

Eftersådda fånggrödor på sandjord i Halland

Helena Aronsson*, Gunnar Torstensson*, Erik Ekre**

*Institutionen för mark och miljö, SLU

**Hallands läns hushållningssällskap

SLUTRAPPORT FÖR ETT PROJEKT FINANSIERAT AV JORDBRUKSVERKET 2012-2015

Sammanfattning och slutsatser

I ett utlakningsförsök på sandjord i Halland undersöktes olika fånggrödor sådda efter vårkorn (ca 1 augusti) under 3 år. Mätningar gjordes av fånggrödors tillväxt och kväveupptag, deras upptag av markens mineralkväve under hösten och deras effekter på kväve- och fosforutlakning. Undersökta fånggrödor var bland annat oljerättika, rättika, luddvicker i blandning med havre eller råg samt honungsört. De viktigaste slutsatserna var:

Vid sådd i början av augusti visade fånggrödor av oljerättika och rättika en betydande tillväxt och kväveupptag, medan luddvicker i blandning med havre eller råg och honungsört med eller utan klöverinslag hade svag tillväxt. Ett problem för alla fånggrödor var att få till ett jämnt bestånd. Trots en ytlig bearbetning innan sådd för att underlätta groningen blev bestånden luckiga med riklig ogrästtillväxt.

Oljerättika och rättika svarade på en startgiva av kväve med ökat kväveupptag och minskningen av mängden mineralkväve i marken under hösten var lika i led med och utan startgiva. Gödslad oljerättika hade något större kväveläckage än ogödslad under ett av två år.

Effekten av fånggrödor på kväveläckaget var liten, vilket delvis berodde på att ogrästtillväxten i kontrolleret var betydande, vilket alltså också blev en typ av fånggröda. Det fanns en tendens till lägre kväveläckage i de led där fånggrödorna växte mest, dvs med rättika och oljerättika. Där förväntades däremot ett förhöjt fosforläckage, men resultaten visar att fånggrödor inte är ett problem för fosforläckage från denna jord.

Bakgrund

Odling av fånggrödor har under hela 2000-talet varit en viktig åtgärd för minskat kväveläckage och bidrar till att nå miljömålen för vattenmiljön. I Sverige är det främst insådda fånggrödor av engelskt rajgräs i vårstråsäd som odlats och dessa fånggrödor har en dokumenterat god effekt på läckaget av kväve (Aronsson m.fl. 2015a). Dessutom har rajgräset en positiv inverkan på markens mullhalt, bidrar till kolinlagring (Popleau et al. 2015) och förbättrar också strukturen (Breland 1995). Intresset för insådda gräsfånggrödor har emellertid minskat under senare år och orsakerna är flera, enligt en enkätundersökning bland lantbrukare (SJV 2010). Det gäller bland annat odlingstekniska problem, t ex att ogräsproblemen ökar genom att det är svårt att åstadkomma en fullständig avdödning av fånggrödan och att kvickrot riskerar att förökas i när jordbearbetning på hösten minskas.

Fånggrödors effekt på fosforförlusterna från åkermark kan vara olika, bl a beroende på hur förlustvägarna för fosfor ser ut. Vid risk för ytavrinning kan en fånggröda skydda marken mot erosion, men däremot har fånggrödors fosforupptag under hösten inte bevisats ge upphov till minskat fosforläckage, men få studier har genomförts (Aronsson m.fl. 2015a). Däremot finns studier som pekar på att frigörelse av fosfor från själva växtmaterialet riskerar att ge upphov till ökade förhöjda fosforhalter i avrinnande vatten. Det gäller särskilt i samband med att fånggrödan utsätts för frost. Liu m.fl. (2013), som genomförde studier av olika fånggrödor kunde konstatera att det fanns skillnader mellan arter vad gällde att avge löst fosfor efter att ha utsatts för frysning/tinings-processer. Oljerättika och vitsenap innehöll mera vattenlösligt fosfor än andra arter, medan cikoria och honungsört hade lägst.

Att optimera önskvärda effekter av fånggrödor, både vad gäller läckage av kväve och fosfor och andra positiva effekter på växtföljden kan vara betydelsefullt för att vidmakthålla och om möjligt öka lantbrukarnas intresse för fånggrödor. Här är andra arter än insådda gräs intressanta, särskilt olika arter av fånggrödor som sås efter skörd av huvudgrödan. I vårt nordliga klimat är utbudet av växter som kan växa effektivt under den korta och kyliga höst vi ofta har begränsat. Det handlar om att få till en snabb groningen av en gröda som kan växa snabbt, och som inte är alltför frostkänslig. Artblandningar kan vara en möjlighet att kombinera t ex upptag av näring i

tiden eller upptag från marken och kvävefixerande förmåga. Artblandningar kan också ge en odlingsäkrare fånggrödor. I en kunskapssammanställning om fånggrödor (Aronsson m fl. 2012), som gjordes på uppdrag av Jordbruksverket, identifierades viktiga kriterier för en bra fånggröda och olika fånggrödor utvärderades med avseende på även andra funktioner än att minska kväveläckaget.

Mål

I denna 3-åriga studie undersöktes några av de arter av eftersådda fånggrödor som i jordbruksverkets kunskapssammanställning (Aronsson m. fl. 2012) bedömdes som mest intressanta (tabell 1). Målet var att mäta tillväxt och kväveupptag under hösten samt läckaget av kväve och fosfor under efterföljande vinter. Ingen av dem är helt nya som fånggrödor, men de har inte testats i så stor utsträckning i utlaktningssammanhang i Sverige. I urvalet av arter beaktades potentiellt mervärde för växtföljden i form av förbättrad markstruktur, artvariation och/eller bra förfrukseffekt.

Tabell 1. Fånggrödor som användes för studien med motivation av valet

Art av eftersådd fånggröda	Motiv
Höstråg (<i>Secale cereale</i>)	Den eftersådda fånggröda som främst använts i svenska försök och som därför användes som referens i försöken under 2012 och 2013
Oljerättika (<i>Raphanus sativus var oleiformis</i>)	God förmåga att tömma marken på kväve under hösten genom en kraftig tillväxt både ovan och under jord (Thorup-Kristensen 2001). Den har ett pålrotsystem som växer snabbt och djupt och som kan ge strukturförbättrande effekt.
Rättika (<i>Raphanus sativus var longipinnatus</i>)	Sorter av rättika samlas i Sverige under namnet Structurator, som har liknande egenskaper som oljerättika. Bedöms intressant för sin extra kraftiga pålrot med möjlighet att penetrera kompakterad mark
Honungsört (<i>Phacelia tanacetifolia</i>) med och utan rödklöver	Danska studier visar på god tillväxt ovan och under jord (Thorup-Kristensen 2001). Honungsört saknar släktskap med vanliga åkergrödor vilket minskar risken för uppförökning av växtföljdssjukdomar. Samodling med klöver kan ge mervärde för t ex ekologiska växtföljder.
Luddvicker (<i>Vicia villosa</i>) med höstråg eller havre	Har en förmåga att växa vid låga temperaturer, vilket genererat positiva erfarenheter i norska försök (Brandsaeter m. fl. 2008). Kvävefixeringen gör den till en kombinerad fånggröda/gröngödslingsgröda och samodling med stråsådd har rekommenderats för att stärka fånggrödeeffekten.

