

Odlingsåtgärder och växtnäring förluster vid trädesbruk

Barbro Ulén, och Lennart Mattsson, Mark och Miljö, SLU

BAKGRUND

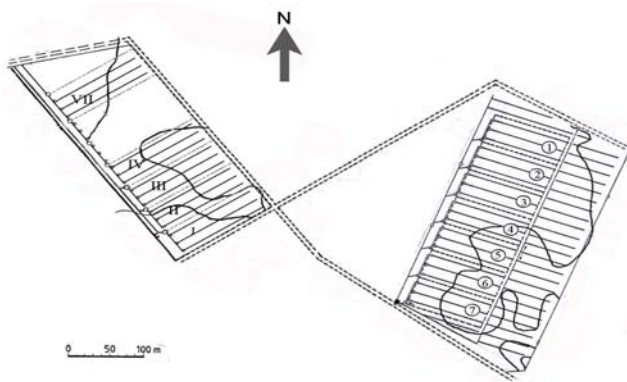
Genom att de nationella miljömålen förverkligas (belastningen till vattnen ska minska med 20 % för fosfor och 30 % för kvävet fram till år 2010 jämfört med 1995 års nivå) får jordbruket allt större krav på sig att båda dessa typer av läckage ska minimeras. Situationen i Östersjön och implementeringen av EU:s Vattendirektiv har dessutom satt fosforproblemen i ökat fokus. Både med utgångspunkt från vattenmiljön och från produktionen är det viktigt att utvärdera både kväve och fosfor samtidigt. Ofta finns det en målkonflikt om det är läckage av fosfor eller kväve som man i första hand ska försöka minska, eftersom läckagen av fosfor och kväve varierar både tidsmässigt under året och i relation till recipienten. Fosfor och kväve reglerar tillsammans produktionen av "algbloomning" i sjöar och hav. Dräneringsvattnen från extensiva och icke-produktiva system har visat sig kunna ha låg kvot kväve/fosfor (Ulén et al., 2005) vilket motsvarar en sämre vattenkvalité ur miljösynpunkt då algbloomning gynnas.

Grönträder är en viktig del av växtföljderna. Trädesbruk innebär att växtmaterialet putsas, sprutas och brukas ner i jorden. God kunskap om effekten av när och hur detta ska ske är mycket viktigt, eftersom växtmassan representerar stora mängder lätttrörlig växtnäring som lätt kan komma i omlopp på ett icke önskvärdt sätt. Förutom att växtmaterialet i sig utgör en potentiell källa för växtnäring kan bl. a. markens pH, P-AL- talet och växternas upptag av kalcium påverka lösligheten för fosfor och därmed fosforläckaget.

Vid Lanna försöksstation (Västergötland), har växtnäring förluster via dräneringen studerats under sexåriga omlopp (Withers et al., 2003; Fakta Jordbruk 11, 2004; Ulén et al., 2005), tillsammans med utnyttjandet av växtnäringen i flera odlingssystem (Mattsson, 2001). Försöken har visat hur nödvändigt det är att verkligen mäta läckagen eftersom noggranna växtnäring balanser inte visat sig vara direkt korrelerade till växtnäring förlusterna (Ulén et al., 2005). En viktig förklaring är det "händelserelaterade" sätt på vilket fosfor och kväve läcker ut från marken via dräneringsledningar, ofta i samband med kritiska moment i växtföljderna. Avsikten med studien var att studera grönträdans effekter på växtnäring läckaget och hur det påverkades av olika sätt att putsa den och att bruka in den efter brytningen.

