

Slutrapport för projekt ”Nitrattutlakning efter olika spridningstidpunkter av flytgödsel till vall” med Diarienumr 25-10363/12

Nitrattutlakning efter olika spridningstidpunkter av flytgödsel till vall

Sofia Delin, Maria Stenberg och Lena Engström

Inledning

Bakgrund och syfte

Nitratdirektivet har inneburit skärpta regler för stallgödselspridning inom nitratkänsliga områden i EU. I Sverige innebär detta bland annat att flytgödsel inte får spridas på vall efter den 31 oktober i de områden som definierats som nitratkänsliga. Denna regel grundar sig på antagandet att vid en tidigare gödsling på hösten kan kvävet utnyttjas av vallen under hösten, medan en senare gödsling innebär en ökad risk för nitrattutlakning. Det finns dock fler faktorer som kan påverka utlakningen, och några ordentliga undersökningar som visar hur utlakningen påverkas av olika spridningstidpunkter på hösten till vall under svenska förhållanden har inte redovisats tidigare. Syftet med denna studie var därför att undersöka riskerna för ökad nitrattutlakning efter höstspridning av flytgödsel jämfört med vårspridning, samt om tidpunkten på hösten har någon betydelse för hur stor risken för nitrattutlakning är.

Litteraturbakgrund

Nötflytgödsel sprids vanligen på vall, då det är en vanlig gröda på gårdar med nötflytgödsel och denna också motsvarar vallens växtnärbefov. Rekommendationen är att sprida gödseln på våren, då man befarar höga ammoniakförluster under sommaren och förhöjd utlakning efter höstspridning (Ehrnebo, 2005). Av en litteratursammanställning (Lindén, 2008) framgår dock att det nästan inte finns några mätningar av utlakning efter höstspridning av flytgödsel till vall, men då man mätt grödtillväxt och markkväve har man sett att risken tenderar att vara högre. Det finns heller inga avgörande belägg för att höstspridning av flytgödsel skulle ge sämre eller bättre vallskörd än spridning på våren (Lindén, 2008).

Flytgödselspridning på vall under hösten bör ge upphov till mindre kväveförluster och därmed relativt bättre avkastning i nordligare lägen än längre söderut, där marken är frusen under kortare tid eller inte alls vintertid. I ett nordiskt projekt (Larsen, 1987) fick man betydligt lägre skördar i gräsvall efter höstspridning jämfört med vårspridning på Jylland, medan man i Finland och Uppland fick lika eller nästan lika bra effekt av höst- som av vårspridning. Även i nordvästra Götaland har man i flera fall noterat en högre vallskörd efter spridning i oktober eller november jämfört med mars i vall med liten baljväxtandel (Albertsson, 1997 och 1998). I sammanlagt fjorton försök i Götaland (Hallin och Jansson, 2002; Andersson, 2002) fann man i medeltal inga skördeskillnader mellan olika spridningstidpunkter för flytgödsel på hösten. Hur skördeeffekten blir av olika spridningstidpunkter kan också bero på vallår. Spridning på hösten till förstaårsvall kan vara mindre fördelaktigt än till andraårsvall (Steineck et al., 1991).

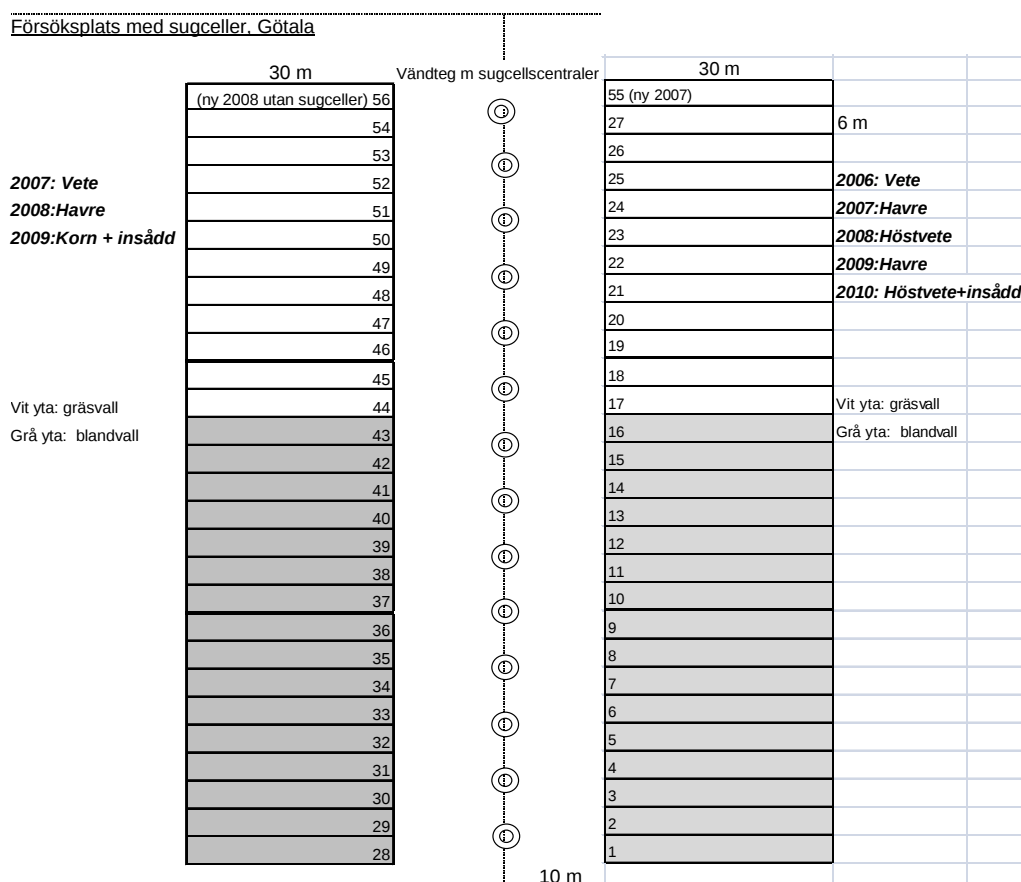
Vad gäller tidig respektive sen höstspridning av flytgödsel till vall, verkar det sammantaget finnas störst fördelar med tidig spridning under hösten, då vallen fortfarande kan ta upp kväve, men tidpunkten för vad som är lämpligt i ett helhetsperspektiv kan variera inom landet. Med tidig spridning kan vallgrödan förmodligen ta upp mer flytgödselkväve under hösten än vid senare spridning. Det är dock oklart i vilken utsträckning vall växer och därmed tar upp kväve från marken efter sen höstspridning. Kväve lakas ut i form av nitrat och därmed krävs

nitrifikation. Då nitrifikationen hämmas av låg temperatur uppvägs nackdelen med litet kväveupptag vid sen höstspredning i viss mån av minskad nitrifikation. Nitrat bildas dock även efter spridning i november (Lindén et al., 2003; Delin och Engström, 2008) och kan därefter utlakas, men ytlig spridning och kyla kan kanske sänka nitrifikationshastigheten.

