittely (ei käsittelyä tai Amistar (atsoksistrobiini) 0,3 – 0,4 l/ha + Zenit (fenpropidiini) 0,3-0,4 l/ha + 200 - 300 l vettä /ha – käsittely). Mainittujen fungisidien valinnan perusteena oli saada laaja teho heinäkasvien lehtilaikkujen torjuntaan. Valmisteita ei ole hyväksytty rehunurmien tuotannossa, mm. jäämärisikin vuoksi, mutta niitä voidaan käyttää heinien siemenviljelyksillä. Käyttömäärät arvioitiin keskimääräisiksi (0,4 l/ha molemmat valmisteet), mutta timotein kärsittyä torjuntavioituksesta ensimmäisenä vuonna, käyttömäärää alennettiin vuosiksi 2012 ja 2013 (0,3 l/ha; molemmat valmisteet + 300 l/ha vettä). Torjunta suoritettiin 1. niiton jälkeen heti, kun kummassakin kasvilajissa arvioitiin esiintyvän torjunnan onnistumisen kannalta riittävästi lehtialaa (timoteilla 4 ja nurminadalla 2-3 kasvulehteä). Taulukossa 1 esitetään kokeen hoitoon liittyvät päivämäärät, niitä vastaavat lämpösummat ja kasvuston kehitysvaiheen kuvaukset.

Koeruudut lannoitettiin väkilannoitteilla lannoitussuosituksen mukaisesti. Ensimmäinen sato sai 100 kg N/ha, 10 kg P/ha ja 25 kg K/ha ja toinen sato 100 kg N/ha ja 28 kg K/ha. Koeruudut niitettiin kaksi kertaa kesän aikana, ja ensimmäinen korjuu tehtiin kaikille ruuduille samaan aikaan. Fungisidikäsittely suoritettiin koeruutumittakaavan kasvinsuojeluruiskulla ensimmäisen niiton jälkeen heti, kun lehtialaa oli kertynyt riittävästi. Ennen korjuuta ruuduilta tehtiin silmämääräiset arviot kasvitautilien esiintymisestä. Vioittuneesta kasvustosta kerättiin lehtinäytteitä, joista analysoitiin vioituksen aiheuttaja. Korjuun yhteydessä määritettiin kuiva-ainesato ja kuolleen solukon osuus ruuduittain noin 200–400 g painoisesta tuorenäytteestä. Komponentit kuivatettiin kuiva-aineprosenttien ja kuivasuhteiden määrittämiseksi. Kokonaisnäytteet ja kuollut solukko analysoitiin Luonnonvarakeskuksen laboratoriossa Jokioisissa. Näytteistä määritettiin D-arvo sellulaasiliukoisuuden ja tuhkan avulla (Huhtanen ym. 2006), neutraalidetergenttikuitu (NDF; Van Soest ym. 1991) ja raakavalkuainen (rv) Leco-menetelmällä. Sää tiedot saatiin Ilmatieteen laitoksen Maaningan sääasemalta.

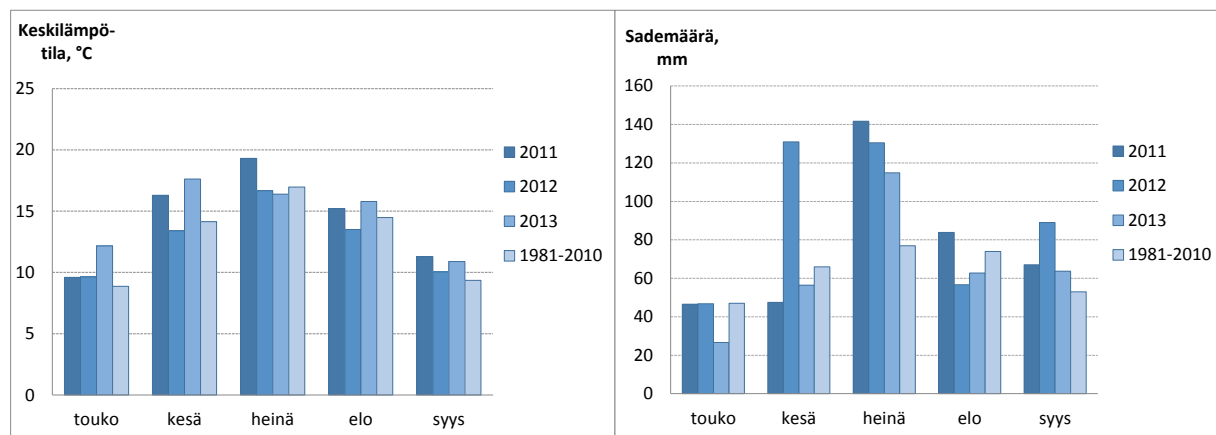
Taulukko 1. Ensimmäisen sadon korjuupäivät, fungisidikäsitteilyjen ja toisen sadon korjuupäivien ajankohdat ja sadolle kertyneet lämpösummat sekä timotei- ja nurminatakasvustojen (TIM ja NN) keskimääräiset lehtialaindeksit (LAI) ja kehitysasteet (SP, Simon & Park 1981) ruiskutushetkellä. Kun SP on alle 30, versoissa ei ole solmuja eikä aitokortta. Jälkimmäinen numero tarkoittaa täysin kehittyneiden lehtien lukumäärää.

