

Mädätyksen vaikutus naudon lietelannan lannoitusominaisuuksiin nurmella

Petri Kapuinen, Paula Perälä ja Kristiina Regina

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, Maaperä ja kasvinravitseminen, 31600 Jokioinen, petri.kapuinen@mtt.fi

Tiivistelmä

Mädätyksen vaikutus lietelannan lannoitusarvoon on keskeinen kriteeri harkittaessa maatalouden biokaasutuotannon tukemista. Sen on väitetty parantavan merkittävästi lannan ravinteiden käyttökelpoisuutta ja hygieniaa korjattavan rehun laadun kannalta.

Väitteiden todenperäisyyden selvittämiseksi perustettiin 2-vuotinen kenttäkoe timotei-nurminata – nurmelle Jokioisiin. Nurmea lannoitettiin keväällä väkilannoitteella 92 kg N/ha. Ensimmäisenä vuonna 1. niitto oli puhdistusniitto, mutta 2. vuoden ruduittainen edellisen vuoden käsittelyiden jälkivaikutusten selvittämiseksi. Tämän jälkeen koeruudut lannoitettiin koesuunnitelman mukaisesti. Tavoitteena oli käyttää naudon lietelantaa ns. nitraattiasetuksen sallima enimmäismäärä, 170 kg kok.-N/ha. Ennakoanalyysin perustella tämän arvioitiin toteutuvan levitettäessä lietelantaa 85 kg liuk.-N/ha edestä. Mädätettyä lietelantaa käytettiin myös niin, että sen sisältämän kok.-N:n määrä oli 85 kg/ha siltä varalta, että väittämät osoittautuisivat oikeiksi. Lietelannat levitettiin letkulevitys- tai sijoitustekniikalla. Lisäksi kenttäkokeessa oli typpilannoitusportaat: 0, 50, 75, 100, 125, 150 ja 175 kg N/ha väkilannoiteseoksella, jonka koostumus vastasi käytettyjen lietelantojen ravinnesuhteita. Nurmea ei lannoitettu 2. niiton jälkeen, mutta 3. sato korjattiin käsittelyiden jälkivaikutusten selvittämiseksi. Ammoniakkimissioita mitattiin 3 päivää levityksestä ja kasvihuonekaasupäästöjä seuraavan kevään lannoitukseen asti.

Tulosten perusteella voidaan päätellä, että mädätys nostaa lannan lannoitusarvoa nurmenviljelyssä lähtökohtaisesti liukoisen typen osuuden kasvua vastaavasti. Liuk. N:n osuuden kasvaessa lietelannan osuus nurmen N-lannoituksesta voi kasvaa lannan kok.-N määrän ylittämättä ns. nitraattiasetuksen rajaa. Vastaavasti liuk. N:n määrän kasvaessa suhteessa fosforin määrään osuus typpilannoituksessa voi lisäntyä. Fosfori muodostuu uudessa ympäristötukijärjestelmässä yleensä rajoittavaksi, jos maan viljavuusluokka fosforin suhteen on vähintään hyvä.

Itse sadonmuodostuksessa mädätyksestä on merkittävää hyötyä vain, jos mädätetty lietelanta levitetään sijoitustekniikalla 1. niiton jälkeen. Tämä hyöty saadaan vain, jos myös 3. sato korjataan, mikä ei ole välttämättä taloudellisesti kannattavaa eikä edes mahdollista pohjoisimmilla tuotantoalueilla, vaikka olisikin ympäristölle hyödyksi. Lietelannan liuk. N tuottaa selvästi pienemmän sadon 2. niitossa kuin väkilannoite mädätyksestä ja sijoitustekniikan käytöstä huolimatta. Mädätys ei parantanut nurmisadon hygieniaa.

Sijoitustekniikan käytöllä vähennetään radikaalisti ammoniakkipäästöjä, liukoisen fosforin huuhtoutumista nurmilta sekä hajuhaittoja, joten sen positiiviset ympäristövaikutukset ovat huomattavat. Typpioksiduulipäästöt saattavat kuitenkin lisääntyä.

Ensimmäisen sadon muodostuksessa tarvittava typpi voidaan ja kannattaa antaa väkilannoitteena, koska väkilannoitteen levitykseen käytettävät koneet ovat keveämpiä ja siten sopivampia käytettäväksi keväällä märällä nurmella ja osa typpilannoituksesta joudutaan joka tapauksessa antamaan väkilannoitteenä. Käytettäessä mädätettyä lietelantaa sijoitettuna ensimmäisen niiton jälkeen, toisen sadon liukoisen typen tarve voidaan lähes tyydyttää pelkällä lietelannalla, mutta mahdollisen kolmannen sadon lannoitus kannattaa antaa jo tässä yhteydessä väkilannoitteena tai mädättämätön lietelantaa käytettäessä 2. sadon raakavalkuaispitoisuuden normalisoimiseksi. Toinen sato käyttää tämän typen ja vastaava määrä lietelannan tpestä jää kolmannen sadon käyttöön.

Mädättämättömän lietelannan sijoittamisesta on sadonmuodostuksen kannalta lähinnä haittaa, mutta sen ympäristöhyödyt ovat lähes vastaavat kuin mädätetynkin lietelannan sijoittamisen. Sen liukoisen typen vaikutus jää pienemmäksi kuin mädätetyn lietelannan ja väkilannoitteen, mutta se voidaan useissa tapauksissa korvata väkilannoitetyypellä kolmen niiton strategiassa, mikä kuitenkin lisää kustannuksia.

