

## Nurmen täydennyskylvön vaikutus satoon aukkoisessa kasvustossa

Maarit Hyrkäs<sup>1</sup>, Sanna Kykkänen<sup>1</sup>, Perttu Virkajärvi<sup>1</sup>, Johanna Kanninen<sup>2</sup>, Jenni Laakso<sup>2</sup> ja Panu Korhonen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Luonnonvarakeskus (Luke), Tuotantojärjestelmät, Halolantie 31 A, 71750 Maaninka, etunimi.sukunimi@luke.fi*

<sup>2</sup>*Luonnonvarakeskus (Luke), Tutkimusinfrastruktuuripalvelut, Halolantie 31 A, 71750 Maaninka, etunimi.sukunimi@luke.fi*

Onnistuneella täydennyskylvöllä voidaan jatkaa nurmen ikää ja alentaa siten perustamiskustannuksia. Vaikutusten ja kannattavuuden kvantitatiivinen mittaaminen on kuitenkin haasteellista mm. lukuisten eri täydennyskylvötekniikoiden ja nurmien vaihtelevan tiheyden vuoksi. Aukkoisen nurmen täydennyskylvön onnistumista pidetään todennäköisempänä kuin tasaisesti harvan. Nurmet Rahaksi – hankkeessa tutkittiin kahdella kokeella nurmen täydennyskylvön vaikutusta sadon määrään ja sulavuuteen aukkoisuudeltaan erilaisissa timotei-nurminatanurmissa.

Kokeet toteutettiin Luonnonvarakeskuksen Kuopion toimipaikassa Maaningalla vuosina 2015–2017. Koeasetelmana oli osaruutukoe viidellä toistolla. Pääruutuna oli nurmen aukkoisuus (täystiheä, 15% aukkoja, 28% aukkoja, 40% aukkoja) ja osaruutuna täydennyskylvö/ei täydennyskylvöä. Aukot tehtiin kasvustoon erikokoisia pyöreitä reikiä (halkaisija 20, 30 ja 40 cm) sisältävän muovisapluunan sekä glyfosaatin avulla. Täydennyskylvöt (tim-nn-seos, 12 kg ha<sup>-1</sup>) tehtiin koeruutukylvökoneella käyttäen vantaita. Ensimmäisessä kokeessa (Koe 1) nurmi perustettiin suojaviljaan keväällä 2013, kasvusto aukotettiin syksyllä 2014 ja täydennyskylvö tehtiin keväisin 2015, 2016 ja 2017. Toisen kokeen (Koe 2) nurmi perustettiin suojaviljaan keväällä 2014, aukotettiin syksyllä 2015 ja täydennyskylvettiin vain kerran keväällä 2016. Sato korjattiin kaksi kertaa vuonna 2015 ja kolme kertaa vuosina 2016 ja 2017. Kokeilta määritettiin ruuduittain sadon kuivapaino sekä rehuarvot. Lisäksi havainnoitiin täydennyskylvön orastumista silmämääräisesti.

Keväällä 2015 täydennyskylvö ei onnistunut kunnolla. Ensimmäisessä sadossa täydennyskylvö alensi satoa 260 kg ka ha<sup>-1</sup>, mikä johtui todennäköisesti vantaiden aiheuttamista vaurioista. Toisessa sadossa satoeroa ei ollut. Keväällä 2016 täydennyskylvö tehtiin molemmille kokeille ja se onnistui hyvin etenkin kokeella 2. Kokeessa 1 täydennyskylvö laski ensimmäistä satoa 130 kg ka ha<sup>-1</sup>, mutta nosti toista satoa 120 kg ka ha<sup>-1</sup>. Kokeessa 2 täydennyskylvö nosti toista satoa 110 kg ka ha<sup>-1</sup>. Keväällä 2016 tehdyn täydennyskylvön vaikutus oli kokeella 2 silmämääräisesti havaittavissa nurmen tiheydessä. Vuonna 2017 täydennyskylvö nosti ensimmäistä satoa kokeella 2 keskimäärin 340 kg ka ha<sup>-1</sup> ja 760 kg ka ha<sup>-1</sup>, kun aukkoja oli 40%. Toisessa sadossa sadon määrä nousi 280 kg ka ha<sup>-1</sup>, kun aukkoja oli 40%, mutta laski 210 kg ka ha<sup>-1</sup> aukottomalla koejäsenellä. Kokeella 1 vaikutus näkyi lähes merkitsevästi vain toisessa sadossa.

Aukkoisuus laski selvästi sadon määrää aukottamista seuraavassa sadossa, mutta vaikutus oli odotettua pienempi myöhemmissä sadoissa. Nurmi kompensoi aukkoisuutta aukkojen laitojen korkeammalla ja rotevammalla kasvustolla. Ilmiötä ei voine yleistää suurempiin aukkoihin. Aukot täyttyivät rikkakasveilla ja aiheuttivat kasvinsuojeluruiskutuksen tarpeen. Täydennyskylvön yksi etu onkin rikkakasvipaineen vähentäminen.

Kokeissa havaittu täydennyskylvön vaikutus sadon määrään sekä sulavuuteen oli vähäinen myös silloin, kun nurmi oli hyvin aukkoinen ja täydennyskylvö onnistui.