Vuosi	1. niitto pv	Torjunta						2. niitto 4 vko		2. niitto 6 vko		2. niitto 8 vko	
		pv	°C vrk	LAI		SP		pv	°C vrk	pv	°C vrk	pv	°C vrk
				TIM	NN	TIM	NN						
2011	30.6.	22.7.	308	3,7	4,1	24	22	28.7.	405	11.8.	554	25.8.	688
2012	18.6.	12.7.	249	3,3	4,2	24	23	16.7.	294	30.7.	461	13.8.	605
2013	11.6.	4.7.	286	2,6	2,9	24	23	9.7.	350	23.7.	482	6.8.	672

Tilastollinen analysointi tehtiin SAS 9.3. ohjelmiston *Mixed*-proseduurilla. Timotei, nurminata ja vuodet analysoitiin erikseen. Korjuuaika, torjunta ja näiden yhdysvaikutus olivat mallissa kiinteinä tekijöinä ja kerranne sekä kerranne×korjuuaika satunnaisina tekijöinä. Lisäksi tarkasteltiin lämpösumman, tautivioituksen ja kuolleen solukon osuuden vaikutusta kuiva-ainesadon D-arvoon lineaarisella regressioanalyysillä (MS Excel).

## Tulokset

Kasvukausien säätiedot on esitetty kuvassa 1. Tulosten kannalta oleellisin on toisen sadon kehittymisen aikainen lämpötila ja sademäärä. Vuorokausien keskilämpötilojen kuukausikeskiarvot olivat pitkän aikavälin keskiarvoja korkeammat vuoden 2011 ja 2013 kesäkuussa sekä vuoden 2011 heinäkuussa. Kaikkien koevuosien heinäkuun sademäärä oli pitkäaikaiskeskiarvoja selvästi korkeampi. Lisäksi vuoden 2011 elokuu ja vuoden 2012 kesäkuu olivat sateisia.



Kuva 1. Tutkimusvuosien kasvukauden kuukausittaiset keskilämpötilat ja sademäärät sekä pitkän aikavälin keskiarvot.

Nurmen kuiva-ainesato kasvoi odotetusti voimakkaasti kasvuajan pidentyessä kummallakin kasvilajilla kaikkina vuosina (Taulukko 2). Timotein sato aleni torjunnan vaikutuksesta lievästi kahtena vuonna kolmesta, keskimäärin 200 kg ka/ha. Nurminadan sato nousi lievästi torjunnan ansiosta ensimmäisen nurmivuoden viimeisenä niittohetkenä, mutta keskimäärin vaikutus oli merkityksetön. Muulloin korjuuhetken ja torjunnan yhdysvaikutusta ei havaittu.