Material och metoder

Försöksplatsen

Studier bedrevs under 2012-2015 på hushållningssällskapets gård Lilla Böslid i Halland. Regionen har en medelårstemperatur på 7,2 °C och en årsmedelnederbörd på 803 mm (Halmstad 1961-1990). Marken i området består av sandavlagringar som täcker en underliggande lera. Avrinning via dräneringssystem pågår vanligen under oktober till april. Försöksfältets matjord (0-30 cm djup) har sammansättningen 7% lera, 5% silt, 84% sand och 4% organiskt material. Alven (30-90 cm djup) innehåller 98% sand och 1% lera. Experimentfältet består av 36 separat dränerade försöksrutor med storleken 320 m², fördelade i tre block. Fältet byggdes 2002 med dräneringsrör på 90 cm djup och 6 m avstånd. Alla försöksrutor är utrustade med kontinuerlig mätning av vattenflöde och flödesproportionell vattenprovtagning.

Försöksupplägg och odlingsåtgärder

Studien pågick under 2012-2015, med läckagemätningar under avrinningssäsongerna 2013-2014 och 2014-2015. Under hösten 2012 och 2013 odlades sju olika fånggrödor/fånggrödeblandningar i vanliga försöksparceller utan utlaktningmätning, varav två fånggrödor med och utan kvävegiva på hösten. Utvalda led studerades i utlaktningparceller hösten-vintern 2013 respektive 2014. Under 2013 användes övre halvan av försöksfältet med utlaktningrutor för sådd av fånggrödor och under 2014 användes den nedre halvan (figur 1). Fånggrödors efterverkan på skörden bestämdes endast 2015. Alla fånggrödor plöjdes ned på våren. Som kontroll användes led utan fånggröda. Försöksled i vanliga parceller och i utlaktningrutor hade alla tre

upprepningar och placerades slumpvis inom blocken. Ledens fördelning över utlakningsrutorna framgår av figur 1, och förklaringar till leden av tabell 2

Fånggrödorna såddes efter vårkorn som huvudgröda. Vårkornet gödslades med 90-100 kg N/ha och 12-20 kg P/ha. Vårkornets skörd i några rutor över fältet framgår av figur 1. Fånggrödorna såddes så snabbt som möjligt efter skörd efter en ytlig (7-10 cm djup) jordbearbetning med tallriksharv (tabell 2). I kontrolledet gjordes ingen jordbearbetning efter skörd. Rättika och oljerättika odlades med och utan en kvävegiva av 40 kg/ha på hösten med kalksalpeter. Som efterföljande gröda odlades havre.

Tabell 2. Försöksled med sorter och utsädesmängder. Färgade delar visar var utlakningsmätningar genomfördes, se figur 1. Fånggrödorna såddes efter vårkorn, efterföljande gröda var havre

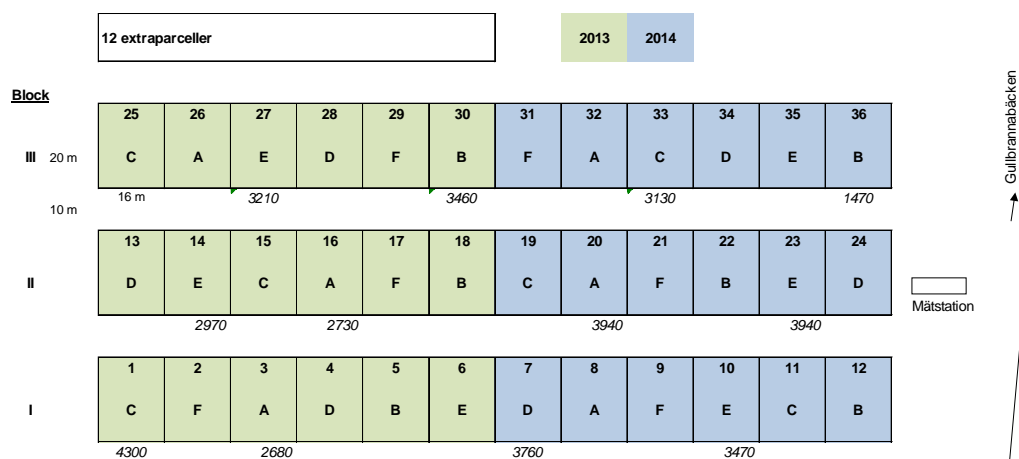
Led	Sort, utsädesmängd	2012	2013	2014
A Kontroll	-	X	X	X
B Luddvicker + havre	Villana, 15 kg/ha Agortus, 100 kg/ha	X	X	X
C Oljerättika	Radical, 15 kg/ha	X	X	X
D Oljerättika + 40 kgN/ha		X	X	X
E Rättika	Structurator, 12 kg/ha	X	X	X
F Honungssört	Stala, 12 kg/ha	X	X	X
G Rättika + 40 kg N/ha		X	X	-
H Höstråg	Marcello, 90 kg/ha	X	X	-
I Luddvicker + höstråg	Villana, 15 kg/ha, Marcello, 90 kg/ha	X	X	-
J Honungssört + rödklöver	Stala 12 kg/ha, Nancy 10 kg/ha	X	X	-

Tabell 3. Tidpunkter för skörd av huvudgröda samt för sådd, uppkomst och nedbrukning av fånggrödorna

År	Skörd	Sådd fånggröda	Uppkomst fånggröda	Plöjning nästa vår
2012	28/8	10/9	bristfällig	21/3
2013	1/8	9/8	Ej noterat	21/3
2014	31/7	12/8	25/8	25/3