Material och metoder

Nitratutlakning uppskattades efter spridning av nötflytgödsel tidig höst, sen höst eller vår till första- och andraårsvall på en måttligt mullhaltig grovmo (2,8% mull och 14% ler) utanför Skara i Västergötland. Försöken låg på ytor med sugceller installerade på 80 cm djup, vilket möjliggör provtagning av dräneringsvattnet för bestämning av nitrathalt.

Undersökningarna skedde i två tvååriga försök där det ena startade hösten 2009 och det andra 2010. Båda försöken startade hösten efter insådd (inför första vallåret). Försöken hade fyra led (tabell 1) randomiserade i 7 block. Tre block hade gräsvall (timotej, ängsvingel och rajgräs) och fyra block blandvall (gräsvall kompletterad med 20 % röd- och vitklöver). Vallen skördades tre gånger per säsong då skörd, klöverhalt och vallkvalitet bestämdes. Det första försöket såddes in i korn våren 2009 och det andra i höstvet 2010 (figur 1). För att inte höstvetet skulle konkurrera ut vallen i det andra försöket lades en sparsam kvävegiva på våren (100 kg N per ha) och vetet slogs av redan i juli.



Figur 1. Skiss över försöksrutorna med sugceller.

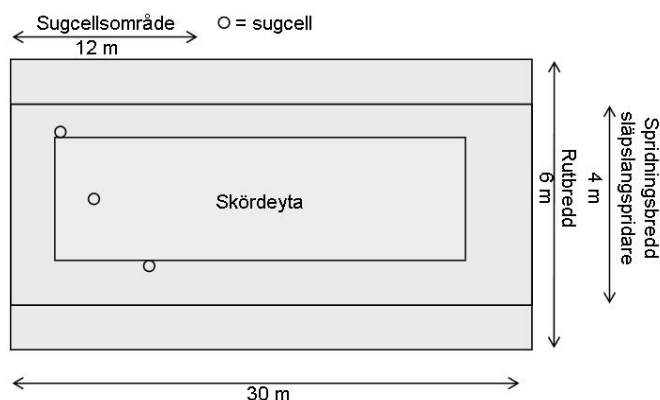
Gödsling

Fyra led med tre olika gödslingstidpunkter och en kontroll (tabell 1) slumpades inom sju block, där fyra block låg i blandvall och tre block i gräsvall (figur 1). Behandlingarna låg kvar i samma rutor under två vallår. Led B skulle gödslas ca 15 september eller så snart tredje vallskörden tagits, vilket blev något senare 2010 och 2011 (tabell 1), p.g.a. sen skörd. Led C gödslades runt 1 november eller när temperaturen gått ner på senhösten. Vårspredningen i led D skedde vid lämpligt tillfälle innan tillväxten kommit igång ordentligt och då bärigheten på vallen var god, vilket blev i slutet på mars eller mitten på april (tabell 1).

Tabell 1. Försöksled

Led	År 1	År 2	Gödslingstidpunkter
A	Ingen flytgödsel	Ingen flytgödsel	
B	Flytgödsel ca 15 sep	Flytgödsel ca 15 sep	2009-09-16; 2010-09-24; 2011-10-03
C	Flytgödsel ca 1 nov	Flytgödsel ca 1 nov	2009-11-03; 2010-10-26; 2011-11-01
D	Flytgödsel vår	Flytgödsel vår	2010-04-13; 2011-04-19; 2012-03-30

Flytgödseln tillfördes med släpslangsteknik. Då spridaren tillät 4 m spridningsbredd och parcellerna var 6 m breda, lämnades 1 m ogödslad i kanterna på parcellerna (figur 2).



Figur 2. Skiss över hur sugceller, gödsel och skördeyta placerats i respektive försöksruta.

Flytgödselgivan skulle motsvara ca 45-50 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ /ha. För att bedöma flytgödselns ammoniuminnehåll vid spridning har snabbanalys gjorts med kvävemätaren Agros Nova (www.agros.se). Vid varje spridningstillfälle har dessutom kalium, fosfor, totalkväve, ammoniumkväve och ts-halt i gödseln analyseras i ett representativt prov som en dokumentation av vad som faktiskt spreds. Tyvärr har kvävemätaren visat lägre koncentration än laboratorieanalysen under andra och tredje hösten (2010 och 2011), vilket innebär att en högre giva än planerat har spridits ut (60 istället för 45 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ per ha). Våren 2011 fungerade inte kvävemätaren alls, och därför antogs att koncentrationen var samma som under hösten. Den var dock högre och därför blev $\text{NH}_4\text{-N}$ givan våren 2011 ännu större (90 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ per ha) än de under hösten 2010.

Alla led kompletterades med mineralgödsel (tabell 2). I led A (utan flytgödsel) tillfördes istället för flytgödsel ca 15 kg P/ha med mineralgödsel till skörd 1 och ca 100 kg K/ha

fördelat till skörd 1 och skörd 2 och en kvävegiva motsvarande flytgödselns förväntade kväveeffekt (ca 45 kg/ha) plus samma mängd mineralkvävegödsel som i leden med flytgödsel. I de stallgödslade leden kompletteras flytgödseln med kalium med mineralgödsel upp till samma totalgiva som i det rena mineralgödselledet (tabell 2).

Tabell 2. Försöksplan med planerad, stall- och kvävegödsling.

	Flytgödsel tidpunkt	Flytgödselgiva (kg NH ₄ -N /ha)	Mineralgödsel		Mineralgödselkväve (kg/ha)		
			(kg P/ha)	(kg K/ha)	Skörd 1	Skörd 2	skörd 3
A	-	-	15-20*	ca 90 + 90	65	60	40
B	15 sep	45		ca 0 + 90*	25	60	40
C	1 nov	45		ca 0 + 90*	25	60	40
D	1 april	45		ca 0 + 90*	25	60	40

* Preliminära värden som justeras efter vad som faktiskt spridits i stallgödslade led.