Kuten odotettua, nurmen ravitsemuksellinen arvo aleni korjuuta myöhästytettäessä (Taulukot 2 ja 3). Timoteinurmessa tautitorjunta alensi D-arvoa ensimmäisenä vuonna ja eniten aikaisessa korjuussa. Tällä ei kuitenkaan ole suurta käytännön merkitystä, sillä ero oli suurimmillaan 10 ja pienimmillään 4 g/kg ka. Sen sijaan nurminatanurmessa torjunta nosti sadon D-arvoa. Eniten torjunta paransi myöhäisimmän korjuuhetken D-arvoa vuonna 2012, + 32 g /kg ka (tendenssi; Taulukko 2). Tautitorjunnalla oli hyvin vähän vaikutusta nurmen rv-pitoisuuteen - vain timoteikokeessa vuonna 2011 (Taulukko 3). Samana vuonna tautitorjunta alensi myös timotein NDF-pitoisuutta.

Taulukko 2. Niittoajan ja kasvitautilien torjunnan (fungisidikäsitelyyn) vaikutus kuiva-ainesatoon ja sadon D-arvoon toisessa sadossa timotei- ja nurminatakoikeissa vuosina 2011–2013. SEM = keskiarvon keskivirhe.

Torjunta	2. sadon kasvuaika	Kuiva-ainesato kg ka/ha						D-arvo g/kg ka					
		Timotei			Nurminata			Timotei			Nurminata		
		2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013
ei torjuntaa	4 vko	2520	1190	1170	2580	1880	1740	699	738	758	718	739	776
torjunta	4 vko	2240	1130	1100	2480	1750	1710	689	737	761	717	749	782
ei torjuntaa	6 vko	4710	3360	3390	4260	3470	3040	682	687	716	719	706	767
torjunta	6 vko	4520	3210	3150	4210	3530	3070	675	690	714	718	718	765
ei torjuntaa	8 vko	5730	4950	5400	4560	4240	3970	665	644	664	691	657	732
torjunta	8 vko	5190	4970	5050	4710	4280	3950	661	655	661	700	689	742
SEM		195,0	58,0	85,0	115,0	81,0	134,0	3,8	3,9	4,3	5,8	6,0	5,2
Til. merk.	Niittoaika	***	***	***	***	***	***	***	***	***	*	***	***
	Torjunta	*		**	*			*				**	o
	Aika × Torjunta											o	

Taulukko 3. Niittoajan ja kasvitautilien torjunnan (fungisidikäsitelyyn) vaikutus raakavalkuaisen ja neutraalidetergenttikuidun (NDF) pitoisuuteen toisessa sadossa timotei- ja nurminatakoikeissa vuosina 2011–2013. SEM = keskiarvon keskivirhe.

Torjunta	2. sadon kasvuaika	Raakavalkuainen g/kg ka						NDF g/kg ka					
		Timotei			Nurminata			Timotei			Nurminata		
		2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013
ei torjuntaa	4 vko	199	247	215	189	227	200	559	522	500	544	485	460
torjunta	4 vko	213	242	214	193	229	208	579	516	489	543	480	455
ei torjuntaa	6 vko	123	151	136	130	155	142	582	564	563	553	527	480
torjunta	6 vko	132	151	138	126	150	140	597	564	563	554	514	483
ei torjuntaa	8 vko	97	118	95	118	133	119	586	612	609	579	586	545
torjunta	8 vko	110	118	102	121	132	117	590	617	620	569	556	523
SEM		5,2	4,0	4,6	5,2	2,9	3,4	4,8	4,9	9,9	7,7	7,4	6,9
Til. merk.	Niittoaika	***	***	***	***	***	***	*	***	***	*	***	***
	Torjunta	*			*			*			*	**	**
	Aika × Torjunta											**	

\*\*\* (P<0,001), \*\* (P<0,01), \* (P<0,05), o (P<0,10)

Nurminatakokeessa tautitorjunta alensi sadon NDF-pitoisuutta vuonna 2012. Korjuuajan ja tautitorjunnan yhdysvaikutusta rv- tai NDF-pitoisuuteen ei havaittu.