Tabell 1. pH (H₂O) och fosfortal (P-AL) i matjord (0-20 cm) i det västra resp. östra blocken (mg/100 g jord) år 2007 resp. 2005. För det västra blocket anges dessutom motsvarande kalciuminnehåll (Ca-AL) samt mineralkväve (Min-N) i jordprofilen 0-60 cm från 23/10 2008 (kg/ha)

Block	Ruta	pH	P-AL	Ca-AL	Min-N	Block	Ruta	pH	P-AL
Väst	I	6,8	3,1	294	41	Öst	1	7,6	7,4
	II	6,3	2,2	226	36		2	7,6	7,3
	III	6,9	3,6	265	8		3	7,2	9,2
	IV	6,7	3,7	271	9		4	7,2	7,7
	-	-	-	-	-		5	7,2	6,1
	-	-	-	-	-		6	7,3	7,0
	VII	6,5	3,9	282	25		7	7,1	5,3
Medel	-	6,6	3,3	270	-	-	7,3	6,2	



Figur 1. Dränerade försöksrutor på Lanna i västra (R3-0056) och östra (R2-8409) blocket.

MATERIAL OCH METODER

Försöksrutor Under 2006 har trädor sått in på 8 av de 12 försöksrutorna belägna i det västra och östra blocket (Figur 1). Rutorna i det västra blocket representerar olika odlingssystem där Väst III odlats ”intensivt” med hög kvävegödselgiva, Väst IV ”extensivt” med halv kvävegiva jämfört med III, och Väst VII har haft monokultur med korn. I växtföljderna för ruta Väst I och II ingår gräsvall resp. luservvall och stallgödsel. Både pH och fosforhalten i matjorden är lägre i det västra blocket än det östra (Tabell 1) som använts för olika typer av läckagestudier. Alla rutor har tre parallella dräneringsledningarna med 13,5 m avstånd. Rutorna är hydrologiskt avskilda från varandra med avskärande ledningar. Dräneringsvattnet leds till mätstationer eller mätbrunnar. Avrinningen mäts med hjälp av pumpar som är anslutna till en datalogger. Denna ger impulser till ISCO-provtagare så att ett samlingsprov tas ut var fjortonde dag, bestående av delprov som motsvarar 0,25 mm avrinning. Analys av vatten görs i enlighet med EU-standarder och av växtmaterial enligt svenska standarder.

Tabell 2. Grödor, tidpunkt för putsning av grönträdor (Gröntr) och avslutning av dessa år 2008 genom sprutning av glyfosat och/eller stubbearbetning (stubb) och plöjning (plöj) i 12 rutor i två block (Väst och Öst)

Ruta	2006	2007	2008
<i>Insådd grönträda – relativt bra etablerad</i>			
Väst III	Vårraps + insådd	Gröntr 10/7, 13/9	Gröntr 17/6, 15/8, 7/10 ^{&} plöj 18/11
Öst 1	Vårgroda + insådd	Gröntr 5/6, 10/7, 10/8, 13/9	Gröntr 29/5, 17/6, 1/7, 8/7* stubb, plöj 18/11
Öst 6	Vårgroda + insådd	Gröntr 10/7	Gröntr 29/5, 17/6, 1/7, 8/7* stubb
<i>Insådd grönträda – dåligt etablerad 2006, hjälpsådd våren 2007</i>			
Väst VII	Korn + insådd	Gröntr 10/7, 13/9	Gröntr 17/6, 15/8, 7/10 ^{&} plöj 18/11
Öst 3	Höstvete + insådd	Gröntr 10/7	Gröntr 29/5, 17/6, 1/7, 8/7* stubb
Öst 4	Höstvete + insådd	Gröntr 5/6, 10/7, 10/8, 13/9	Gröntr 29/5, 17/6, 1/7, 8/7* stubb, plöj 18/11
Öst 2	Vårsäd + insådd	Gröntr 10/7	Gröntr 29/5, 17/6, 1/7, 8/7* stubb.
Öst 5	Vårsäd + insådd	Gröntr 5/6, 10/7, 10/8, 13/9	Gröntr 29/5, 17/6, 1/7, 8/7* stubb, plöj 18/11
<i>Konventionella grödor</i>			
Väst I	Gräsvall IV	Vårraps	Korn + insådd
Väst II	Luservvall IV	Vårraps	Korn + insådd
Väst IV	Vårraps	Höstvete	Korn + fånggröda, 7/10 ^{&} plöj 18/11
<i>Gammal omställningsmark</i>			
Östra 7	Omställning	EU-träda 10/7	EU-träda 1/7