Skörd

Vallen skördades vid tre tillfällen per år. Skörd mättes rutvis vid alla vallskördar 2010-2012.

Rutvisa prover togs ut och analyserades på kväveinnehåll enligt Dumas 7

på en LECO CNS-2000. Ledvisa prover togs ut för botanisk sammansättning i blandvallen och bestämdes genom manuell sortering i fraktionerna gräs, klöver och örtogräs som sedan torkades och vägdes. Ledvisa prover för analys av fodervärde togs ut separat för respektive valltyp och analyserades med gängse metoder på Eurofins (bl.a. råprotein, energi och fiber (NDF)).

Vallens kväveupptag under höst/vinter

Grödprovtagning gjordes inför den sena höstspridningen 2009 och 2011 men uteblev vintern 2010/2011. Klippningarna möjliggör att avgöra i vilken mån kväve tas upp under höst och vinter och hur detta kan förklara eventuella skillnader i utlakning. I syfte att se om ytterligare kväve tagits upp under vintern, även i det sent höstgödslade ledet, gjordes en klippning tidig vår 2010. Då det inte finns så mycket levande växtmaterial att klippa vid denna tidpunkt, uteslöt denna klippning kommande år.

Mineralkväveprofiler

Jordprover för mineralkväveanalys har tagits rutvis efter den sena spridningen i skikten 0-30, 30-60 och 60-90. Det andra året, 2010, kom vintern plötsligt och profiler var besvärliga att ta under all snö och togs därför endast i det ena försöket före jul och i det andra efter snösmältningen på våren 2011.

Utlakning

Dräneringsvattnet provtogs från tre keramiska sugkoppar (Djurhuus, 1990) i varje ruta.

Provtagning skedde varannan vecka under perioder med avrinning fr.o.m. september 2009-juni 2011 i det första försöket och september 2010-juni 2012 i det andra försöket. Proverna analyserades för nitratkväve med FIA (flow injection analysis). Utifrån uppmätt nitratkoncentration vid provtagningstillfällena, beräknades en nitratkoncentration för varje datum, genom linjär interpolering mellan provtagningstillfällena. Utlakningen beräknades sedan genom att multiplicera nitratkvävekoncentrationen med avrinningen för varje datum. Avrinningen var den uppmätta medelavrinningen från två utlakningsanläggningar på närliggande Lanna försöksstation.

Kvävefixering

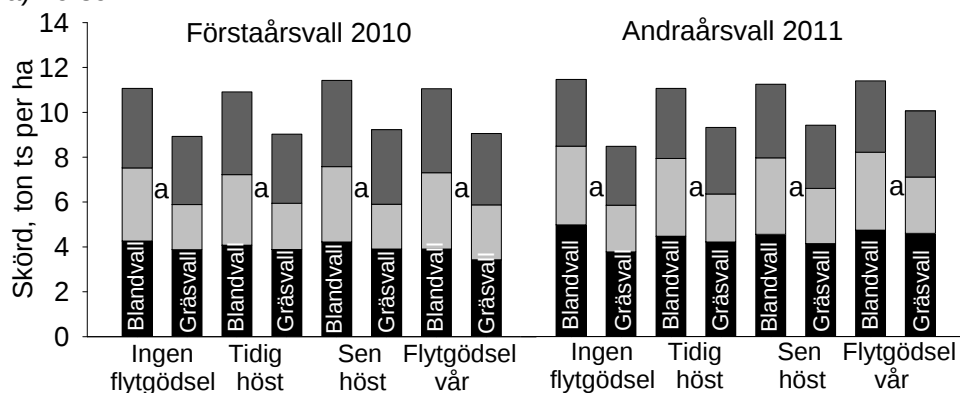
Den symbiotiska kvävefixeringen i rödklövern i blandvallarna beräknades utifrån klöverhalt, skördad biomassa och kvävehalt i respektive försöksruta enligt en dansk beräkningsmodell (Høgh-Jensen et al., 1998; Høgh-Jensen et al., 2004). Modellen kan användas för beräkning av fixerat kväve som ackumulerats i beståndet under en säsong och tar hänsyn till det fixerade kväve som finns i växten under stubbhöjd, överfört till andra arter och kvävet i marken.

Resultat

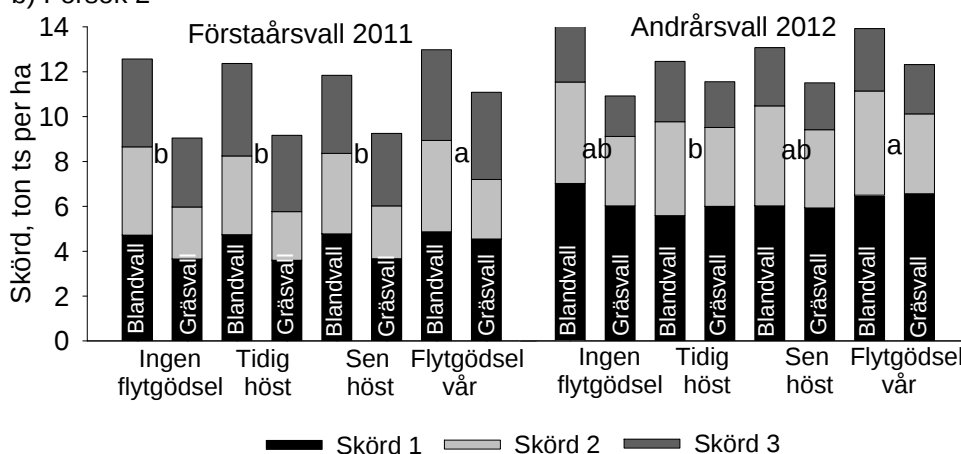
Vallskörd

Blandvallen avkastade totalt ca 11 ton ts per ha och år och gräsvallen ca 9 ton ts per ha och år i det första försöket (figur 3a). I det andra försöket avkastade blandvallen ca 12-13 ton per ha första året och 13-14 ton per ha andra året, medan gräsvallen gav 9 ton per ha första året och 11-12 ton per ha andra året (figur 3b). Det fanns mycket få signifikanta skillnader i vallskörd mellan led. Det var bara vårspridda led 2011 som fick signifikant högre avkastningen än övriga led, vilket kan förklaras med högre kvävegiva med flytgödseln vid det tillfället (90 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ per ha jämfört med 60 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ per ha på hösten). Mängden kväve bortförd med skörd var ca 250-300 kg N per ha i blandvallen och ca 150 kg N per ha i gräsvallen (figur 4). Vårspridning gav signifikant högre kväveskörd än höstspridning i det andra försöket.