Nurminadan yleisin taudinaiheuttajasieni oli *Drechslera dictyoides* ja timotein *Drechslera phlei*. *Drechslera dictyoides* on läheistä sukua ohralle tyypilliselle verkkolaikulle (*Drechslera teres*). Vuonna 2013 timoteissa esiintyi myös *Mastigosporium* –sienen (lehtilaikkutauti) aiheuttamaa vioitusta. Timoteinurmessa esiintyi selvästi vähemmän kasvitautien vioituksia kuin nurminatanurmessa (maksimi 9 % vs. maksimi 24 %; taulukko 4). Niittoaajan vaikutus oli selvä ja odotettu: mitä pidempi kasvuaika, sitä enemmän vioitusta. Fungisidikäsittely vähensi kasvitautien esiintymistä timoteikokeessa vasta viimeisenä koevuonna ja vain sen viimeisenä niittoaikana. Nurminatakokeessa fungisidikäsittely vähensi kasvitautien esiintymistä jokaisena vuonna ja aina selvemmin, mitä pidempi kasvuaika oli. Vuonna 2012 ero torjumattoman ja torjutun välillä oli poikkeavan suuri.

Taulukko 4. Niittoaajan ja kasvitautien torjunnan (fungisidikäsittelyn) vaikutus lehtilaikkutautien aiheuttamien vioitusten esiintyminen (% lehtialasta) toisessa sadossa timotei- ja nurminatakokeissa vuosina 2011–2013. SEM = keskiarvon keskivirhe.

Torjunta	2. sadon kasvuaika	Tautisaastunta, %					
		Timotei			Nurminata		
		2011	2012	2013	2011	2012	2013
ei torjuntaa	4 vko	1	1	1	3	5	2
torjunta	4 vko	1	1	1	3	4	3
ei torjuntaa	6 vko	2	2	4	6	9	8
torjunta	6 vko	2	2	4	6	8	7
ei torjuntaa	8 vko	5	8	6	13	24	11
torjunta	8 vko	4	9	4	10	11	7
SEM		0,3	0,9	0,4	0,5	0,8	0,5
Til. merk.	Niittoaika	***	***	***	***	***	***
	Torjunta			***	*	***	**
	Aika × Torjunta			***	*	***	***

\*\*\* (P<0,001), \*\* (P<0,01), \* (P<0,05), o (P<0,10)

Niiton ajoituksesta riippuen kuolleen materiaalin osuus sadossa oli timoteikokeessa keskimäärin 1–8 % ja nurminatakokeessa 4–23 % (keskiarvot yli torjuntakäsittelyjen; Taulukko 5). Timoteinurmessa torjunta aiheutti torjuntavioituksen ensimmäisenä koevuonna. Fungisidiannosta pienennettiin ja se vähensikin kuolleen materiaalin määrää kahtena seuraavana vuonna, mutta ilman käytännön merkitystä. Nurminatanurmessa torjunta alensi yhtenä vuonna kolmesta (2012) selvästi kuolleen materiaalin määrää ja sitä enemmän, mitä myöhemmin korjuu tehtiin. Myöhäisimmällä niittohokella käsittelyjen välinen ero oli jo 12 %-yksikköä. Kuollutta solukkoa esiintyi epätasaisesti eikä näytteitä yritettykään saada tilanteissa jossa pitoisuus oli hyvin alhainen. Näin oli erityisesti aikaisimmalla korjuuhetkellä (4 vko ensimmäisestä niitosta). Alkuperäisiä ruutuhavainoja kertyi D-arvon osalta 64, muista muuttujista 85. Tasapainoisemman analyysin vuoksi taulukossa esitetyt keskiarvot on laskettu käsittelykeskiarvoista. Tämän vuoksi tulokset tyydyttään esittämään keskiarvoina ja keskivirheinä (Taulukko 6).

Kuolleen materiaalin ravitsemuksellinen arvo (Taulukko 6) oli selvästi alhaisempi kuin koko sadon (Taulukko 2). Timoteikokeessa kuolleen solukon D-arvo ja rv-pitoisuus olivat alempia ei torjuntaa -koejäsenellä verrattuna torjunta-koejäseneseen ja vastaavasti NDF oli korkeampi. Nurminatakokeessa tätä eroa ei havaittu, ja sen kuolleen solukon ravitsemuksellinen arvo näytti olevan rinnastettavissa timotein torjunta-koejäseneseen. Timoteikokeessa havaittu torjuntavioitus häiritsee varmojen johtopäätösten tekoa: torjunnan vuoksi kuolleella solukolla oli todennäköisesti nuoren kasvuasteen vuoksi korkea rehuarvo. Tämä näkyy etenkin 4 vkon kohdalla, jossa kuolleen solukon osuus ilman vioitusta olisi ollut matalampi. Tämä nosti luonnollisesti koko torjuttu-koejäsenen kuolleen solukon ravitsemuksellista laatua. Vastaavaa vioitusta ei havaittu nurminatakokeessa. Kun verrataan korjatun nurmisadon D-arvon muutoksia selittäviä tekijöitä analyysiä hankaloittaa se, että sadolle kertynyt lämpösusma, tautien esiintyminen ja kuolleen materiaalin osuus korreloivat kaikki keskenään voimakkaan positiivisesti.

