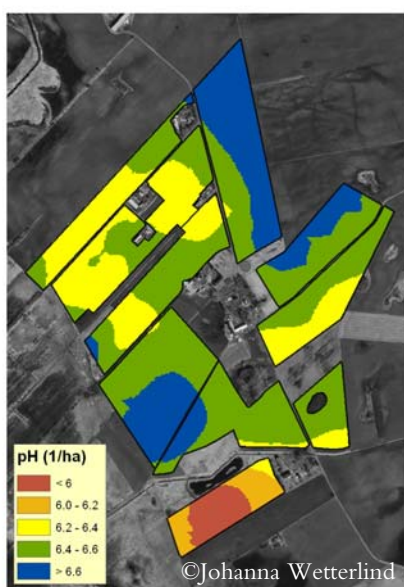


Precisionsodling 2008

-Precisionsodling och pedometri



Christina Lundström (red)

Precisionsodling
2009:1
Skara

ISBN 978-91-86197-35-3 (tryck)
 ISBN 978-91-86197-36-0 (pdf)

Förord

Denna rapport är sammanställd för att redovisa verksamheten 2008 i gruppen Precisionsodling och pedometri, Institutionen för mark och miljö vid SLU i Skara. Den övergripande målsättningen med arbetet är att öka kunskaperna om markens och grödans lokala variation i tid och rum, samt att möjliggöra att hänsyn tas till denna variation. På så sätt når man en god avkastning och kvalitet på grödan samtidigt som resursutnyttjandet förbättras och riskerna för förluster till omgivande miljö minskas. Inom Gruppen finns fyra forskningsinriktningar inom gruppen; bättre effektivitet i växtnärsutnyttjandet, minskade växtnärsförluster till vatten och luft, digital kartering och pedometri samt biologisk markkartering.

Projekten genomförs både inom konventionell och ekologisk odling. En viktig del av verksamheten utgörs av olika former av samverkan med andra intressenter, såsom andra forskare vid högskolor och universitet, men också exempelvis myndigheter, organisationer, industri och lantbrukare.

Skara 2009

Christina Lundström
Redaktör

Innehållsförteckning

Förord	2
Innehållsförteckning	4
Precisionsodling och pedometri	6
Projekt under 2008	9
Förbättrat utnyttjandet av växtnäring	9
Nya mätmetoder för värdering av kväve i organiska gödselmedel	10
Kvävemineringsförlopp och inverkan på skörd efter gödsling med fjäderfågödsel	12
Kvävemineringsförlopp efter gödsling med organiska gödselmedel vid olika tidpunkter	13
Fluorescensmätningar av ammoniumkoncentration och spridningshastighet vid olika nedbrukningsgrad av organisk gödsel	14
Förfrukts- och platsanpassad kvävetillförsel i odling av ekologisk höstraps (<i>Brassica napus</i> L.)	15
Minskad miljöpåverkan genom anpassade odlingssystem	16
Utlakning vid olika gödslingsintensitet vid odling av stråsäd	17
Emissioner av kväve i gasform från lerjord beroende av tidpunkt för jordbearbetning	19
Utveckling av ett integrerat miljö- och produktionsindex för fosfor (EPI)	21
Utveckling av integrerad, ekologisk och konventionell växtodling	24
Kartering av pesticider i dräneringsvatten från integrerad och konventionell växtodling	27
Jordbearbetningssystem på lätt och styv lera - produktion, ekonomi och risk för kväveförluster i två försök med sexåriga växtföljder	30
Digital kartering och pedometri	31
Ny markkarteringsstrategi anpassad för modellering och precisionsodling	32
Platsspecifik snabbbestämning av skördebegränsande markfysikaliska egenskaper	36
Optimering av metod för att analysera mullhalt och ler med nära infraröd reflektansspektroskopi (NIR)	38
Beslutsunderlag för kvävestyrning i real-tid baserat på sensordata, databaser och modellsimuleringar – informationsfusion inom precisionsodling	41
Strategi för att minimera kadmium i jordbruksmark och gröda	43
Bestämning av beståndsegenskaper hos höstraps med fjärranalys – utveckling av teknik för försöksverksamhet och gödslingsrådgivning	45
Informationssystem för malkorn baserat på fjärranalys från traktor och satellit	46
Variation i marken inom fältförsök – hur kan vi kvantifiera och hur ska vi hantera variationen?	48
Digitala tidsresor	49
Biologisk markkartering	51
Detektion av svårbekämpade jordbundna sjukdomar för optimering av platsspecifik produktion av vete, ärtor och oljevaxter	52
Helautomatiskt övervakningssystem för insektsangrepp för platsspecifik bekämpning	57
Utbildning och information	61
Grupparbetsmodellen storyline som väg att öka intresset för lantbruk hos elever på grundskolan	62
Undervisning på agronomprogrammet	64
Examensarbeten	64
Övrig verksamhet	65
Lanna försöksstation	65
Precisionsodling Sverige (POS)	68
Publikationer 2008	71

Precisionsodling och pedometri

Verksamheten, såsom forskning, utbildning och information präglas av en helhetssyn och sker i nära samarbete och dialog med näringsliv, myndigheter, organisationer och rådgivning. Gruppen spelar också en aktiv roll inom Precisionsodling Sverige, POS, som är ett nationellt nätverk med ett stort antal aktörer.

Verksamhetens övergripande målsättning är:

- ◆ att öka kunskapen om hur man ska förbättra effektiviteten i utnyttjandet av insatsmedel och naturliga resurser för att förbättra grödornas avkastning, jordbruksprodukternas kvalitet och samtidigt minska lantbrukets påverkan på miljön.
- ◆ att ta fram bättre beslutsunderlag för lantbrukare och rådgivare.
- ◆ att utveckla metoder för att förbättra styrning och precision i utförda insatser.

Under 2008 fanns totalt 15 anställda plus en inskriven doktorand i samarbete med Högskolan i Skövde. Av de anställda är fem disputerade, varav en med docentkompetens.

Skara

Sofia Delin, forskare
 Lena Engström, forskningsassistent, doktorand
 Anders Jonsson, forskningsledare, adj. professor
 Christina Lundström, forskningsassistent
 Anna Nyberg, forskningsassistent
 Bo Stenberg, forskningsledare
 Maria Stenberg, forskare
 Mats Söderström, forskare
 Johanna Wetterlind, doktorand
 Lina Nolin, doktorand, Högskolan i Skövde/SLU

Lanna

Johan Fredriksson, försöksförman
 Berit Larsson, kontorist
 Johan Roland, distriktsförsöksledare
 Lisbet Norberg, försökstekniker
 Mattias Gustavsson, säsongsanställd
 Mattias Abelsson, säsongsanställd

Verksamheten i Skara tillhör Institutionen för mark och miljö i Uppsala. Under 2008 har det skett en omorganisation genom att tidigare Markvetenskap och Skoglig marklära bildade den nya institutionen. Samtidigt förändrades avdelnings-strukturen och verksamheten i Skara benämns nu forskargruppen Precisions-odling och pedometri.

Lanna försöksstation utgör en viktig del av verksamheten. Här bedrivs sedan många år ett stort antal långliggande försök inom mark/växtområdet. Under 2008 utfördes totalt 64 mark/växtförsök plus 5 demon-

strationsodlingar. På Lanna finns sex fältanläggningar för mätning av växtnärläckage (se sid. 67).

Under 2008 var de totala intäkterna (inklusive Lanna) 13,6 miljoner kronor. Av detta var 3,4 miljoner statsanslag, 10,0 miljoner bidrags- och uppdragsintäkter samt 0,2 miljoner kronor övriga intäkter. Graden av externfinansiering var således 75 procent.

Forskargruppen i Skara arbetar aktivt inom det nationella samarbetsprojektet POS, Precisionsodling Sverige (se sid. 70).

Forskning i gruppen

Målsättningen med forskningen är att öka kunskapen om markens och grödans lokala variation i tid och rum samt att möjliggöra att hänsyn kan tas till denna variation. Växelverkan mellan teori, teknik och praktik möjliggör i förlängningen ett korrekt beslutsfattande inom växtproduktionen ur både ett produktions- och miljöperspektiv, d.v.s. att precisionen i produktionen skall bli hög. Därmed skall tillgängliga resurser, såväl tillförda som från mark och gröda i sig, kunna tillvaratas på bästa sätt för önskad skörd och kvalitet med minimerade bieffekter såsom läckage eller annan miljöstörning. Odlingsföretagningarna ändras ofta över mycket korta avstånd. Vad som är rätt odlingsåtgärd varierar därför inom fält. Kännedom om markens och grödans beskaffenhet och egenskaper på varje enskild plats är därför en förutsättning. Dessutom krävs tillgång till metoder att utifrån denna information identifiera begränsande faktorer och riskområden för läckage, emissioner och kvalitetsnedsättningar. Vid åtgärder där hänsyn tas till variationen förutsätts en god kännedom om insatsmedlens egenskaper. Särskilt egenskaperna hos förfrukter och organiska gödselmedel varierar, inte bara mellan olika typer, utan även beroende på ursprung och över tiden. Den nära koppling till praktiken och förväntningarna på att aktivt kunna medverka till att det görs "rätt" åtgärder i praktiska odlings-system ställer stora krav på att fördjupade kunskaper om interaktioner i marken och mellan mark och gröda kan kombineras med insikter om de praktiska förhållandena.

Forskningen vid avdelningen kan indelas i fyra områden:

- *Förbättrat utnyttjande av växtnäring*, Målsättningen med detta område är att skapa kunskap som underlag för förbättrat växtnäringssystem i växtodlingen. Gödsling skall kunna anpassas till grödans behov och markens egenskaper efter variation inom och

mellan fält. Det handlar om att utveckla kunskapen om såväl biologiska mekanismer kring omsättning av organiskt kväve i mark som att hitta metoder och strategier att mäta och prognostisera denna omsättning och dess variationer.

- *Minska växtnäringssystemens förluster och emission av växthusgaser*
 Detta område fokuserar på att minska växtnäringssystemens förluster och emission av växthusgaser genom anpassade odlings-system. Fokus vad gäller växtnäringssystemens förluster ligger både på gasformiga kväveförluster och läckage av kväve och fosfor och vad gäller växthusgaser på lustgasemission och energibalanser. Forskningen är inriktad på att kvantifiera förluster under olika omständigheter samt på att spatialt modellera reglerande faktorer och mekanismer som kan användas för åtgärder och för att identifiera riskområden.
- *Digital kartering och pedometri*. Digital kartering handlar om att mäta och samla in data till georefererade databaser med en viss spatial upplösning. Data härstammar från metoder för fält- och laboratorieanalyser kopplade till miljödata via kvantitativa samband. Digitala data från fjärranalys, proximala mark- och grödsensorer liksom klassisk mark-kartering kombinerade med positioneringssystem är utgångspunkten. Tekniker för insamlande av sådana fältdata är bl.a. mark, flyg eller satellitburna sensorer för spektral bildanalys och diffus reflektansanalys (t.ex. NIR; nära infraröd spektroskopi), mark- eller flygburna sensorer för mätning av gammastrålning samt markburen dito för elektrisk konduktivitet. Pedometri innefattar tillämpningen av matematiska och statistiska metoder på ovanstående data för att studera distributionen av marktyper. Målet för pedometrin är att uppnå en bättre förståelse för marken som ett fenomen

som varierar över olika skalor i tid och rum.

- **Biologisk markkartering**

Detta område fokuserar på att identifiera och kvantifiera markbiologiska faktorer som hämmar grödans tillväxt. Huvudsakligen utvecklas molekylärbiologiska strategier med inriktning mot markbundna patogener. Målet är att utveckla detektionsmetoder, använda dem för att bestämma förekomst vid olika skadenivåer i grödor samt utveckla prognosmodeller för bedömning av risk för angrepp i olika växtföljder. Fysikaliska och kemiska egenskaper i marken påverkar utbredning av patogener. Förutom klassiska kemiska analyser används olika marksensorer som t.ex. instrument som mäter markens elektriska ledningsförmåga (ECa) för att förklara variation i förekomst och för prognos av angrepp.

Forskningen bedrivs till stor del genom fältstudier och fältförsök och ofta i nära samverkan med näringsliv, myndigheter, olika organisationer och med rådgivningssverksamheten. Det finns också ett omfattande forskningssamarbete såväl nationellt inom och utom SLU som internationellt med de nordiska länderna samt bl.a. Skottland och Frankrike.

Utbildning

Under 2008 har precisionsodling och pedometri ansvarat för precisionsodlingsundervisningen för mark/växtagronomstudenter, dels i en obligatorisk kurs i växtproduktion (30 hp) och dels i kursen ”Marken i odlingen” (15 hp) som är en jordbruksinriktad markkurs på C-nivå som behandlar växtnärlära, jordbearbetning, hydroteknik, vattenvårdslära och precisionsodling.

Därutöver medverkade olika forskare vid avdelningen också i annan undervisning vid SLU-institutioner samt vid andra högskolor och universitet. Under 2008 gjorde en student sitt examensarbete vid preci-

sionsodling och pedometri. Titeln var ”Markkartering anpassad för precisionsodling”.

Information, samverkan

Varje år arrangeras av avdelningen en tvådagars regional växtodlings- och växtskyddskonferens med målgruppen rådgivare inom organisationer och företag, lärare vid naturbruksgymnasierna, försöksansvariga, lantbrukarrepresentanter med flera intresserade. 2008 deltog drygt 130 personer i konferensen.