Asiasanat: nurmien lannoitus, karjanlanta, lietelanta, mädätys, sijoitus, timotei, nurminata, ravinnetappiot, typpi, fosfori, lannoitusarvo, ravinteiden käyttökelpoisuus, typpioksiduuli, hygienia, biokaasu, lisämateriaali

Johdanto

Mädätyksen vaikutus lietalannan lannoitusarvoon on keskeinen kriteeri harkittaessa maatalouden biokaasutuotannon tukemista. Suomessa maatilakohtainen kannattava biokaasutuotanto vaatii Hagströmin ym.(2005) mukaan lisämateriaalien käyttöä, jos karja ei ole suuri, koska sitä ei Kalmarin (2006) mukaan tueta merkittävästi eikä tuotetulle sähkölle ole syöttötariffia kuten esimerkiksi Saksassa (BMU 2007). Suomessa kuitenkin suurin osa lannasta, Kapuisen (1994) mukaan noin 81 %, on suhteellisen vähän kaa-sua tuottavaa naudantantaa, ja karjakoko on tyypillisesti pieni. Samalla monivuotisten nurmien osuus kar-jatilojen viljelykierrossa on ollut suuri halvan viljan takia, ja pieni vilja-alakin korjataan usein kokovil-jasäilörehuksi, jotta välttyttäisiin investoimasta sekä karkean rehun että puitavan viljan korjuukalustoon. Keski-Euroopassa lisämateriaalina käytetyn maissin ei ole tähän asti katsottu soveltuvan Suomessa viljel-täväksi, mutta sitä on viime vuosina koemittakaavassa viljelty aina Kainuuta myöten. Ennen sen viljelyn yleistymistä ja oikeiden viljelytekniikoiden ja lajikkeiden löytymistä luonnollinen biokaasuprosessin kas-viperäinen lisämateriaali on monivuotisista nurmista korjattu biomassa, jota tuotetaan ja käsitellään kuten säilörehua.

Ruokintaan käytetyn säilörehun laatu on parhaimmillaan tehtynä ensimmäisen niittokerran sadosta (Huhtanen ym. 2006, 2007). Lietalannan levittäminen keväällä säilörehunurmeen lisää ensimmäisen niiton sadosta tehtävän säilörehun laaturiskejä, eikä peltojen kantavuus oikein riitä raskaalle lietalannan levitys-kalustolle. Lisäksi lietalannan käytöstä aiheutuvan satotappion merkitys ensimmäisen niittokerran sadossa on suurempi kuin seuraavissa, koska niittokertojen satojen osuudet ovat Tyynelän ym. (2004) mukaan keskimäärin 42 %, 32 % ja 26 %. Ensimmäisen niiton osuus kasvukauden sadosta on suurin timoteilla ja pienin englanninraiheinällä. Sen vuoksi on tarpeen siirtää lietalannan levitys mahdollisuuksien mukaan tehtäväksi vasta ensimmäisen niiton jälkeen, jolloin myös sen jälkeen muodostuva kasvusto on korjattava. Näiden satojen käyttö biokaasutuotannossa lisämateriaalina on hyvä vaihtoehto.

Tutkijat väittävät usein, että mädätetyn lietalannan ravinteet ovat kasveille käyttökelpoisempia kuin mädättämättömän. Mädätetyn lietalannan pH on korkeampi ja sen liukoisen typen pitoisuus on teoriassa korkeampi kuin mädättämättömän, joten voidaan olettaa, että myös ammoniakkiemissiöt nurmen pintaan levitetystä mädätetystä lietalannasta ovat suuremmat kuin mädättämättömästä (Mattila ja Joki-Tokola 2003). Näiden väitteiden ja oletusten tarkistamiseksi perustettiin Jokioisiin (P60°47,9' I23°26,3') hie-susavipellolle kenttäkoe timotei-nurminata- nurmelle vuosiksi 2005 ja 2006.

Aineisto ja menetelmät

Nurmi lannoitettiin pelkällä väkilannoitetyypellä (92 kg/ha) kumpanakin keväänä. Ensimmäisen niiton sato mitattiin toisena mutta ei ensimmäisenä koevuotena. Lannoituskäsittelyt toistettiin samoilla tavoilla sa-moihin koeruutuihin kumpanakin vuonna sovelletussa satunnaistetussa osaruutulohkokokeessa, jossa pääruututekijänä oli lantalaji, mädättämätön ja mädätetty, ja osaruututekijänä levitysmenetelmä. Tavoitteena oli käyttää lietalantaa lainsäädännön ja ympäristötukijärjestelmän sallima suurin määrä. Tämän vuoksi mädättämättömän lietalannan levitysmäärä asetettiin niin, että karjanlannasta tulevan kokonaistypen määräksi tuli 170 kg/ha (ETY 1991, VN 2000). Mädätettyä lietalantana annettavan liukoisen typen tavoitemäärä oli sama kuin mädättämättömänä annettuna eli noin 85 kg/ha. Mädätettyä lietalantaa levitettiin lisäpääruututekijän tasossa kokonaistypen pitoisuuden perusteella samainen 85 kg/ha siltä varalta, että väitteet mädätyksen suuresta vaikutuksesta lannan kokonaistypen käyttökelpoisuuteen osoittautuisivat todeksi ja liukoisen typen pitoisuuden mukainen taso johtaisi selvään ylilannoitukseen. Lisäksi kokeessa oli typpitasot: 0, 50, 75, 100, 125, 150 ja 175 kg/ha pintaan levitettyinä väkilannoitteena, jossa pääravinteiden suhteet vastasivat mahdollisimman hyvin lietalantojen vastaavaa. Kolmatta satoa ei lannoitettu erikseen, vaan siitä mitattiin toisen sadon korjuun jälkeen käsittelyistä jäljelle jäävä lannoitusainekoko kolmannen niiton kuiva-ainesato ja raakavalkuaispitoisuus määritettiin molempina vuosi-na. Lisäksi lannoituskäsittelyiden jälkeen mitattiin kolmen päivän ajan ammoniakkiemissiota. Typpioksi-duulipäästöä mitattiin ensimmäisen vuoden lantakäsittelyistä eteenpäin ympäri vuoden toista vuotta seu-raavan vuoden kevätlannoitukseen asti.