a) Försök 1

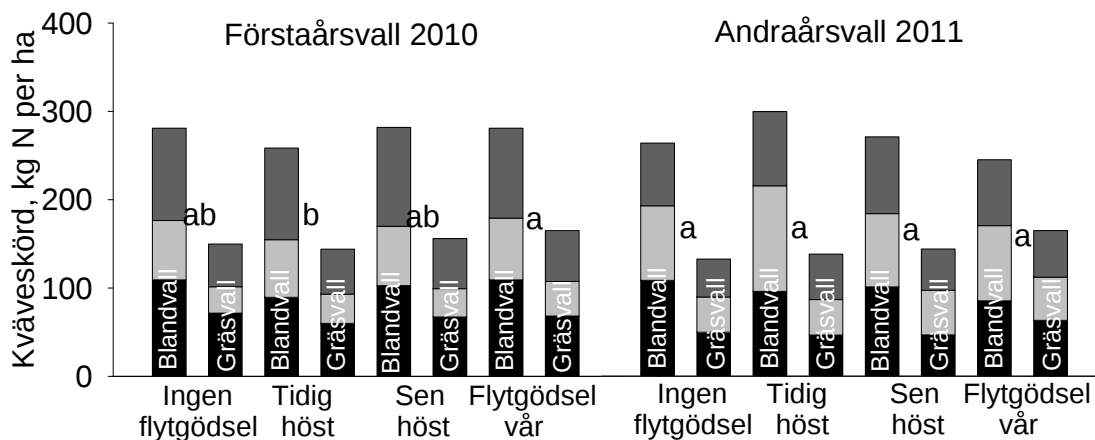


b) Försök 2

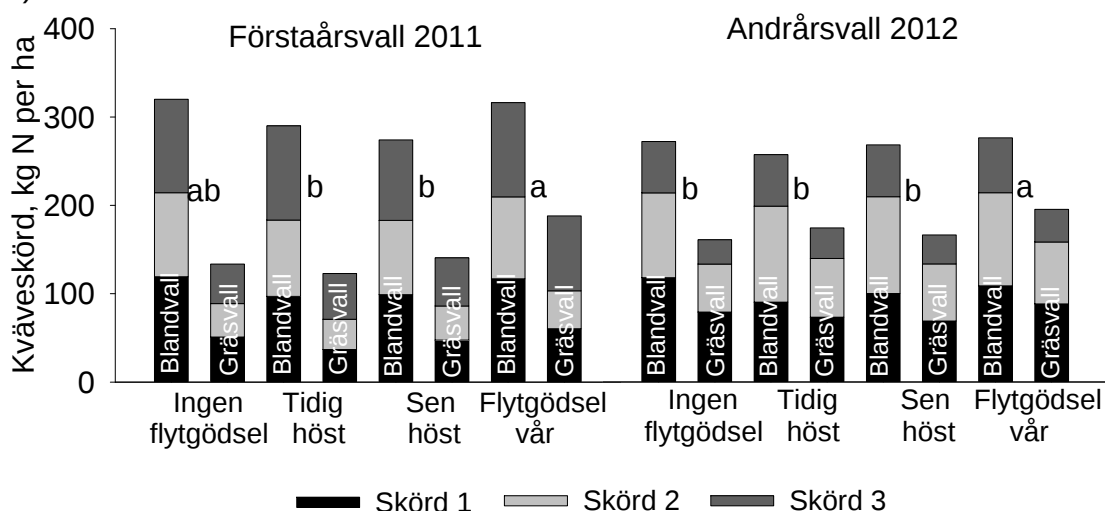


Figur 3. Ts-skörd per år i olika led och vallblandningar i de två vallförsöken. Samma bokstav på två led i ett försök anger att ingen signifikant skillnad finns i sammanlagd skörd det aktuella året.

a) Försök 1



b) Försök 2



Figur 4. Kväveskörd per år i olika led och vallblandningar i de två vallförsöken. Samma bokstav på två led i ett försök anger att ingen signifikant skillnad finns i sammanlagd skörd det aktuella året.

Botanisk sammansättning

Klöverhalten i blandvallen var i snitt 30 %, utan några tydliga skillnader mellan led (tabell 3). Den var i medeltal 36 % i första försöket och 27 % i andra försöket och 36 % första vallåret och 27 % andra vallåret. Den låg på ca 40 % vid första skörd och runt 25 % i andra och tredje skörd (tabell 3). Ogräshalten låg på 1-3 %.

Tabell 3. Klöverhalt i blandvallen i olika led vid olika skördetidpunkter (medeltal av två vallår och två försök)