Provtagningar och mätningar

Det avrinnande vattnet från varje försöksruta leddes till en underjordisk mätstation där flödet mättes kontinuerligt med vippkärl kopplat till datalogger för dygnsvis registrering. Dataloggern styrde uttagningen av flödesproportionella samlingsprov på vattnet. Prov på det uppsamlade vattnet uttogs var fjortonde dag. Dräneringsvattnet analyserades vid ackrediterat laboratorium vid Institutionen för vatten och miljö, SLU, Uppsala, med avseende på totalfosfor och totalkväve. Analysen av totalfosfor innebar att både partikulärt bundet och löst fosfor inkluderades i analysen. För läckageberäkningar multiplicerades avrinning från varje ruta med uppmätta koncentrationer hos det avrinnande vattnet. Summering gjordes för månader respektive år, och också månadsmedel- respektive årsmedelkoncentrationer framräknades. Ansamling av mineralkväve i marken bestämdes vid 3 tidpunkter; strax efter skörd av huvudgrödan, på senhösten och efterföljande vår. Jordprover togs ut i tre skikt, 0-30 cm, 30-60 cm och 60-90 cm. Delproven slogs ihop till skiktvisa samlingsprov. De förvarades frysta före extrahering med 2 M KCl och analys avseende på innehåll av ammoniumkväve och nitratkväve. Ovanjordisk biomassa hos fånggrödorna bestämdes genom klippning av växtprover sent på hösten, innan fånggrödorna påverkats av frost. Vid provtagning klipptes i varje ruta tre samlingsprov om vardera 3 x 0,25 m². Proven torkades före malning och analys av kväve- och kolinnehåll. Analys av växter och jord utfördes vid ackrediterat laboratorium vid Institutionen för mark och miljö, SLU, Uppsala. I ledet utan fånggröda provtogs ogräsbiomassa. Under ett år vägdes även ogräsen i leden med fånggröda separat, men annars provtogs endast fånggrödan. Skörden under året med fånggröda bestämdes i några försöksrutor, genom tröskning av tre drag i varje ruta. Under efterverkansåret 2015 bestämdes skörden i alla försöksrutor.



Figur 1.

Försöksfältets ledens fördelning under 2013 och 2014, samt skörd av vårkornet i två rutor av varje block

Resultat

Huvudrödans skörd och fånggrödornas tillväxt

Vårkornet som odlades på utlagningsfältet före sådd av fånggrödorna hade under 2013 och 2014 en medelskörd på 3200 respektive 3300 kg ts/ha. Variationen mellan parceller var emellertid stor (figur 1), där särskilt ruta 36 hade en väldigt låg skörd. Ändå utvecklades fånggrödan (luddvicker/havre) relativt bra i denna ruta. Under det första försöksåret 2012, då försöket låg helt vid sidan av utlagningsrutorna (tabell 2) såddes fånggrödorna först i slutet av augusti. Uppkomsten och tillväxten blev så dålig att provtagningar ej var meningsfulla. En kombination av dåliga gröningsförhållanden och alltför kort tid för tillväxt hos de plantor som tog sig verkade vara orsaken. Under de två efterföljande åren såddes fånggrödorna med en bestämd plan i månadsskiftet juli-augusti. Det krävde en tidig skörd av vårkornet, som ändå hann gå till fullmognad båda åren.

Hösten 2013 ingick alla led i försöket (A-J) varav A-F på utlagningsrutor. Hösten 2014 odlades endast fånggrödorna i led A till F, och då på utlagningsrutor. Fånggrödornas ovanjordiska biomassa provtagen i slutet av november och dess kväveinnehåll framgår av tabell 4. Under båda åren var det en riklig förekomst av ogräs. Som framgår av foton tagna i oktober 2013 (figur 2) var fånggrödebestånden luckiga, och av luddvicker och honungsrört syntes inte mycket. Luckigheten innebar att det blev en stor variation i mängd uppmätt biomassa, vilket framgår av tabell 4. Enligt marktäckningsgradering på hösten 2014 bedömdes ogräsen utgöra mellan 20 och 80% av vegetationen i fånggrödeleden. Luddvicker/havreblandning hade en marktäckning på 40-50% (luddvicker 10-20%), oljerättika 25-60%, oljerättika med kvävegiva 60-80%, rättika 20-60% och honungsrört 8-20%. På våren 2015 återstod endast ogräs med 25-40% marktäckning samt luddvicker i led B (5-10% marktäckning). Alla fånggrödor utom luddvicker dog alltså under vintern. C/N-kvoten hos fånggrödornas växtmaterial var låg, vilket kan ha inneburit en snabb mineralisering av kväve.

Som framgår av figur 3, var det nederbördsrikt i augusti båda åren (ca 150 mm). Kring sådatum för fånggrödorna föll ca 40 mm nederbörd 2013, och 25 mm 2014. Torka verkar inte kunna förklara de luckiga bestånden. Vid separeringen i olika arter 2014 utgjorde ogräs, havre och luddvicker 50%, 30% respektive 20% av den ovanjordiska biomassan i led B. Honungsrörten i led F utgjorde endast 6%. Under 2014 var gödsblad oljerättika den enda fånggröda som hade en större biomassa än ogräsen. Både oljerättika och rättika svarade på gödsling med 40 kg N/ha och fick en större biomassa och ett större kväveupptag. Det är svårt att jämföra kväveupptaget under de två åren eftersom ogräsen ej inkluderades 2013, men av kontrolledets ogräsbiomassa och av foton att döma var det betydande även då. Kontrolledet hade ett kväveinnehåll i ogräsbiomassa på 9-13 kg N/ha vilket fungerade som en fånggröda i sig. Honungsrörten, med och utan klöver och höstrågen hade mycket litet upptag och även luddvicker/havre-blandningen hade en liten biomassa (tabell 4). Rättikan hävdade sig något sämre än oljerättikan, särskilt 2014 då den blev mycket luckig. Gödsling med 40 kg N till oljerättika ökade kväveinnehållet i biomassan med 11 kg under 2013, från 12 till 23 kg N/ha. Under 2014 ökade gödslingen kväveupptaget med uppskattningsvis 25 kg, från 12 till 37 kg/ha (med antagandet att kvävehalten var 4% hos oljerättikan). Tillväxten ökade proportionellt mer hos oljerättikan än hos ogräset 2014.