Asiasanat: sato, nurmiheinät, täydennyskylvö

## Johdanto

Pohjoisten nurmilajien satopotentiaali laskee luontaisesti keskimäärin kolmannen satovuoden jälkeen (Virkajärvi ym. 2015) ja tämän seurauksena nurmien uudistamisväli on Suomessa keskimäärin 3–5 vuotta. Uudistamistarve syntyy, kun nurmet harvenevat ja aukkoontuvat muun muassa talvihuhojen ja lakoontumisen seurauksena. Tiheä uudistamisväli lisää perustamiskustannuksia nurmivuotta kohden, joten onnistuneella kasvuston ikää pidentävällä täydennyskylvöllä voidaan alentaa nurmien uudistamisesta syntyviä kustannuksia. Täydennyskylvön onnistuminen ja kannattavuus on kuitenkin usean osatekijän summa ja toistaiseksi tutkimustieto heinänurmien täydennyskylvöstä on ollut monilta osin puutteellista. Täydennyskylvön onnistumiseen vaikuttavia tekijöitä on ajateltu olevan mm. riittävä kevätkosteus, siemenen saaminen maakosketukseen sekä riittävän aikainen kylvö, jotta siemenet ehtivät orastua ja lähteä kasvuun ennen kuin nurmikasvusto alkaa liiaksi varjostaa taimia (Kurki 2010). Nurmet Rahaksi –hankkeessa tutkittiin kahdella kokeella nurmen täydennyskylvön vaikutusta sadon määrään ja sulavuuteen aukkoisuudeltaan erilaisissa timotei-nurminatanurmissa.

## Materiaali ja menetelmät

Kaksi erillistä kenttäkoetta toteutettiin Luonnonvarakeskuksen Maaningan (Kuopio) toimipisteessä Pohjois-Savossa vuosina 2015–2017. Kokeet toteutettiin vuonna 2013 (Koe 1) ja 2014 (Koe 2) perustetuilla nurmiruuduilla (12 m<sup>2</sup>) osaruutukokeina viidellä toistolla. Molemmat kokeet sijaitsivat peltolohkoilla, jonka maalaji oli karkea hieta, fosfori luokassa tyydyttävä ja maassa runsaasti reservikaliumia. Koeruuduille perustettiin timotei-nurminata (70:30, 25 kg ha<sup>-1</sup>) –kasvusto suojaviljaan (Wolmari–ohra), joka korjattiin kokoviljana. Kokeessa 1 seos oli Tuure-Inkeri ja kokeessa 2 Tenho-Inkeri. Pääruutuna toimi aukkoisuus. Aukot tehtiin kasvustoon erikokoisia pyöreitä reikiä (halkaisijat 20, 30 ja 40 cm) sisältävien muovisapluunoiden avulla. Kasvusto käsiteltiin reikien kohdalta glyfosaatilla käyttäen joko kannettavaa ruiskua tai sivelysauvaa. Aukkoisuustasoja oli neljä: ei aukkoja, 15% aukkoja, 28% aukkoja ja 40% aukkoja, jotka määräytyivät reikien osuutena koko ruudun pinta-alasta. Glyfosaatti tuhosi kasvustosta tavoiteltua suuremman osan, mutta muutos kasvuston tiheydessä oli kuitenkin tasainen. Siten tästä ei ollut haittaa kokeen toteuttamisen kannalta, mutta tuloksia kannattaa arvioida mieluummin suhteessa kevättiheyttä määrittäisiin kuin glyfosaatilla käsiteltyjen aukkojen pinta-aloihin käsittelyhetkellä. Osaruutuna kokeissa toimi täydennyskylvö/ei täydennyskylvöä. Kokeen 1 aukotus tehtiin 25.–26.9.2014 ja täydennyskylvö tehtiin keväisin vuosittain (2015, 2016 ja 2017, Taulukko 1). Koe 2 aukotettiin syksyllä 2015 (29.9. ja 5.10.) ja täydennyskylvö tehtiin vain kertaalleen keväällä 2016 (Taulukko 1). Täydennyskylvöt (12 kg ha<sup>-1</sup>) tehtiin samoilla lajikkeilla, samalla seossuhteella ja samalla ruutukylvökoneella kuin alkuperäisessä kylvössä. Kylvökone oli ruutumittakaavan kone (Wintersteiger AG, Itävalta; työleveys 1,5 m), jonka vantaiden avulla siemenet saatiin maakosketukseen.