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Tulosten perusteella lannan lannoitusarvon lisäyksen mädätyksessä voidaan katsoa lähtökohtaisesti vas-taavan liukoisen typen osuuden kasvua kokonaistypestä. Samalla lannan fosforipitoisuus suhteessa liukoi-sen typen pitoisuuteen pienenee. Tämä sallii kasvattaa lietalannan osuutta nurmen typpilannoituksessa

ylittämättä nitraattidirektiivin (ETY 1991) ja sen implementoimiseksi annetun kansallisen lainsäädännön (VN 2000) asettamaa rajaa karjanlannasta tulevalle kokonaistypen määrälle ja toisaalta ympäristötukijärjestelmän asettamaa rajaa fosforilannoitukselle (MMM 2007). Esimerkiksi vuonna 2006 liukoisen typen määrät mädättämättömästä ja mädätetystä lietelannasta olivat 97 ja 103 kg/ha, kasveille käyttökelpoisen fosforin 24,9 kg/ha ja 19,6 kg/ha ja kaliumin 200 ja 220 kg/ha kokonaistypen määrän ollessa 170 kg/ha. Kaliumlannoitus muodostui hieman liian suureksi, mikä saattoi haitata nurmikasvien kaksiarvoisten kationien ottoa ja altistaa naudat ruokinnallisille sairauksille. Meidän strategiamme oli kuitenkin käyttää toinen ja kolmas sato biokaasutuotannon lisämateriaalina.

Vuonna 2005 toisen niiton kuiva-ainesato kasvoi typpilannoitustasolle 125 kg/ha saakka. Kolmannen niiton kuiva-ainesato kasvoi tasolle 175 kg N/ha saakka eli kasvukauden tasolle 267 kg N/ha saakka, kun nykyisen ympäristötukijärjestelmä (MMM 2007) sallii enimmillään 240 kg/ha maalajista ja tuotantoalueesta riippuen. Toisen sadon muodostumisessa käyttämättä jäänyt typpi tuli käytettyä kolmannen sadon muodostuksessa. Suuremman määrän kuin 125 kg N/ha käyttö ei ole kuitenkaan edes vain lannoitekustannukset huomioon ottaenkaan enää taloudellisesti mielekäästä, joten taloudellisesti paras satotaso voitiin saavuttaa ympäristötukijärjestelmän (MMM 2007) puitteissa.

Lietelannan ravinnepitoisuuksien ollessa käyttämämme lietelannan suuruiset lietelannan lisäksi olisi voitu käyttää noin 40 kg/ha väkilannoitteen liukoista tyyppiä 2. ja 3. sadolle lietelannasta tulevan kokonaistypen määrän ollessa 170 kg/ha. Toteutuneet liukoisen typen määrät mädättämättömästä ja mädätetystä lietelannasta olivat vuonna 2005 vain 64,9 ja 72,5 kg/ha ja vastaavasti 73,9 ja 77,2 kg/ha vuonna 2006, koska ennakkanalyysissä lietelannan liukoisen typen pitoisuudet olivat lopullisten analyysien vastaavia suuremmat. Vuosittain separoimattomasta lietelannasta saatava liukoisen typen määrä voi olla korkeintaan noin 100 kg/ha ylittämättä sallittua karjanlannasta tulevaan kokonaistypen määrää (ETY 1991, VN 2000), jolloin typpilannoitus joudutaan joka tapauksessa antamaan väkilannoitteena siltä osin kuin se ylittää 100 kg/ha eli käytännössä ensimmäisen ja kolmannen sadon tarve, noin 140 kg/ha, kenttäkokeemme viljelyolosuhteissa.

Nurmen pintaan levitetyn käsittelemättömän lietelannan liukoisen typen tappiot ammoniakkinä voivat olla 30 – 40 % ja käsitellyn 60 % (Mattila ja Joki-Tokola 2003, Mattila ym. 2003). Vuonna 2005 toisen niiton mitatut kuiva-ainesadot lietelantakäsittelyistä vastasivat tämän suuruisen typen tappioiden jälkeen jäljelle jäävää tehollista typpilannoitusta. Mädättämättömän mutta sijoitetun lietelannan liukoinen typpi tuotti merkittävästi 29 % pienemmän kuiva-ainesadon kuin väkilannoitteen typpi toisessa niitossa (taulukko 1). Aineiston hajonta oli toisen ja kolmannen niiton suhteellisen pienissä sadoissa verraten suuri, minkä takia myös merkittäviksi muodostuvat erot olivat verraten suuret. Mädätetyn ja sijoitetun lietelannan tuottama mitattu 2. kuiva-ainesato oli 14 % pienempi kuin väkilannoitteella saatu. Letkulevitetyn mädättämättömän lietelannan tuottama mitattu sato oli 17 % pienempi kuin väkilannoitteella saatu, ja vastaavasti letkulevitystä mädätetty lietelanta tuotti merkittävästi 20 % pienemmän kuiva-ainesadon kuin väkilannoite. Letkulevitystekniikkaa käyttäen mädättämättömän ja mädätetyn lietelannan tuottamisissa kuiva-ainesadoissa ei ollut juuri eroa eikä mädätetty lietelanta tuottanut sijoitettuna merkittävästi suurempaa satoa kuin letkulevitetynä. Sen sijaan mädättämättömän lietelannan sijoittaminen letkulevityksen sijaan alensi kuiva-ainesatoa merkittävästi. Sijoitetun lietelannan typen tappiot ammoniakkinä ovat Mattilan ja Joki-Tokolan (2003) mukaan marginaaliset, joten sijoitetun mädättämättömän lietelannan tuottaman pienen kuiva-ainesadon täytyy olla seurausta joistakin maassa syntyvistä negatiivisista prosesseista. Tulos viittaa siihen, että mädättämättömän lietelantaa ei pitäisi sijoittaa, jos kriteerinä on kuiva-ainesato.