Led A Kontroll

Ingen bearbetning efter skörd
och ingen sådd fånggröda

21 okt 2013



Led B Luddvicker och havre



Led C Oljerättika



Led D Oljerättika
40 kg N/ha vid sådd

21 oktober 2013



Led E Rättika



Led F Honungsört



Led G Rättika
40 kg N/ha vid sådd

21 oktober 2013

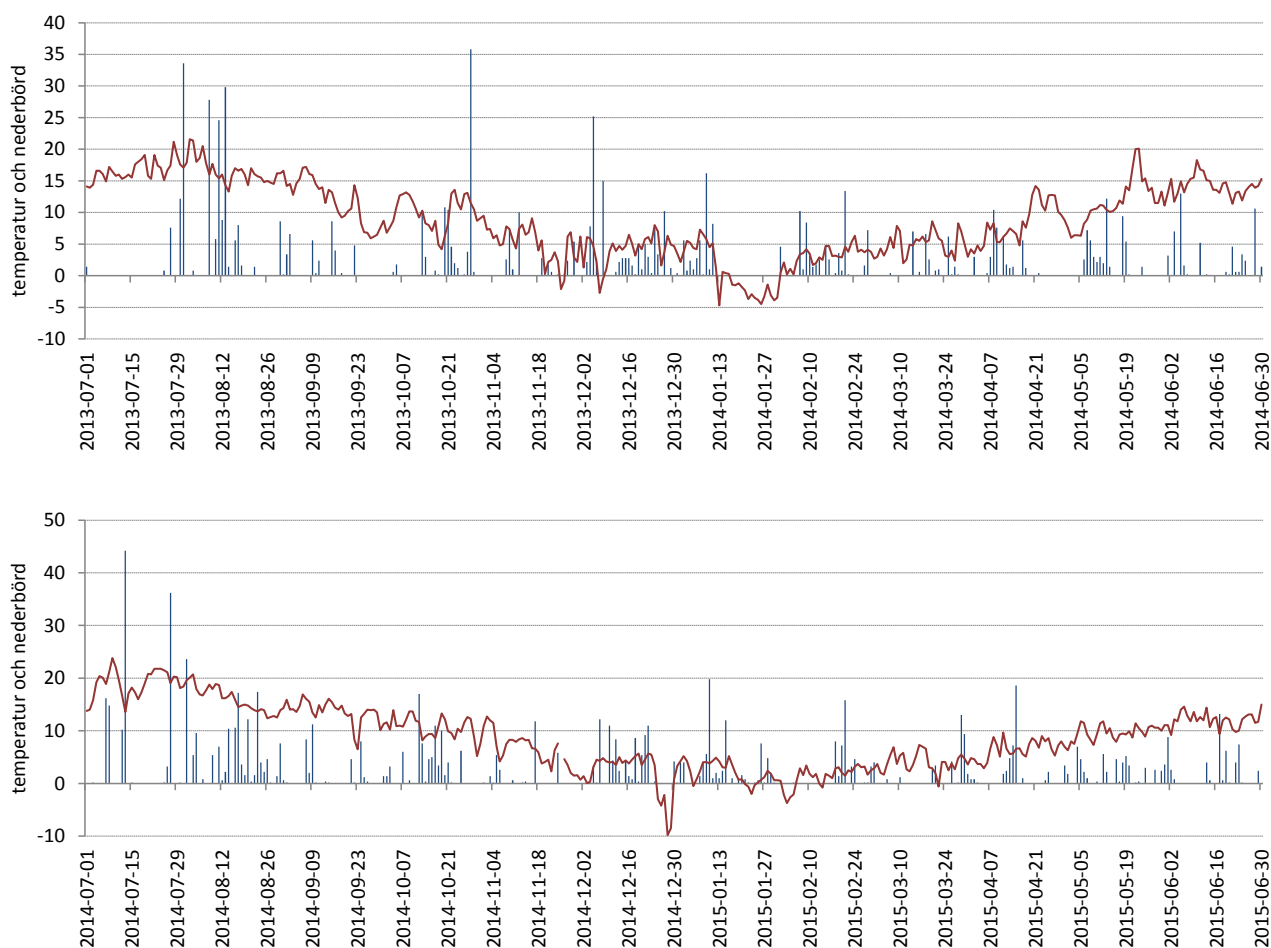


Led I Luddvicker och höstråg

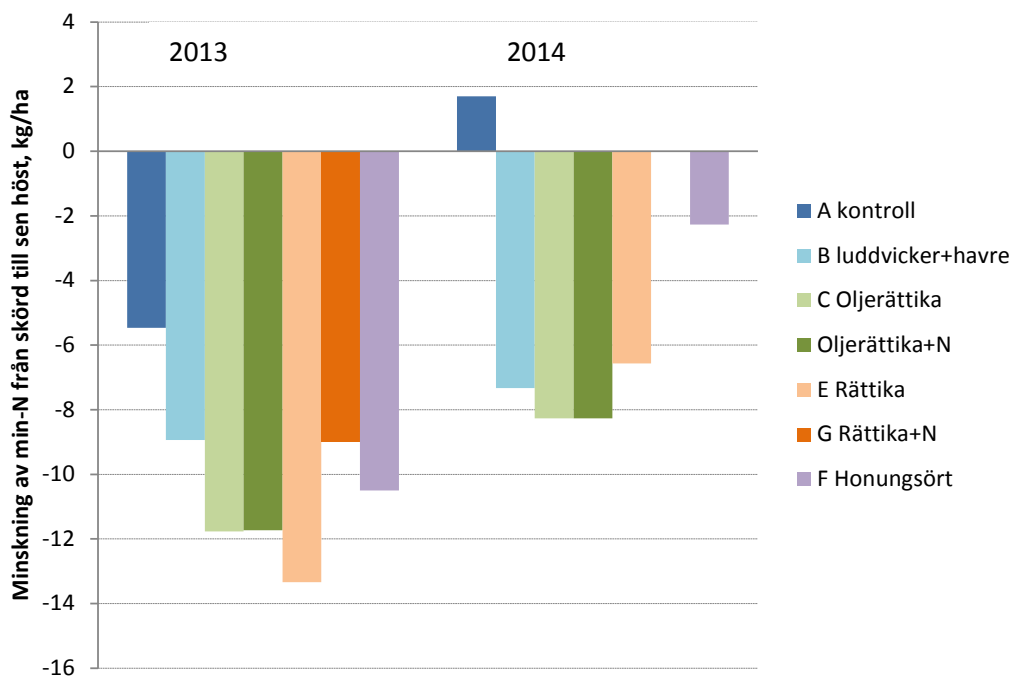


**Led J Honungsört och
rödklöver**

*Figur 2. Foton tagna 21 oktober
2013. Fånggrödorna såddes 31
juli efter en tallriksharvning*



Figur 3. Dygnsmedeltemperatur och dygnsnederbörd (mm) under de två åren.



Figur 4. Förändring av mängden mineralkväve i marken från 2 augusti 2013 respektive 1 september 2014 till 28 november 2013 respektive 26 november 2014. Den sena jordprovtagningen gjordes något efter provtagning av fånggrödorna, och de levde fortfarande.