Sato korjattiin vuonna 2015 kaksi kertaa ja 2016–2017 kolme kertaa (Taulukko 1). Koe 1 sai vuonna 2015 hehtaaria kohden mineraalilannoitteina 190 kg N (1. sadolle 100 kg, 2. sadolle 90 kg), 15 kg P ja 50 kg K ja vuosina 2016 ja 2017 hehtaaria kohden 240 kg N (100+100+40), 15 kg P ja 46 kg K. Koe 2 sai vuosina 2016 ja 2017 mineraalilannoitteina hehtaaria kohden 240 kg N (100+100+40), 10 kg P ja 90 kg K. Rikkakasvit torjuttiin kokeilta tarvittaessa (rikkajien osuus kasvustossa >5%). Vuonna 2015 kasvinsuojeluruiskutus tehtiin kymmenen päivää täydennyskylvön jälkeen. Vuonna 2016 vasta itäneitä versoja haluttiin suojella mahdollisilta ruiskutusvaurioilta. Kasvinsuojeluruiskutus toteutettiin kesäkuun lopussa, kun nurminadan taimissa oli 2–3 kasvulehteä. Tästä johtuen kokeella 2 aukkoisuustasojen 28% ja 40% koeruutujen aukoissa kasvoi merkittävä määrä rikkakasveja etenkin toisessa sadossa. Korjuun yhteydessä määritettiin kasvuston rikkakasvien osuus kahdelta suurimmalta aukkoisuustasolta ruuduittain (rikkajien osuus kasvustossa >5%) noin 450–750 g kokoisista näytteistä, rikkakasvit poistettiin analyysinäytteistä ja niiden osuus kuiva-ainesadosta. Koejäseniltä määritettiin kuiva-ainesato (Kasato, kg ka ha<sup>-1</sup>) kaikista niitoista sekä otettiin ruuduittain näytteet, joista analysoitiin D-arvo (g kg<sup>-1</sup> ka) NIR-menetelmällä (Valio Oy, Seinäjoki). Energiasato (ME-sato, GJ ha<sup>-1</sup>) laskettiin kaavalla  $D\text{-arvo} \times 0,016 \times \text{Kasato} \times 1000^{-1}$ . Kaikilta ruuduilta määritettiin lisäksi silmämääräisesti kevättiheydet ja syystiheydet. Täydennyskylvön orastumista havainnoitiin kolmelta aukotetulta koejäseneltä vuosina 2015 ja 2016. Vuonna 2015 havainnoitiin silmämääräisesti itäneiden versojen osuutta halkaisijoiltaan erikokoisissa aukoissa. Vuonna 2016 koeruutujen erikokoisista

aukoista havainnointiin täydennyskylvöriivejä 5 cm:n pituisilta osilta, ja mitattiin kuinka suurelta osuudelta niistä löytyy itäneitä versoja, sekä montako versoa 5 cm:n riviosalla keskimäärin oli. Tilastanalyysit tehtiin SAS 9.4. ohjelmiston *Mixed*-proseduurilla käyttäen osaruutukokeen mallia, jossa aukkoisuus, täydennyskylvö ja näiden yhdysvaikutus olivat kiinteitä tekijöitä ja kerranne sekä kerranne×aukkoisuus –yhdysvaikutus satunnaisia tekijöitä. Mallissa käytettiin Kenward-Rogerin vapausasteiden korjausmenetelmää ja parivertailut tehtiin Tukeyn testillä.

Taulukko 1. Kokeilla tehtyjen viljelytoimenpiteiden ajankohdat

	Koe 1			Koe 2	
	2015	2016	2017	2016	2017
Täydennyskylvö	12.5.	3.5.	9.5.	3.5.	-
Kevättiheyshavainnot	12.5.			19.5.	
Rikkakasvitorjunta	22.5.	30.6./17.8.	-	30.6./17.8.	-
Lannoitus 1. sadolle	14.5.	10.5.	12.5.	11.5.	12.5.
Orastumishavainnot	10.6.	25.5.	-	25.5.	-
1. niitto	12.6.	10.6.	27.6.	10.6.	21.6.
Lannoitus 2.sadolle	12.6.	10.6.	27.6.	10.6.	21.6.
2. niitto	30.7.	21.7.	3.8.	14.7.	1.8.
Lannoitus 3.sadolle	-	21.7.	3.8.	15.7.	1.8.
3. niitto	-	6.9.	18.9.	30.8.	6.9.

## Tulokset

Täydennyskylvöt tehtiin keväisin toukokuun alkupuolella. Taulukossa 2 kuvataan kevään kosteusolosuhteita. Keväällä 2015 lumi sulsi aikaisin, mutta etenkin toukokuun kahdella ensimmäisellä viikolla satoi paljon. Täydennyskylvö tehtiin melko myöhään, mutta sateista johtuen kosteutta oli maassa edelleen ja siemenet itivät. Vuonna 2016 täydennyskylvöt tehtiin aikaisemmin, ja ne onnistuivat paremmin kuin vuonna 2015. Vuonna 2017 lumi sulsi myöhään, ja pellon kuivumista jouduttiin odottelemaan hieman pidempään kuin 2016. Myös kasvukausi alkoi selvästi myöhemmin vuonna 2017 kuin kahtena edellisellä vuonna.

Taulukko 2. Lumen sulamispäivä sekä kevään sademäärät ja kasvukauden alkamispäivä Maaningalla koevuosina 2015–2017

	2015	2016	2017
Lumen sulamispäivä	10.4.	9.4.	4.5.
Sademäärä 1.-30.4.	mm 33	42	35
Sademäärä 1.-15.5.	mm 44	4	3
Sademäärä 16.-31.5.	mm 15	11	24
Kasvukauden alku	5.5.	26.4.	16.5.