Taulukko 5. Niittoajan ja kasvitautien torjunnan (fungisidikäsitellyn) vaikutus kuolleen solukon osuuteen toisessa sadossa timotei- ja nurminatakoikeissa vuosina 2011-2013. SEM = keskiarvon keskivirhe.

Torjunta	2. sadon kasvu-aika	Timotei			Nurminata		
		2011	2012	2013	2011	2012	2013
ei torjuntaa	4 vko	1,2	0,6	1,3	4,4	4,1	4,5
torjunta	4 vko	7,2	0,9	1,0	5,3	2,2	5,4
ei torjuntaa	6 vko	9,4	7,9	2,8	14,0	12,8	12,7
torjunta	6 vko	9,8	3,6	2,0	13,9	10,3	11,3
ei torjuntaa	8 vko	11,2	7,2	4,8	17,7	27,0	23,3
torjunta	8 vko	8,7	7,2	3,0	14,8	14,6	20,6
SEM		1,53	0,89	0,35	1,25	1,00	1,22
Til. merk.	Niitto-aika	**	***	***	***	***	***
	Torjunta		o	**		***	
	Aika × Torjunta	*	*			***	

\*\*\* (P<0,001), \*\* (P<0,01), \* (P<0,05), o (P<0,10)

Taulukko 6. Kuolleen solukon D-arvo, raakavalkuais- (rv) ja NDF-pitoisuus toisessa sadossa timotei- ja nurminatakoikeissa vuosina 2011–2013. Keskiarvot laskettu koejäsenkohtaisista tuloksista. SEM = keskiarvon keskivirhe.

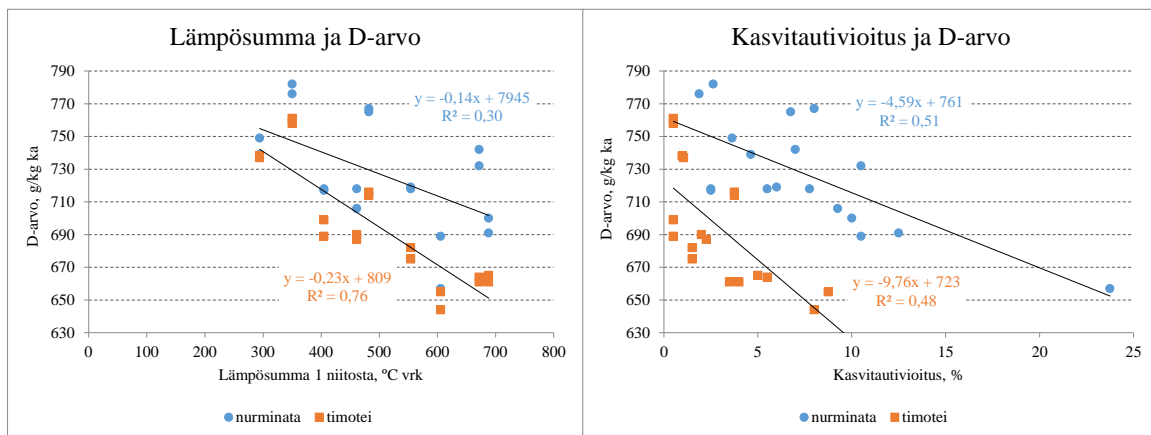
	Timotei						Nurminata					
	Ei torjuntaa			Torjunta			Ei torjuntaa			Torjunta		
	Keskiarvo	SEM	n	Keskiarvo	SEM	n	Keskiarvo	SEM	n	Keskiarvo	SEM	n
	g/kg ka			g/kg ka			g/kg ka			g/kg ka		
D-arvo	597	11,3	7	638	11,5	5	628	12,2	7	637	13,8	8
rv	93	4,9	8	126	22,6	7	119	9,6	8	118	9,0	8
NDF	640	18,7	8	622	20,0	7	616	16,9	8	618	16,9	8