Tabell 4. Fånggrödors ovanjordiska biomassa, dess kväveinnehåll, kvävehalt och C/N-kvot. Värden inom parentes anger min- och maxvärden för de tre replikaten. Hösten 2013 provtogs endast fånggrödans biomassa utan ogräs, förutom ogräset som provtogs i kontrollerdet. Hösten 2014 vägdes fånggrödearter och ogräs för sig, medan analys av kol- och kväveinnehåll gjordes på samlingsprovet

	Biomassa kg ts/ha	Kväveinnehåll kg N/ha	Kvävehalt, %	C/N-kvot
25 november 2013				
A Kontroll (ogräs)	308 (149-596)	8,8 (5,7-15)	3,2 (2,6-3,7)	13 (11-17)
B Luddvicker + havre	184 (145-247)	6,8 (4,7-9,8)	3,6 (3,2-4,0)	12 (11-14)
C Oljerättika	291 (128-497)	12 (5,4-20)	4,2 (4,1-4,2)	10 (9-10)
D Oljerättika + 40 kgN	591 (288-856)	23 (12-31)	3,9 (3,6-4,2)	11 (10-12)
E Rättika	216 (193-265)	9,0 (8,2-11)	4,2 (4,0-4,3)	10 (9-10)
F Honungssört	80 (8-176)	2,9 (0,3-5,8)	3,9 (3,3-4,6)	10 (9-12)
G Rättika + 40 kg N/ha	513 (219-691)	19 (9,4-26)	3,9 (3,6-4,3)	11 (9-11)
H Höstråg	20 (3-35)	0,8 (0,1-1,4)	3,9 (3,6-4,2)	12 (11-12)
I Luddvicker + höstråg	186 (157-200)	8,7 (7,7-9,6)	4,7 (4,4-4,9)	9 (-)
J Honungssört + rödkl.	86 (79-96)	3,4 (3,1-3,8)	3,9 (3,8-4,0)	11 (-)
18 november 2014				
A Kontroll (ogräs)	475 (281-655)	13 (8,5-15)	2,7 (2,3-3,0)	17 (15-19)
B Luddvicker + havre				
-luddvicker	115 (41-159)			
-havre	213 (195-239)			
-ogräs	311 (267-396)			
B Summa	639 (513-780)	20 (14-23)	3,1 (2,8-3,5)	15 (13-16)
C Oljerättika				
-oljerättika	306 (236-411)			
-ogräs	378 (197-579)			
B Summa	684 (468-989)	22 (17-31)	3,3 (3,1-3,7)	12 (11-13)
D Oljerättika + 40 kgN				
-Oljerättika	936 (604-1179)			
-ogräs	462 (411-563)			
D Summa	1398 (1015-1741)	39 (28-46)	2,8 (2,6-2,9)	14 (13-15)
E Rättika				
-rättika	123 (91-147)			
-ogräs	702 (677-737)			
E Summa	825 (768-868)	23 (20-25)	2,8 (2,6-2,9)	14 (13-15)
F Honungssört				
-honungssört	34 (28-43)			
-ogräs	498(456-552)			
F Summa	532 (484-584)	15 (14-15)	2,7 (2,3-3,0)	16 (15-17)

Mineralkväve i marken och efterverkan

Hösten 2013 minskade mängden mineralkväve i marken fram till senhösten i alla led (figur 4). Under 2014 fanns en tendens till ökning i kontrollerdet, och i ledet med honungssört var minskningen liten och högst irrelevant, eftersom variationen mellan replikaten var stor (tabell 5). I absoluta tal hade oljerättika och rättika som gödslats på hösten något mer mineralkväve i marken på senhösten (ca 5 kg). Minskningen mellan provtagningarna var emellertid identisk för ogödslad och gödslad oljerättika, men något mindre för gödslad rättika. Fånggrödorna verkade relativt väl parera för gödslingen genom ett ökad tillväxt och kväveupptag (11-25 kgN/ha och därtill ett okänd ökning av rötternas kväveinnehåll).

Om nu mineralkvävmätningarna lyckats fånga bilden så ledde gödslingen inte till större ansamling av kväve i marken så länge fånggrödan växte. Frågan är vad som hände efter avdödningen under vintern. Våren 2014 var mängden mineralkväve i marken ca 10 kg min-N/ha större i gödlat led med oljerättika än i övriga led, relativt väl fördelat i profilen. Det kan bero på en ökad frigörelse av kväve från en större mängd växtmaterial som avdödades under vintern. Skillnaderna i mineralkväve var emellertid stor mellan försöksrutorna vilket gjorde ledskillnader osäkra. **För våren 2015 saknas ännu resultat. Detsamma gäller mätning av efterverkan på skörden som gjordes detta år**

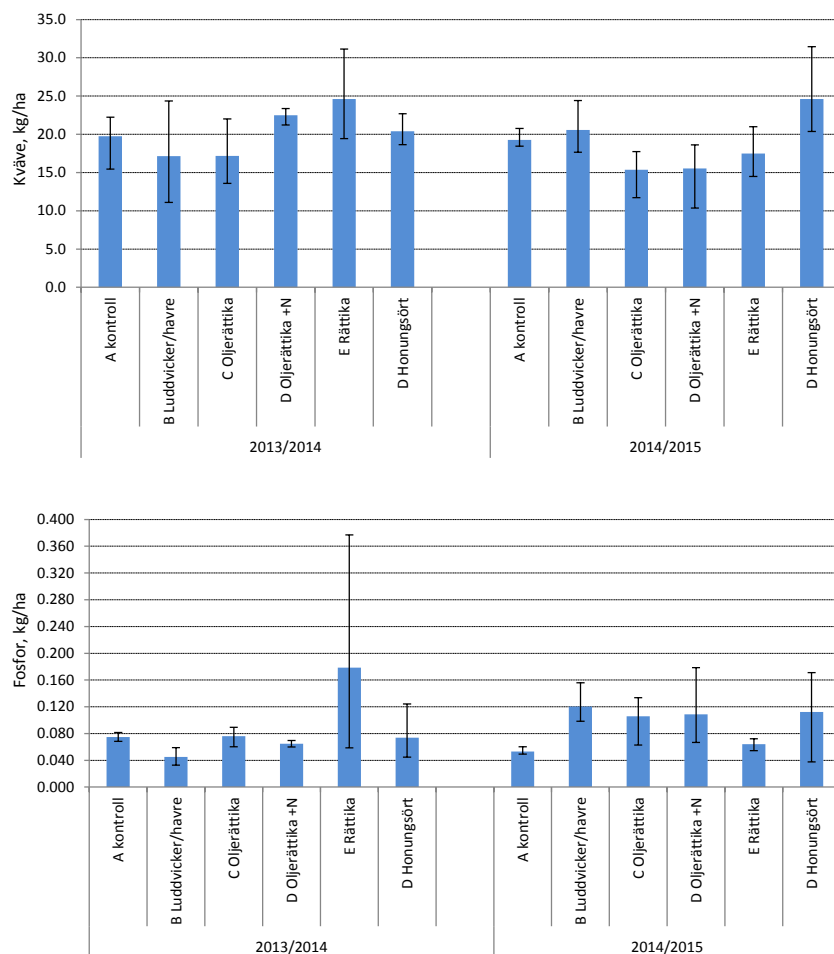
Tabell 5. Mineralkväve (ammonium- och nitratkväve) i marken (0-90 cm) tidigt på hösten och sent i november, samt strax före nedbrukning av fånggrödematerialet våren efter. Värderna inom parentes anger intervallet för de tre upprepningarna