Täydennyskylvöjen orastumishavaintoja ei analysoitu tilastollisesti. Vuonna 2015 keskimäärin 72% täydennyskylvöistä näytti itäneen havainnointihetkellä 10.6. Vuonna 2016 kokeella 1 64% havainnoiduista 5 cm kylvörivipätkistä sisälsi vähintään yhden itäneen verson, mutta yleisimmin versoja ei ollut yhtä enempää. Kokeella 2 täydennyskylvö onnistui paremmin, sillä 88% 5 cm pituisesta kylvörivin osasta sisälsi vähintään yhden verson. Yleisimmin uusia versoja oli 5 cm matkalla 1–2, mutta toisinaan 3–5. Vuonna 2017 silmämääräisiä orastumishavaintoja ei tehty.

## Aukkoisuus

Kokeen 1 aukotuksen onnistuminen näkyi keväällä 2015 tehdyissä kevättiheyshavainnoissa (Taulukko 3). Tavoiteltujen 'ei aukkoja', '15% aukkoja', '28% aukkoja' ja '40% aukkoja' -koejäsenten sijaan kevättiheyksien perusteella lähtötilanteet olivat 5% aukkoja, 40% aukkoja, 63% aukkoja ja 84% aukkoja. Kahdella korkeimmalla aukkoisuustasolla täydennyskylvö-koejäsenten tiheydet ovat hieman matalammat (2 ja 5 %-yksikköä) ei täydennyskylvöä –koejäseniin verrattuna, mikä voi teoriassa

Taulukko 3. Täydennyskylvön vaikutus satoon (kg ka ha<sup>-1</sup>) niitoittain eri aukkoisuustasoilla kokeessa 1, jossa täydennyskylvö toistettiin vuosittain. Kun täydennyskylvön vaikutus on tilastollisesti merkitsevä, esitetään myös muutoksen suuruus kuiva-ainekiloina kullakin aukkoisuustasolla.

Aukk.	Täyd.kylvö	2015					2016					2017				
		Ktih <sup>1</sup>	1. sato	<i>muutos</i>	2. sato	Kok. sato	1. sato	<i>muutos</i>	2. sato	<i>muutos</i>	3. sato	Kok. sato	1. sato	2. sato	3. sato	Kok. sato
ei aukkoja	ei	95	4010		4580	8590	4710		3370		2580	10660	3890	2620	1700	8220
ei aukkoja	kyllä	95	3800	<i>-210</i>	4450	8250	4500	<i>-210</i>	3490	<i>+120</i>	2680	10680	3980	2730	1780	8470
15% auk.	ei	60	3200		4460	7650	4700		3280		2560	10530	4020	2580	1660	8250
15% auk.	kyllä	60	2950	<i>-250</i>	4730	7680	4510	<i>-190</i>	3370	<i>+90</i>	2540	10420	3800	2650	1690	8140
28% auk.	ei	38	2440		4750	7190	4470		3300		2570	10340	3900	2670	1710	8280
28% auk.	kyllä	36	2020	<i>-420</i>	5000	7180	4480	<i>+10</i>	3480	<i>+180</i>	2610	10570	3930	2650	1720	8300
40% auk.	ei	19	1450		4860	6310	4620		3190		2520	10330	3860	2480	1750	8090
40% auk.	kyllä	14	1300	<i>-150</i>	4740	6040	4460	<i>-160</i>	3280	<i>+90</i>	2480	10230	3990	2640	1700	8330
	SEM <sup>2</sup>	1.1	157		138	199	117		58		86	186	167	105	70	224
Merk.	Aukk.	***	***		*	***			*							
	Täyd.kylvö	***	***				*		**					0		
	Yhdysv.	***											0			

<sup>1</sup> Ktih = kevättiheys-%; <sup>2</sup> SEM = keskiarvon keskiarve; Tilastolliset merkitsevyydet: \*\*\* P<0.001, \*\* P<0.01, \* P<0.05, 0 P<0.10

 Taulukko 4. Täydennyskylvön vaikutus satoon (kg ka ha<sup>-1</sup>) niitoittain eri aukkoisuustasoilla kokeessa 2, jossa täydennyskylvö tehtiin vain ensimmäisenä satovuotena. Kun täydennyskylvön vaikutus on tilastollisesti merkitsevä, esitetään myös muutoksen suuruus kuiva-ainekiloina kullakin aukkoisuustasolla.

Aukkoisuus	Täyd.kylvö	2016					2017						
		Ktih <sup>1</sup>	1. sato	2. sato	<i>muutos</i>	3. sato	Kok. sato	1. sato	<i>muutos</i>	2. sato	3. sato	Kok. sato	<i>muutos</i>
ei aukkoja	ei	99	4890	3220		3120	11030	4090		3550	1930	9570	
ei aukkoja	kyllä	100	4710	3290	<i>+70</i>	3050	11060	4200	<i>+110</i>	3340	1850	9400	<i>-170</i>
15% aukkoja	ei	76	3680	3190		2880	9750	3910		3480	1920	9310	
15% aukkoja	kyllä	76	3620	3320	<i>+130</i>	2760	9710	4080	<i>+170</i>	3520	1840	9430	<i>+120</i>
28% aukkoja	ei	60	3090	3230		2590	8910	3700		3420	1790	8920	
28% aukkoja	kyllä	58	3030	3420	<i>+190</i>	2610	9060	4010	<i>+310</i>	3510	1790	9310	<i>+390</i>
40% aukkoja	ei	28	2050	3060		2360	7810	3630		3350	1700	8670	
40% aukkoja	kyllä	31	2020	3110	<i>+50</i>	2530	7670	4390	<i>+760</i>	3630	1740	9780	<i>+1110</i>
	SEM <sup>2</sup>	3.3	164	99		102	279	95		78	39	134	
Merkitsevyyt	Aukkoisuus	***	***			***	***	*			***	*	
	Täyd.kylvö			*				***				***	
	Yhdysv.							**		*		***	

