

LÄGESRAPPORT

Utlakning av fosfor och kväve efter spridning av flytgödsel till vall under hösten samt efter direktsådd av höstvetete

Barbro Ulén och Lennart Mattsson, Mark & Miljö, SLU

BAKGRUND

Inför anpassningen till EU:s nitratdirektiv gjordes en översyn av effekter och risker vid spridning av stallgödsel under hösten (Lindén, 2008). Sen höstspridning (november) av flytgödsel till vallar anses vara ett alternativ om det är svårt att få god hygien med ensilaget efter tidig höstspridning. Fast stallgödsel tillförs ofta i praktiken i samband med vallbrott som kan ske sent.

På Lanna (R3-0056) följs utlakning och växtnäringssammansättning av både fosfor och kväve i flera system (Ulén m. fl., 2005). Grödorna visas i tabell 1. Andelen vall har för system I och II varit 67% under perioden. System II har fram till 2008 haft höstspridning av fast stallgödsel, omkring den 1:a november, vart 6:e år. De år då spridningen skett (2000 och år 2006) har fosforhalterna i dräneringsvattnet varit förhöjda under efterföljande vinter jämfört med halterna från de andra systemen.

Tabell 1. Grödor i fem växtföljder; I med gräsvall och spridning av flytgödsel på vår 1997-2009, II med luservall och fastgödsel som i samband med vallbrotten tillförs på senhösten, samt tre stallgödselfria växtföljder. Vid tillförsel av flytgödsel år 2009 och 2010 får system I och II samma giva 1997-2007

År	Växtföljd I flytgödsel		Växtföljd II fastgödsel		Växtföljd III, IV och VII utan stallgödsel		
	Gröda	Stallgödsel (datum)	Gröda	Stallgödsel (datum)	Gröda	Gröda	Gröda
97	Gräsvall I		Luservall I		Havre	Havre	Korn
98	Gräsvall II		Luservall II		Höstvetete	Höstvetete	Korn*
99	Gräsvall III	Flyt 0331 Flyt 0621	Luservall III		Havre	Havre	Korn
00	Gräsvall IV		Luservall IV	Fast 1031	Vårraps	Vårraps	Korn
01	Vårraps	Flyt 0510	Vårraps		Höstvetete	Höstvetete	Korn
02	Korn	Flyt 0509	Korn	Fast 0409	Korn	Korn	Korn*
03	Gräsvall I		Luservall I		Havre	Havre	Korn
04	Gräsvall II		Luservall II		Höstvetete	Höstvetete	Korn*
05	Gräsvall III		Luservall III		Havre	Havre	Korn
06	Gräsvall IV		Luservall IV	Fast 1102	Raps + insådd	Raps+insådd	Korn + ins
07	Vårraps	Flyt 9524	Vårraps		Grönträda	Höstvetete	Grönträda I
08	Korn+insådd	Flyt 0522	Korn + insådd	Flyt 0522	Grönträda	Korn	Grönträda II
09	Gräsvall I	Flyt senhöst	Luservall I	Flyt tidighöst	Havre med Direktsådd av höstvetete	Havre med Direktsådd av höstvetetes	Korn
10	Gräsvall II		Luservall II		Höstvetete	Höstvetete	Korn*
11	Gräsvall III		Luservall III		Havre	Havre	Korn
12	Gräsvall IV		Luservall IV		Vårraps	Raps + insådd	Korn*

* insådd av fånggröda på våren

Tabell 2. Bortförel med skörden av fosfor (P skörd) och halterna totalfosfor (TotP) och löst reaktiv fosfor (DRP) i dräneringsvatten; bortförel med skörden av kväve (N skörd) och halterna totalkväve (TotN) och nitratkväve (NO₃N) i dräneringsvatten som årsmedelvärde under elva år (1997-2007) för fem system vid Lanna. System III och IV får olika mycket handelsgödsel med kväve. Kväveeffektiviteten har för 1997-2000 beräknats till 64-84% (Mattsson, 2003)

1997/2007	System med djur		System med avsalugrödor		
	I gräs	II Lusern	III Intensiv N	IV Extensiv N	VII Monokultur
P skörd (kg/ha)	19	21	18	12	15
TotP (mg/l)	0,099	0,143	0,091	0,141	0,125
DRP (mg/l)	0,028	0,037	0,021	0,027	0,023
N skörd (kg/ha)	128	203	81	51	70
TotN (mg/l)*	2,3	3,8	2,2	1,3	4,1
NO ₃ N (mg/l)	1,9	2,3	1,8	0,8	3,6

*TotN ej mätt under 1996-1999

Den genomsnittliga fosforhalten under 11 år (Tabell 2) var också den högsta (0,14 mg/l) från system II jämfört med andra system (in genomsnitt 0,11 mg/l). Trots en fosforbalans nära noll tenderade således tillförel av fast stallgödsel på senhösten att medföra höga fosforhalter i dräneringsvattnet.