Datum	Led	Mineralkväve i marken, kg/ha				Mineralkväve i marken, kg/ha					
		0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	S:a	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	S:a		
2013	A kontroll	14	5	7	25 (22-31)	2014	A kontroll	17	5	7	29 (26-33)
2 aug	B Luddvicker/havre	16	6	6	27 (24-33)	1 sep	B Luddvicker/havre	15	7	7	30 (23-34)
	C Oljerättika	16	5	6	27 (25-29)		C Oljerättika	16	6	6	27 (23-30)
	D Oljerättika+40 kg N	18	5	8	31 (30-33)		D Oljerättika+40 kg N	16	8	7	31 (22-44)
	E Rättika	16	6	7	29 (28-30)		E Rättika	17	8	6	31 (26-36)
	F Honungsört	12	7	7	26 (20-32)		F Honungsört	17	6	6	29 (23-39)
	G Rättika+40 kg N	20	6	4	29 (23-34)						
	H Höstråg	21	4	4	29 (22-37)						
	I Luddvicker+höstråg	16	5	4	25 (19-32)						
	J Honungsört/rödklöver	18	5	4	27 (21-30)						
2013	A kontroll	13	4	2	20 (14-26)	2014	A kontroll	21	4	6	31 (26-38)
28 nov	B Luddvicker/havre	13	3	3	18 (16-21)	26 nov	B Luddvicker/havre	16	2	4	22 (16-24)
	C Oljerättika	12	2	2	15 (14-18)		C Oljerättika	15	2	2	19 (13-23)
	D Oljerättika+40 kg N	14	4	2	20 (19-20)		D Oljerättika+40 kg N	18	2	3	22 (21-24)
	E Rättika	11	2	2	15 (14-15)		E Rättika	17	4	4	24 (21-28)
	F Honungsört	12	2	2	16 (11-18)		F Honungsört	17	5	5	27 (18-41)
	G Rättika+40 kg N	17	1	2	20 (14-26)						
	H Höstråg	15	2	3	20 (16-23)						
	I Luddvicker+höstråg	17	4	5	27 (19-37)						
	J Honungsört/rödklöver	14	2	5	21 (20-23)						
På våren före plöjning						På våren före plöjning					
2014	A kontroll	16	6	4	26 (21-29)	2015	A kontroll	ej analyserade ännu			
17 mar	B Luddvicker/havre	19	6	3	27 (22-37)	vår	B Luddvicker/havre				
	C Oljerättika	16	7	5	28 (21-34)		C Oljerättika				
	D Oljerättika+40 kg N	21	9	6	37 (22-45)		D Oljerättika+40 kg N				
	E Rättika	15	6	6	27 (20-35)		E Rättika				
	F Honungsört	15	6	3	24 (17-28)		F Honungsört				

Tabell 6. Årsvärden (1 juli-30 juni) för avrinning, utlakning av totalkväve och totalfosfor samt koncentrationer av totalkväve och totalfosfor i dräneringsvattnet. Intervallet för de tre replikaten anges inom parentes

	Avrinning	Utlakning			Dräneringsvattenkoncentrationer			
		mm/år	Totalkväve kg/ha	* kg/ha	Totalfosfor kg/ha	* mg/l	Totalkväve mg/l	Totalfosfor mg/l
2013/2014	A kontroll	446 (420-478)	20 (15-22)	20	0.07 (0.07-0.08)	0.08	4.4 (3.5-5.3)	0.02 (-)
	B Luddvicker/havre	425 (302-537)	17 (11-24)	18	0.05 (0.03-0.06)	0.05	4.0 (3.7-4.5)	0.01 (-)
	C Oljerättika	407 (361-432)	17 (14-22)	20	0.08 (0.06-0.09)	0.09	4.3 (3.2-6.1)	0.02 (0.01-0.02)
	D Oljerättika +N	441 (386-500)	23 (21-23)	23	0.06 (0.06-0.07)	0.07	5.1 (4.7-5.5)	0.01 (0.01-0.02)
	E Rättika	561 (478-614)	25 (19-31)	20	0.18 (0.06-0.38)	0.16	4.4 (3.9-5.1)	0.04 (0.01-0.08)
	D Honungsört	447 (393-494)	20 (19-23)	21	0.07 (0.04-0.12)	0.08	4.6 (4.0-5.8)	0.02 (0.01-0.03)
2014/2015	A kontroll	429 (413-447)	19 (18-21)	24	0.05 (0.05-0.06)	0.07	4.5 (4.3-4.7)	0.01 (-)
	B Luddvicker/havre	662 (544-800)	21 (18-24)	17	0.12 (0.10-0.16)	0.10	3.1 (3.1-3.2)	0.02 (-)
	C Oljerättika	512 (369-606)	15 (12-18)	16	0.11 (0.06-0.13)	0.11	3.0 (2.8-3.2)	0.02 (-)
	D Oljerättika +N	472 (350-560)	16 (10-19)	18	0.11 (0.07-0.18)	0.12	3.3 (3.0-3.5)	0.02 (0.01-0.03)
	E Rättika	508 (397-566)	17 (14-21)	19	0.06 (0.05-0.07)	0.07	3.5 (3.0-3.7)	0.01 (0.01-0.02)
	D Honungsört	659 (441-921)	25 (20-31)	21	0.11 (0.04-0.17)	0.09	3.9 (3.4-5.0)	0.02 (0.01-0.02)

*) Läckaget beräknat genom att multiplicera årsmedelkoncentration med medelavrinning från hela fältet istället för från varje enskild ruta.



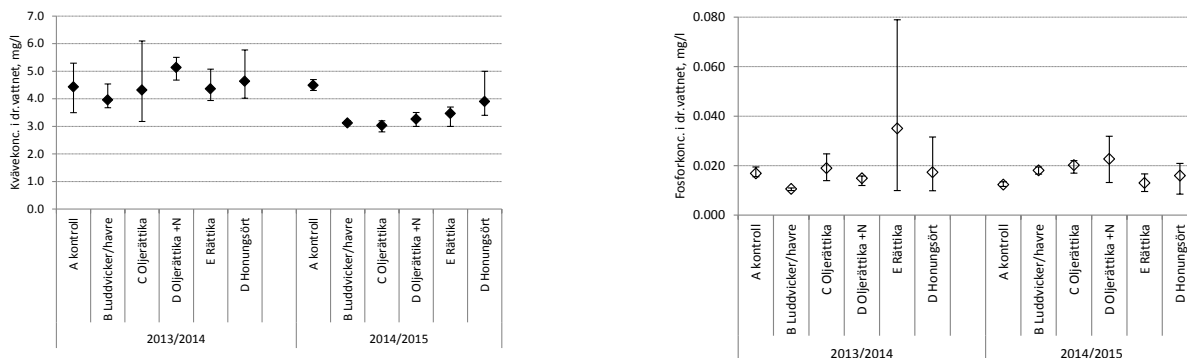
Figur 5. Utlakning av totalkväve respektive totalfosfor (kg/ha och år) med intervall för max- och minvärden.