Sijoitetun mädätetyn lietelannan typpi tuotti 2. niitossa hieman (14 %), joskaan ei merkittävästi pienemmän kuiva-ainesadon kuin väkilannoitteen typpi (taulukko 1). Mädätetyn lietelannan liukoista tyyppiä voidaan levittää jonkin verran enemmän kuin mädättämättömän kokonaistypen levitysmäärän pysyessä 170 kg/ha ja hyödyntäen karjanlannan fosforin käyttömäärän poikkeuksia, joten väkilannoitteella saatavan kuiva-ainesadon veroisia satoja voidaan saavuttaa levittämällä mädätettyä lietelantaa liukoisen typen määrällä mitattuna jonkin verran enemmän kuin väkilannoitetta.

Väkilannoitetypen käyttö lietelannan täydennyslannoitteena on välttämätöntä rehukäytössä, jos lietelantaa ei ole mädätetty, koska mädättämättömällä lietelannalla saadun 2. sadon raakavalkuaispitoisuus oli vain 9,0 – 9,5 % normaalin väkilannoitteella tasolla 75 kg N/ha saavutetun pitoisuuden ollessa 12,7 % (taulukko 1). Normaali raakavalkuaispitoisuus 11,2 – 13,2 % saavutettiin käyttämällä mädätettyä lietelantaa. Mädätys nosti raakavalkuaispitoisuutta 2,3 %-yksikköä ja sijoitus 0,8 %-yksikköä. Sijoituksella ja mädätyksellä on positiivinen yhdysvaikutus. Ne yhdessä nostivat raakavalkuaispitoisuutta 3,6 %.

Kun mädättämätön lietelanta sijoitettiin, 2. sadon typen näennäinen hyväksikäyttö oli erittäin pieni,

vain 10 %, kun sijoittamalla mädätettyä lietalantaa saavutettiin samanlainen typen näennäinen hyväksikäyttö (50,0 %) kuin väkilannoitteella (54,6 %) (taulukko 1). Pelkkä mädätyskin paransi typen hyväksikäyttöä merkittävästi 17,7 %:sta 32,0 %:iin. Määdättämättömän lietalannan sijoittamien sen sijaan alensi sekä toisen että kolmannen niiton raakavalkuaissatoa.