Under 2008 var avdelningen huvudansvarig, delansvarig eller medverkande i ett antal seminarier, konferenser eller dylikt:

Keynote, presentation och vetenskaplig kommitté vid 1sstt Global Workshop on High Resolution Digital Soil Sensing and Mapping, Sydney, Australia.

Föredrag vid European Geosciences Union, General Assembly 2009, Vienna Austria.

Växtodlings- och växtskyddskonferens i Uddevalla

Medverkan i Hushållningssällskapetets jordbrukardagar på Borgeby och Logården
Forskare vid avdelningen medverkar i ämnesgrupperna Vattenfrågor, Växtnäring, Odlingsystem, Vall/grovfoder och Jordbearbetning inom FältForsk

Medverkan i olika nätverk såsom Agroväst, Försök i Väst och Svensk Raps

Fältvandringar på Lanna försöksstation för rådgivare och lantbrukare

Föredrag på konferensen Storyline – lärande för hållbar utveckling.

Publicering

Resultaten från avdelningens forskning publiceras i vetenskapliga tidskrifter, institutionsrapporter samt populärvetenskapliga artiklar av olika slag. På institutionens hemsida www.mark.slu.se/ finns våra publikationer tillgängliga. På sidan 73 i denna rapport finns också en förteckning över avdelningens publikationer 2008.

Projekt under 2008

Förbättrat utnyttjandet av växtnäring

Målsättningen med detta område är att skapa kunskap som underlag för förbättrat växtnäringsutnyttjandet i växtodlingen. Gödsling skall kunna anpassas till grödans behov och markens egenskaper efter den variation som finns inom och mellan fält. Det handlar om att utveckla kunskapen om såväl biologiska mekanismer kring omsättning av framför allt organiskt kväve i mark som att hitta metoder och strategier att mäta och prognostisera denna omsättning och dess variationer.

Nya mätmetoder för värdering av kväve i organiska gödselmedel

I dagsläget används förutom stallgödsel en rad nya organiska gödselmedel. Dessa består av olika blandningar av framför allt stallgödsel och organiska restprodukter från livsmedelsindustrin, bl.a. köttmjöl, blodmjöl och en restprodukt vid jästtillverkning. Det vore av stort värde att kunna värdera det organiska kvävet med en standardiserad metod på lab.

Målsättning

Målsättningen med detta projekt är att föreslå användbara eller utvecklingsbara metoder att värdera gödselmedlens kväveeffekt genom att utvärdera och modifiera ett antal potentiella metoder utifrån deras förmåga att beskriva kväveeffekten i kontrollerade krukförsök.

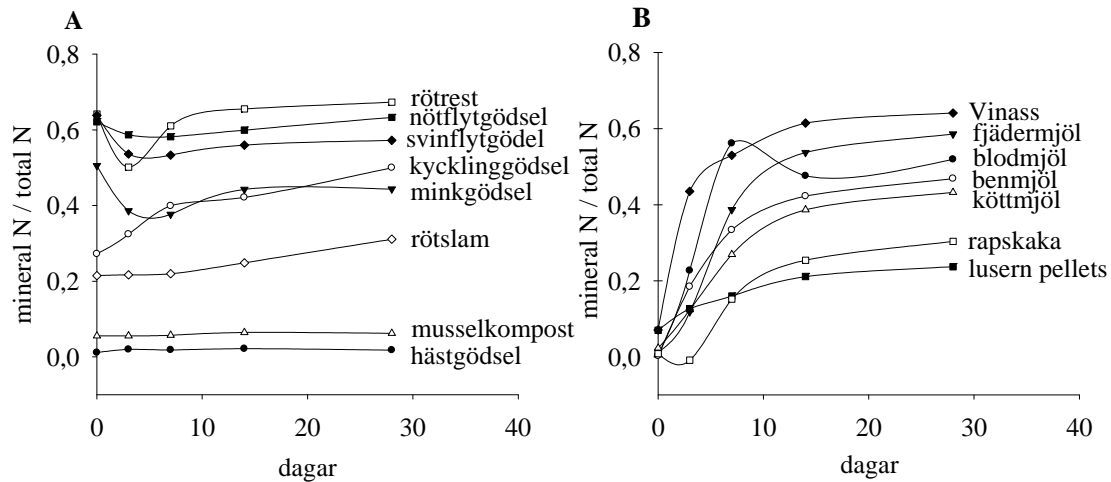
Utförande

Kväveeffekten av femton olika gödselmedel har testats i krukförsök med rajgräs. Dessutom har de analyserats med metoderna varmvattenextraktion av kväve och kol, extraktion med svavelsyra och kaliumhydroxid (CF-analys/växttrådhalt), NIR-spektroskopi, anaerob snabbinkubation, aerob inkubation, ninhydrinreaktivt kväve och C/N-kvot.

Resultat

De aeroba inkubationerna visade att det fanns stora skillnader i mineraliserat kväve vid slutet av inkubationen. Gödselmedlen kan delas in i två grupper, där kompost, stallgödsel och rötat material hade mycket låg mineralisering, men där mineralkväveinnehållet ibland var högt vid start. Den andra gruppen utgörs av färska material såsom livsmedelsavfall, där mineralkvävemängden är mycket låg från början, men mineraliseringen går fort efter att gödseln blandats med jord. Mineralkvävemängden

efter aerob inkubering stämde ganska bra med kväveeffekten i krukförsöken. Den anaeroba snabbinkuberingen var inte lika bra som den aeroba, inte ens när man jämförde efter lika lång tid. Detta skulle kunna hänga samman med mindre mängder uppvägt material vid anaerob inkubering och därför större risk för fel. Varmvattenextraherat kväve visade sig inte vara någon bra metod för att uppskatta gödselns kväveeffekt. Alltför liten del av kvävet extraherades från animaliska produkter såsom blodmjöl och fjädermjöl. Däremot visade sig kväve/kol-kvoten i gödselmedlen korrelera väl med kvävegödselvärdet hos gödselmedlen, om man drar bort effekten av det kväve som är i mineralform från början. Man kunde även se ett liknande samband med växttrådhalten, men inte lika bra. Man kunde även se ett samband mellan kvävegödslingseffekten och NIR, även om datamängden var för liten för att testa detta ordentligt. Ninhydrinreaktivt kväve utvärderades under våren 2009.



Figur 1. Mineralkvävemängd i inkubationsprover vid olika tidpunkter under inkubationsförloppet där stallgödsel, komposterade och rötade gödselmedel har en låg mineralisering (A) och färskvaror såsom slaktavfall, växtrester och Vinass har en hög mineralisering (B).

Tid och plats: Försöket genomförs 2008 – 2009 i samarbete med Eurofins i Lidköping.

Finansiering: SLF

Kontaktperson: Sofia Delin 0511-67235 sofia.delin@mark.slu.se

Kvävemineraliseringsförlopp och inverkan på skörd efter gödsling med fjäderfågödsel

Man vet mycket lite om hur gödsel från fjäderfä effektivast kan utnyttjas i svensk växtodling. Gödsel från fjäderfä har betydligt högre koncentration av växtnäring och delvis andra kemiska och fysikaliska egenskaper än andra organiska gödselmedel.

Målsättning

- ◆ Att jämföra växtnäringseffekten av hönsködsel och kycklingködsel med handelsködsel.
- ◆ Att jämföra växtnäringseffekten av hönsködsel och kycklingködsel vid olika spridningstidpunkter.
- ◆ Att undersöka efterverkan av hönsködsel och kycklingködsel året efter spridningen.
- ◆ Att kartlägga kvävemineraliseringsförloppet under växtodlingssäsongen efter tillförsel av hönsködsel och kycklingködsel.
- ◆ Att koppla kväueupptag i gröda och skördeutbyte till mineraliseringshastighet.

Utförande

Undersökningen utgjordes av både gödslingsförsök och inkuberingsförsök. I gödslingsförsöken undersöktes effekten av höns- respektive kycklingködsel på skörd i vårkorn vid spridning på vårvintern och vid vårbruket 2005 och av praktiska skäl vid vårbruket samt i växande gröda 2006. Året därefter undersöktes efterverkan av de olika gödseltyperna. Till inkuberingarna blandades jord med gödsel i plastflaskor som placerades i matjorden vid de olika spridningstidpunkterna.



Resultat

Nettoimmobilisering av kvävet i ammoniumrik, blöt hönsködsel och nettomineralisering av kvävet i torr, ammoniumfattig kycklingködsel resulterade i ungefär sam-

ma mängd mineralkväve per kg totalkväve till grödan för båda gödselslagen under växtodlingssäsongen, trots stora skillnader i andel mineralkväve i gödseln från början. Gödslingseffekten av fjäderfågödsel beräknades därför lämpligtvis utifrån totalkväveinnehållet, och gav då en 30-40 % effekt jämfört med gödsling med ammoniumnitrat under 2005, och ca 20 % effekt under 2006, med sen vårsådd och torr försommar. Efterverkan av gödseln låg på 5-10 % av totalkvävegivan till grödan året efter gödslingen. 2005 blev vårspridning bättre än vårvinterspridning, troligtvis p.g.a. av att nedbrukning inte utfördes vid vårvinterspridningen. Nedbrukning av gödseln förbättrar inte alltid växtnäringseffekten, vilket syntes i försöket 2006. Resultaten i sin helhet publiceras i en institutionsrapport under 2008.

Tid och plats: Försöket genomfördes på Lanna försöksstation, 2005 - 2006.

Finansiering: SLF

Kontaktperson: Sofia Delin 0511-67235
sofia.delin@mark.slu.se

Kvävemineraliseringsförlopp efter gödsling med organiska gödselmedel vid olika tidpunkter

För att kvävet i organiska gödselmedel ska kunna utnyttjas så effektivt som möjligt genom maximalt skördeutbyte och minimerade förluster till omgivande miljö, måste dess tillgänglighet för växterna synkroniseras med växtens kväueupptag. Genom att kartlägga mineraliseringsförloppet under fältbetingelser kan man bedöma när det ännu inte mineraliserade kvävet borde bli växttillgängligt i förhållande till spridningstidpunkten. Detta behövs för att avgöra när man bör sprida gödseln för att få maximal växtnärings-effekt.

Målsättning

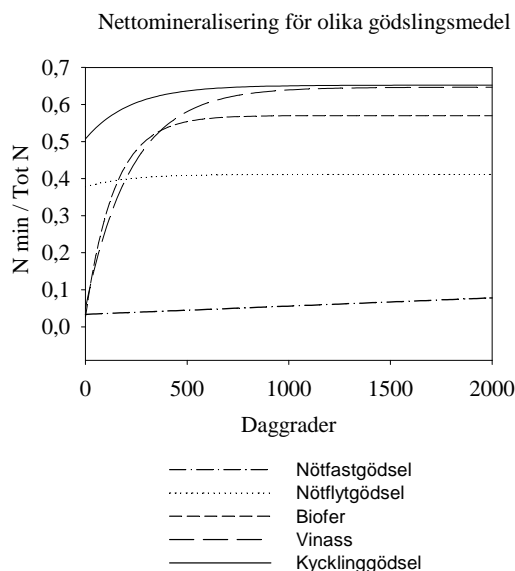
Detta projekt syftar till att studera mineraliseringsförloppet av kväve efter gödsling med nötgödsel (både fast- och flyt-), kycklinggödsel, köttbenmjöl och Vinass under naturliga temperaturförhållanden vid olika spridningstidpunkter.

Utförande

Försöket utfördes genom inkubering av gödsel inblandad i jord i plastflaskor placerade i matjorden vid olika tänkta tidpunkter för spridning av gödsel. Temperaturen i marken mättes kontinuerligt under hela försöksperioden. De gödselmedel som studerades var nötgödsel (både fast- och flyt-), kycklinggödsel, Biofer (köttbenmjöl) och Vinass. Flaskor togs ut för analys vid flera tillfällen och innehållet analyserades med avseende på $\text{NH}_4\text{-N}$ och $\text{NO}_3\text{-N}$. På detta sätt följdes mineraliseringsförloppet från spridningstillfället och fram till senhösten efter växtsäsongens slut.

Resultat

Resultaten från de olika spridningstidpunkterna respektive år har presenterats i tidigare årsrapporter. Här görs en summering. Resultaten visar att 55-60 % av totalkvävet i Biofer mineraliserades inom 40-50 dagar och ca 65 % av kvävet i Vinassen mineraliserades inom 60-100 dagar. Kycklinggödseln hade 50 % av totalkvävet som mineralkväve från start och ökade till ca 65 % inom 30-40 dagar. Nötgödseln hade en försumbar nettomineralisering. Då olika gödselmedel spreds vid lite olika tidpunkter och temperaturen har en viss inverkan på mineraliseringshastigheten har mineraliseringsringen här presenterats som funktioner av daggrader (figur 2).



Figur 2. Andel av totalkväve i som mineralkväve vid olika antal daggrader efter spridning.

Tid och plats: Försöket genomfördes på Lanna försöksstation, 2005 - 2006.