[&] Round-up 17/10, ingen stubbearbetning utan enbart plöjning 18/11 i rutorna III, IV och VII

* Round-up 8/7 följt av stubbearbetning 29/7 samt plöjning 30/7 i rutorna 1, 4, 5 resp. enbart stubbearbetning 29/7 i rutorna 2, 3 och 6. Därefter sådd av höstoljevaxter 16/8.

Tabell 3. Fosforinnehållet ($P \text{ kg ha}^{-1}$) i avputsad grönträda år 2007 och 2008 för leden i väst och öst. Återväxtens innehåll av fosfor i november 2007 anges separat. Dessutom är fosforinnehållet beräknat i grönträdan (i fånggröda med rajgräs i ruta IV) då den sprutades ner med Round-up 1/7 resp. 7/10

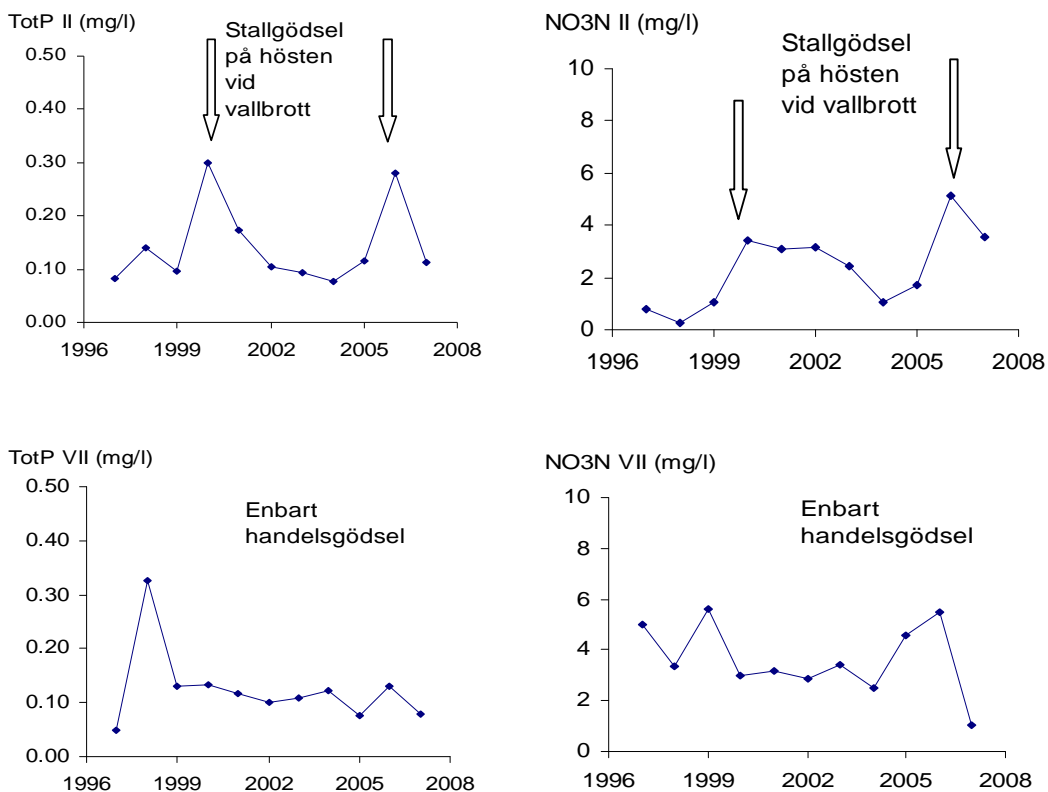
Ruta	2007		2008		
	Avputsad	Återväxt 2/11	Avputsad	Återväxt 1/7	Återväxt 7/10
Väst III	19	0,7	16		2 (mest gräs)
Öst 1*	19	1,2	20	9,2	
Öst 6	10	6,0	14	5,6	
Väst VII	13	0,9	15		12 (mest klöver)
Öst 3	9	2,0	8	5,9	
Öst 4*	9	0,3	15	7,3	
Öst 2	7	1,3	8	6,1	
Öst 5*	11	0,4	15	4,3	
Väst IV	-	-	-	-	5 (fånggröda)