Taulukko 1. Lantalajin ja levitysmenetelmän vaikutus nurmisatoon vuonna 2005

	Niitto 2			N:n hyväksikäyttö, %	Niitto 3			Niitot 2 ja 3 yhteensä	
	Ka-sato, kg/ha	Rv-pitoisuus, %	Rv-sato, kg/ha		Ka-sato, kg/ha	Rv-pitoisuus, %	Rv-sato, kg/ha	N:n hyväksikäyttö, %	N:n hyväksikäyttö, %
Lantalajien ja levitysmenetelmien välinen vertailu									
Lantalaji									
Mädättämätön	2748	9,7	268	13,7	679	14,9	101	8,8	22,5
Mädätetty	3104	12,0	383	41,3	778	14,1	108	10,8	52,0
<i>F-arvo</i>	7,92	22,76	69,13	214,22	2,97	3,71	0,90	2,49	126,66
<i>Vapausasteet</i>	1, 7,5	1, 3,05	1, 11	1, 10	1, 11	1, 6,25	1, 8,38	1, 10	1, 10
<i>p-arvo</i>	0,0242*	0,0168*	<0,0001***	0,0001***	0,1130	0,1010	0,3700	0,1460	0,0002***
Levitysmenetelmä									
Sijoitus	2904	11,3	336	30,2	768	14,1	106	10,4	40,7
Letkulevitys	2949	10,5	316	24,8	690	14,9	103	9,1	33,9
<i>F-arvo</i>	0,12	20,19	2,17	8,38	1,86	7,49	0,24	1,11	6,64
<i>Vapausasteet</i>	1, 7,79	2, 5,19	1, 11	1, 10	1, 11	1, 5,92	1, 8,38	1, 10	1, 10
<i>p-arvo</i>	0,7396	0,0059**	0,1680	0,0160*	0,2000	0,0344*	0,6400	0,3160	0,0276*
Lantalaji*levitysmenetelmä									
Mädättämätön									
Sijoitus	2500 ^a	9,5 ^a	239 ^a	10,0 ^a	634 ^a	14,8	94	8,4	18,3 ^a
Letkulevitys	2996 ^{ab}	9,9 ^a	298 ^b	17,5 ^a	724 ^{ab}	15,0	108	9,3	26,8 ^b
Mädätetty									
Sijoitus	3308 ^b	13,1 ^b	433 ^c	50,5 ^c	901 ^b	13,3	119	12,5	63,0 ^d
Letkulevitys	2901 ^{ab}	11,0 ^a	333 ^b	32,0 ^b	655 ^{ab}	14,8	97	9,0	41,0 ^c
<i>F-arvo</i>	12,22	43,24	33,05	47,89	8,54	3,99	5,76	3,25	33,88
<i>Vapausasteet</i>	1, 7,79	1, 5,19	1, 11	1, 10	1, 11	1, 5,92	1, 8,38	1, 10	1, 10
<i>p-arvo</i>	0,0085**	0,0011**	0,0001***	0,0001***	0,0139*	0,0940	0,0418*	0,1020	0,0001***
Vertailu väkilannoitukseen									
Lannoite				Sijoitus					
Mädättämätön	2500 ^a	9,5 ^a	239 ^a	10,0 ^a	632 ^a	14,8	93,6 ^{ab}	8,4	18,3 ^a
Mädätetty	3256 ^b	13,2 ^b	433 ^b	50,5 ^b	893 ^b	13,3	119,3 ^b	12,5	63,4 ^b
Väkilannoite	3601 ^b	12,5 ^b	451 ^b	54,6 ^b	640 ^{ab}	13,3	85,4 ^a	6,8	61,7 ^b
<i>F-arvo</i>	20,97	15,25	128,94	148,13	6,14	4,73	6,68	4,46	70,3
<i>Vapausasteet</i>	2, 3,4	2, 4,09	2, 6	2, 6	2, 7	2, 7	2, 7	2, 7	2, 2,3
<i>p-arvo</i>	0,0122*	0,0127*	0,0001***	0,0001***	0,0288*	0,0500	0,0238*	0,5600	0,0087**
Lannoite				Letkulevitys					
Mädättämätön	2996 ^{ab}	9,9 ^a	298 ^a	17,7 ^a	724	15,0 ^a	108	9,3	26,8 ^a
Mädätetty	2879 ^a	11,0 ^{ab}	333 ^a	32,0 ^{ab}	655	14,8 ^a	97	9,0	41,0 ^b
Väkilannoite	3596 ^b	12,6 ^b	451 ^b	55,2 ^c	647	13,2 ^b	85	6,8	61,9 ^c
<i>F-arvo</i>	7,87	12,13	18,01	132,78	0,49	7,48	1,69	1,64	54,87
<i>Vapausasteet</i>	2, 4,46	2, 4,47	2, 7	2, 3,85	2, 8	2, 5,35	2, 8	2, 7	2, 3,97
<i>p-arvo</i>	0,0345*	0,0156*	0,0017**	0,0003***	0,6310	0,0282*	0,2441	0,2610	0,0013**

Vaikka toisen niiton kuiva-ainesato kasvoi vuonna 2005 typpilannoitustasolle 125 kg/ha ja raakavalkuaissato-

pitoisuus typpilannoitustasolle 175 kg/ha, typpilannoitustasoa ei ole tarvetta nostaa yli 100 kg/ha raakavalkuaispitoisuuden kasvattamiseksi. Ympäristötukijärjestelmä (MMM 2007) salli kahdelle niittokerralle 200 kg N/ha eli lähes taloudellisesti optimaalisen kuiva-ainesadon tuottamiseen tarvittavan typpilannoitusmäärän (92 + 125 = 217 kg N/ha). Koska vain 60 % tai vähemmän lietalannan liukoisesta tuestä on tuotantovaikutukseltaan väkilannoitteen tyyppien veroista, jos sitä ei ole mädätetty ja sijoitettu, lietalannan käyttö potentiaalisesti alentaa kuiva-ainesatoa ympäristötukijärjestelmän (MMM 2007) sallimilla typpilannoitustasoilla kahden niiton strategiassa.

Vuoden 2005 kolmannen niiton kuiva-ainesato oli verraten pieni, alle 1 t/ha kuiva-ainetta (taulukko 1). Näin pienen sadon korjuun kannattavuus on kyseenalainen. Vaikka ympäristötukijärjestelmä sallii käyttää korkeampaa (125 kg N/ha) lannoitustasoa, saadaan yhteensä vain 926 kg/ha suurempi kuiva-ainesato huomioimatta vaikutuksia seuraavan vuoden ensimmäiseen satoon kuin käyttämällä 100 kg N/ha ja vain kahta niittoa. Kun typpilisää ei voi antaa separoimattomana lietalantana, ei tätä voi perustella suuremmalla lannankäyttömahdollisuudella. Sijoitetun mädätetyn lietalannan tuottama mitattu kolmas kuiva-ainesato oli 40 % ja letkulevitetyt mädättämättömän lietalannan 12 % suurempi kuin vastaavan typpilannoitustason väkilannoitella lannoitettuna. Tästä seurasi se, että nämä lietalantakäsittelyt paransivat merkittävästi asemiaan, kun nurmi niitettiin myös kolmannen kerran. Toisen ja kolmannen niiton yhteen laskettu kuiva-ainesato mädätetyllä ja sijoitetulla lietalannalla tuotettuna oli vain 10,6 %, mädätetyllä mutta letkulevitetyllä 13,7 % ja mädättämättömällä letkulevitetyllä 16,2 % pienempi kuin väkilannoitella tuotettuna. Sen sijaan mädättämättömän ja sijoitettu lietalanta tuotti peräti 30 % pienemmän kuiva-ainesadon kuin väkilannoite. Jos tarkastellaan kasvukauden kolmen niiton yhteiskuiva-ainesatoa, satotappio lietalannan käytöstä on noin 60 % edellä mainituista, jolloin se jää parhailla käsittelyillä verraten pieneksi. Tällöin ainoastaan sijoitettu mädättämättömän lietalanta tuotti merkittävästi huonomman tuloksen kuin väkilannoite. Lietalannan lannoitusvaikutuksen täysimääräinen hyödyntäminen edellyttää myös kolmatta niittoa, mikä ei välttämättä ole mahdollista pohjoisilla tuotantoalueilla. Sen taloudellinen merkitys lisäkustannukset huomioon ottaen saattaa olla kyseenalainen, mutta ympäristön kuormituksen kannalta se on oleellinen. Kolmannella niitolla voi kuitenkin olla myös positiivisia vaikutuksia seuraavan vuoden sadon määrään ja laatuun.