Finansiering: SLU's Ekoforsk

Kontaktperson: Sofia Delin 0511-67235
sofia.delin@mark.slu.se

Fluorescensmätningar av ammoniumkoncentration och spridningshastighet vid olika nedbrukningsgrad av organisk gödsel

Kväveutnyttjandet från stallgödsel kan bl.a. påverkas av spridningsteknik, som kan inverka på flera sätt. Hittills har forskningsfokus mest varit på spridningens påverkan på ammoniakförluster. Kvävemineralisering och mineralkvävet vidare spridning i marken är dock mycket litet studerat.

Målsättning

Syftet med denna undersökning är att kartlägga frigörelse av ammonium och fördelning av denna i marken från olika sorters organisk gödsel efter spridning beroende på gödselmedel, spridningsteknik, jordart och nederbördsförhållanden. Ammoniumkvävet förekomst och rörelse studeras med en ammoniumspecifik fluorescerande film.

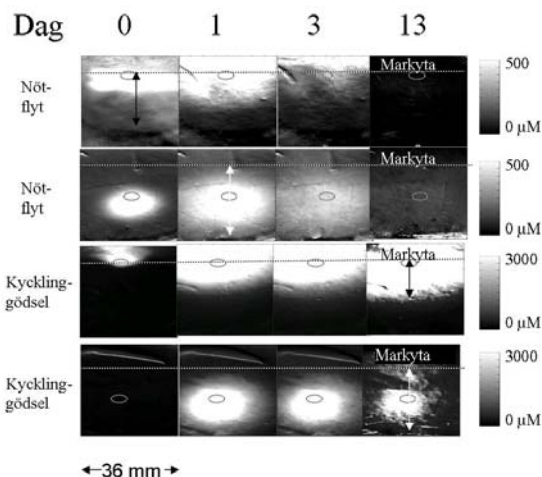
Utförande

En ammoniumspecifik fluorescerande film, en så kallad avbildande optod, placeras i jordfyllda behållare i vilka gödsel placerats antingen på ytan, under ytan eller ombländat med jorden. Med en kamera fotografieras ammoniumkoncentrationen i jordprofilen under några veckors tid. Eftersom optoden enbart detekterar ammonium hålls behållarna anaeroba med ett övertryck av kväve för att förhindra nitrifikation. Valet av gödselmedel är gjort för att representera både flytande (nötflytgödsel) och fast (kycklinggödsel) stallgödsel. Dessutom vill vi studera skillnader hos Vinass och Biofer, vid olika vattenhalt i omkringliggande jord, då detta visat sig ha betydelse i växtodlingsförsök.

Preliminära resultat

Då optoden endast registrerar ammonium i marklösning kommer inte adsorberat ammonium med i bild. Det är därför svårt att dra slutsatser om nettomineralisering genom att enbart studera bilderna. Då krävs kompletterande inkubationsstudier som utförs under våren 2009. Man kan dock studera skillnader i utbredning av ammonium beroende av spridningsteknik och gödselmedel. Enligt resultaten (figur 3) sprids ammonium effektivare inom jordprofilen från nötflytgödsel, och verkar också därmed adsorberas i högre utsträckning till jordpartiklarna. Placering av gödseln under markytan ger som förväntat lägre emissioner av

ammoniak och också utbredning av ammonium i en större jordvolym. Ytterligare slutsatser kommer att dras först då inkubationerna är klara. Det hela kommer att publiceras i en vetenskaplig uppsats och en institutionsrapport under 2009.



Figur 3. Ammoniumkoncentration i marklösningen i olika led. Placeringen av gödseln är markerad med elips och ammoniets utbredning markerat med pilar.

Tid och plats: Försöket genomförs i samarbete med Göteborgs universitet, 2007 - 2009.

Finansiering: SLF

Kontaktperson: Sofia Delin 0511-67235
sofia.delin@mark.slu.se

Förfrukts- och platsanpassad kvävetillförsel i odling av ekologisk höstraps (*Brassica napus* L.)

Växtnäringsförsörjningen är en nyckelfråga i ekologisk höstrapsodling. Variationen i praktisk gödning är stor och skördenivåerna varierar samtidigt som kunskapen är liten om behov och lönsamhet av gödslingsinsatser vid olika förutsättningar, t ex olika förfrukter. Detta fältförsök ska undersöka effekten av olika kvävenivåer under varierande förutsättningar för att kvantifiera grundskörd, avkastningspotential och kvävebehov i relation till markparametrar. Vi avser att visa hur kväveupptag i höstraps beror av kväveminerisering från marken och kvantifiera hur stor variationen är mellan olika platser. Faktorer som påverkar storleken av kväveupptag och markmineralisering skall identifieras, dokumenteras och bestämmas.

Målsättning

Målsättningen med projektet är att undersöka möjligheterna och utveckla metoder för att förfrukts- och platsanpassa kvävetillförsel i ekologisk höstrapsodling. Följande frågeställningar belyses i projektet:

- Hur beror höstrapsens kvävebehov och avkastning av markkvävet tillgänglighet och mineralisering.
- Har tillförsel av kväve till höstraps har på hösten eller våren störst betydelse för avkastningen?

Kan vi utveckla fler verktyg för bestämning av höstrapsens kvävebehov på våren och hösten baserat på de parametrar som används i projektet?

Utförande

Inom projektet planeras totalt 16 fältförsök, vara åtta försök genomförs 2008-2009 med skörd 2009 och åtta 2009-2010 med skörd 2010. I augusti 2008 valdes 12 försöksplatser i fält med höstraps på ekologiska ut runt om i södra Sverige med varierande förfrukter och markförhållanden. Efter uppkomst var bestånden på åtta av platserna tillräckligt bra för att gå vidare med att genomföra försöken. Dessa ligger 2009 på Gotland, i Västra Götaland (Lanna och Dingle), Östergötland (tre försök) och Skåne (Malmö och Kristianstad). Försöken gödslades enligt planen med Biofer då Vinass inte gick att få tag i hösten 2008. Gödningen våren 2009 kommer att genomföras med Vinass som planerat. Under hösten har flertalet av försöken scannats med handburen N-sensor i samband med att tillväxten avslutats. Gotlandsförsöket scannades inte då ingen sensor fanns tillgänglig på Gotland och kostnaden skulle bli orimligt

stor. I Östergötland gjorde ett väderomslag att endast ett av försöken fick tillräckligt bra värden då mätningarna är beroende av tillräcklig mängd inkommande solstrålning. Jordprover för analyser enligt planen har tagits ut på försöksplatserna och är på analys. Det är ännu för tidigt att uttala sig om övervintringen i år men vi hoppas att vi kan genomföra alla åtta försöken fram till skörd 2009.

Tid och plats: under 2008 - 2010.

Finansiering: SLU Ekoforsk

Kontaktperson: Maria Stenberg 0511-67274, maria.stenberg@mark.slu.se

Projektet genomförs i samarbete med Lena Engström, SLU, Ann-Charlotte Wallenhammar, HS Konsult AB, Ingemar Gruvaeus, HUSEC AB samt Per Ståhl, Hushållningssällskapet Rådgivning Agri

Minskad miljöpåverkan genom anpassade odlingssystem

Detta område fokuserar på att minska växtnäringsförluster och emission av växthusgaser genom anpassade odlingssystem. Fokus vad gäller växtnäringsförluster ligger både på gasformiga kväveförluster och läckage av kväve och fosfor. När det gäller växthusgaser ligger tyngdpunkten på lustgasemissioner och energibalanser. Forskningen är inriktad på att kvantifiera förluster under olika omständigheter samt på att spatialt modellera reglerande faktorer och mekanismer som kan användas för åtgärder samt för att identifiera riskområden.

Utlakning vid olika gödslingsintensitet vid odling av stråsäd

Om man gödslar med mer kväve än vad grödan kan ta upp riskeras överblivet kväve att lakas ut vilket inte bara ger negativ miljöpåverkan utan också är en direkt ekonomisk förlust för odlaren. Hur stor utlakningen blir av för hög kvävegödsling är dock oklart. Det är också oklart hur mycket utlakningen påverkas av skillnader i gödslingsnivåer som ligger under vad grödan kan ta upp. Tidigare svenska försök visar på en uppåtgående trend ju högre gödsling man har, men ger utrymme för viss tolkningsfrihet. Intervallen mellan gödslingsnivåerna var stora och utlakningen var delvis ett resultat av ackumulerade effekter från flera år och därmed svåra att relatera till kväveutnyttjande hos grödan det enskilda året. Osäkerheten om exakt vid vilken gödslingsgiva som utlakningen började öka eller om ökningen skedde gradvis är stor.

Målsättning

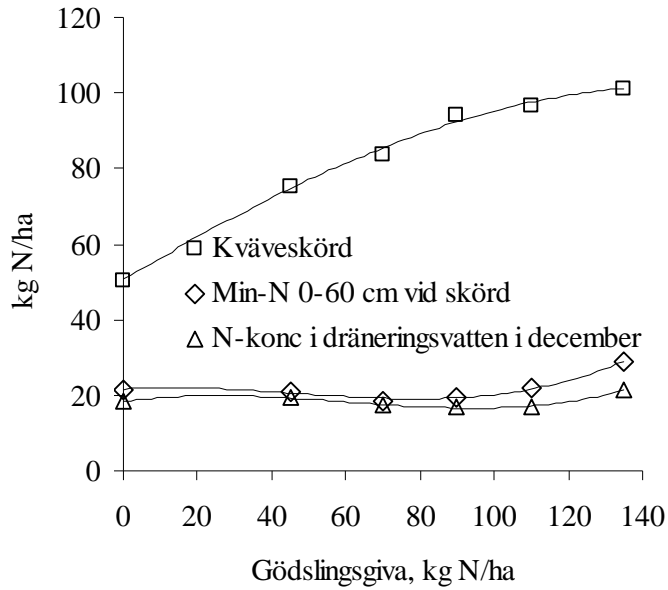
Syftet med undersökningen är att få en bättre bild av hur gödslingen påverkar utlakningen i relation till grödans kväveupptag. Detta så att utlakningsmodellerna som ligger till grund för de regler och rekommendationer som utfärdas till lantbrukare får en bättre grund. Hypotesen är att man kan hålla kväveutlakningen på lika låg nivå som vid mycket sparsamt gödslad gröda genom årsmånsanpassning av kvävegödslingsnivån.

Utförande

Projektet omfattar två ettåriga gödslingsförsök med stigande kvävegivor, 2007 respektive 2008. För att mäta utlakning används sugceller, från vilka markvattenprover tas ut med jämna mellanrum för bestämning av NO₃-N-koncentration. Utlakningen mäts från gödslingstillfället med stigande kvävegivor år 1 i havre t.o.m. sista juni året efter i höstvetete som gödslats lika i alla led. I försöket utgår vi från normal gödslingsnivå för aktuell gröda (havre) och testar hur gödsling med 25-50 % högre respektive lägre gödsling innebär plus ett extra led där vi har möjlighet att förändra strategin under säsongen. På våren och hösten tas kväveprofiler i skikten 0-30 och 30-60 cm. För att få bättre dokumentation av grödutvecklingen och kväveupptaget i de olika leden mäts grödan med handburen N-sensor vid tre tillfällen (DC 30, 37-39 samt 45-49) och klipps rutvis i ett block för att kunna relatera N-sensornvärdena till faktisk biomassa och kväveinnehåll.

Resultat

Kväveskörden avklingade vid gödslingsnivån 90 kg N/ha (figur 8). Den ekonomiskt optimala gödslingsgivan, beräknad från en tredjegradskurva anpassad till skördenivåerna, låg mellan 100-125 kg N/ha beroende på vilken priskvot mellan gödsel-N och spannmål man räknade med. Mineralkvävemängden i augusti 2007 var signifikant högre i ledet med högst gödslingsgiva (figur 8), medan övriga led inte skiljer sig statistiskt signifikant ifrån varandra. Kurvan antyder ett minimum kring gödslingsnivån 90 kg N/ha. Någon utlakning har ännu inte beräknats, men kvävekoncentrationerna i vattnet från sommarsens och höstens provtagningar började variera mellan leden vid provtagningarna i december. Avrinningen av vatten från markprofilen hade då pågått så länge att nitrat hade transporterats ned till dräneringsdjup. Kvävekoncentrationerna vid 80 cm djup i december följer ungefär samma mönster som restkvävemängderna på 0-60 cm djup i augusti.



Figur 4. Kväveskörd, mineralkvävemängd i marken vid skörd och nitratkoncentration i dräneringsvattnet i december i olika gödslingsled.

Tid och plats: Försöket genomförs på Götala, 2007 - 2009.

Finansiering: SLF

Kontaktperson: Sofia Delin 0511-67235 sofia.delin@mark.slu.se

Emissioner av kväve i gasform från lerjord beroende av tidpunkt för jordbearbetning

Mineralkväve som ackumuleras i markprofilen under hösten riskerar att gå förlorat både genom utlakning och genom gasformiga förluster. Ett försök på lerjord på Lanna har under åren 1998-2006 visat att kväve mineraliserat efter tidig plöjning under fuktiga höstar inte funnits kvar sen höst utan troligen huvudsakligen försvunnit via emissioner till luften. Under 2009 startar mätningar av lustgasemissioner från tidig och sen höstplöjning samt från ett plöjningsfritt led.

Målsättning

I projektet skall vi mäta emissionen av lustgas (N₂O) från lerjord beroende av strategi för jordbearbetning på hösten. Målet är att kunna ge rekommendation för ett optimalt brukande av våra lerjordar där hänsyn tas till såväl ekonomiska som miljömässiga aspekter. Mätningarna skall göras kontinuerligt i nyanlagda ytor och under emissionsperioder även i ett långliggande försök med manuella kyvetter. Coupmodellen skall sedan användas för att simulera emissioner för dagens och framtidens klimat.