Lämpösumma selitti yksinään selvimmin D-arvon muutoksia, erityisesti timoteikokeessa (Kuva 2). Nurminatakoikeessa kasvitautivioitus selitti D-arvoa parhaiten (Kuva 2), mikä johtuu lähinnä vuoden 2012 yhdestä havainnosta. Ilman sitä lämpösumma, kasvitaudit ja kuollut materiaali selittäisivät kaikki kutakuinkin yhtä hyvin D-arvon muutoksia ( $R^2 = 0,30-0,33$ ).

## Tulosten tarkastelu

Lehtilaikkutautien torjunta ei vaikuttanut tässä kolmivuotisessa kokeessa kuiva-ainesatoon oleellisesti, toisin kuin Alamikkotervon (1996) tutkimuksessa, jossa propikonatsolikäsittely ensimmäisen niiton jälkeen nosti kolmannen vuoden nurmen satoa 10–14 %. Tähän todennäköinen syy on siinä, että ulkoisten olosuhteiden vaikutus kasvitautien esiintymiseen on hyvin hallitseva tekijä, eikä käytettyjä valmisteita ole sellaisenaan tarkoitettu rehunurmille. Sen sijaan molemmat käytetyt valmisteet, Amistar ja Zenit, on hyväksytty lehtilaikkutautien torjuntaan siemenheinällä ja Amistar lisäksi ruostetautien että härmän torjuntaan niin ikään siemenheinillä (Tukes 2015). Tautitorjunta vaikutti eniten tautien esiintymiseen ja jonkin verran myös sadon D-arvoon nurminatakoikeessa. Tutkimus osoitti, että kuollutta materiaalia voi kertyä sadon ravitsemuksellisen arvon kannalta oleellisia määriä etenkin nurminatanurmissa ja korjuun viivästyessä. Tähän prosessiin hallitseva tekijä on lämpösumman ja samanaikaisen kuiva-ainesadon kertyminen. Kyse on siis sekä kasvuston ontologisesta iästä ja etenkin lehtien kuolemista. Esimerkiksi timotein ja nurminadan lehtien elinikä on toisessa sadossa noin 460–630 astepäivää, ennen kuin lehdet ovat kokonaan kuolleita (Virkajärvi ja Järvenranta 2001). Teoriassa myös syksyllä lyhenevä päivä ja vähentynyt säteilyn määrä johtaa kasvuston alaosaan olevien versojen ja lehtien kuolemaan niiden saaman säteilyn vähäisyyden vuoksi (Parsons 1988). Muutos päivänpituudessa ja säteilyn määrässä on pohjoisen oloissa erityisen voimakas. Tässä aineistossa lämpösumman vaikutus kuolleen määrään ja D-arvoon oli lineaarinen, joten valokilpailun vaikutuksesta kuolleen solukon syntyyn ei saatu näyttöä. Johtopäätösten tekoa haittaa eri tekijöiden voimakas korreloituminen. Vaikka tässä tutkimuksessa tautien rooli jäi vähäiseksi erityisesti timotein osalta, voi niiden merkitys olla joissain olosuhteissa merkityksellisempi ja tautitorjunta siementuotantovaiheessa voisi olla järkevää (Suomela 2014).

Nurmenviljelyssä korkean tautiriskin tilanteessa toisen sadon korjuuta olisi syytä aikaistaa. Tällöin päädytään helposti kolmen korjuun taktikkaan, joka tuottaa kahta korjuuta korkeamman kasvukauden kokonaissadon sulavuuden (Hyrkäs ym. 2012). Korkeammasta kuolleen solukon osuudesta huolimatta nurminadan sulavuus oli keskimäärin korkeampi kuin timotein.



Kuva 2. Sadolle kertyneen lämpösumman ja kasvitaativioituksen yhteys kuiva-ainesadon D-arvoon timotei ja nurminatakoikkeessa 2011 - 2013. n = 18 per kasvilaji.