*Mer frekvent putsade trädor sommaren 2007 och plöjda efter stubbningen hösten 2008.

Odlingsåtgärder Odlingen år 2006-2008 framgår av Tabell 2. I det västra blocket bröts en flerårig luservvall hösten 2006 och dessutom tillfördes stallgödsel, på samma sätt som sex år tidigare. Insådd av träda 2007 skedde med varierat resultat. I led III, efter oljeväxter, och i led 1 och 6 med vårsäd, blev etableringen god. På grund av missar blev däremot etableringen dålig i ruta 3 och 4 och (oväntat nog) också i ruta 2, 5 och VII som plöjts. Större delen av markytan var därför inte täckt med växtmaterial under vintern 06/07. Våren 2007 utfördes hjälpsådd för att få bättre bestånd av grönträdena i leden 2, 3, 4, 5 och VII. Trädorna har putsats enligt Tabell 2.

Tabell 4. Flödesvägda medelhalter i dräneringsvattnet från västra och östra blockets trädor och konventionell odling av spannmål av löst reaktiv fosfor (RP), övrig fosfor (ÖvrP), nitratkväve (NO_3N) och organiskt bundet kväve (OrgN)(mg/l). ÖvrP är beräknad som TotP minus RP och OrgN som TotN minus NO_3N . Den understa raden anger medelvärdet för alla 12 rutor

Ruta	RP			ÖvrP			NO_3N			OrgN		
	06/07	07/08	08/09	06/07	07/08	08/09	06/07	07/08	08/09	06/07	07/08	08/09
<i>Insådd grönträda – bra etablerad 2006</i>												
Väst III	0,031	0,021	0,020	0,071	0,030	0,045	0,71	0,10	0,26	0,37	0,25	0,22
Öst 1	0,023	0,018	0,017	0,042	0,012	0,016	1,43	0,16	0,44	0,19	0,25	0,21
Öst 6	0,031	0,018	0,017	0,065	0,032	0,039	2,43	0,19	0,55	0,22	0,24	0,17
<i>Insådd grönträda – dåligt etablerad hösten 2006, hjälpsådd 2007</i>												
Väst VII	0,044	0,022	0,054	0,099	0,065	0,073	6,07	1,03	1,34	0,74	0,20	0,20
Öst 3	0,024	0,020	0,045	0,046	0,051	0,220	1,00	0,26	0,59	0,20	0,25	0,35
Öst 4	0,018	0,025	0,036	0,022	0,056	0,139	1,00	1,38	1,83	0,20	0,26	0,26
Öst 2	0,033	0,047	0,025	0,064	0,128	0,026	2,73	0,29	0,40	0,28	0,22	0,17
Öst 5	0,036	0,026	0,026	0,079	0,061	0,080	5,58	0,48	2,03	0,59	0,29	0,32
<i>Konventionella grödor</i>												
Väst I	0,026	0,022	0,013	0,103	0,089	0,038	1,60	3,27	3,84	0,71	0,31	0,24
Väst II	0,113	0,025	0,040	0,224	0,093	0,112	6,51	4,09	3,70	1,59	0,35	0,48
Väst IV	0,043	0,028	0,052	0,230	0,202	0,099	1,32	0,42	0,53	0,57	0,31	0,52
<i>Gammal omställningsmark/EU-träda</i>												
Öst 7	0,024	0,017	0,019	0,061	0,035	0,102	0,17	0,04	0,13	0,27	0,31	0,34
Medel	0,037	0,024	0,033	0,092	0,071	0,082	2,53	0,98	1,30	0,49	0,27	0,29



Figur 2. Flödesvägda medelhalter av totalfosfor (TotP) och nitratkväve (NO₃N) i dräneringsvattnet. Fast stallgödsel (30 ton/ha) tillfördes omkring 1/11 år 2000 och 2006 efter brytning av luzernvall i ruta II. Ruta VII med monokultur med korn har enbart fått handelsgödsel.