Från 2009 tillfördes flytgödsel till båda kreaturssystemen (Tabell 1) genom tidig spridning (början av september) och sen spridning (senare delen av oktober). År 2010-11 kommer efterverkan av flytgödselspridning att studeras på ruta I och II. Höstvetet år 2010 (system III och IV) odlas genom direktsådd.

HITTILLS UPPNÅDDA RESULTAT MED DISKUSSION

Odlingsåtgärder Försöken pågår som planerat enligt Tabell 1. Ogräs och spillsäd som grott efter skörd av det direktsådda höstvetet (ruta III och IV) sprutades med glyfosat år 2010. Även fånggrödan i monokulturen med korn sprutades ner. Denna åtgärd skedde sent (v 40) eftersom en regning höst medfört sen skörd.

Tabell 3. Avrinning (mm) och förluster via dräneringsvattnet (P drän) samt halterna totalfosfor (TotP) och löst reaktiv fosfor (DRP) i dräneringsvatten; Bortförel via dräneringsvattnet (N drän) samt halterna totalkväve (TotN) och nitratkväve (NO₃N) och totalkol (TOC) i dräneringsvatten under oktober- november år 2009 för fem system vid Lanna. System I och II har fått sen resp. tidig tillförel av flytgödsel. System III och IV får varje år olika mycket handelsgödsel med kväve

Okt-nov	System med djur		System med avsalugrödor		
	I gräs	II Lusern	III Intensiv N	IV Extensiv N	VII Monokultur
	Sen flyt	Tidig flyt			
Avrinning (mm)	78	103	194	182	144
P drän (kg/ha)	0,31	0,22	0,23	0,24	0,15
TotP (mg/l)	0,393	0,208	0,119	0,130	0,102
DRP (mg/l)	0,031	0,033	0,033	0,034	0,025
N drän (kg/ha)	4,2	6,2	2,2	0,35	2,7
TotN (mg/l)	5,4	6,0	1,2	0,4	2,6
NO ₃ N (mg/l)	3,3	4,9	0,88	0,16	2,5
TOC (mg/l)	7,9	4,7	3,7	3,4	2,9

Tabell 4. Avrinning 2009/10 och bortförel med skörden (2009) av fosfor (P skörd) och via dräneringsvattnet (P drän) samt halterna totalfosfor (TotP) och löst reaktiv fosfor (DRP) i dräneringsvattnet. Bortförel med skörden av kväve (N skörd) och via dräneringsvattnet (N drän) samt halterna totalkväve (TotN) och nitratkväve (NO₃N) och totalkol (TOC) i dräneringsvattnet under år (2009-2010) för fem system vid Lanna. System I och II har fått sen resp. tidig tillförel av flytgödsel. System III och IV får olika mycket handelsgödsel med kväve; xx anger att analysresultaten inte är klara

2009/2010	System med djur		System med avsalugrödor		
	I gräs	II Lusern	III Intensiv N	IV Extensiv N	VII Monokultur
	Sen flyt	Tidig flyt			
Avrinning (mm)	257	347	468	503	538
P skörd (kg/ha)	xx	xx	xx	Xx	xx
P drän (kg/ha)	0,65	0,71	0,41	0,51	0,36
TotP (mg/l)	0,155	0,167	0,096	0,120	0,084
DRP (mg/l)	0,029	0,092	0,049	0,074	0,029
N skörd (kg/ha)	xx	xx	xx	Xx	xx
N drän (kg/ha)	18	18	5,9	2,3	13
TotN (mg/l)	4,2	4,3	1,2	0,5	3,0
NO ₃ N (mg/l)	3,5	3,9	1,0	0,3	2,9
TOC (mg/l)	3,9	3,7	3,0	2,9	2,7

Avrinning Årsavrinningen på i genomsnitt drygt 400 mm är normal för platsen. På Lanna sker normalt inget uppträck av grundvattnet och halterna i dräneringsvattnet speglar därför väl det vatten som dränerar genom marken. Däremot står grundvattentytan ofta ojämnt och den avrinnande vattenmängden från de olika försöksrutorna varierar. Utvärderingen sker därför baserat på de flödesvägda halterna som sedan beräknas som en transport baserat på medelavrinningen från alla 5 rutorna.

Halter och transporter November 2009 var varm och fuktig. Under oktober-november dränerade i genomsnitt 140 mm. Totalfosforhalterna i dräneringsvattnet var tydligt högre från båda rutorna som fått flytgödsel jämfört med halterna från de övriga tre systemen (Tabell 3). Totalfosforhalterna från de två direktsådda rutorna har i sin tur varit högre än från monokulturen med korn. Ökad mängd växtrester på markytan verkar därför inte haft någon stor skyddande effekt mot fosforförluster baserat på denna enda års studie.