Utlakning av kväve och fosfor

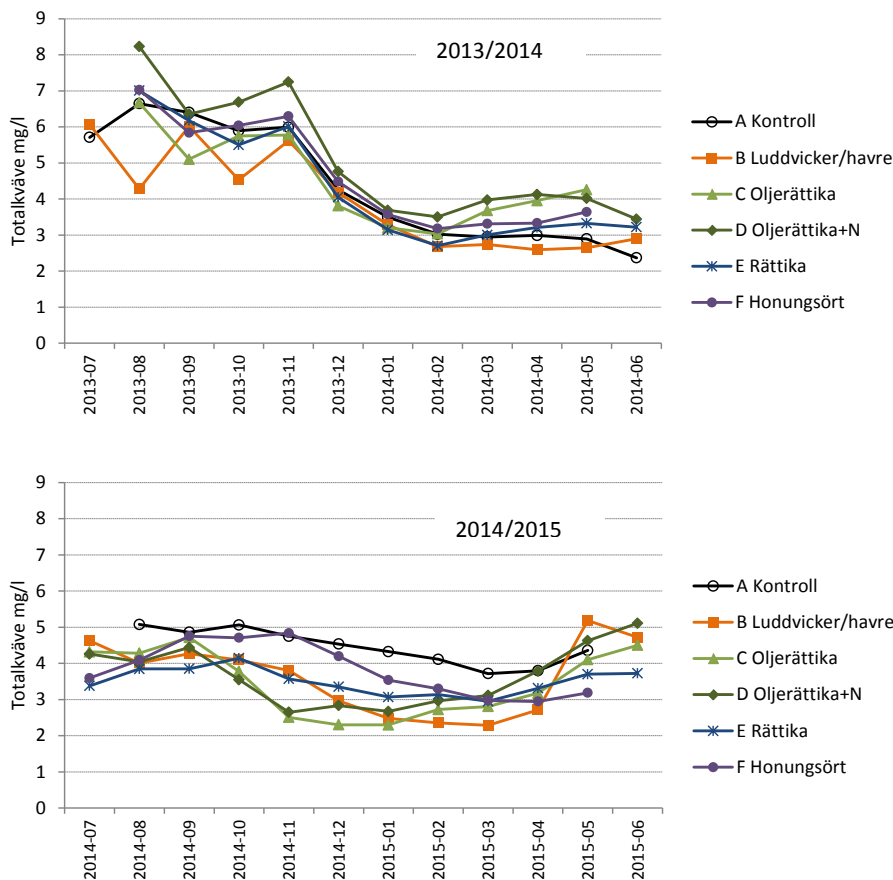
Det var en stor variation i avrinning mellan enskilda rutor vilket gjorde att det blev stor skillnad även mellan ledmedelvärden för flöde, vilket också resulterade i variationer i utlakning (tabell 6, figur 5). De stora vattenflödena indikerar att det skedde ett tillflöde av vatten underifrån. Koncentrationerna av kväve, och även fosfor, var tämligen låga vilket tyder på att det skedde en viss utspädning med grundvatten (tabell 6, figur 6). I och med detta bedömdes det vara viktigt att ta hänsyn till hela flödesvolymen i beräkningarna för att inte underskatta läckaget från de rutor med eventuell utspädning. Annars kan en tänkbar utlakningsberäkning vara att utgå från koncentrationen och använda ett medelflöde från fältet för att få en rättvis jämförelse mellan led med mindre påverkan av flödesvariationer mellan rutor. Detta redovisas också i tabell 6 (markerat*). För några av leden med stor avrinning var det stor skillnad mellan metoderna, men på det stora hela var mönstret detsamma. På grund av de relativt små koncentrationsskillnaderna för kväve och fosfor i kombination med betydande variation blev det inga utmärkande skillnader mellan leden. Eftersom det fanns påtagliga skillnader i fånggrödornas tillväxt och kväveupptag och också en viss skillnad i hur mycket de minskade mängden mineralkväve i marken vore en skillnad i utlakning förväntad. Under 2014/2015 fanns en tendens till minskat kväveläckage i leden med oljerättika och rättika, där också upptaget av kväve var störst. Emellertid kan vad som hände med växtmaterialet under vintern också påverka resultatet. Alla fånggrödor utom luddvicker och höstråg frös bort över vintern, och genom att det handlade om lättomsättbart material kan det ha skett en snabb frigörelse av utlakningsbart kväve, och även av fosfor. Under 2013 uppträdde några froster i slutet av november-början av december, som troligen påverkade fånggrödorna. Under 2014 kom kraftigare frost först i slutet av december, och vintern var överlag mild (figur 3). Under båda åren skedde avrinning mer eller mindre under hela vintern, med kraftigast avrinning under det andra året (2014/2015). Månadsmedelkoncentrationerna av kväve visar att det generellt var större variationer under hösten 2013 jämfört med 2014 (figur 7), men det fanns inga koncentrationstoppar som kunde kopplas till avdödning av fånggrödor. Oljerättika med gödsling

tenderade att ha en större utlakning 2013/2014 jämfört med ögödsblad, men inte alls under 2014/2015. Led D med honungssört hade störst kväveutlakning 2014/2015, vilket sammanföll med dålig tillväxt och liten effekt på mängden mineralkväve i marken.

Fosfor har en tendens att uppträda med väldigt varierande halter i dräneringsvatten, men på denna sandjord var de låga och tämligen jämna, särskilt under 2014/2015 (tabell 6, figur 6). Ett undantag var ledet med rättika under 2013, där det fanns en kraftig koncentrationstopp i december 2013 som påverkade årsmedelkoncentration och utlakning (figur 5 och 6) av fosfor. Det var observationer i ett av replikaten, men fånggrödans biomassa skilde sig inte från de övriga rutorna och det fanns ingen tydlig förklaring till avvikelser i denna ruta, mer än att det avspeglar fosfors nyckfulla och episodiska sätt att uppträda. Under 2014/2015 hade kontrollet lägst årsmedelkoncentration och utlakning, medan luddvicker/havre låg lägst under 2013/2014.



Figur 6. Årsmedelkoncentrationer för totalkväve och totalfosfor (mg/l) med intervall för max- och minvärden i de olika replikaten.



Figur 7. Månadsmedelkoncentrationer (mg/l) av totalkväve under de två utlakningssäsongerna.