<sup>1</sup> Ktih = kevättiheys-%; <sup>2</sup> SEM = keskiarvon keskiarve; Tilastolliset merkitsevyydet: \*\*\* P<0.001, \*\* P<0.01, \* P<0.05, 0 P<0.10

hieman vaikuttaa tuloksiin. Aukkoisuus laski odotetusti ensimmäisen sadon määrää (ei aukkoja vs. 40% aukkoja -2530 kg ka ha<sup>-1</sup>), mutta sadot olivat korkeampia kuin kevättiheyksien perusteella olisi voinut olettaa. '15% aukkoja' -koejäsenen sato oli 79% täystiheän koejäsenen sadosta, '28% aukkoja' koejäsenen 57% ja '40% aukkoja' -koejäsenen 35% täystiheästä, kun vastaavat kevättiheydet olivat 60%, 37% ja 17%. Yllättäen toisessa sadossa korkein sato ja saatiin kaikkein aukkoisimmalla koejäsenellä (+280 kg ka ha<sup>-1</sup> aukottomaan koejäseneseen verrattuna). Ensimmäisessä sadossa aukkoisuus nosti D-arvoa (ei aukkoja vs. 40% aukkoja +22 g kg<sup>-1</sup> ka), mutta laski sitä toisessa sadossa (-16 g kg<sup>-1</sup> ka). Nurmi kompensoi aukkoisuutta toisessa sadossa aukkojen laitojen korkeammalla ja rotevammalla kasvustolla.

Vuonna 2016 aukkoisuudella ei ollut vaikutusta ensimmäisen sadon määrään eikä sulavuuteen kokeella 1. Toisessa sadossa aukkoisuus laski satoa 200 kg ka ha<sup>-1</sup> (ei aukkoja vs. 40% aukkoja), mutta ei vaikuttanut D-arvoon. Kolmannessa sadossa ja kokonaissadossa aukkoisuudella ei ollut vaikutusta satoon. Kokeen 2 aukotuksen jäljiltä lähtötilanne ensimmäisen koevuoden keväällä 2016 oli ei aukkoja, 24% aukkoja, 41% aukkoja ja 70% aukkoja. Osaruutujen (täydennyskylvö/ei täydennyskylvöä) välillä ei ollut eroja aukkoisuudessa. Ensimmäisessä sadossa aukotus laski satoa, kuten kokeessa 1. Aukkoisuustason '15% aukkoja' (toteutunut kevättiheys 76%) sato oli sekin 76% täystiheän koejäsenen sadosta. Kahdella korkeimmalla aukkotasolla sadon määrä oli korkeampi kuin kevättiheys (64% ja 42% täystiheästä, kun vastaavat kevättiheydet olivat 59% ja 30%). Sadon määrän laskiessa sen D-arvo nousi (ei aukkoja vs. 40%-aukkoja 689 → 721 g kg<sup>-1</sup> ka). ME-sadossa ilmiö oli vastaava kuin kuiva-ainesadossa. Tälläkään kokeella aukotuksella ei enää ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta toisen sadon kuiva-ainesadon määrään, mutta aukkoisuus nosti sulavuutta tilastollisesti merkitsevästi (ei aukkoja vs. 40% aukkoja 696 → 711 g kg<sup>-1</sup> ka). Aukkoisuus laski satoa myös kolmannessa sadossa, mutta suhteessa vähemmän ('40% aukkoja' koejäsenen sato oli 79% täystiheästä sadosta). Kokonaissadossa aukkoisuus laski satoa merkitsevästi (ei aukkoja vs. 40% aukkoja 11040 → 7740 kg ka ha<sup>-1</sup>).

Vuonna 2017 kokeella 1 aukkoisuudella ei ollut enää havaittavissa mitään vaikutusta satoon. Myös kokeella 2 aukkoisuuden vaikutus satotasoon oli selvästi vähäisempi kuin edellisenä vuonna. Ensimmäisessä sadossa '28% aukkoja' -koejäsenen sato oli 290 kg ka ha<sup>-1</sup> matalampi kuin täystiheän koejäsenen, eikä muuta eroa ollut. Toisessa sadossa aukkoisuudella ei ollut merkitsevää vaikutusta, ja kolmannessa '40% aukkoja' -koejäsenen sato oli keskimäärin 170 kg ka ha<sup>-1</sup> matalampi kuin täystiheän ja '15% aukkoja' -koejäsenen. Aukkoisuus nosti kolmannen sadon sulavuutta (ei aukkoja vs. 40% aukkoja 745 → 753 g kg<sup>-1</sup> ka). Kokonaissatoon aukkoisuudella ei ollut vaikutusta.