Strategin har varit att antingen putsa grönrädorna ofta (4 ggr under 2007) eller endast 1-2 gånger per säsong. Ruta 7 har putsats en gång per år som är vanligt för EU-träda. Den frekvent putsade grönrädan hade ett ungefär dubbelt så högt näringsinnehåll som den som bara putsades en gång per säsong. Sålunda var fosforhalten under 2007 i genomsnitt vid alla tillfällen; 0,31 % i leden 1, 4 och 5 som putsades 4 ggr; 0,21 % i led III och VIII som putsades 2 ggr; och 0,16 % i leden 2, 3 och 6 som putsades en gång. Motsvarande kvävehalter var 2,0 %, 1,5 % resp. 0,9 %. År 2008 var fosforhalterna i grönmassan mera utjämnade mellan rutorna, vanligen omkring 0,25 %.

I de rutor som putsades frekvent 2007 var mängden växtmaterial som putsades av högre det efterföljande året. I led 3 och 5, som bara putsade en gång hade hjälpsådden dålig effekt och år 2008 var mängden fosfor i avputsat material liten (8 kg/ha) (Tabell 3). I motsats till detta utvecklade sig grönrädan i Väst VII bra sommaren 2008. Återväxten efter den sista putsningen 15/8 har beräknats motsvara relativt mycket fosfor (12 kg P/ha) i det ovanjordiska växtmaterialet (Tabell 3). Mängden var därmed nästan lika stor som i den stallgödselgiva (18 kg P/ha) som tillfördes efter brytning av luzernvallen hösten 2006 (Väst II). Efter sprutningen med Round-up (1/7 2008) i det östra blocket kultiverades resterna av grönrädan ner efter en dryg månad. I hälften av rutorna plöjde man sedan under senhösten, varvid jorden vändes om och växtresterna hamnade djupare ner i jorden. I det västra blocket bröts också såväl grönrädorna som fånggrödan med Round-up, men senare (7/10 2008), varefter resterna av grönmassan enbart plöjdes ner (18/11 2008).

Tabell 5. Årsavrinning (mm) och transport av totalfosfor och totalkväve ($\text{kg ha}^{-1} \text{år}^{-1}$) samt kvoten kväve till fosfor (N:P) under tre år. Nedersta raden visar medelvärdet för alla 12 rutor

Ruta	AVRINNING			TOTP			TOTN			N:P		
	06/07	07/08	08/09	06/07	07/08	08/09	06/07	07/08	08/09	06/07	07/08	08/09
<i>Insådd grönräda – relativt bra etablerad 2006</i>												
Väst III*	328	325	245	0,336	0,169	0,159	3,54	1,13	1,18	11:1	7:1	7:1
Öst 1	351	334	314	0,142	0,099	0,104	4,16	1,36	2,05	29:1	14:1	20:1
Öst 6	299	278	238	0,208	0,139	0,132	3,57	1,19	1,71	17:1	9:1	13:1
<i>Insådd grönräda – dåligt etablerad 2006, hjälpsådd 2007</i>												
Väst VII*	436	344	298	0,526	0,298	0,378	29,75	4,25	4,58	56:1	14:1	12:1
Öst 3	300	269	316	0,292	0,191	0,837	9,03	1,36	2,98	31:1	7:1	4:1
Öst 4	346	339	245	0,399	0,308	0,429	21,32	5,54	5,12	53:1	18:1	12:1
Öst 2	402	367	264	0,260	0,641	0,134	6,49	1,36	1,51	25:1	2:1	11:1
Öst 5	306	320	167	0,301	0,278	0,177	7,74	2,45	3,93	25:1	9:1	22:1
<i>Konventionella grödor</i>												
Väst I*	289	268	187	0,492	0,296	0,095	6,66	9,59	7,63	14:1	32:1	80:1
Väst II*	364	340	247	1,228	0,401	0,338	29,50	15,11	9,27	19:1	38:1	27:1
Väst IV*	297	336	347	0,812	0,773	0,970	5,61	2,44	3,27	7:1	32:1	3:1
<i>Gammal omställningsmark/ EU träda</i>												
Öst 7	397	349	223	0,336	0,180	0,269	1,76	0,91	1,05	5:1	5:1	4:1
Medel	343	322	258	0,444	0,312	0,295	10,51	3,89	3,69	24:1	12:1	13:1