I vilken form totalfosfor från de flytgödselade leden föreligger är oklart. I ren flytgödsel anses fosfor normalt mest föreligga i löst reaktiv form (Kleinman m. fl. 2005). När flytgödsel blandas med jord ökar ofta pH till upp mot 8 (Torstenson, Lennart, pers. med.) och det sker ofta en snabb ammoniakavgång. Samtidigt kan det ske en rad kemiska reaktioner mellan fosfor och jorden, vilket kan vara förklaringen till att det var totalfosforhalten som var förhöjd. Halterna löst reaktiv fosfor (DRP) i det dränerande vattnet skiljde sig däremot inte mellan flytgödselade och övriga rutorna. Total årsförlust av fosfor var 0,4 – 0,7 kg/ha (Tabell 4) vilket är typiskt för försöksplatsen. Under perioden 1997-2005 var förlusterna 0,3-0,9 kg/ha från de fem försöksrutorna (Ulén m. fl. 2005).

Tabell 5. Kvoterna mellan totalkväve och totalfosfor (N/P) och mellan totalt organiskt kol och totalfosfor i dräneringsvattnet beräknat från flödesvägda årsmedelhalter i dräneringsvattnet 2009/2010

Kvot och period	System med djur		System med avsalugrödor		
	I gräs	II Lusern	III Intensiv N	IV Extensiv N	VII Monokultur
	Sen flyt	Tidig flyt			
N/P 2009/2010	27:1	26:1	13:1	4:1	35:1
C/P 2009/2010	25:1	22:1	31:1	24:1	32:1
C/P höst 2009	28:1	23:1	23:1	26:1	28:1

Kvävehalterna i det dränerade vattnet var högst från flytgödslade led och det totala läckaget under vintern beräknades till 18 kg/ha (Tabell 4). Efter sen flytgödsling tenderade också halten total organiskt kol (TOC) att vara förhöjd under hösten (Tabell 4). Från direktsådda rutor var kvävehalterna däremot låga. Kväveläckaget var omkring 6 kg/ha efter ”intensiv” kvävegödsling (växtföljd III) jämfört med medelläckaget 10 kg/ha från detta system under perioden 1997-2005. På motsvarande sätt var kväveläckaget bara 2,3 kg/ha vid ”extensiv” kvävegödsling år 2009/2010 jämfört med 6,7 under åttaårsperioden.

Den låga kvävehalten i samband med direktsått höstvetete som gödslats med låg kvävegiva hade som följd att kvoten N/P i dräneringsvattnet också var låg (4:1) (Tabell 5). Värdet under 8:1 i sötvattenssystem anses gynna uppkomst av blågrönbakterier och alger. Kvoten P/C var däremot relativt konstant och hög. Under hösten 2009 var den ungefär lika stor och av samma storleksordning från alla fem systemen. Detta kan möjligen antyda att inga större mängder fosfor var bundet till organiskt material som lakades ut från flytgödseln.

Sammanfattning

Gödsling med flytgödsel, speciellt om denna sker sent, kan ge upphov till förhöjda fosforhalter under hösten. Kväveläckaget tenderade att vara något förhöjt, men en del av kväve kan ha avgått som ammonium efter gödslingen. Direktsådd av höstvetete verkar ha gett ett minskat kväveläckage, men påverkan på fosforläckaget var otydligt. Direktsådden medförde mycket ogräs hösten efter skörd och försöksrutorna sprutades därför med glyfosat.

Referenser

- Kleinman, P.J.A., Wolf, A.M., Sharpley, A.N. Beegle, D.B., Saporito, L.S. 2005. Survey of water extractable phosphorus in manures. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67, 701-708.
- Lindén, B. 2008. Flytgödselspridning på hösten: möjligheter att minska kväveutlakningsriskerna genom olika åtgärder i växtodlingen - Kunskapsläge och förslag till fortsatt forskning. Bilaga till - Precisering av punkten ”effekter och risker vid spridning av stallgödsel på senhösten”. Jordbruksverket Dnr 25 9745/08.
- Mattsson, L., 2003. Växtnäring, produktion och miljö. Rapport 205. Institutionen för Markvetenskap, avd. f växtnäringlära.
- Torstensson, Lennart. Mikrobiologiska Inst., SLU. Personligt meddelande.
- Ulén, B., Aronsson, H., Torstensson, G. & Mattsson, L. 2005. Nutrient turnover and risk of waterborne phosphorus emissions in crop rotations on a clay soil in south-west Sweden. *Soil Use and Management.* 21, 221-230.