## Täydennyskylvö

Vaikka orastumishavainnot kokeella 1 näyttivät positiivisilta kesän 2015 alussa, täydennyskylvöllä oli odotettua vähemmän vaikutusta koevuosien satotasoon. Vuoden 2015 ensimmäinen sato niitettiin tarkoituksella aikaisin, jotta täydennyskylvetyt versot saisivat valoa. Täydennyskylvön ei vielä ensimmäisessä sadossa odotettu vaikuttavan satoa nostavasti. Täydennyskylvö alensikin vuoden 2015 ensimmäistä satoa keskimäärin 260 kg ka ha<sup>-1</sup> (2,9 GJ ha<sup>-1</sup>), mikä johtui todennäköisesti vantaiden aiheuttamista vaurioista (Taulukko 3). Toisessa sadossa ja koko kesän kokonaissadossa täydennyskylvöllä ei ollut vaikutusta sadon määrään, mutta se nosti hieman toisen sadon D-arvoa (680 → 683 g kg<sup>-1</sup> ka). Ensimmäisen sadon D-arvo oli keskimäärin 742 g kg<sup>-1</sup> ka.

Vuonna 2016 aloitettiin Koe 2 ja molemmille kokeille tehtiin täydennyskylvö. Kokeessa 1 täydennyskylvö laski vuoden 2015 tapaan ensimmäistä satoa 130 kg ka ha<sup>-1</sup> (1,5 GJ ha<sup>-1</sup>), mutta nosti toista satoa 120 kg ka ha<sup>-1</sup> (1,3 GJ ha<sup>-1</sup>). Kolmannessa sadossa ja kesän kokonaissadossa täydennyskylvöllä ei ollut merkitsevää vaikutusta satoon. Täydennyskylvöllä ei ollut vaikutusta D-arvoon, joka oli ensimmäisessä sadossa keskimäärin 695 g kg<sup>-1</sup> ka, toisessa 686 g kg<sup>-1</sup> ka ja kolmannessa 712 g kg<sup>-1</sup> ka. Syystiheysmääritysten perusteella täydennyskylvö oli nostanut tiheyttä '40% aukkoja' -koejäsenellä 15 prosenttiyksikköä (60% → 73%).

Kokeessa 2 kahdella korkeammalla aukkoisuustasolla esiintyi rikkakasveja, koska kasvinsuojeluruiskutusta ei tehty keväällä. Koejäsenellä '28% aukkoja' rikkakasveja oli keskimäärin 5% toisessa sadossa ja 2% kolmannessa sadossa, ja koejäsenellä '40% aukkoja' 12% toisessa sadossa ja 3% kolmannessa sadossa. Sato- ja sulavuustulokset esitetään ilman rikkakasveja. Täydennyskylvö ei laskenut ensimmäisen sadon määrää tilastollisesti merkitsevästi, vaikka sadot olivatkin numeroarvoisesti pienempiä jokaisella aukkoisuustasolla. Toisessa sadossa täydennyskylvö nosti satoa

keskimäärin 110 kg ka ha<sup>-1</sup>, mutta ME-satona ero ei ollut aivan tilastollisesti merkitsevä. Kolmannessa sadossa ja kesän kokonaissadossa täydennyskylvöllä ei ollut merkitsevää vaikutusta sadon määrään. Täydennyskylvöllä ei ollut vaikutusta D-arvoon, joka oli ensimmäisessä sadossa keskimäärin 703 g kg<sup>-1</sup> ka, toisessa 703 g kg<sup>-1</sup> ka ja kolmannessa 687 g kg<sup>-1</sup> ka. Keväällä tehdyn täydennyskylvön vaikutus oli kokeella 2 loppukesästä silmin nähtävä, mutta syystiheysmääritysten perusteella täydennyskylvö oli nostanut nurmen tiheyttä tilastollisesti merkitsevästi vain '40% aukkoja' -koejäsenellä (17 prosenttiyksikköä, 52% → 69%).

Vuonna 2017 kokeella 1 täydennyskylvö vaikutti satoon vain suuntaa antavasti toisessa sadossa, jolloin sadon määrä lisääntyi 80 kg ka ha<sup>-1</sup>. D-arvo oli ensimmäisessä sadossa 697 g kg<sup>-1</sup> ka, toisessa 715 g kg<sup>-1</sup> ka ja kolmannessa 697 g kg<sup>-1</sup> ka. Täydennyskylvö oli syystiheysien perusteella nostanut '40% aukkoja' -koejäsenen tiheyttä 15 prosenttiyksikköä (64% → 79%). Toisin kuin kokeella 1, kokeella 2 saatiin ensimmäistä kertaa käytännön kannalta merkittäviä sadonlisäyksiä. Täydennyskylvö nosti ensimmäistä satoa kokeella 2 keskimäärin 340 kg ka ha<sup>-1</sup> (3,6 GJ ha<sup>-1</sup>) ja '40% aukkoja' -koejäsenellä 760 kg ka ha<sup>-1</sup> (8,1 GJ ha<sup>-1</sup>). Toisessa sadossa sadon määrä nousi 280 kg ka ha<sup>-1</sup>, kun aukkoja oli 40%, mutta laski 210 kg ka ha<sup>-1</sup> aukottomalla koejäsenellä. Kolmannessa sadossa täydennyskylvöllä ei ollut merkitsevää vaikutusta. Kokonaissadossa täydennyskylvö nosti satoa keskimäärin 360 kg ka ha<sup>-1</sup> (3,7 GJ ha<sup>-1</sup>) ja '40% aukkoja' -koejäsenellä 1100 kg ka ha<sup>-1</sup> (11,4 GJ ha<sup>-1</sup>). D-arvo oli ensimmäisessä sadossa 702 g kg<sup>-1</sup> ka, toisessa 695 g kg<sup>-1</sup> ka ja kolmannessa 749 g kg<sup>-1</sup> ka, eikä täydennyskylvöllä ollut vaikutusta. Syystiheysmääritysten perusteella täydennyskylvö oli nostanut nurmen tiheyttä '15% aukkoja' -koejäsenellä 18 prosenttiyksikköä (77% → 95%), '28% aukkoja' -koejäsenellä 23 prosenttiyksikköä (66% → 89%) ja '40% aukkoja' -koejäsenellä 35 prosenttiyksikköä (54% → 89%).