*Avrinningen har justerats för att motsvara samma grundvattennivå som det östra blocket

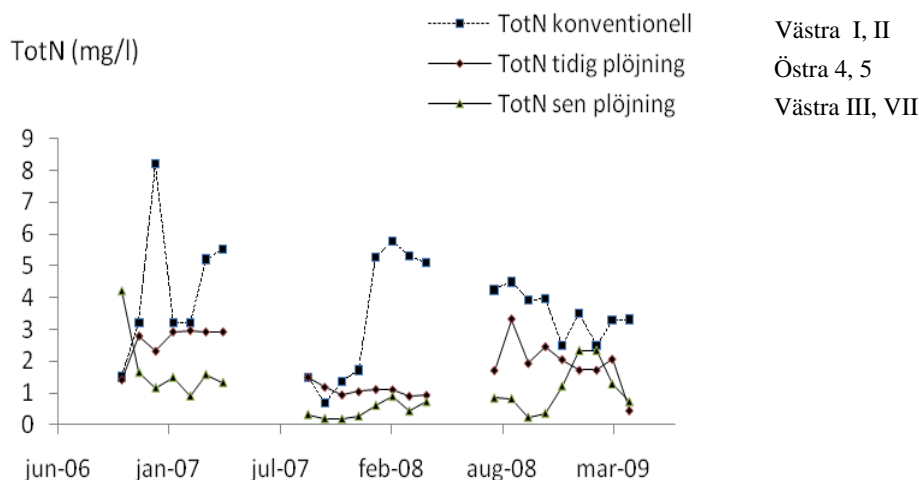
RESULTAT OCH DISKUSSION

Läckage av fosfor och kväve Det låga pH-värdet i marken i det västra blocket kan möjligen vara en bidragande orsak till tendensen till generellt högre halter av löst reaktiv fosfor (RP) i dräneringsvattnet från detta block (0,04 mg/l), jämfört med i det östra blocket (0,03 mg/l), trots ett högre P-AL tal i det senare blocket (Tabell 1). Figur 2 visar årsmedelhalter av totalfosfor (TotP) och nitratkväve (NO_3N) vid odlingsystem med luzernvall och fast stallgödsel av nöt i jämförelse med odlingsystem med korn och handelsgödsel i det västra blocket. Efter båda tillfällena med inplöjning av vallen, kombinerat med tillförsel av fastgödsel (hösten 2000 och hösten 2006), har halterna (TotP) varit förhöjda efterföljande vinter. Detta kan bero på en kombinerad effekt av inkorporeringen av växtmaterial och tillförsel av stallgödsel.