Utförande

Tidig höstplöjning ger kraftigt förhöjda halter av nitrat i marken och studier i det långliggande försöket R2-8408 tyder på att detta kväve under blöta, i västra Sverige normala förhållanden, avgår genom gasemissioner. Därmed förloras kväve från odlingsystemet som annars hade kunnat komma en efterföljande gröda tillgodo. Om dessa förluster sker i form av lustgasemission orsakas negativ miljöpåverkan då lustgas är en mycket kraftig växthusgas. I försöket på Lanna jämför vi sedan 1998, förutom tidpunkten för höstbearbetning, även plöjningsfri odling med konventionella system. Under 1997-2005 studerades mineralkvävedynamiken och innehåll av kväve i grödorna i försöket (Stenberg et al., 2005).

Resultat

Tio led jämfördes i tre block 1997-2006 (tabell 1). Senarelagd plöjning har i försöket tenderat att orsaka minskad avkastning och därmed sämre kväveutnyttjande. Trenden har förstärkts över åren. Provtagningar av mineralkväve visade att kväve som ackumuleras i profilen under hösten efter tidig höstplöjning under normala och blöta år försvinner från profilen men ej genom utlakning utan troligen genom emissioner till luften. I försöket kan långsiktiga effek-

ter av olika jordbearbetningsstrategier studeras framöver liksom årliga effekter av bearbetning på kvävedynamiken och förluster. Från och med hösten 2006 förändrades försöksplanen. Cikorialedet slopades och led med ytlig bearbetning (Carrier) lades till (E med fånggrödan kvar och F). Halmen lämnas nu kvar i alla led utom B och D. Mätningar av lustgasemissioner kommer att göras i led A, C och J. Försöksplanen har bytt namn till R2-8418 och ser nu ut enligt följande:

- A. Tidig höstplöjning (ca 1 sept.), halmen nedbrukas.
- B. Tidig höstplöjning (ca 1 sept.), halmen bortföres.
- C. Sen höstplöjning (ca 20-25 okt.), halmen nedbrukas.
- D. Sen höstplöjning (ca 20-25 okt.), halmen bortföres.
- E. Engelskt rajgräs och Carrier tidig vår, halmen kvar.
- F. Carrier tidig vår, halmen kvar.
- G. Stubbearbetning ca 1 sept., halmen nedbrukas, utan höstplöjning.
- H. Stubbearbetning ca 20-25 okt., halmen nedbrukas, utan höstplöjning.
- I. Plöjningsfri odling: Carrierkörningar ca 1 och 25 sept., halmen nedbrukas.
- J. Plöjningsfri odling: stubbearbetning ca 1 och 25 sept., halmen nedbrukas.

Tabell 1. Försöksplan försök R2-8418 (tidigare R2-8408) och skörd (kg/ha och relativt) 1997-2008. Led E-I ändrade led från skördeår 2007

Led	Jordbearbetning	Havre 1998	Vårvete 1999	Vårkorn 2000	Havre 2001	Vårvete 2002	Vårkorn 2003	Havre 2004	Vårvete 2005	Vårkorn 2006	Havre 2007 ²	Vårvete 2008 ²	Medel 1998-2008 ^{1,2}
A	Tidig höstplöjn., halm nedbr.	4530 =100	4580 =100	3850 =100	4810 =100	4490 =100	2800 =100	5120 =100	5570=100	3820=100	4670=100	3340=100	100
B	Tidig höstplöjn., halm bortf.	91	107	110	99	96	103	87	101	96	108	90	99
C	Sen höstplöjn., halm nedbr.	101	94	90	87	82	112	86	69	83	94	87	87
D	Sen höstplöjn., halm bortf.	90	110	106	93	90	101	85	74	78	96	89	91
E	Sen höstplöjn., fånggröda (eng. rajgr.), halm bortf./Carrier vår, eng. rajgr.	97	104	106	90	90	122	72	91	91	43	73	93/58
F	Sen höstplöjn., fånggröda (cikoria), halm bortf./Carrier tidig vår	99	96	97	88	88	71	63	84	89	76	73	88/75
G	Stubbearb. 1.9, halm nedbr., sen höstplöjn./ ej höstplöjn.	94	102	102	92	94	105	84	92	92	99	37	94/68
H	Stubbearb. 25.9, halm nedbr., sen höstplöjn./ ej höstplöjn.	98	100	97	91	92	108	91	91	88	88	47	94/68
I	Stubbearb. 1.9 + 25.9, halm nedbr., sen höstplöjn./ ej höstplöjn.	91	106	109	93	96	112	79	95	96	105	41	96/73
J	Plöjningsfri odling: stubbearb. 1.9 + 25.9, halm nedbr.	99	97	101	92	96	129	103	81	82	105	68	92
Sign		n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	***	**	n.s.	n.s.	***	***	-

¹ Avkastning 2003 ej med i beräknat medelvärde. Sadelgallmygga orsakade då missväxt i försöket.

² Ny försöksplan från hösten 2006, se nedan. Sent sått 2008. Led E med rajgräs har rajgräset överlevt bekämpningar.

Tid och plats: Projektet genomförs 2009-2011 i ett långliggande fältförsök på Lanna och i nya ytor för kontinuerliga mätningar. Mätningar och utvärderingar görs i samarbete med Leif Klemedtsson, Per Weslien, Josefine Nylinder och Tobias Rütting, Inst. för växt- och miljövetenskaper, Göteborgs Universitet.

Finansiering: SLF

Kontaktpersoner: Maria Stenberg, 0511-67274, SLU. maria.stenberg@mark.slu.se
Åsa Myrbeck, 018-671213, och Johanna Wetterlind, 0511-67258.

Referenser: Stenberg, M., Myrbeck, Å., Lindén, B., Rydberg, T. 2005. Inverkan av tidig och sen jordbearbetning under hösten på kväveminaliseringen under vinterhalvåret och på utlakningsrisken på en lerjord. SLU, Skara. Avd. för precisionsodling. Rapport 3.

Utveckling av ett integrerat miljö- och produktionsindex för fosfor (EPI)

En optimal hantering av problematiken rörande läckage av fosfor från åkermark samt behovet av att tillföra erforderlig mängd näring för att uppnå en för bonden lönsam produktion kräver att dessa frågor behandlas integrerat. I det här projektet kommer produktions- och miljökrav för fosfor att kombineras genom en praktiskt användbar strategimodell för fosforgödsling som både innefattar miljöeffekter och ekonomisk optimering. Ett integrerat miljö- och produktionsindex (EPI) med optimal gödslingsstrategi kommer att utvecklas. Projektet genomförs av Barbro Ulén, Maria Stenberg, Mats Söderström och Bo Stenberg som är verksamma vid SLU i Uppsala och Skara.

Målsättning

Det övergripande målet med detta projekt är att utveckla precisionsodlingskonceptet och den använda behovsberäkningen så att både ekonomiska mål och miljömässiga riskfaktorer kan kombineras i ett miljö- och produktionsindex för fosfor. Modellen ska kunna appliceras platsspecifikt så att man ska kunna närma sig maximal uthållighet i konventionellt jordbruket. Beräkningar och tolkning av data genomförs med syfte att undersöka fosfortillförseln i relation till inomfältvariation av markkemi, textur, topografi och lutning minskar fosforförlusterna från jordbruksmarken.

Utförande

Två gårdar med höga fosforförluster och varierande förhållanden på fälten kommer att utnyttjas. Den ena är Logården, Grästorps med struktursvag mellanlera, den andra är Hacksta gård vid Enköping med styvare lera. Vid Logården är såväl markkemiska, markfysikaliska faktorer som fosforläckagen kända och effekten på fosforläckaget kommer att verifieras direkt. De försöksfält som undersöks har reducerad jordbearbetning. På Hacksta är markkemin välkänd. Nivån på fosforläckaget kommer att studeras i två mindre observationsytor som dessutom kommer att jämföras sinsemellan beträffande effekten av reducerad jordbearbetning.

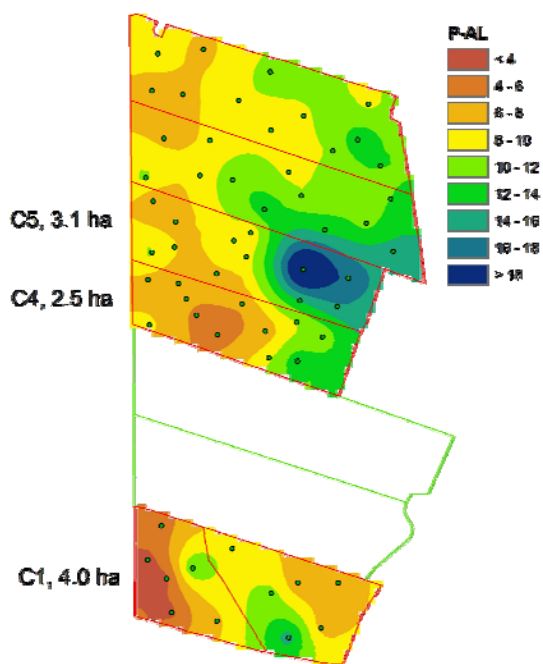
Ett miljö- och produktionsindex (EPI) för fosfor som kan användas som beslutsunderlag kommer att tas fram och testas baserat på fältstudierna. Vid applicering av PI-

S kommer de delar av fälten där transporten och källorna för fosfor sammanfaller att anses ha den högsta potentialen för fosforförluster. Markstrukturen är beskriven i fyra klasser och hydraulisk konduktivitet adderas för att konceptuellt beskriva vattenflödet genom profilen antingen som makroporflöde eller som matrixflöde. Med hjälp av precisionsodlingskonceptet kan sedan gödslingen förfinas så att hänsyn tas till inomfältvariationerna. Gödslingen varierar så att denna minimeras i läckagekänsliga delar av fältet samtidigt som skörden optimeras genom tillförsel i övriga delar av fältet där det råder fosforbrist.

Utifrån provtagningen och med hjälp av P-index (PI-S) beräknas risken för fosforläckage i delar av fälten som motsvarar ungefär 0,1 ha. Storleken anpassas dock till den lokala topografin; områden med slutande mark görs mindre och planare större.

Resultat

Jordprovtagning utfördes på Logården i februari 2007. Tolv prover togs på fem skiften. Prov togs på två djup: 0-20 cm och 40-60 cm i varje punkt. Ett prov bestod av 10 delstick i cirkel med ca 3 m radie. På Hacksta togs sex prover i de två försöksytorna som komplement till befintliga, äldre markkarteringspunkter. I varje prov analyserades mullhalt, lerhalt, sand/grovmo samt P-, Fe, och AL-AL.



Figur 5. Jordprovtagning på Logården 2007. P-AL i matjorden visas. De fyra fälten (C1Väst, C1Öst, C4, C5) där gödsling genomfördes 2007 är markerade.

Beräkning av fosforindexet PI-S gjordes för området kring varje provpunkt på skifte C4 och C1V. För varje provpunkt avgränsades ett deldräneringsområde med hjälp av de hydrologiska modelleringsverktygen i mjukvaran ArcGIS. Detta är möjligt eftersom vi tagit fram en detaljerad digital höjdmödel över Logården från data som samlades in inför anläggningen av det nya dikningssystemet 2003. Uppgifter om jordart, lutning, slutningslängd, P-AL i alv och

matjord och pH beräknades för respektive yta tillsammans med övriga odlingsuppgifter som erfordras för beräkning av PI-S.

Fälten i den integrerade odlingen på Logården har inte P-gödsel på många år. P-AL-talen är på sina ställen mycket höga (klass V), men det finns delar av fälten med låga fosfortal. Vi avsåg här att P-gödsla fyra fält, två genom precisionsgödning som anpassats efter en riskbedömning för läckage, samt två fält med konventionell medelbehovsberäkning.

Behovsberäkningen följer den som anges i Lantmännens rekommendationer i Växtodlaren 06/07. Behovet bygger då endast på gröda, förväntad skörd och P-AL i matjorden (från provtagningen 2007) och är avsett att användas från produktionssynpunkt. Vi har gjort om behovsberäkningen från tabellvärden till en kontinuerlig funktion enligt:

$$\left(-2.3 * [P-AL] \right) + \left(37.25 - \left(\left(5 - [Förv.skörd \text{ (ton/ha)}] \right) * 2.5 \right) \right)$$

För förväntad skörd används medelskörd enligt ungefärlig medelskörd 1992-2006 per skifte eller hela integrerade delen. Spridningen av P på C5 och C10 gjordes efter denna beräkning, och det var medelbehov som användes på dessa skiften.

För C4 och C1V, som skulle precisionsgödsas modifierades behovsberäkningen enligt riskbedömning. Denna riskbedömning byggde till delar på PI-S. PI-S-beräkningen är förhållandevis komplicerad och här ville vi använda några faktorer som är kopplade till PI-S, men som är lättare att beräkna och som därmed inte blir lika krävande ur datasynpunkt. Här användes DPS (fosformättnadsgraden i jordextrakt), marklutning och P-AL i alven som reducerande faktorer. Vi utgår alltså från behovsberäkningen ovan som görs på varje fält-

del, och sedan reduceras enligt värdena på reduktionsfaktorerna.