## Johtopäätökset

Kuollutta solukkoa esiintyi toisessa sadossa, etenkin nurminatakasvustossa, ja aina sitä enemmän mitä pidempi aika ensimmäistä niitosta oli kulunut. Lehtilaikkutaudit eivät juuri alentaneet nurmen satoa, mutta nurminatanurmessa ne olivat osasyynä kuolleen materiaalin kertymiseen ja niiden torjunta nosti hieman sadon D-arvoa, jos toisen niiton kasvu-aika oli pitkä. Timotei oli nurminataa herkempi torjuntavioitukselle. Sen sulavuus oli kuolleen solukon vähäisyydestä huolimatta yleensä huonompi kuin nurminadan. Tutkimus osoitti kasvitaativioituksen merkityksen olevan nurmien sadontuoton ja ravitsemuksellisen laadun kannalta pienehkö, mutta ainakin nurminatanurmessa kasvitaativioitus voivat alentaa sadon rehuarvoa, kun olosuhteet ovat taudeille suotuisat.

## Kirjallisuus

- Alamikkotervo, A.** 1996. Propikonatsolikäsittelyn vaikutus timotei- ja nurminatasäilörehunurmien satoon ja laatuun. Pro Gradu -työ. Oulun yliopisto. 95 p.
- Huhtanen, P., Rinne, M. & Nousiainen, J.** 2007. Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows: a revision of the relative silage dry-matter intake index. *Animal* 1: 758-770.
- Huhtanen, P., Nousiainen, J. & Rinne, M.** 2006. Recent developments in forage evaluation with special reference to practical applications. *Agric. Food Sci*: 15, 293-323.
- Hyrkäs, M., Sairanen, A., Virkajärvi, P. & Suomela, R.** 2012. Säilörehun korjuuajan vaikutus nurmisadon määrään ja laatuun. Teoksessa: Nurmeista se kaikki lähtee! Karjantilan kannattava peltoviljely (KARPE)-hankkeen loppuraportti. s. 4-8.
- Kuoppala, K., Rinne, M., Nousiainen, J. & Huhtanen, P.** 2008. The effect of cutting time of grass silage in primary growth and regrowth and the interactions between silage quality and concentrate level on milk production of dairy cows. *Livestock Science* 116:171-18
- Mäkelä, K.** 1972. Disease damage to the foliage of cultivated grasses in Finland. Suomen Maataloustieteellisen seuran julkaisuja 124. s. 5-56. Helsinki.
- Parsons, A.J.** 1988. The effect of season and management on the growth of grass swards. p. 129-178. In: M.B. Jones, and A. Lazenby (eds.) *The Grass Crop. The Physiological Basis of Production*. Chapman and Hall, London
- Plumb, R.T.** 1988. The effects of pests and diseases on grass. In: *The grass crop, the physiological basis of production*. Eds. Michael B. Jones & Alec Lazenby. Chapman and Hall Ltd.
- Simon, U. & Park, B. H.** 1981. A descriptive scheme for stages of development in perennial forage grasses. In *Proceedings of the 14<sup>th</sup> international grassland congress, Lexington, KY, USA*; Smith, J. A., Hays, V. W., Eds.; Westview Press: Boulder, CO, USA, 1981; pp 416-418.
- Suomela R.** 2014. Havaintoja nurmen sienitaudeista 2014. InnoTietoa! -hanke. MTT Ruukki 11 p.

- TUKES 2015.** Kasvinsuojeluinerekisteri. <https://kasvinsuojeluaineet.tukes.fi/> ( viitattu 30.12.2015).
- Van Soest, P. Roberson, J. & Lewis, B.** 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74:3583-3597.
- Virkajärvi, P., Hyrkäs, M., Pakarinen, K. ja Suomela, R.** 2012. Importance of senescence and dead material on nutritive value of grass silage. Teoksessa: K. Kuoppala, M. Rinne ja A. Vanhatalo (toim.) Proceedings of the XVI international silage conference Hämeenlinna, Finland, 2-4 July 2012.
- Virkajärvi, P. & K. Järvenranta,** 2001. Leaf dynamics of timothy and meadow fescue under Nordic conditions. *Grass Forage Sci.* 56,294-304