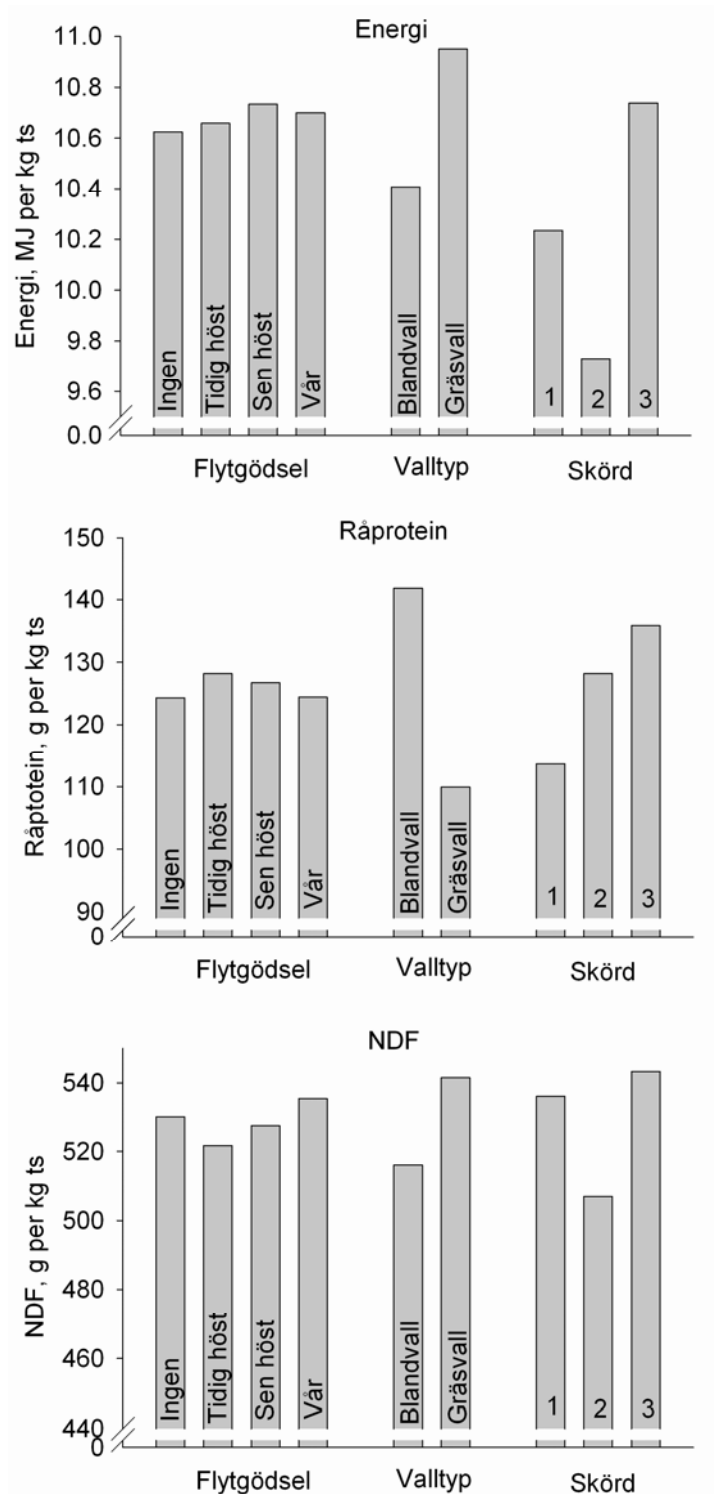
Led	Skörd 1	Skörd 2	Skörd 3	Medel
A (ingen flytgödsel)	41%	28%	25%	32%
B (flytgödsel tidig höst)	41%	26%	30%	32%
C (flytgödsel sen host)	42%	24%	27%	31%
D (flytgödsel vår)	37%	18%	26%	27%
Medel	40%	24%	27%	31%

Kvävefixering

Enligt beräkningarna av klövers kvävefixering i blandvallarna var fixeringen ca 50 kg N per ha per skördetillfälle, eller 150 kg N per ha per år. Nivåerna för olika led presenteras i tabell 4.

Kvalitet

Precis som med skördemängden, fanns det inga stora skillnader i kvalitet mellan olika led (figur 5). Energiinnehållet och proteinhalten skiljde i så fall mer mellan valltyper och skördetidpunkter än mellan led. NDF var möjligtvis något lägre efter höstspredning.

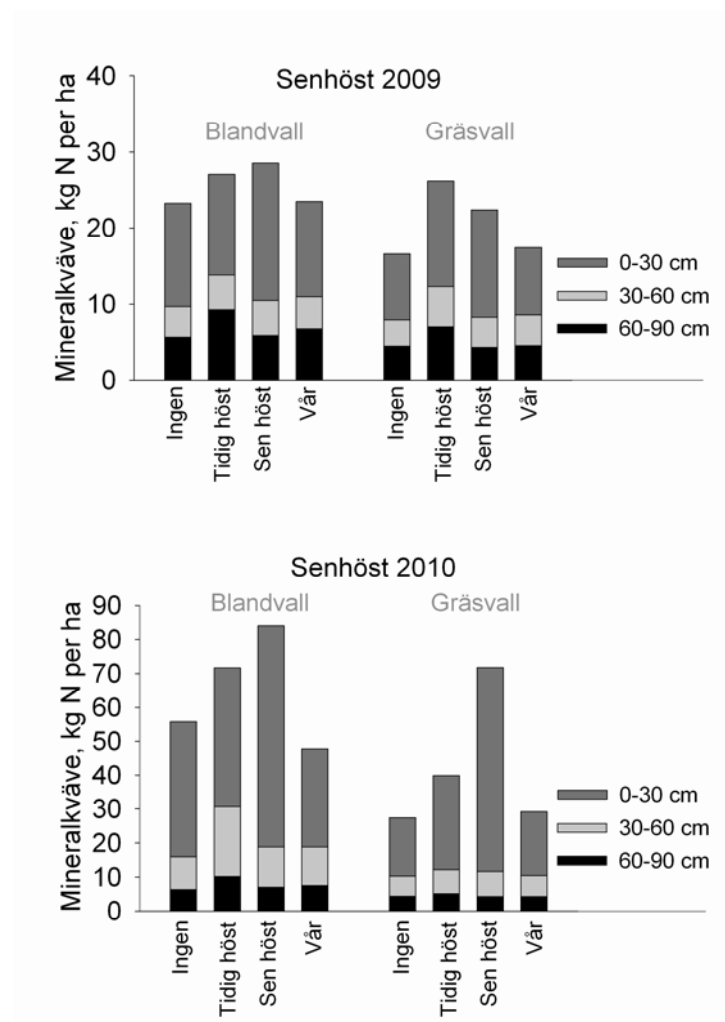


Figur 5. Medelvärden av innehåll av energi, råprotein och NDF för olika led, valltyper och skördar under alla vallår i båda försöken.