Avrinning och P-transport

Nederbörden vid Logården under det agrohydrologiska året 2006/07 var över 800 mm vilket är över det normala. Det gäller framför allt månaderna oktober-januari och maj-juni. I genomsnitt var avrinningen 346 mm i de nio dräneringssystem där det sker integrerad odling. Under hösten och början av vintern skedde förlusterna framför allt som totalfosfor. Under våren var förlusterna lägre och proportionen som var i löst reaktiv form var högre.

I dräneringssystemet från skiftet på Hacksta gård var årsavrinningen lika stor som från Logården, men fosforförlusterna betydligt lägre. Skiftet kultiverades i slutet av september varefter det plöjdes och höstharvades inför vintern. Halterna organiskt

kol var relativt högt i dräneringsvattnet från fältet på Hacksta.

I maj 2007 var nederbörden vid Logården 83 mm mot normala 45 mm. Skiftet C1V precisionsgödslades för havre 2/5, en vecka innan det började regna medan C1O gödslades med jämn giva över hela fältet under blöta förhållanden 16/5. Dygnet efter föll det 17 mm regn och en förhöjd avrinning registrerades i dräneringssystemen. Den mindre lyckade tidpunkten för gödningen i förhållande till nederbörden är antagligen den främsta orsaken till att läckaget av DRP blev så mycket högre från det medelgödslade C1O (0,106 kg ha⁻¹) jämfört med det precisionsgödslade C1V (0,005 kg ha⁻¹). Övriga två ytor som båda fosforgödslades den 2/5 hade ungefär samma läckageförlust av DRP under maj: C4 som precisionsgödslades (0,002 kg ha⁻¹) och C5 som medelgödslades (0,007 kg ha⁻¹).

Tider: 2006-2008

Finansiärer: SLF

Kontaktperson: Mats Söderström, SLU (projektledare), mats.soderstrom@mark.slu.se

Övriga projektdeltagare: Barbro Ulén, Maria Stenberg och Bo Stenberg, SLU

Utveckling av integrerad, ekologisk och konventionell växtodling

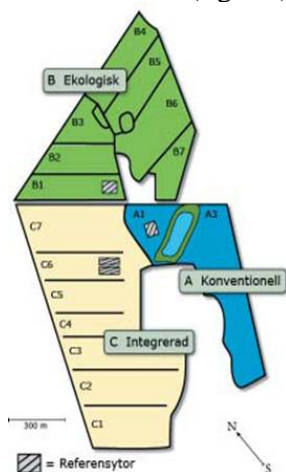
Hur skall våra odlingssystem skötas för att vi skall vara säkra på att förlusterna av kväve till luft och vatten blir små? Utlakning av kväve varierade mellan 5-50 kg per ha i enskilda grödor och år från tre odlingssystem på en mellanlera och kvävefixeringen i vall och åkerböna varierade mellan 14-107 kg N per ha. Stora variationer i olika faktorer ger svårigheter att anpassa odlingen till dessa.

Målsättning

Tidigare studier av kväveomsättning på lerjordar indikerar att det är stor variation i kväveinnehåll under hösten mellan olika platser och år samt att kväveförlusterna under hösten kan vara stora. Vi behöver mer kunskap om förlustvägarna. I det här projektet var målet att identifiera odlingsåtgärder som kan regleras och som tydligt påverkar kväveomsättningen så att ett ökat utnyttjande av insatsmedlet kväve kan uppnås för förbättrad lönsamhet och minskad miljöpåverkan.

Utförande

Projektet genomfördes på Hushållningssällskapet Skaraborgs försöksgård Logården utanför Grästorps som drivs med tre olika odlingssystem på en mellanlera med 2-3 % mullhalt (figur 6).



Figur 6. Odlingsystemen och skiftenas inbördes placering på Logården

På gården pågår sedan 1991 utveckling av integrerad, ekologisk (enligt KRAV) och konventionell växtodling inom ett odlingssystemprojekt, "Logårdsprojektet". Projektet har ett långsiktigt mål då utvärdering av olika odlingssystemens konsekvenser ur biologisk/ekologisk synpunkt kräver långsiktiga studier. De tre olika växtföljderna drivs på fasta skiften. Det konventionella systemet har en sexårig växtföljd och det

ekologiska och det integrerade har sjuåriga växtföljder, båda med grön gödslingsvallar och åkerböna i växtföljden. Det integrerade systemet brukas huvudsakligen plöjningsfritt. Driften har dokumenterats kontinuerligt sedan starten 1991. Dräneringssystemet på hela gården förnyades 2003 och utlakning av kväve mäts från hösten 2004 kontinuerligt från 18 skiften.

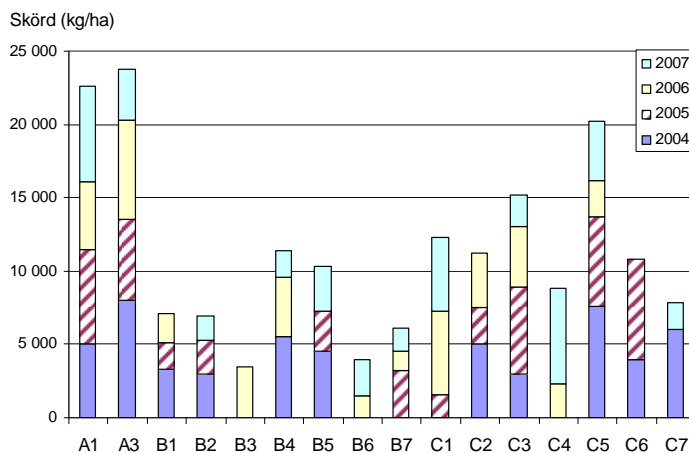
Resultat

Kväveutlakningen under sen höst och vinter var i flera fall stor (figur 8). Den årliga kväveutlakningen var 5-15 kg N från det konventionella systemet och 5-50 kg N per ha från det integrerade och det ekologiska systemet under projektåren 2004-2007. I det ekologiska systemet tillfördes kväve endast via kvävefixerande grödor, på Logården grön gödslingsvall och åkerböna vilka också odlades i det integrerade systemet. Mängden fixerat kväve beror på grödans tillväxt. En torr sommar blir inte tillväxten så stor och då blir också mängden kväve som tillförs systemet mindre. Kvävefixeringen på Logården varierade mellan 14 och 107 kg N ha⁻¹ enligt våra beräkningar. Odlingsystem med grön gödslingsvallar och med åkerböna innebär ökad risk för kväveutlakning och behöver planeras noga för att minimera riskerna. Mätningar av lustgasemissioner från några av skiftena på Logården 2005-2007 indikerade att också de gasformiga kväveförlus-

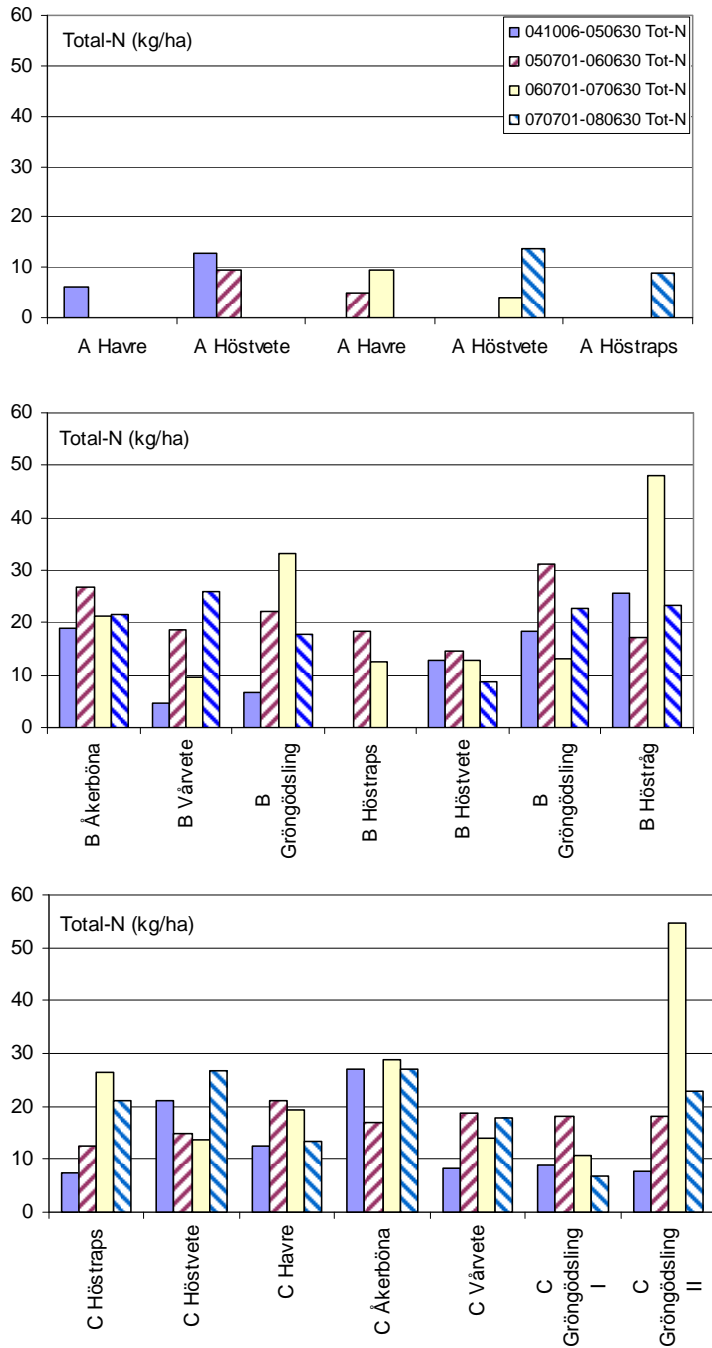
terna kan vara stora. Bra grödor (figur 7) är en viktig förutsättning för att utnyttja tillfört kväve väl och för att undvika restkvävemängder som ger ökade förluster. Vädet spelar stor roll för hur mycket kväve som frigörs från marken, för grödornas kvävebehov och för hur mycket kväve som förloaras från odlingen. Det gäller att anpassa alla åtgärder till vädet för att minska riskerna för utlakning oavsett vilket vädet blir. Det är en stor utmaning. Finns det mycket lösligt kväve i marken under perioder med riklig nederbörd och avrinning blir kväveutlakningen stor. Bra grödor från etablering till skörd är dock inte alltid en given förutsättning på en struktursvag lerjord. De flesta år går det bra men blöta och torra perioder ger betydligt mindre utrymme för jordbearbetning och andra åtgärder än på lerjordar med stabil struktur och på lätta jordar. Etableringen av grödan är ett tydligt riskmoment. Risken för vattenmät-

tade marker är också större på jordar med tät struktur. På Logården ingår vallar i två av växtföljderna, förutom för att tillföra kväve också för att förbättra markstrukturen.

Dynamiken i kvävet omsättning i odlingsystemen utvärderas i simuleringsmodellen Coup. Totala budgetar inklusive gasavgång, inlagring av kväve i marken och kväveleverans från marken under året kan beräknas för att ytterligare identifiera kritiska perioder i växtodlingen vilka kan påverkas med odlingsåtgärder. De är mycket viktiga för utveckling av analysverktyg som simuleringsmodeller då modellerna kan valideras med dessa. Vi kommer också att med hjälp av geostatistisk analys av variationen inom Logården och av simulerade och uppmätta värden kunna studera hur kvävet varierar inom skiften och inom gården.



Figur 7. Avkastning (kg ha⁻¹, 15 % vattenhalt) skördade grödor på Logården 2004-2007.



Figur 8. Utlakat ackumulerat total-N från det konventionella (A), ekologiska (B) och integrerade (C) systemet beräknat för agrohydrologiskt år som följer efter respektive gröda på Logården hösten 2004-våren 2008.

Tid och plats: HS försöksgård Logården. Projektet utfördes 2004-2007.

Finansiering: SLF

Kontaktpersoner: Maria Stenberg, 0511-67274, Maria.Stenberg@mark.slu.se

Karl Delin, HS Skaraborg, 0511-24832, Carl-Anders Helander, HS Skaraborg, 0511-248 15

Kartering av pesticider i dräneringsvatten från integrerad och konventionell växtodling

Användningen av bekämpningsmedel inom svensk växtodling är starkt reglerad. Hur pesticiden rör sig i miljön beror på till exempel dess persistens, hur länge den finns kvar innan den bryts ner, och adsorptionsförmåga, hur den fäster vid markens partiklar. Markens egenskaper har också stor betydelse för hur pesticiden rör sig. En sandig jord släpper igenom lösta ämnen snabbare än en lerig jord, men på en lerjord kan stora flöden av vatten uppstå vid riklig sprickbildning och nederbörd. Det är i allas intresse att våra odlingssystem utvecklas mot så liten negativ belastning på omgivande miljöer som möjligt. De flesta lantbrukare följer de lagar, regler och rekommendationer som reglerar användningen av växtskyddsmedel och som strävar mot ett säkert växtskydd. Trots detta hittas olika substanser i våra grund- och ytvatten. Hur kan lantbruket ytterligare minska utlakningen? I projektet följde vi utlakning av bekämpningsmedel i fältskala från skiften på försöksgården Logården som drivs enligt principen att följa riktlinjer för bästa möjliga handhavande.