Diskussion

Det finns ett fåtal studier av utlakning från odling med eftersådda fånggrödor i Danmark och Sverige (Aronsson m. fl. 2015a). I danska studier har man funnit reduktion av kväveutlakningen på 20-80% vid odling av oljerättika (Thomsen & Hansen 2014). I danska studier med mätningar av ovanjordisk biomassa har kväveinnehållet i oljerättika varit 27-77 kg N/ha. Det stämmer relativt väl med mätningar under 2012-2014 vid Lönnstorp i Skåne Aronsson m. fl. (2015b) där oljerättika hade ett kväveinnehåll på 25-50 kg N/ha och en utlakningsreduktion på ungefär 50%. Både i försöket här vid Lilla Böslid och i försöket vid Lönnstorp svarade oljerättika på en gödselgiva, utom då den såddes så sent som 17 augusti på Lönnstorp. Liksom Hansen m. fl. (2000) poängterar i en utredning om fånggrödor i Danmark, verkar sådd i början av augusti vara nödvändigt för att få fungerande fånggrödor av oljerättika och rättika. I en tidigare studie på Böslidfältet undersöktes under en treårs-period eftersådda fånggrödor efter potatis, där oljerättika som såddes under perioden 23 juni-23 juli gav goda resultat (Neumann m. fl. 2012). Tidig potatis följt av oljerättika som fånggröda gav mindre kväveutlakning än matpotatis som följdes av höstråg som fånggröda. I den föreliggande studien växte höstrågen förvånansvärt dåligt, och också blandning av havre eller råg med luddvicker blev en väldigt klen fånggröda. Försöket vid Lönnstorp har gett liknande erfarenheter. Stenberg m.fl. (2007) visade att luddvicker inte tömde markprofilen på kväve i samma utsträckning som andra fånggrödor. Därmed kan man nog konstatera att luddvicker inte är någon särskilt intressant fånggröda för svenska förhållanden. Även honungsörten verkar vara svår som fånggröda efter stråsäd.

Den måttligt till dåliga tillväxten hos fånggrödorna berodde bara till viss del på den begränsade tid som fanns för tillväxt, i alla fall de två år som fånggrödan såddes kring 1 augusti. Främst var det en dålig etablering med luckiga bestånd som verkade vara problemet. Torra förhållanden efter skörd av huvudgrödan är ett välkänt problem för groning av eftersådda fånggrödor. Fånggrödorna såddes här efter en ytlig bearbetning, 5-7 cm med disk-kultivator. Båda åren kom betydande mängder regn strax innan sådd, och därför verkade inte torka ha varit ett problem. Den dåliga uppkomsten måste ha andra orsaker. Detta visar på hur viktigt det är att lyckas med själva sådden av fånggrödan för att över huvud taget kunna räkna med en effekt. I försöket var det en kraftig tillväxt av ogräs som bidrog till fånggrödeeffekten, vilket försvårade värderingen av de olika fånggrödearterna.

Det fanns ingen tydlig tendens till att fånggrödorna resulterade i ökad fosforutlakning, vilket annars påvisats i labstudier av matjordskolonner, där fånggrödematerial utsatts för frysning och därefter utsatts för bevattning (Liu m.fl. 2013). I en studie av fosforutlakning i långliggande försök (Aronsson m.fl. 2015c) visade det sig att nedbrukning av stora mängder biomassa på hösten gav utslag i form av ökade fosforkoncentrationer i dräneringsvattnet medan faktorer som t.ex. gödsling ej urskiljdes på detta sätt. Under 2013/2014 var biomassamängden minst i kontrolleret, vilket också hade lägst och minst variabel fosforutlakning. Det skulle möjligtvis kunna stärka resonemanget att fosforläckagerisken är lägre vid mindre mängd biomassa på hösten, men resultaten är inte konsekventa. Sammanfattningsvis kan man konstatera att fånggrödeodlingen utgör någon större risk för fosforläckage på den här typen av jord.

Referenser

- Aronsson, H., Bergkvist, G., Stenberg, M. och Wallenhammar, A-C. 2012. Gröda mellan grödorna -samlad kunskap om fånggrödor. Rapport 2012:21, Jordbruksverket, Jönköping.
- Aronsson, H., Hansen, E. M., Thomsen, I. K., Øgaard, A. F., Känkänen, H, Liu, J., and Ulén, B. 2015a. The ability of cover crops to reduce nitrogen and phosphorus losses from arable land in southern Scandinavia and Finland – a review. *Journal of Soil and water Conservation* (accepted with major revision)
- Aronsson, H., Torstensson, G., Rydberg, T., Stenberg, M., Myrbeck, Å., Wallenhammar, A-C. & Jonsson, A. 2015b. Utlakningsförsök för långsiktig kontroll av odlingssystem med vintergrön mark. Resultatrapport 2011-2014, Institutionen för mark & miljö, SLU (arbetsmaterial)
- Aronsson, H., Myrbeck, Å., Torstensson, G., Ulén, B., Djodjic, F., & von Brömssen, C. 2015c. Odlingssåtgärders betydelse för fosforutlakning från åkermark. Slutrapport till SLF (projektnr H1233031)

- Brandsaeter, L.O., H. Heggen, H.Riley, E. Stubhaug, T. Henriksen. 2008. Winter survival, biomass accumulation and N mineralization of winter annual and biennial legumes sown at various times of year in northern temperate regions. *European Journal of Agronomy* 28:437-448.
- Breland, T.A. 1995. Green manuring with clover and ryegrass catch crops undersown in spring wheat: effects on soil structure. *Soil Use and Management* 11:163-167.
- Hansen, E.M., I.K.Thomsen, J. Djurhuus, A. Kyllingsbaek, V. Jørgensen, and K. Thorup-Kristensen. 2000a. Efterafgrøder (Cover crops). DJF rapport Markbrug nr 37. Danmarks jordbrugsforskning (in Danish).
- Liu J., R. Khalaf, B. Ulén, and G. Bergkvist. 2013. Potential phosphorus release from catch crop shoots and roots after freezing-thawing. *Plant and Soil* 371:543-557
- Neumann, A., G. Torstensson, and H. Aronsson. 2012. Nitrogen and phosphorus leaching losses from potatoes with different harvest times and following crops. *Field Crops Research* 133:130-138.
- Poeplau, C., H. Aronsson, Å. Myrbeck, and T. Kätterer. 2015. Effect of perennial ryegrass cover crop on soil organic carbon stocks in southern Sweden. *Geoderma Regional* 4:126-133.
- SJV. 2010. Miljöersättning vid odling av fånggröda. Rapport 2010:28. Jordbruksverket, Jönköping.
- Stenberg, M., Etana, A., Bergkvist, G., Wetterlind, J., Myrbeck, Å., Aronsson, H., Rydberg, T. och Lindén B. 2007. Uthålliga täck- och fånggrödesystem. Rapport 11, Avdelningen för precisionsodling, SLU, Skara
- Thomsen, I. K., and E.M. Hansen. 2014. Cover crop growth and impact on N leaching as affected by pre- and postharvest sowing and time of incorporation. *Soil Use and Management* 30:48-57.
- Thorup-Kristensen, K. 2001. Are differences in root growth of nitrogen catch crops important for their ability to reduce soil nitrate-N content, and how can this be measured? *Plant and Soil* 230, 185-195.