Vuoden 2005 kolmannen niiton satojen raakavalkuaispitoisuus oli 13,2 – 15,0 %. Mädätetyllä ja sijoitetulla lietalannalla saatu kolmas raakavalkuaissato oli merkittävästi 39,7 % parempi kuin väkilannoitella saavutettu. Suurikaan typpilannoitus (175 kg/ha) ensimmäisen niiton jälkeen ei tuottanut merkittävää parannusta kolmannen niiton raakavalkuaissatoon.

Vuonna 2005 yhdistetyn toisen ja kolmannen niiton sadon liukoisen tyyppien näennäinen hyväksikäyttö oli käsittelyssä, jossa mädättämättömän lietalanta sijoitettiin 18,3 %, mikä oli merkittävästi pienempi kuin käsittelyssä, jossa mädätetty lietalanta sijoitettiin (63,4 %) ja käytettiin väkilannoitetta (61,7 %). Käsittelyssä, jossa mädättämättömän lietalanta oli letkulevitetty, se oli 26,8 %, ja käsittelyssä, jossa mädätetty lietalanta oli letkulevitetty, se oli 41,0 %. Letkulevitys käsittelyiden keskinäinen ero ja ero väkilannoituskäsittelyyn oli merkittävä.

Vuoden 2006 ensimmäisen niiton kuiva-ainesato oli normaali tai jopa sitä suurempi, keskimäärin 5365 kg/ha. Se sisälsi keskimäärin 15 kg/ha enemmän tyyppiä kuin mitä oli kevatlannoituksessa annettu. Tyyppien näennäinen hyväksikäyttö oli siten keskimäärin 116 %, mikä on lähes kaksinkertainen verrattuna esimerkiksi vuoden 2005 parhaan toisen ja kolmannen sadon tyyppien näennäisen hyväksikäytön antaneisiin käsittelyihin. Vuoden 2006 ensimmäisen niiton sadolla mitattiin vuoden 2005 käsittelyiden jälkivaikutuksia. Lehmän vuodessa tuottamassa lannassa on noin 100 kg kokonaistyyppiä (FME 2002). Näin ollen lehmän lannan levitykseen tarvitaan vähintään 0,59 ha peltoa, jotta kokonaistyyppien sallittu määrä ei ylity (ETY 1991, VN 2000). Tämän suuruinen nurmiala voisi vuoden 2006 ensimmäisen niiton satotasolla tuottaa kuiva-ainetta 3155 kg, joka sisältää 2967 ry:ä. 500 kg:n massainen lehmä pystyisi tuottamaan 7040 kg energiakorjattua maitoa ja vasikan vuosittain tällä nurmirehumäärällä, jos väkirehusta tulevan energian määrä olisi tyypillinen 55 % kokonaistarpeesta (MTT 2006). Olettaen, että lehmä on ympärivuotisesti sisäruokinnassa, ensimmäinen nurmisato väkirehun lisäksi olisi riittäisi ruokintaan ja toinen ja kolmas nurmisato voitaisiin käyttää muihin tarkoituksiin, kuten biokaasureaktorin lisämateriaaliksi.

Vuoden 2006 lietalantakäsittelyiden toisen niiton kuiva-ainesato oli erittäin pieni, koska niiton ja lannoituskäsittelyiden välillä oli hyvin kuiva kausi. Toisen niiton kuiva-ainesadot olivat vain 588 – 1022 kg/ha, 10,4 – 19,2 % ensimmäisen niiton kuiva-ainesadoista, kun vuonna 2005 toisen niiton kuiva-ainesato oli keskimäärin 2926 kg/ha. Mädättämättömän liete ei lisännyt lainkaan kuiva-ainesatoa verrattuna lannoittamattomaan käsittelyyn ja sen tuottama typpisato oli pienempi kuin lannoittamattoman. Kuivuuden yleinen

vaikutus lietalannan sadontuotantokykyyn oli samankaltainen kuin väkilannoitteen vastaavaan. 75 kg N/ha saanut käsittely tuotti myös vain 832 kg/ha kuiva-ainetta. Hyvin epätavallisten sääolosuhteiden takia vuoden 2006 aineiston perustella ei voida tehdä yleisiä päätelmiä käsittelyiden vaikutuksista, vaan ainoastaan käsittelyiden vaikutuksista hyvin kuivana keskikesänä.