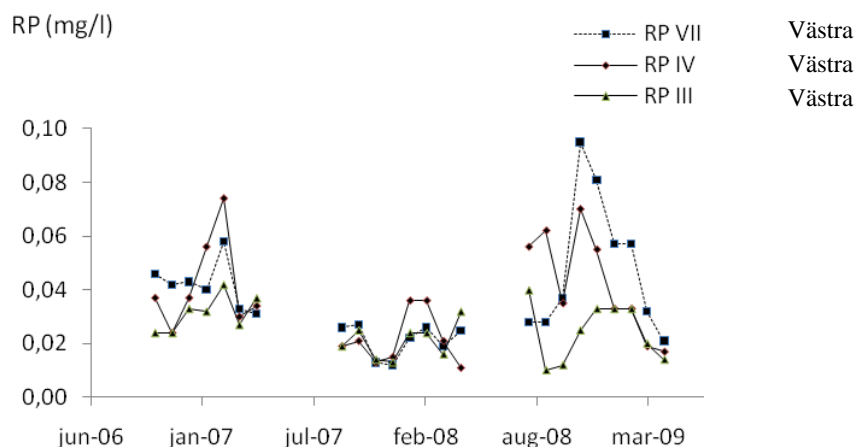
Under vintern 2006/2007 och 2007/2008 var uppmätta halter av övrig fosfor i vattnet högre från de glesare trädorna än de som inte behövde hjälpsås (Tabell 3). Skillnaderna, som var signifikanta ($p < 0,01$) (variansanalys), motsvarar ett högre läckage med $0,20 \text{ kg P ha}^{-1} \text{år}^{-1}$ i form av övrig fosfor. Räknat på uppmätta läckage av totalfosfor (Tabell 4) var den signifikanta skillnaden $0,17 \text{ kg P ha}^{-1} \text{år}^{-1}$. Även läckaget av totalkväve tenderade att vara förhöjt och motsvarar $+6 \text{ kg ha}^{-1} \text{år}^{-1}$. För den reaktiva fosfor (RP) och NO_3N fanns det däremot inga signifikanta skillnader i flödesvägda medelhalter beroende på hur grönrädorna etablerats.

Grönrädorna (Tabell 5) medförde 7 kg mindre kväveläckage (TotN) än de konventionella grödorna under de två åren 2007/2009. Även fosforläckaget (TotP) tenderade att vara $0,2 \text{ kg ha}^{-1}$ mindre. Grönräda i ruta III och fånggröda i ruta IV var effektivare med att minska kväveläckaget 2008/2009 än insådd (ruta I och II), vilket också avspeglade sig i ett lågt innehåll av mineralkväve på hösten 2008 (Tabell 1).

a)



b)



Figur 3a. Flödesvägda månadsmedelhalter totalkväve (TotN); från konventionell odling med spannmål eller oljeväxter (västra I och II); från grönrådor som putsades många gånger under 2007 och plöjdes in tidigt 2008 (östra 4 och 5); samt från grönrådor som putsades 2 ggr under 2007 och 2008 och plöjdes in sent 2008 (västra III och VII). Figur 3b visar flödesvägda månadshalter av löst reaktiv fosfor (RP) från försöksrutorna VII, IV och III i det västra blocket där det i mitten av november 2008 plöjts in varierande mängder avdödad grönmassa med klöver, fånggröda av rajgräs, resp. grönmassa av gräs.

Vid likhetsgranskningar får man ha i åtanke att ruta Öst1 historiskt har haft låga läckage och att den dessutom inte behövdes sås på nytt våren 2008. Vid jämförelser av månadsmedelhalter av totalkväve (Figur 3a) har därför resultaten från denna ruta inte tagits med. Kvävehalterna var signifikant lägre under hela vintern - våren 2008 från alla grönrådor jämfört med från rutor odlade med stråsäd eller vårraps. Den tidiga plöjningen inför höstsådden 2008 medförde att halterna var högre än när trädan bröts sent i led III och VII, men koncentrationerna var fortfarande lägre än vid vanlig spannmålsodling. Totalfosforhalterna påverkades inte i någon entydig riktning av plöjningen av grönrådan. Däremot

verkade inplöjning av avdödat växtmaterial under senhösten förhöja halterna av reaktiv fosfor i dräneringsvattnet (Figur 3b). Tydligast var denna tendens från ruta VII med hög andel av relativt spätt klövermaterial med hög fosforhalt (0,30 %). Även inplöjning av avdödat rajgräs verkade ha medfört förhöjda koncentrationer RP (ruta IV), medan mindre mängder inplöjd grönträda, som mest bestod av gräs (ruta III), inte verkade ha någon större effekt på fosforhalterna. Både mängden och kvalitén på det avdödade och inbrukade växtmaterialet verkade därför ha betydelse för läckage av löst reaktiv fosfor.