## Tulosten tarkastelu

Nurmen aukkoisuuden vaikutukset satotasoon eivät olleet tämän tutkimuksen varsinainen tutkimuskohde, vaan mielenkiinto kohdistui täydennyskylvön ja aukkoisuustason yhdysvaikutukseen. Nurmen vahva aukkojen kompensointikyky korkeammalla ja rotevammalla kasvustolla oli kuitenkin mielenkiintoinen ja yllättävä havainto, joka johtunee muutoksista valon tunkeutumisessa aukkoiseen kasvustoon. Osin kyse voi olla myös runsaammasta käytettävissä olevien ravinteiden määrästä suhteessa ravinteita käyttävien versojen määrään. Tämän kokeen perusteella näytti siltä, etteivät pienet aukot nurmessa välttämättä vaikuta negatiivisesti satotasoon. Peltomittakaavassa aukot ovat usein suurempia, eikä reunakasvuston kompensointi voikaan yleistää niihin. Vaikka aukkoista ei näyttänyt olevan juuri haittaa satotasolle ensimmäistä aukotusta seurannutta satoa lukuun ottamatta, aukkojen selkeä haittapuoli oli rikkakasvien määrän lisääntyminen. Täydennyskylvön yksi etu onkin rikkakasvipaineen vähentäminen.

Täydennyskylvöön ja sen onnistumiseen liittyy monia eri tekijöitä. Tässä kokeessa täydennyskylvö tehtiin keväällä heti, kun pelto kanto traktorilla. Keväiden välillä oli eroja täydennyskylvön onnistumisessa, ja se onnistui parhaiten keväällä 2016 kokeella 2. Kevätkosteuden hyödyntäminen on erittäin tärkeää täydennyskylvön onnistumisen kannalta. Tähän päätyivät myös Hakkola (1995) ja Kurki & Valo (2013). Keskipäivällä täydennyskylvö on haastavinta, sillä kuivuus ja kilpailu olemassa olevan kasvuston kanssa vaikeuttavat orastumista, mutta myöhemmin elo-syyskuussa onnistumistodennäköisyys on suurempi (Kurki & Valo 2013). Orastumishavaintojen perusteella täydennyskylvöt onnistuivat hyvin, mutta vuonna 2015 kokeessa 1 satovastetta täydennyskylvölle ei kuitenkaan saatu seuraavanakaan vuonna. Tämä saattaa johtua liian myöhäisestä täydennyskylvöstä vuonna 2015 ja siten heikommasta kilpailuasemasta nopeimman kevätkasvun aikaan. Huguenin-Elie ym. (2006) arvioivat kosteusolosuhteiden ja täydennyskylvettävän nurmen lajiston kilpailukykyyn olevan keskeisimpiä tekijöitä täydennyskylvön onnistumisen kannalta.

Täydennyskylvön vaikutus näkyi selvästi vasta kylvöä seuraavana vuonna, joten täydennyskylvö on syytä tehdä riittävän varhaisessa vaiheessa. Vasta itäneet versot on lisäksi syytä huomioida mm. kasvinsuojeluruiskutuksia ajoitettaessa taimivaurioiden välttämiseksi. Syysitoiset rikkakasvit kannattaakin torjua jo edeltävänä syksynä. Vantaiden käyttö aiheutti toisinaan pientä sadon alenemaa ensimmäisessä sadossa, mutta käytännön kannalta alenema oli merkityksetön. Kokeessa 2 havaittiin, että vaikka täydennyskylvö lisäsi selvästi nurmen tiheyttä kaikilla kolmella aukotetulla koejäsenellä, sadon määrä nousi käytännön kannalta merkittävästi vain kaikkein korkeimmalla aukkoisuustasolla, jonka tiheys lähtötilanteessa oli vain 30%. Käytännössä näin aukkoista nurmea tuskin enää

täydennyskylvettäisiin, vaan se perustettaisiin kokonaan uudelleen. Tiheyden lisääntymisen heikko vaikutus sadon määrään on ymmärrettävä aukkoisuustasojen vertailun pohjalta. Mikäli peltomittakaavassa aukot ovat suurempia, eikä aukkojen reunojen kompensatio toimi yhtä voimakkaasti, voi täydennyskylvöllä olla merkittävämpi vaikutus satoon.