Målsättning

Under tre år följdes ett antal substanser i det vatten som dränerades från en mellanlera med konventionell och integrerad växtodling. Målsättningen med projektet var att följa utlakningen av bekämpningsmedel och jämföra dessa resultat med olika åtgärder i odlingen.

Utförande

Projektet utfördes våren 2005 till våren 2008 på Hushållningssällskapet Skaraborgs gård Logården, Grästorp, med mellanlera och 2-3 % mullhalt. Där pågår sedan 1991 utveckling av integrerad och ekologisk växtodling parallellt med konventionell inom med målsättningen att utveckla växtodlingssystem som är uthålliga, produktiva och ger ändamålsenliga produkter. De olika växtföljderna drivs på fasta skiften. Det integrerade systemet brukas huvudsakligen plöjningsfritt och i systemet finns lähäckar och 3 m gräsremсор mellan skiftena för att gynna biologisk mångfald och naturliga fiender samt för att skapa en mer attraktiv landskapsbild. Ogräsbekämpning står för den största delen av den kemiska bekämpningen på Logården och därför följdes dessa i störst omfattning i projektet. I den konventionella delen används i regel reducerade doser och effektivast möjliga preparat till den aktuella ogräsfloran. I den integrerade delen används ofta ännu lägre doser och en något sämre ogräseffekt accepteras. Bekämpning av svamp och insek-

ter sker utifrån officiella bekämpnings-trösklar inom det konventionella systemet men endast vid mycket starka angrepp i det integrerade systemet. Totalbekämpning utförs några gånger i växtföljderna. Täckdikningen på hela gården förnyades 2003 och avrinningen mäts kontinuerligt från varje enskilt skifte i 18 mätbrunnar där provtagning av vatten sker automatiskt beroende av flödet. Under tre år provtogs och analyserades dräneringsvatten från fälten beroende på när och vilka pesticider som spridits, samt beroende på vilka pesticider som hittats vid första provtagningen. Drygt 70 substanser ingick som mest i analyserna. Analyserna valdes i enlighet med undersökningar i ett typområde i miljöövervakningsprogrammet som ligger i Logårdens närområde.

Resultat

Glyfosat var den substans som användes oftast under projektperioden och analyserades därmed mest frekvent och under

längst tidsperioder. På Logården hittades glyfosat ofta under perioden och i halter som ibland var relativt höga. De flesta behandlingarna gjordes efter 10 oktober men resultaten antyder att förlusterna av glyfosat efter behandlingarna efter 10 oktober var större än efter behandlingar på sommaren. Behandlingarna sommartid var oftast i växande vall medan de på hösten skedde på mark med mindre växttäckning i mindre tillväxt. Detta kan ha haft betydelse. Förlusterna av glyfosat enligt våra analyser var i medeltal 05/06 0,08 %, 06/07 0,17 % och 07/08 0,29 %. Dessa förluster indikerar en lägstnivå på förlusterna från Logården. De kan alltså ha varit högre. Som jämförelse varierade förlusterna av glyfosat enligt miljöövervakningen i närområdet mellan 0,05-0,17 % under åren 2002-2005. Högst halter av en enskild substans uppmättes av ogräsmedlet MCPA i början av juni 2005 då mycket regn föll kort efter behandling. Halterna varierade mellan 20 och 50 $\mu\text{g l}^{-1}$ i dräneringsvattnet från de tre skiften som hade behandlats. Detta stämmer med andra undersökningar som visar att störst risk för förhöjda halter sker i samband med intensiv nederbörd nära efter applicering. Den mängd MCPA som transporterades ut via dräneringsledningarna i procent av hur mycket som användes på fältet, varierade mellan 0,10-0,15 % under 2005. Under de två följande åren var både

halter och transportförluster betydligt lägre.

Resultaten från studien av pesticidutlakning från Logårdens integrerade och konventionella odlingssystem tyder på att utlakningen av pesticider påverkas av odlingsåtgärder men också att vädret i förhållande till behandlingarna har stor betydelse. Mycket höga koncentrationer av MCPA uppmättes i samband med en period med kraftig avrinning tätt efter en behandling. En lerjord med sprickbildning kan alltså innebära stora risker som kan minskas med bra väderprognoser. Detekterade halter av kvinmerak antydde att plöjd mark kan ge högre utlakning av vissa pesticider på hösten och vintern jämfört med mark som drivs plöjningsfritt. Glyfosatbehandling under senare delen av hösten kan ge större förluster än vid behandling sommartid. En övergripande slutsats är att en del risker för ökad utlakning av bekämpningsmedel går att minska genom en noggrann planering av växtodlingen i förhållande till kända egenskaper på den egna marken och med hjälp av bra väderprognoser. För att nå målet om minskad transport av pesticider från jordbruket till våra yt- och grundvatten krävs också fördjupade studier av mekanismer i odlingssystemen som lantbrukaren kan påverka för att ge underlag om hur åtgärderna i fält påverkar risken att pesticider hamnar i yt- och grundvatten.

Tabell 2. Högsta uppmätta halter och transportförluster i dräneringsvattnet under en 3-årsperiod (april 2005-april 2008), inkluderande de substanser som applicerades vid mer än ett tillfälle (H= herbicid, N=nedbrytningsprodukt)

Substans	Typ	A	N	n	Maxhalt ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Maxförlust	Medianförlust
amidofururon	H	5	17	8	0,8	0,13%	0,01%
fluroxipyr	H	5	25	19	2,6	0,006%	0,001%
Glyfosat	H	16	133	128	10	0,51%	0,11%
AMPA	N		133	105	5	0,25% ¹	0,09% ¹
jodsulfuronmetyl	H	3	5	1	0,1	0,10% ²	0,02% ²
metsulfuronmetyl	N		5	5	0,8		
klopyralid	H	4	19	13	9,9	0,12%	0,05%
kvinmerak	H	2	16	8	0,58	0,01%	0,006%
MCPA	H	8	47	31	50	0,15%	<0,001%
metazaklor	H	3	7	4	0,06	<0,001%	<0,001%
tribenuronmetyl	H	1	8	0			

A = Antal skiften som behandlades med efterföljande analyser av dräneringsvattnet.

N = Antal analyserade prov totalt.

n = Antal prov (av N) med påvisad halt.

¹ = Förlusten av AMPA är beräknad utifrån applicerad mängd glyfosat. Beräknades separat då AMPA inte är en relevant metabolit.

² = Samlad förlust, dvs inklusive den biologiskt aktiva nedbrytningsprodukten metsulfuronmetyl.

Tid och plats: Hushållningssällskapet Skaraborgs försöksgård Logården utanför Grästorps i ett odlingsystemprojekt startat 1991. Projektet utfördes 2004-2007.

Finansiering: 2004-2007 av SLF.

Kontaktpersoner: Maria Stenberg, 0511-67274, Maria.Stenberg@mark.slu.se
Jenny Kreuger, 018-672462, Jenny.Kreuger@mark.slu.se

Jordbearbetningssystem på lätt och styv lera - produktion, ekonomi och risk för kväveförluster i två försök med sexåriga växtföljder

Minimerad jordbearbetning har blivit alltmer intressant som ett medel att minska produktionskostnader och miljöpåverkan inom jordbruket. I två långliggande försök med olika lerhalt på Östad säteri jämförs tre olika bearbetningssystem i sexåriga växtföljder.

Målsättning

att jämföra hur olika intensiva jordbearbetningssystem påverkar produktionsförmågan, miljö och produktionskostnader under flera växtföljdsomlopp.

att jämföra de olika bearbetningssystemen i två försök med olika lerhalt.

att undersöka om en grüngödslingsgröda påverkar växtföljden positivt.

Utförande

Undersökningen, som startade 1996/1997, utförs på Östad säteri, utanför Alingsås, i två fältförsök med olika lerhalt. I båda fallen tillämpas sexåriga växtföljder med viss anpassning till jordarten. I båda växtföljderna finns höstsådda och vårsådda spannmålsgrödor samt åkerbönor (tidigare våroljeväxter). Vidare jämförs hur en grüngödslingsgröda påverkar växtföljden i förhållande till en växtföljd utan grüngödsling. Alla grödor finns representerade varje år i de båda försöken. I respektive fält med de olika grödorna utförs tre olika bearbetningsstrategier med avseende på olika intensiteter: Konventionell, reducerad samt extremt reducerad bearbetning.

Utöver skördemätningar studeras ogräsförekomst och i försöket med lättare lera tas jordprov tre gånger under säsongen för att studera mängden mineralkväve i marken. Undersökningen planeras att i första hand genomföras under två sexåriga växtföljdsomlopp.

Resultat

I försöket på den lättare jorden är avkastningen i de höstsådda grödorna högst i leden med konventionell bearbetning, medan i de vårsådda grödorna var skillnaderna i avkastning mindre mellan bearbetningsstrategierna. I försöket med styvare lera har i samtliga fall ledet med konven-

tionell bearbetning haft den högsta genomsnittliga avkastningen. I en förenklad ekonomisk analys har på lättjordsförsöket ledet med extremt reducerad bearbetning givit det klart bästa ekonomiska resultatet sett till hela växtföljden. I försöket på den styvare leran var skillnaden i det ekonomiska utfallet betydligt mindre mellan de olika bearbetningsstrategierna.

2008 var det sista försöksåret och resultaten kommer att slutrapporteras under 2009.

Resultat från undersökningen för åren 1996-2003 har rapporterats i:

Lundström, C., Roland, J., Tunared R., & Lindén, B. 2004. Jämförelser mellan jordbearbetningssystem på lätt och styv lera. Avdelningen för precisionsodling. Skara 2004.

Tid och plats: Försöken genomförs på Östad Säteri, 1996-2008.

Finansiering: Östadsstiftelsen

Kontaktperson: Johan Roland
0511-67139, 0510-530005
Johan.Roland@mark.slu.se

Undersökningen sker i samarbete med Avdelningen för jordbearbetning vid Institutionen för markvetenskap, SLU Uppsala

Digital kartering och pedometri

Digital markkartering handlar om att skapa och samla in data till georefererade databaser med en viss spatial upplösning. Data härstammar från metoder för fält- och laboratorieanalyser kopplade till miljödata via kvantitativa samband. Digitala data från fjärranalys, proximala mark- och grödsensorer liksom klassisk markkartering kombinerade med positioneringssystem är utgångspunkten. Tekniker för insamlande av sådana fältdata är bl.a. mark, flyg eller satellitburna sensorer för spektral bildanalys och diffus reflektansanalys (t.ex. nära infraröd spektroskopi; NIR), mark- eller flygburna sensorer för mätning av gammastrålning samt markburen dito för elektrisk konduktivitet. Genom trådlösa sensornätverk kan man även genomföra effektiv datainsamling med syfte att studera variationen i tiden.

Pedometri innefattar tillämpningen av matematiska och statistiska metoder på ovanstående data för att studera distributionen av marktyper. Målet för pedometrin är att uppnå en bättre förståelse för marken som ett fenomen som varierar över olika skalor i tid och rum. Utan denna förståelse blir det inte bara omöjligt att anpassa odlingen till förutsättningarna på varje enskild plats och i varje enskilt bestånd utan den är också en förutsättning för vetenskaplig värdering av marken och de agrara, ekologiska och hydrologiska system den är en del av.

Ny markkarteringsstrategi anpassad för modellering och precisionsodling

Vid markkartering idag är antalet provpunkter normalt begränsat till omkring ett prov per hektar. I dagens tillämpade precisionsjordbruk är en betydligt högre upplösning möjlig för olika insatser såsom gödsling och kalkning. De kartor som skall tjäna som underlag för platsspecifika insatser måste alltså vara av större noggrannhet än vad som är möjligt utifrån ett prov per hektar. Med hjälp av nära infraröd (NIR) spektroskopi skulle det kunna vara möjligt att öka antalet provpunkter utan att kostnaderna nödvändigtvis blir högre.

Målsättning

Att utveckla strategier för att välja ut minsta möjliga antal representativa referensprov för fullgoda NIR-kalibreringar utifrån kunskap om platsen och redan tillgängliga data.

Att utveckla strategier för att välja ut minsta möjliga antal provplatser som kan interpoleras till exakta jordartskartor utifrån kunskap om platsen och redan tillgängliga data.

Att visa på möjligheten och bästa teknik för att kalibrera lokala NIR-modeller med få referensprov.

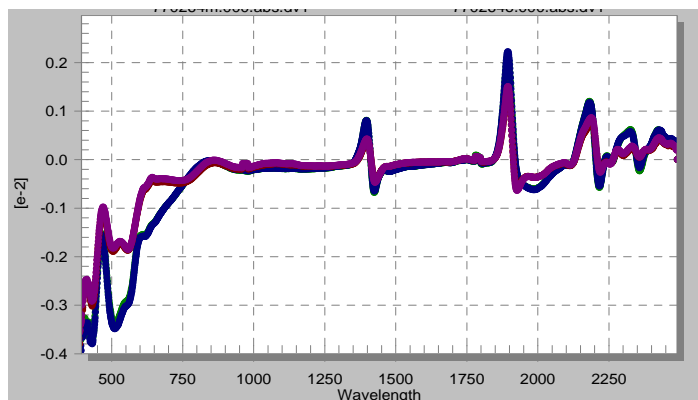
Att visa på möjligheten och bästa teknik för att interpolera NIR-predikterade data till noggranna jordartskartor.