Kvoten kväve till fosfor i dräneringsvattnet var generellt ganska höga från grönträderna (Tabell 5) och dräneringsvattnet från grönträderna har därför ofta haft en ur eutrofieringssynpunkt bra balans mellan kväve och fosfor, speciellt från de som plöjdes. Kvoten var i medeltal 18:1 från alla grönträdor och 21:1 från de som var plöjda. Motsvarande kvot från den långliggande EU-trädan var endast 4-5 (Tabell 5) vilket är mindre bra för den sjö som får motta detta vatten.

Sammanfattning

Inplöjning av växtrester från flerårig luzernvall tillsammans med fast stallgödsel har följts av höga totalfosforhalter i dräneringsvattnet efterföljande vinter på Lanna. Vid två års odling av grönträda var kväveläckaget, och ibland också fosforläckaget, lägre än vid konventionell odling med spannmål. Det visade sig dock vara mycket viktigt med en bra insådd, så att växterna täckte en stor del av marken om läckagen skulle minska. Upprepad putsning av grönträdan gav ett näringsrikare växtmaterial och påverkade återväxten andra året med träda. Olika strategier för putsning av grönträdan och för inkorporering efter brytningen påverkade dock inte fosforläckaget helt entydigt. Det fanns däremot en tydlig tendens till förhöjt läckage av löst reaktiv fosfor när stora mängder växtrester i form av klöverrik grönträda eller fånggröda (rajgräs) sprutades ner och plöjdes sent på hösten. Antagligen har både mängden och kvalitén på det avdödade och inbrukade växtmaterialet betydelse för detta fosforläckage. Dräneringsvattnet från grönträderna hade ofta en ur eutrofieringssynpunkt bra balans mellan kväve och fosfor, dvs. en tillfredställande hög kvot (12:1), till skillnad från en mångårig omställningsmark som behandlats som en EU-träda som hade låg kvot (5:1).

Referenser

- Aronsson H. Lindén, B., Stenberg, M., Torstensson, G., Rydberg, T & Forkman, J. 2006. Växtnäringsutlakning från en lerjord med höstveteföljd och vallträda. Ekohydrologi 93 Avd f Vattenvårdslära, SLU, 42 s.
- Mattsson L. 2001. Swedish long-term experiments. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde 46, 281-288.
- Ulén, B., Aronsson, H., Torstensson, G. & Mattsson, L. 2004. Svårt förutsäga utlakning i växtföljder – enstaka händelser betyder mest. Fakta nr 11 NL-fakulteten, SLU.
- Ulén B, Aronsson H., Torstensson, G. & Mattsson L. 2005. Phosphorus and nitrogen 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.
- Withers, P., Ulén, B., Stamm, C. & Bechmann, M. 2003. Incidental phosphorus losses – are they significant and can they be predicted? Journal of Plant Nutrition and Soil Science 166, 459-468.

Övrig rapportering till näringen

Annan rapportering har ännu inte hunnit ske.

Råd till näringen

Två-åriga grönträdor är ett bra inslag i växtföljden, även ur vattenvårdssynpunkt. Det är dock mycket viktigt med en god etablering av trädan, speciellt om man vill minska fosforläckaget. Upprepad putsning av grönträdan kan ge ett näringsrikare växtmaterial och kan påverka återväxten andra året med träda. Vid bytningen bör man vara försiktig med att plöja in stora mängder fosforrika växtrester på senhösten, på samma sätt som man då bör undvika att tillföra stallgödsel.