Tässä kokeessa täydennyskylvö tehtiin nurmiheinillä. Apiloiden täydennyskylvön tiedetään onnistuvan helpommin kuin heinien (Hakkola 1995, Kurki & Valo 2013). Mm. Niemeläinen ym. (2014) havaitsivat selvän sadonlisän kahtena täydennyskylvöä seuraavana vuonna, kun viisi vuotta vanha heinänurmi täydennyskylvettiin puna-apilalla toukokuussa, kasvustoa ei lannoitettu ja se korjattiin vain kerran heinäkuun puolivälissä. Toisaalta myös apilalla on saatu tuloksia, joissa täydennyskylvön silmämääräisestä onnistumisesta huolimatta vaikutus sadon määrään oli vähäinen eikä sadon määrä eronnut täydennyskylvämättömästä koejäsenestä (Lötjönen 2014).

## Johtopäätökset

Kokeiden aikana saatiin kokemuksia sekä epäonnistuneesta että onnistuneesta täydennyskylvöstä. Onnistuessaan täydennyskylvö lisäsi selvästi nurmen tiheyttä ja vähensi rikkakasvipainetta, mutta vaikutus sadon määrään oli vähäinen ja käytännön kannalta merkityksetön lukuun ottamatta erittäin aukkoista koejäsentä. Vaikutukset sulavuuteen olivat vieläkin vähäisempiä. Tämän tutkimuksen perusteella heinäkasveilla toteutettavan täydennyskylvön satohyöty on hyvin epävarma kokeiden kaltaisella kasvuston aukkoisuudella. Täydennyskylvö nosti kokonaissatoa vain yhtenä vuonna, kun nurmen tiheys oli noin 30%. Tällöinkin satohyöty toteutui vasta täydennyskylvöä seuraavana vuonna. Tutkimuksessa havaittiin, että aukkojen ollessa pieniä (halkaisija alle 40 cm) nurmi pystyi kompensoimaan alentunutta tiheyttä tehokkaasti aukkojen laitojen rotevammalla kasvustolla. Vaikka tämän tutkimuksen perusteella täydennyskylvöä heinäseoksella ei voida suositella satotason nostamiseen, tilatasolla täydennyskylvö voi olla kannattava toimenpide nurmien moninaisen aukkorakenteen vuoksi. Täydennyskylvöä olisi tärkeää tutkia lohkomittakaavassa ja muilla nurmilajeilla, kuten puna-apilalla tai yksivuotisilla nurmikasveilla (mm. italianraiheinä).

## Kiitokset

Kokeet toteutettiin Pohjois-Savon alueella 2015–2018 toimivassa Nurmet Rahaksi –hankkeessa, jota rahoittaa Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto Pohjois-Savon ELY-keskuksen kautta.

## Kirjallisuus

- Hakkola, H. 1995.** Nurmen täydennyskylvö onnistuu parhaiten keväällä. *Koetoiminta ja käytäntö* 16.12.1995. Maatalouden tutkimuskeskus. s. 54–55.
- Huguenin-Elie, O., Stutz, C., Gago, R., Kessler, W. & Lüscher, A. 2006.** Influence of the seeder type and the initial sward composition on the success of overseeding. Teoksessa: Lloveras, J. ym. (toim.). Sustainable Grassland Productivity. Proceedings of the 21<sup>st</sup> General Meeting of the European Grassland Federation. Badajoz, Spain 3–6 April 2006. s. 137–139.
- Kurki, P. 2010.** Täydennyskylvö. Teoksessa: Peltonen, S. ym. (toim.). Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. *Tieto Tuottamaan* 132. ProAgria Keskusten Liitto. s. 46–48.
- Kurki, P. & Valo, R. 2013.** Nurmen täydentäminen osaksi nurmenhoitoa. Pellot tuottamaan –hanke. [https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/netti2013\\_taydennyskylvo\\_logot.pdf](https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/netti2013_taydennyskylvo_logot.pdf)
- Lötjönen, T. 2014.** Nurmien sadontuottokyvyn ylläpitäminen täydennyskylvöllä. Teoksessa: Huuskonen, A. (toim.). Edistystä luomutuotantoon –loppuraportti. *MITT Raportti* 175: 22–27.
- Niemeläinen, O., Hyvönen, T., Jauhiainen, L., Lötjönen, T., Virkkunen, E. & Uusi-Kämppeä, J. 2014.** Hoidettu viljelemätön pelto biokaasuksi: biomassan sopivuus syötteenä ja korjuun vaikutukset tukiohjelmien muiden tavoitteiden saavuttamiseen. *HVP-biokaasuksi-hankkeen loppuraportti*. MAKERA: Dnro 2619/312/2009. 31 s. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2014030415897>
- Virkkunen, P., Rinne, M., Mononen, J., Niskanen, O., Järvenranta, K. & Sairanen, A. 2015.** Dairy production systems in Finland. Teoksessa: A. van den Pol-van Dasselaar ym. (toim.). Grassland and forages in high output dairy farming systems: Proceedings of the 18th symposium of the European Grassland Federation, Wageningen, the Netherlands, 15–17 June 2015. *Grassland Science in Europe* 20: 51–66.