Att visa på kostnaderna för erforderlig kartering i förhållande till konventionell kartering.

Utförande

All datainsamling slutfördes under 2007. De markparametrar som ingår i projektet är: textur indelat i sand, silt och ler, mullhalt, totalkväve, pH samt AL-extrakt av P, K, Ca och Mg. Två gårdar på omkring 100 ha vardera har utnyttjas för att utveckla strategier för att välja ut provpunkter och vilka som skall utnyttjas som referensprov. Gårdarna karterades innan försöket med EM-38 och flyg- alternativt satellitbilder, beroende på vad som fanns tillgängligt. Dessa karteringar användes som grund för

utplacering av provplatser och jämfördes med rutvis kartering. Förutom de två karteringarna användes även variationen i NIR-spektrum för val av referensprover som de klassiska analyserna skall utföras på. Fyra platser har provtagits och analyserats: Hacksta mellan Strängnäs och Enköping, Sjöstorp utanför Lund, Bränneberg på Varaslätten och Kärrtorp mellan Skara och Skövde. Hacksta och Bränneberg domineras av lerjord medan Kärrtorp och Sjöstorp är mindre leriga med inslag av sand- eller mojordar.



Figur 9. Exempel på NIR-spektrum från några olika jordar. I det här fallet är spektrumen deriverade för att framhäva svaga signaler och för korrigerande av baslinjen.

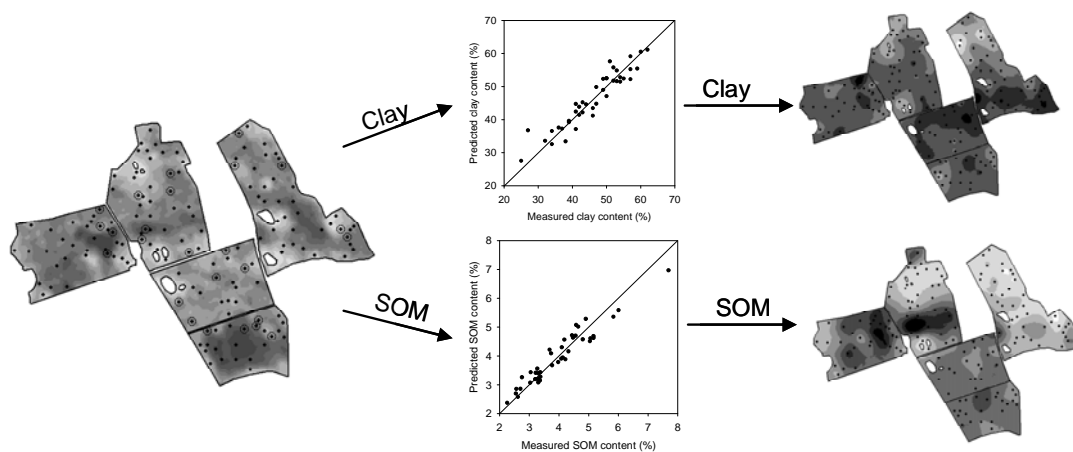
Resultat

Skillnaderna mellan de olika urvalsprinciperna för jordprov var väldigt liten. Inför provtagning av valideringsgårdarna användes därför elektrisk konduktivitet för urvalet. Orsaken var att NIR förutsätter att man kan bestämma vilka prover det skall göras referensanalyser på kan bestämmas först efter det att NIR-analysen skett och data utvärderats. Satellitbilder å andra sidan kan vara svåra att få heltäckande från en hel gård med samma marktäckning. Elektrisk konduktivitet är inte lika känsligt för sådana variationer och är relativt lätt att mäta. Mull- och lerhaltsdata från Hacksta har hittills blivit mest utvärderade och resultaten visar att kombinationen med NIR och elektrisk konduktivitet resulterar i betydligt mer detaljrika och korrekta markkartor än den gängse metoden med 0,5 prov per ha i ett rutnät (Wetterlind et al. 2008). Validering av NIR-kalibreringar för alla ingående parametrar har gjorts på Hacksta och Sjöstorptorp (Tabell 4). Med enbart 25 prov för kalibrering predikterades resterande prov mycket väl för lerhalt på båda gårdarna. Sand, mullhalt och totalkväve predikterades väl på Hacksta, men 25 prov visade sig vara väl få för dessa parametrar på Sjöstorptorp. Trolig orsak till detta är att Sjöstorptorp är geologiskt uppdelad på gränsen mellan

den baltiska moränen och nordostmoränen. För prediction av pH och P-, K-, och Mg-AL, behövdes mer än 25 kalibreringsprov på båda gårdarna, men då kunde fullt användbara kalibreringar göras även för dessa parametrar. Silt gick inte att prediktera oavsett antal kalibreringsprov.

Förutom att bara använda de 25 lokala kalibreringsproven testades även att prediktera valideringsproven med en nationell kalibrering bestående av 400 referensprov från Svensk åkermark. Generellt gav dessa kalibreringar sämre resultat, men genom att spetsa det nationella datasetet med 5, 10, 15, 20, och 25 av de lokala kalibreringsproven uppnåddes för det mesta resultat likvärdiga med den lokala modellen annat än i enstaka fall då sämre eller marginellt bättre resultat uppnåddes (Figur 11).

För jordartsbestämning finns en tydlig potential i att använda NIR för billig och rationell markkartering. Tjugofem prov kan dock vara i minsta laget ibland. Den presenterade strategin behöver förfinas och möjligheterna att kombinera lokala och nationella kalibreringsprov är ännu inte färdiganalyserade.

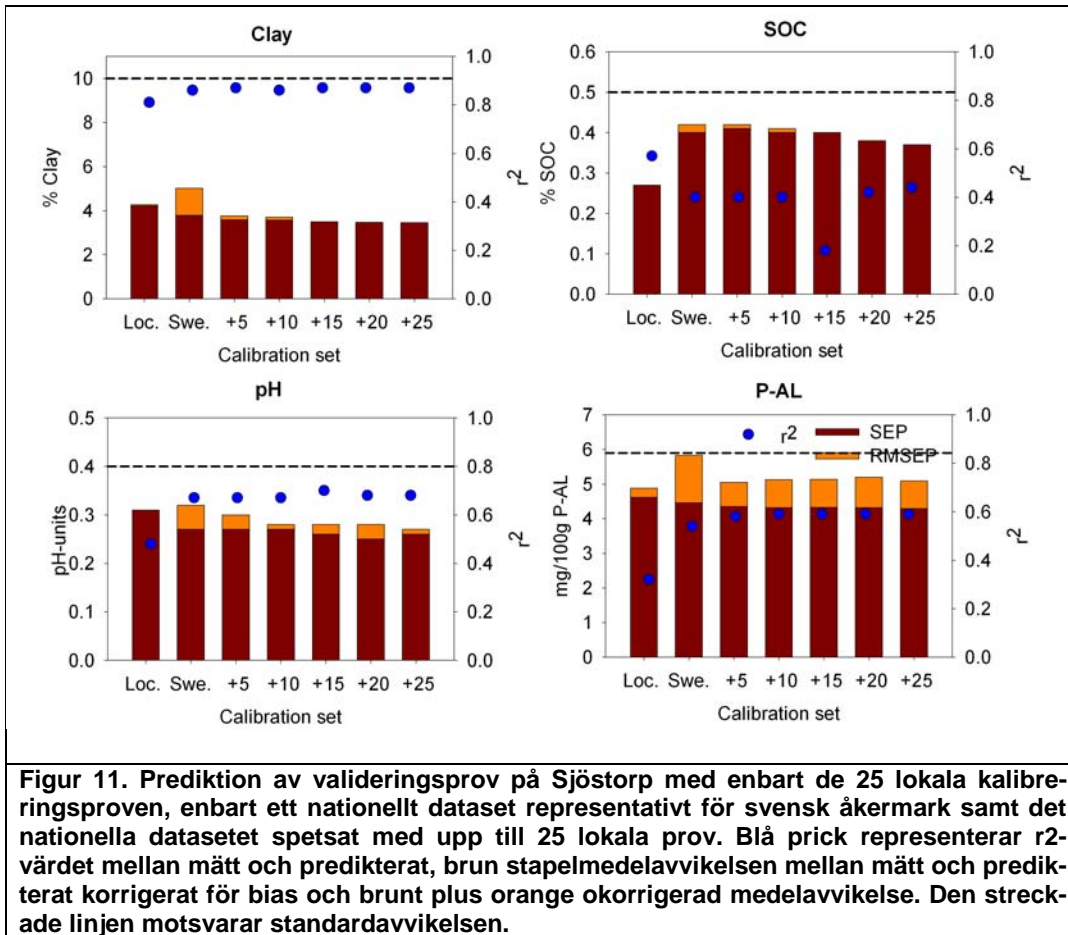


Figur 10. Principbild från Hacksta där prover valda utifrån elektrisk konduktivitet till vänster använts för att prediktera återstående prov med NIR. Valideringsprov från dessa visas i mitten. Kartor över ler- och mullhaltsvariationer kan sedan interpoleras med geostatistiska metoder till höger.

Tabell 3. Prediction results from NIR or VisNIR calibration models at Hacksta and Sjöstorp in step two, comparing the three different sample distribution strategies.

	REG ₁				EC ₂				SAT ₃			
	PC ₄	R ²	RMSEP	RPD	PC	R ²	RMSEP	RPD	PC	R ²	RMSEP	RPD
Hacksta												
Clay (%)	4 _n	0.81	3.6	2.3	6 _n	0.77	4.0	2.1	6 _n	0.79	3.8	2.2
Silt (%)	5 _v	0.58	4.2	1.6	6 _n	0.34	5.3	1.2	5 _v	0.61	4.1	1.6
Sand (%)	10 _v	0.81	3.6	2.3	7 _n	0.85	3.3	2.6	10 _v	0.87	3.0	2.8
pH	4 _v	0.28	0.23	1.2	8 _v	0.39	0.21	1.3	9 _v	0.50	0.19	1.4
SOM _C (%)	9 _n	0.86	0.32	2.8	6 _n	0.90	0.28	3.1	7 _n	0.87	0.31	2.8
SOM _{LI} (%)	8 _v	0.88	0.48	3.0	7 _n	0.87	0.51	2.8	11 _v	0.89	0.47	3.0
tot N (%)	2 _v	0.45	0.040	1.4	7 _n	0.85	0.021	2.6	10 _v	0.89	0.018	3.0
P-AL (mg 100g ⁻¹)	6 _v	0.51	4.9	1.4	10 _n	0.45	5.2	1.4	6 _v	0.66	4.1	1.7
K-AL (mg 100g ⁻¹)	4 _n	0.74	2.3	2.0	5 _n	0.74	2.3	2.0	8 _n	0.50	3.2	1.4
Mg-AL (mg 100g ⁻¹)	2 _v	0.67	7.3	1.8	3 _n	0.77	6.1	2.1	5 _v	0.75	6.4	2.0
Sjöstorp												
Clay (%)	4 _v	0.80	4.1	2.3	5 _n	0.89	3.0	3.1	2 _n	0.82	3.9	2.4
Silt (%)	1 _n	0.04	3.6	1.0	2 _n	0	3.9	1.0	1 _v	0	3.7	1.0
Sand (%)	5 _n	0.72	6.0	1.9	4 _v	0.74	5.8	2.0	6 _n	0.75	5.6	2.0
pH	1 _v	0.64	0.28	1.7	7 _n	0.56	0.31	1.5	1 _v	0.59	0.30	1.6
SOM _{LI} (%)	7 _n	0.59	0.54	1.6	7 _n	0.60	0.53	1.6	3 _n	0.55	0.57	1.5
tot N (%)	9 _n	0.55	0.026	1.5	7 _n	0.56	0.025	1.5	3 _n	0.49	0.027	1.4
P-AL (mg 100g ⁻¹)	7 _n	0.57	3.4	1.5	7 _n	0.31	1.3	4.0	7 _n	0.70	2.8	1.9
K-AL (mg 100g ⁻¹)	11 _n	0.49	3.8	1.4	4 _n	0.24	4.7	1.2	2 _v	0.16	4.9	1.1
Mg-AL (mg 100g ⁻¹)	7 _n	0.56	3.4	1.5	9 _n	0.69	2.8	1.8	9 _v	0.72	2.7	1.9

¹ REG_{REG} at Hacksta, REG_{NIR} at Sjöstorp² EC_{EC} at Hacksta, EC_{NIR} at Sjöstorp³ SAT_{SAT} at Hacksta, SAT_{NIR} at Sjöstorp⁴ Number of PLS components used in the model. n is models using NIR measurements, v is models using VisNIR measurements



Tid och plats: Projektet skall slutredovisas under 2009

Finansiering: SLF

Kontaktperson: Bo Stenberg 0511-67276
Bo.Stenberg@mark.slu.se

Övriga projektdeltagare: Mats Söderström; Johanna Wetterlind SLU

Platsspecifik snabbbestämning av skördebegränsande markfysikaliska egenskaper

För att det skall vara möjligt att framgångsrikt anpassa odlingsåtgärder i precisionsodling räcker det inte med att känna till variationer i grödan från exempelvis skördekartor eller N-sensormätningar. Dessa anger enbart det historiska utfallet, men säger ingenting om orsakerna. Relationer mellan skörd och markfysikaliska parametrar, speciellt variationer i alven, är mycket lite studerade. Inte desto mindre är det rimligt att anta att skördebegränsande faktorer i många fall står att finna i alven bland fysikaliska parametrar, särskilt sådana som påverkar vattnets tillgänglighet och rötters penetrationsförmåga.