Vaikka letkulevitetyt lietalannat eivät tulleet hyödynnettyä toisen sadon muodostuksessa, se ei juuri tullut hyödynnettyä kolmannen sadon muodostuksessa, koska kolmannen niiton kuiva-ainesadot olivat suurin piirtein samat kuin vuonna 2005. Letkulevitetyt lietalannat tyypin satovaikutus oli kuivissa olosuhteissa selvästi huonompi kuin väkilannoitteen tyypin. Väkilannoituskäsittelyiden kolmas kuiva-ainesato oli sen sijaan noin kaksinkertainen verrattuna vuoden 2005 vastaavaan. Lietalannan tyyppi ei näytä säilyvän nurmessa edes elo-syyskuuhun saakka, jos se on levitetty välittömästi ensimmäisen niiton jälkeen ja se jää käyttämättä toisen niiton sadon muodostuksessa. Sen sijaan sijoitetun lietalannan tyyppi tuotti merkittävästi 26,3 % paremman kuiva-ainesadon, 40,3 % paremman raakavalkuaissadon ja 84,5 % paremman näennäisen tyypin hyväksikäytön kuin letkulevitetyt. Kolmannen niiton sadon osuus kasvukauden satotuloksesta oli vain 11,7 %, joten sijoittaminen letkulevityksen sijasta ei liene tästä huolimatta taloudellisesti mielekäästä.

Tarkasteltaessa kahden viimeisen niiton yhteisiä satotuloksia voidaan todeta, että mädätetyt lietalannat tuottivat 26,8 % paremman kuiva-ainesadon ja 45,5 % suuremman kuiva-aineen sadon kuin mädättämätön ja että sijoittamisesta ei ollut haittaa, vaikka sen jälkeen ennen toista niittoa ei satanut juuri lainkaan. Sijoituskäsittelyistä saatu pieni toinen sato tuli kompensoitua kolmannella niittokerralla ja mädätetyksen positiivinen vaikutus oli ratkaisevampi kuin levitystapa. Mädätys paransi tyypin näennäisen hyväksikäytön samalle tasolle kuin väkilannoitteen vastaavan kanssa, joka oli viisinkertainen mädättämättömällä saavutettuun verrattuna. Tästä huolimatta se oli vain noin 22 %, kun vastaava luku vuonna 2005 oli 62 %. Jos lietalanta sijoitetaan ensimmäisen niiton jälkeen ja sen jälkeen ei juuri sada ennen toista niittoa, niin kolmannen sadon korjaaminen on tärkeää ainakin ympäristön kuormituksen vähentämiseksi.

Sijoittaminen vähensi radikaalisti ammoniakkiemissioita ja ilmeisesti myös hajuhaittoja sekä fosforin huuhtoutumista nurmen pinnasta tuottaen merkittävän ympäristöhyödyn, vaikka sijoittamisen lisäkuustannus saattaa jäädä kattamatta satohyödyllä. Samalla kuitenkin typpioksiduulipäästöt lisääntyivät levityksen jälkeen. Typpioksiduulipäästöt ovat suurimmillaan juuri levityksen jälkeen ja lumen sulassa keväällä. Lantakäsittelyiden kumulointu typpioksiduulipäästö ei kuitenkaan eroa merkittävästi väkilannoitteen vastaavasta, joten levityksen jälkeisten erojen merkitys jää vähäiseksi. Mädättämättömän lietalannan sijoittamisen positiiviset ympäristövaikutukset eivät ole yhtä yksiselitteiset kuin mädätetyt, koska kyseisessä tapauksessa tyypin hyväksikäyttö jäi huonoksi, mikä huonontaa kokonaistulosta ja pakottaa arvottamaan typpi- ja fosforikuormitusta toisiinsa nähden.

Mädätys vähentää jossain määrin lietalannan hygieniaindikaattoreiden enterobakteerien ja fekaalisten streptokokkien määrää. Vuonna 2005 enterobakteerien, fekaalisten streptokokkien ja koliformien määrä oli maassa koholla käsittelyissä, joissa oli käytetty mädättämätöntä lietalantaa. Vuonna 2006 lantojen välillä ei ollut tässä mielessä eroa, mutta enterobakteerien ja koliformien määrä oli lantakäsittelyissä koholla vielä kolme viikkoa levityksen jälkeen. Kasvustoista ei kuitenkaan löydetty kohonneita hygieniaindikaattoreiden määriä kumpanakaan vuonna toisen niiton yhteydessä.

Johtopäätökset

Suomessa maa on keväällä liian märkää lietteen levityskalustolle silloin kuin kevätlannoitus tulisi tehdä. Sen tähden nurmi on järkevintä lannoittaa keväällä väkilannoitteella, joka ei sisällä fosforia, koska väkilannoitteen levityskalusto on kevyempää kuin lietalannan. Kevätlannoituksen tyypin hyväksikäyttö on tehokkaampaa kuin myöhempien lannoituskertojen. Osa typpilannoituksesta, enimmillään noin 140 kg/ha, on joka tapauksessa annettava väkilannoitteena, koska suurin sallittu liukoisen tyypin määrä on 240 kg/ha ja lannasta tulevan kokonaistypen suurin sallittu määrä on 170 kg/ha ja siitä vain runsaat puolet on liukoisessa muodossa. Ensimmäisen niiton sadon määrä ja laatu ovat yleensä paremmat kuin myöhempien. Lietalannan, jota ei oltu mädätetty tai sijoitettu, käyttö ainakin jossain määrin alensi sadon määrää, raakavalkuaispitoisuutta tai –satoa seuraavissa niitoissa ja saattaa vaarantaa rehun laadun sekä lisätä ympäristön kuormitusta. Satotappioiden potentiaalinen merkitys on potentiaalisesti sekä absoluuttisesti että suhteellisesti pienempi toisessa ja kolmannessa niitossa kuin ensimmäisessä. Kun lietalanta levitetään vasta ensimmäisen niiton jälkeen, kasvukauden satotappiot ovat pienimmät. Vasta toisen niiton jälkeen tehtävä levitys olisi liian myöhäinen lannan tyypin hyväksikäytön kannalta ja vain väkilannoitetta pitäisi voida käyttää. Lietalannan mädätetyksen ja ensimmäisen niiton jälkeen tehtävän sijoituksen ja kolmannen niiton