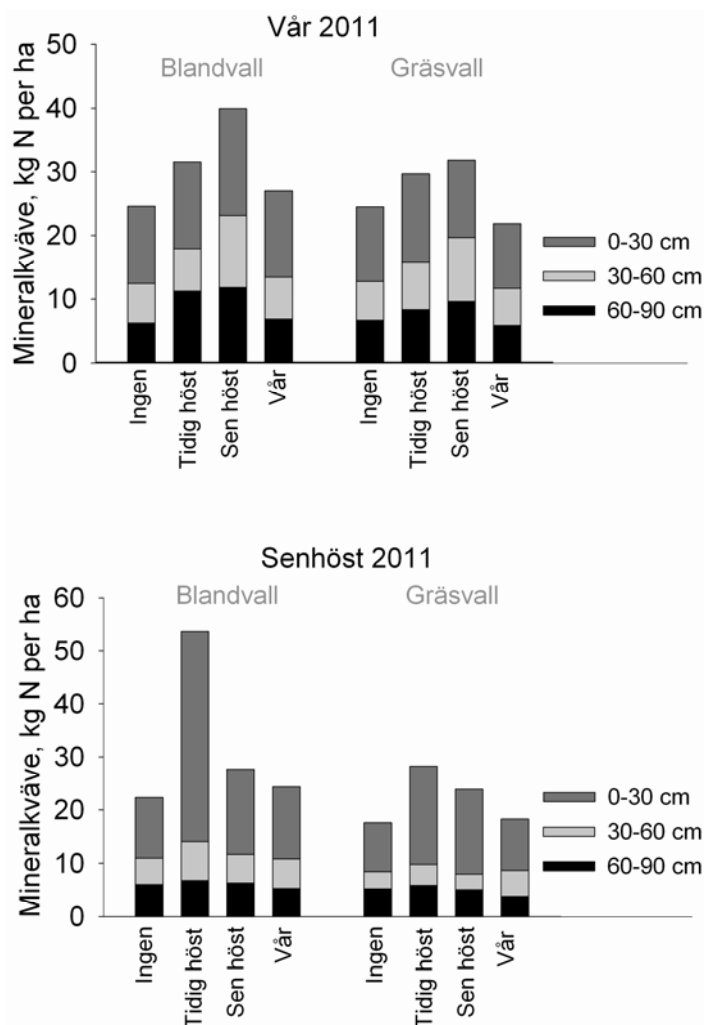
Mineralkväve i marken

Mineralkväve i marken på senhösten (eller i ett fall i april strax före vårspridningen) var i medeltal 14 kg N per ha högre i de led som fått stallgödsel på hösten än övriga led. I det led som gödslats tidigt på hösten fanns det i medeltal 2,3 kg N per ha mer i nivån 60-90 cm än i

ledet utan stallgödsel. Våren 2011 var även kvävenivån i ledet med sen höstgödsling signifikant högre än leden som inte fått stallgödsel på hösten.



Figur 6. Mineralkväve i marken i det första försöket den 2 dec 2009 och den 21 dec 2010 på olika nivåer i de olika leden gräsvall och blandvall.

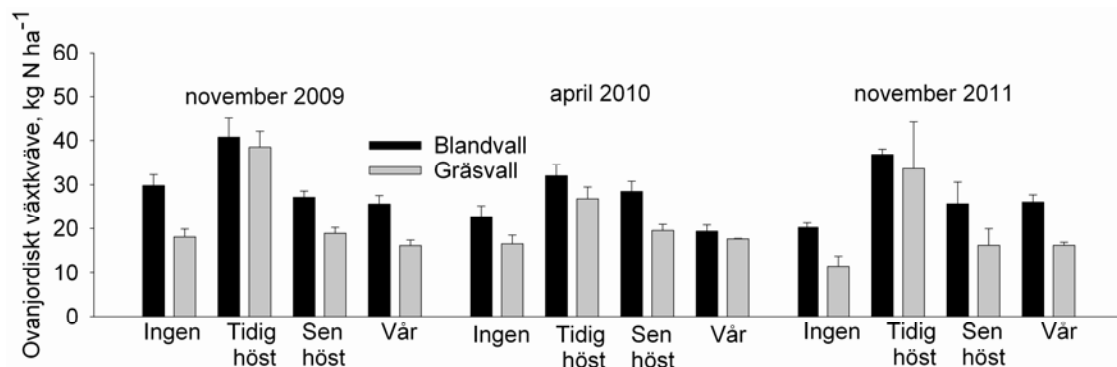


Figur 7. Mineralkväve i marken i det andra försöket den 11 april och den 14 november 2011 på olika nivåer i de olika leden i gräsvall och blandvall.

I april fanns det i det tidigt höstgödslade ledet ca 5-10 kg N per ha och i det sent höstgödslade ledet ca 10-15 kg per ha mer mineralkväve i profilen 0-90 cm än i de led som inte höstgödslats (Figur 7).

Kväveupptag under höst och vinter

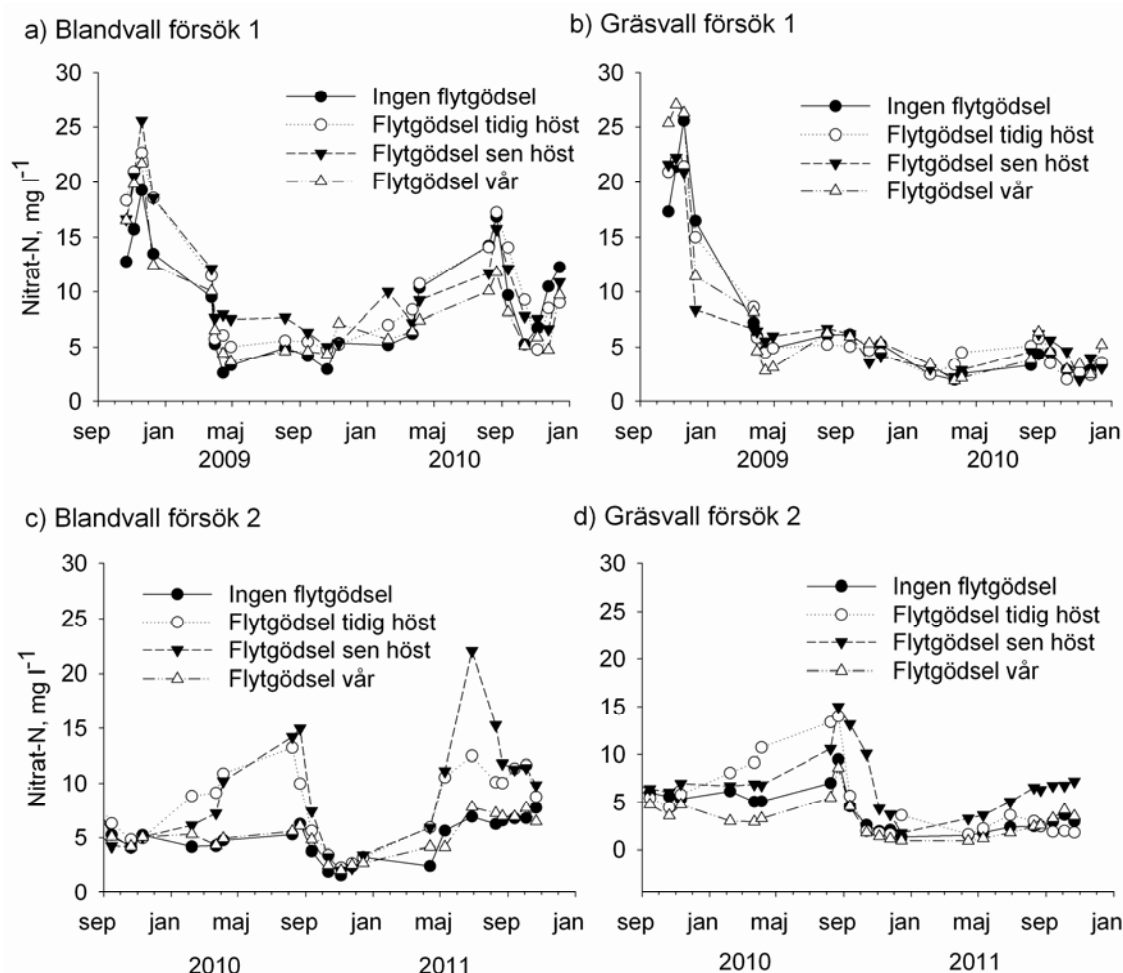
Kväve i ovanjordisk gröda strax före den andra flytgödselspridningen 2009 låg på ca 40 kg N per ha i båda valltyperna i det led som fått flytgödsel och på knappt 20 kg N per ha i ogödslad gräsvall och 25-30 kg N per ha i ogödslad blandvall (figur 8). Detta tyder på att gödseln som innehöll nästan 50 kg N per ha ammoniumkväve gav ett ökat kväveupptag på åtminstone 10-20 kg N per ha, men förmodligen mer om man även beaktar att rötternas kväveinnehåll. Vid nästa grödprovtagning, i april, var nivåerna lägre, mellan 15 och 30 kg N per ha (figur 8). Vid grödklippningen hösten 2011 erhöles ett liknande resultat som 2009 (figur 8), men skillnaden var mindre mellan tidigt höstgödslat led och de två andra stallgödselleden, som ju också fått stallgödsel ett år tidigare och därför hade mer kväve att ta upp under hösten än det led som inte fått någon stallgödsel.



Figur 8. Kväve i ovanjordisk gröda i de olika leden vid provtagningarna inför sena höstgödslingen i november 2009, inför vårgödslingen i april 2010 och inför sena höstgödslingen 2011.

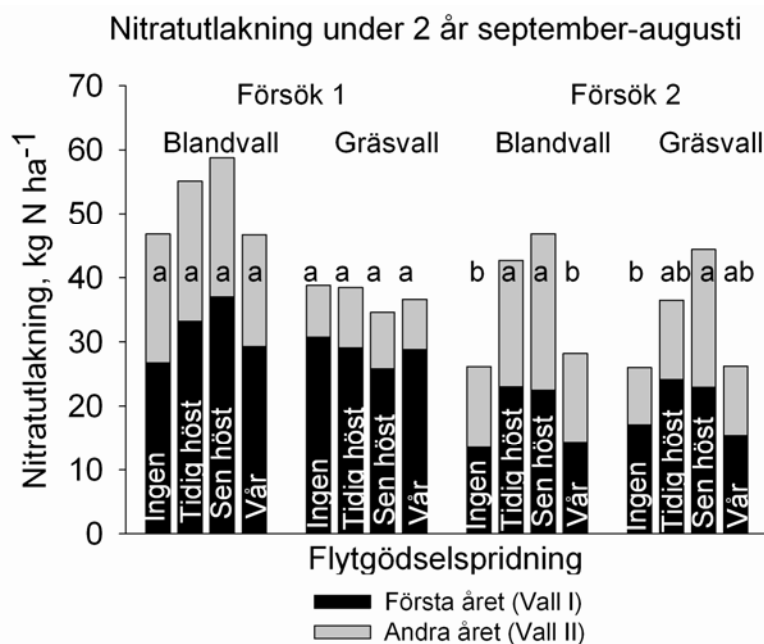
Nitratutlakning

Nitralthalterna var signifikant högre i de höstgödsade leden tidvis i blandvallen i försök 1 och i både gräs och blandvallen i försök 2 (figur 11).



Figur 11. Nitratkvävekoncentrationer i markvattnet vid dräneringsdjup i olika led i de olika försöken under försöksperioderna.

Kväveutlakningen var 0-10 kg N högre per ha och år efter gödsling på hösten jämfört med på våren (figur 12). Det var inte någon tydlig skillnad i utlakning mellan tidig och sen höstspredning. Skillnaderna var som störst de år flytgödselgivorna var höga. Gödsling med flytgödsel på hösten ska alltså helst undvikas eller ske med begränsade givor. Tidpunkten på hösten är inte avgörande, men spridning tidigt kan ibland vara bättre.



Figur 12. Nitratkväveutlakning i de olika leden i två olika valltyper i de två försöken. Samma bokstav anger när det inte finns statistiskt signifikanta skillnader inom ett försök och valltyp.

Kvävebalans

Inflöden och utflöden av kväve sammanfattas i tabell 4. Siffrorna baserar sig på mätningarna i det här projektet. Ammoniakförluster är en stor post som vi inte mätt, men samtidigt inte kan ignorera i en balans. Här har vi därför uppskattat den genom att anta att 40 % av stallgödselns ammoniuminnehåll avdunstat, vilket har noterats i andra undersökningar med nötflytgödsel på vall (Rodhe et al., 2006). Enligt denna utgör utlakning ungefär lika stor andel som ammoniakavgång i kvävebalansen. Ökningen i utlakning p.g.a. flytgödselspredning är ju dock bara en liten del av ammoniakavgången. Vid val av spridningstidpunkt bör därmed risken för ammoniakförluster vara väl så viktig att beakta som risken för förhöjd utlakning. Utlakningsförlusterna är lägre på gräsvall, med det är även skörden. I båda valltyperna är kväveutlakningen ungefär 10 % i förhållande till kväveskörden.

Tabell 4. Kvävebalans i de olika försöksleden uppdelat på blandvall och gräsvall (medeltal för två försök och två år).

<i>Tillförsel</i>	<i>Stallgödsel:</i>	Blandvall				Gräsvall			
		Ingen	Tidig höst	Sen höst	Vår	Ingen	Tidig höst	Sen höst	Vår
Stallgödsel, organiskt kväve		0	45	48	60	0	45	48	60
Stallgödsel, oorganiskt kväve		0	63	56	69	0	63	56	69
Mineralgödsel		165	125	125	125	165	125	125	125
Kvävefixering*		148	150	156	137	0	0	0	0
<i>Summa</i>		<i>313</i>	<i>382</i>	<i>384</i>	<i>390</i>	<i>165</i>	<i>233</i>	<i>229</i>	<i>254</i>
<i>Utförsel</i>									
Utlakning		18	24	26	19	16	19	20	16
Ammoniakavgång**		0	25	22	28	0	25	22	28
Kväveskörd		284	276	274	280	144	145	152	178
<i>Summa</i>		<i>302</i>	<i>326</i>	<i>322</i>	<i>326</i>	<i>160</i>	<i>189</i>	<i>194</i>	<i>222</i>
<i>Differens</i>		<i>11</i>	<i>57</i>	<i>62</i>	<i>64</i>	<i>5</i>	<i>44</i>	<i>35</i>	<i>32</i>

*Beräknad utifrån klöverhalt och skörd enligt Høgh-Jensen et al., 2004.