positiiviset vaikutukset typen hyväksikäyttöön ovat selvästi suuremmat kuin kuiva-ainesatoon, mikä korostaa lietelannan tällaisen käytön ympäristöystävällistä luonnetta. Ensimmäisen niiton jälkeen sijoitettu mädätetty lietelanta tuottaa kuitenkin myös sadon, joka on verrannollinen väkilannoitteella saatavaan. Koska ensimmäisen niittokerran sato on määrällisesti ja laadullisesti suurin tässäkin lietelannan käyttöstrategiassa, se kannattaa käyttää ensisijaisesti ruokintaan. Myöhempien niittokertojen sato voidaan käyttää esimerkiksi biokaasureaktorissa lisämateriaalina. Sijoitus tehostaa mädätyksen positiivista vaikutusta. Kustannuksia lisäävää väkilannoitetyyppitäydennystä on käytettävä, jos lietelanta ei ole mädätetty 2. sadon normaalin raakavalkuaispitoisuuden saavuttamiseksi. Mädätyksessä samasta lietelantamäärästä saatava liukoisen typen määrä ja sen myötä lannoitusarvo kasvavat liukoisen typen määrän kasvua vastaavasti. Lisäksi se mahdollistaa suuremman osan nurmen typpilannoitustarpeesta kattamisen lietelannalla nitraattiasetuksen puitteissa. Mädättämättömän lietelannan sijoittaminen vähentää ammoniakkiemissioita ja liukoisen fosforin huuhtoutumista, mutta jättää avoimeksi huonon typen hyväksikäytön merkityksen muun muassa vesistökuormitukselle. Lietteen käyttö lisää hygieniariskejä ja sen sijoitus typpioksiduulipäästöjä välittömästi levityksen jälkeen mutta sadonkorjuuvaiheessa hygieniariski ei ole suurempi kuin väkilannoitetta käytettäessä eikä vuoden kumuloitua typpioksiduulipäästö ole sijoitetusta lietelannasta suurempi kuin väkilannoitteesta.

Kirjallisuus

- BMU. 2007 Erfahrungsbericht 2007 zum Erneuerbaren-Energien Gesetz (EEG) gemäß § 20 EEG – BMU-Entwurf. Kurtzfassung. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reactorsicherheit. pp. 43.
- ETY. 1991. Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources. Official Journal L 375, 31/12/1991: 1- 8.
- FME. 2002. National inventory report. Finland's report on the greenhouse gas emission inventory to the European commission. Common reporting formats (CRF): 1990 – 2001. Finnish Ministry of Environment. Saatavissa internetistä: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=5662&lan=EN>
- Hagström, M., Vartiainen, E., Vanhanen, J., 2005. Biokaasun maatilatuotannon kannattavuusselvitys. Loppuraportti. . 77 s..
- Huhtanen, P., Nousiainen, J., Rinne, M., 2006. Recent developments in forage evaluation with special reference to practical applications. *Agricultural and Food Science* 15: 293 – 323.
- 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.
- Kalmari, J., 2006. Maatilakohtaisen biokaasulaitosinvestoinnin kannattavuus suomalaisella sikatilalla. Helsingin yliopisto. Taloustieteen laitos. Selvityksiä nro 42: 1 – 70.
- Kapuinen, P., 1994. Lannankäsittelyn taloudellisuuden ja lannan ravinteiden hyväksikäytön parantaminen. MTT. Vakolan tutkimusselostus 68: 1 – 90.
- Mattila, P.K., Joki-Tokola, E., 2003. Effect of treatment and application technique of cattle slurry on its utilization by ley. I. Slurry properties and ammonia volatilization. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 65: 221-230.
- Mattila, P.K., Joki-Tokola, E., Tanni, R., 2003. Effect of treatment and application technique of cattle slurry on its utilization by ley. II. Recovery of nitrogen and composition of herbage yield. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 65: 231-222.
- MMM, 2007. Maa- ja metsätalousministeriön asetus maatalouden ympäristötuen perus- ja lisätoimenpiteistä ja maatalouden ympäristötuen erityistuista. Annettu Helsingissä 26. huhtikuuta 2007.
- MTT, 2006. The feed tables and Feeding Recommendation 2006. MTT:n selvityksiä 106: 1 - 84
- Tyynelä, S, Kapuinen, P., Niemeläinen, O., 2004. Nurmien väkilannoituksen aiheuttamien ympäristöhaittojen vähentäminen sijoituslannoituksen avulla. In: Maataloustieteen Päivät 2004. Suomen Maataloustieteellisen Seuran Tiedote no 19. (Eds. Hopponen, A, Rinne, M.) Published 5.1.2004. Saatavissa internetistä: <http://www.smts.fi>. ISBN 951-9041-47-8.
- VN, 2000. Valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta 931. Annettu Helsingissä 9. marraskuuta 2000.