**Beräknad utifrån antagandet att 40 % av stallgödselns ammoniuminnehållet avdunstat.

Slutsats

Sammanfattningsvis verkar risken för utlakning öka efter höstspredning, speciellt vid högre givor till blandvall med litet kvävegödslingsbehov. Även om resultaten antyder att utlakningen kan bli något högre vid senare än vid tidig höstgödsling, fanns inga signifikanta skillnader mellan dessa tidpunkter. Tidpunkten för spridning på hösten har därmed inte någon avgörande betydelse. Ur utlakningssynpunkt är det förmodligen av större vikt att man inte sprider ut för stora mängder per ha om man ska sprida på hösten. Allra bäst är ju om man kan komma ut på våren.

Referenser

- Albertsson, B. 1997. Spridningstidpunkter för stallgödsel till vall. Försöksrapport 1997. Sammanställning av resultat från växtodlingsförsök utförda 1996 i O, Pn, Ps, R och S-län, samt medeltal för flera år. Försök i Väst, Hushållningssällskapet, Skara, s 21-22.
- Albertsson, B. 1998. Spridningstidpunkter för stallgödsel till vall. Försöksrapport 1998. Sammanställning av resultat från växtodlingsförsök utförda 1997 i O, Pn, Ps, R och S-län, samt medeltal för flera år. Försök i Väst, Hushållningssällskapet, Skara, s 22.
- Andersson, P.-A. 2002. Effekt av höstspridd flytgödsel till vall. Rapport från växtodlings- och växtskydds dagar i Växjö den 11 och 12 december 2002. Meddelande från Södra Jordbruksförsöksdistriktet, nr 55 (2002), s. 22:1-2.
- Delin, S. och Engström, L. 2008. Kväve mineraliseringsförlopp efter gödsling med organiska gödselmedel vid olika tidpunkter. Precisionsodling 2008:1.
- Djurhuus, J. 1990. Sammenligning af nitrat i jordvand udtaget med sugkopper og ekstrahert fra jordprøver. Landbrugsministeriet, Statens Planteavlsvforsøg, Særtryk af Tidsskrift for Planteavl 94, 487-495.

- Ehrnebo, M. 2005. Spridning av flytgödsel. Jordbruksinformation 15-2005. Jordbruksverket, Jönköping.
- Hansen, E. M. 1991. Sammenligning af keramiske sugkopper og lysimetre med hensyn til udtagning af jordvæske till bestemmelse af NO₃-N-koncentration. Statens Planteavlfsforsøg, Beretning nr. 2119. Lyngby, Danmark.
- Høgh-Jensen, H., Loges, R., Jensen, E.S., Jørgensen, F.V., Vinther, F.P. 1998. Empirisk model til kvantificering af symbiotisk kvælstoffiksering i bælplanter. In: Erik Steen Kristensen & Jørgen E. Olesen (Eds.) Kvælstofudvaskning og -balancer i konventionelle og økologiske produktionssystemer. Forskningscenter for Økologisk Jordbrug (FØJO), Tjele, Danmark. FØJO-rapport nr. 2. www.foejo.dk. pp. 69-86.
- Høgh-Jensen, H.,*, Loges R., Jørgensen F., Vinther F., Jensen E.S. 2004. An empirical model for quantification of symbiotic nitrogen fixation in grass-clover mixtures. Agricultural Systems 82, 181–194
- Larsen, K. E. 1987. NKJ-projekt 55 "Husdyrgødningens udnyttelse i planteproduktion ved intensivt husdyrhold". Virkning af forskellige udbringningsmåder og -tidspunkter for gylle. I: Hus-dyrgødslas virkninger på jord og avling. NJF-seminarium nr 113, NJF-utredning/rapport nr 39, 36-48.
- Lindén, B., Engström, L. och Ericson, L. 2003. Nitrifikation av ammonium i nötflytgödsel efter tillförsel till jord tidigt och sent på hösten - betydelse för utlakningsrisken. Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, Sveriges lantbruksuniversitet, rapport 10, serie B Mark och växter.
- Lindén, B. 2008. Flytgödselspridning på hösten: möjligheter att minska kväveutlakningsriskerna genom olika åtgärder i växtodlingen. Litteraturoversikt: kunskapsläge och kunskapsluckor. Precisionsodling 2008:2.
- Rodhe, L., Pell, M., Yamulki, S. 2006. Nitrous oxide, methane and ammonia emissions following slurry spreading on grassland. Soil Use and Management 22, 229-237.

Möten och resultatspridning

Preliminära eller slutliga resultat har redovisats muntligt på några svenska seminarier:

- Jordbruksverkets seminarium "Forskning och utveckling inom ekologiskt lantbruk" i Mjölby den 11 april 2012
- Ämneskommitté Vattens möte i L. Böslid i september 2012.
- Regional växtodlingskonferens i Uddevalla 11 januari 2013.
- Ämneskommittéerna Växtnäring och Vattens möte i Uppsala i mars 2013.
- Stallgödselseminarium i Skövde den 21 nov 2013.
- Vallkonferens, Uppsala, februari 2014.

Preliminära resultat har även presenterats som poster på några olika internationella möten:

- "Managing livestock manure for sustainable agriculture", en workshop i Wageningen, Nederländerna arrangerad av Europeiska kommissionen och ministeriet för jordbruk, natur och livsmedelskvalitet i november 2010.
- NJF-seminarium i Falköping: "Utilisation of manure and other residues as fertilizers" den 29-30 november 2011
- "17th International Nitrogen Workshop", Wexford Irland i juni 2012.

En notis har publicerats i Arvensis nr.7 2013.

Denna slutrapport kommer att användas som underlag för publicering i en svensk rapportserie, preliminärt rapportserien på Institutionen för mark och miljö, SLU.

Ett manuskript på engelska är under bearbetning och kommer att skickas in för publicering till en internationell vetenskaplig tidskrift.