Målsättning

Att utveckla ett redskap som samtidigt gör NIR- och penetrationsmätningar on-line på olika djup i markprofilen, och att utvärdera dess potential att mäta textur, mullhalt, penetrationsmotstånd samt vattenhalt, vattenretention och ev. uttorkning

Att relatera resultaten från snabbmätningarna och de traditionella mätningarna till variationsmönster i skörd

Att utreda orsakssambanden mellan mätta markegenskaper (rotdjup/vattenförhållanden) och skördemönster

Utförande

Försöket har utförts på Kvarngärde strax väster om Uppsala. Tjugo referenspunkter fördelades över ca 10 ha av fältet för att täcka in så stor del av jordartsvariationen som möjligt. I varje punkt gjordes följande mätningar till 1 m djup i 10 cm intervall:

Texturanalys

Mullhalt bestämd med LECO.

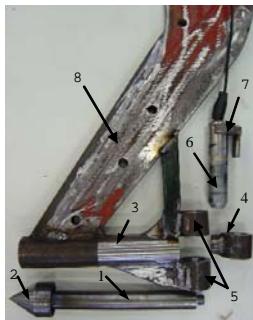
Vattenhållande förmåga och genomsläpplighet i oströrda jordprover.

Vattenhalten bestämdes gravimetriskt 3 ggr under vegetationsperioden.

NIR-mätningar gjordes tre ggr under vegetationsperioden. Dels direkt i fält och dels på jordprover på lab, både torkade och vid befintlig vattenhalt. Maximalt rotdjup bestämdes varannan vecka under vegetationsperioden.

Vid fastläggningen av försöken gjordes en punktvis bestämning av markens penetromotstånd och resistivitet.

Förutom dessa punktmätningar, mättes elektrisk konduktivitet, markens hållfasthet och NIR-mätningar on-line.



Figur 12. Detaljer till horisontell penetrometer. 1- tryckstång, 2-konisk spets, 3-hylsa, 4-kraftöverföringshylsa, 5-mothållshylsor, 6-kraftgivare, 7-låsstycke, 8-plogkropp.



Fig 13. NIR-hållare monterad på penetrometerbillen.

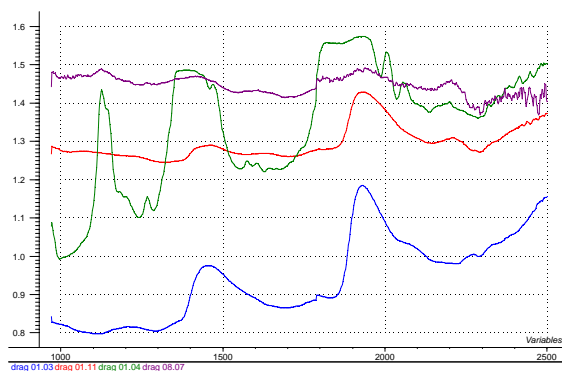
Resultat

Under de två första åren har referenspunkterna följts och prover har tagits. Analys av dessa fortgår. Dessutom har en bill för automatisk mätning av det horisontella penetrationsmotståndet under färd utvecklats (figur 12) Under 2005 kompletterades denna också med en prob för samtidig mätning av NIR-spektrum via fiberoptik.

Mätningar med penetrometern har fungerat bra för samtidig mätning vid 10 cm och i plogsulan, men med en bill även på 50 cm blir det ofta för tungt och svårt att få ned billarna till rätt djup. Preliminära resultat visar på vissa samband med tidigare års skördekartor.

NIR-proben placerades bakom billen för att sitta skyddad och kunna mäta i den fåra som billen bildar (figur 13).

Resultaten från NIR-mätningar on-line visar att det går att få fina spektrum, men att det är svårt att få proben att gå med stabil höjd i förhållande till jordytan. Oftast går proben en bit ovanför. Detta ger svagare signal och ibland mycket brusiga spektrum. Spektrum med inslag av halm är lätt urskiljbara från jordspektrum (figur 14).



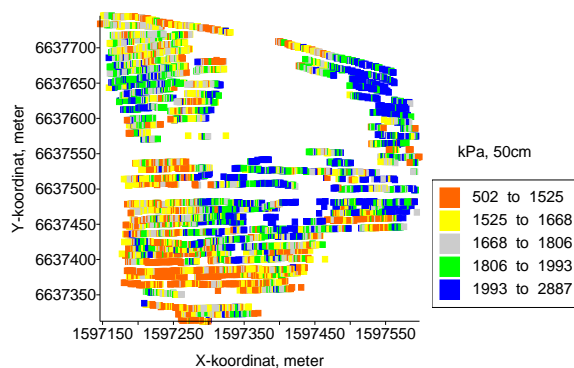
Figur 14. Otransformerade absorptionspektrum ($1/\log(\text{reflektans})$) från Bra spektrum (blå), Normalt spektrum (röd), Svag signal (lila) och med Halm (grön).

Tid: Projektet skall slutredovisas under 2009

Finansiering: SLF och VL-stiftelsen

Kontaktperson: Bo Stenberg 0511-67276
Bo.Stenberg@mark.slu.se

Projektet utförs i samarbete med Avdelningen för jordbearbetning och JTI.



Figur 15. Exempel på upplösning av data efter filtrering för kompensation av variation i mättdjup. Penetrationsmotstånd på 50 cm djup.

Optimering av metod för att analysera mullhalt och ler med nära infraröd reflektansspektroskopi (NIR)

Vi vet att generella kalibreringar för NIR-bestämning av lerhalt kan göras på lab (torrade och malda prov), men också att det inte går så bra att mäta mullhalt. Detta trots att organiskt material ger direkt signal i det nära infraröda området. Vi har tidigare visat att högt innehåll av sand och mopartiklar kan störa kalibreringarna och att de skulle fungera för enbart relativt leriga jordar. Uppenbarligen absorberar humus trots allt svagt i NIR-spektrum från mineraljordar. Det finns emellertid andra studier som visar att mullhalten bättre kan predikteras om även den synliga delen av spektrum (350-780 nm) inkluderas. En orsak anses vara att ljusheten i provet är en viktig egenskap i det synliga området. Men trots det faktum att en jord är mörkare ju mer humus den innehåller spelar även textur, mineralogi och inte minst fuktighet in. I några studier tycks ett visst fukttinnehåll förbättra prediktionsförmågan av humus. Vatten absorberar mycket starkt i NIR-området och hög vattenhalt befaras ofta överskugga annan absorption i närliggande överlappande band. Likaså är NIR-området känsligt för ljusspridningseffekter, vilket gör att ett prov med grov struktur reflekterar mindre. Vid oförsiktig omblandning av prov faller finare partiklar nedåt och ytstrukturen blir grövre. NIR-spektroskopi penetrerar provet mycket lite och denna stratifiering av provet skulle också kunna påverka spektrumens representativitet om stratifieringen även gäller jordens kemiska och fysikaliska sammansättning.

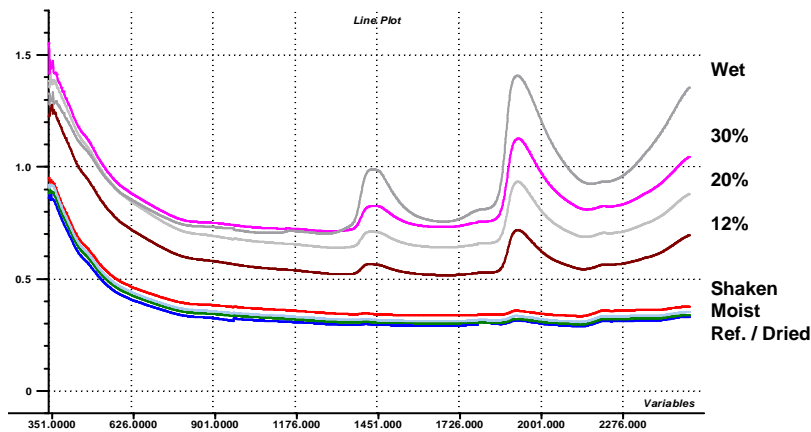
Målsättning

Utreda möjligheterna att ta fram generella kalibreringar även för mullhalt, liksom de som finns för lerhalt, genom att inkludera den synliga delen av spektrum och utreda om standardiserad fuktighet kan utnyttjas för att förstärka humusens specifika absorption i NIR-området. Dessutom avsågs att utvärdera effekten på prediktion av ler- och mullhalt även av annan förbehandling av jordprov, såsom stratifiering genom skakning, torkning i 35°C eller uppfuktning i hög luftfuktighet, omedelbart innan NIR-analys.

Utförande

Till projektet har ett urval på ca 400 jordar gjorts från proverna i studien "Tillståndet i svensk åkermark" som tidigare analyserats med enbart NIR-området (1000-2500 nm). Tvåhundra prover med lerhalt över 30% och 200 med lerhalt under 30% sorteras fram så att en så jämn spridning i både mull- och lerhalt uppnåddes utan någon intern korrelation.

Synligt och NIR-spektrum mäts på samtliga prov i sitt befintliga torra och malda skick, torkat ett dygn i 35°C samt i ökande grad av fuktighet i fyra nivåer (80 % luftfuktighet ett dygn, 12, 20 och 30 vol-% tillsatt vatten). Dessutom inkluderades ett led där provet skakades före analys i avsikt att skapa en jämn mätyta. I övrigt plattades provet försiktigt ut för att undvika stratifiering av partikelstorlekar.



Figur 16. Effekt på absorptionspektrum av de olika behandlingarna. "Wet" innebär att 12 vol-% vatten utöver de 30 inte tilläts absorberas i provet utan fritt vatten fanns ofta på ytan.

Resultat

Generellt blev resultaten något bättre genom att inkludera synligt ljus. Samtliga redovisade resultat avser dessa spektrum i fortsättningen. Att torka proven eller fukta dem i hög luftfuktighet påverkar spektrum mycket lite. Att skaka provet ger en svagt högre påvisad absorbans över hela spektrumet (Figur 16). Detta beror på att ytan då består av grövre partiklar, vilket ökar ljus-spridningen och mindre ljus reflekteras. Det är alltså en artefakt. Tillsatt vatten ger på motsvarande sätt en lägre reflektans, men den tydligaste skillnaden i övrigt är att de båda vattentopparna vid 1400 och 1900 nm, som är karaktäristiska för ett jord-spektrum, ökar kraftigt.

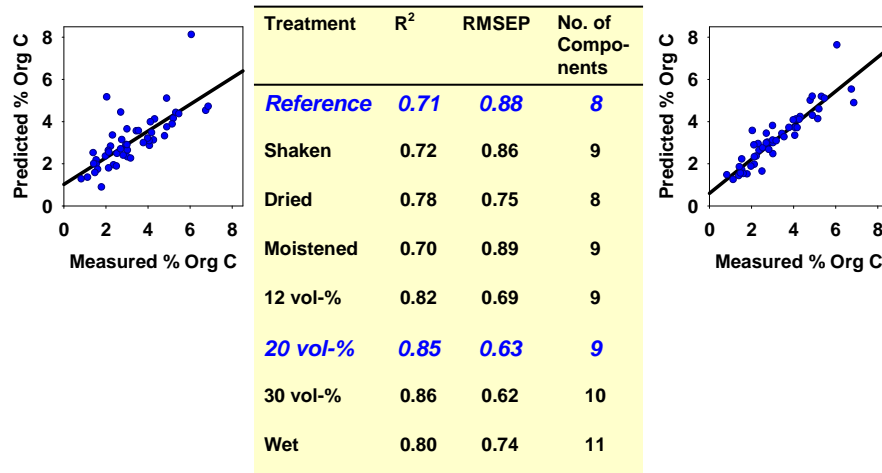
Resultaten visar tydligt positiva effekter av en standardiserad mängd tillsatt vatten för prediktion av både organiskt kol och lerhalt, men också att fritt vatten på ytan reducerar den positiva effekten (Figur 17 och 18). För lerhalt kan förbättringen härledas (data ej visade här) till tydligare differentiering av lerhalt i vattentopparna vid 1400 och 1900 nm. I de lufttorra proven har prov med hög lerhalt högre vattenhalt eftersom ler adsorberar vatten bättre än sand. Med tillsatt vatten blir det däremot tvärtom eftersom det blir mer fritt vatten i en sand-

jord, och detta absorberar starkare i NIR-området. För organiskt kol kan förbättringen till följd av tillsatt vatten till stor del härledas till absorptionsband kring 1720 nm och 2250-3350 nm (data ej visade här). Detta är områden kända för att absorbera svagt i NIR, men mekanismen varför inverkan av organiskt material blir starkare med tillsatt vatten är fortfarande oklart. Däremot visade det sig att det var jordar med mycket sand som stod för den avgörande delen av förbättringen när prediktionsfelen prov för prov jämfördes (Figur 19). Slutsatsen är att den kraftiga positiva effekten för organiskt kol av standardiserad fuktning av jordar med mer än 60 % sand/grovmo legitimerar merarbetet med fuktning av prov. Förutsättningen är att kalibreringar görs för både lufttorra jordar samt med 20 vol.-% vatten.

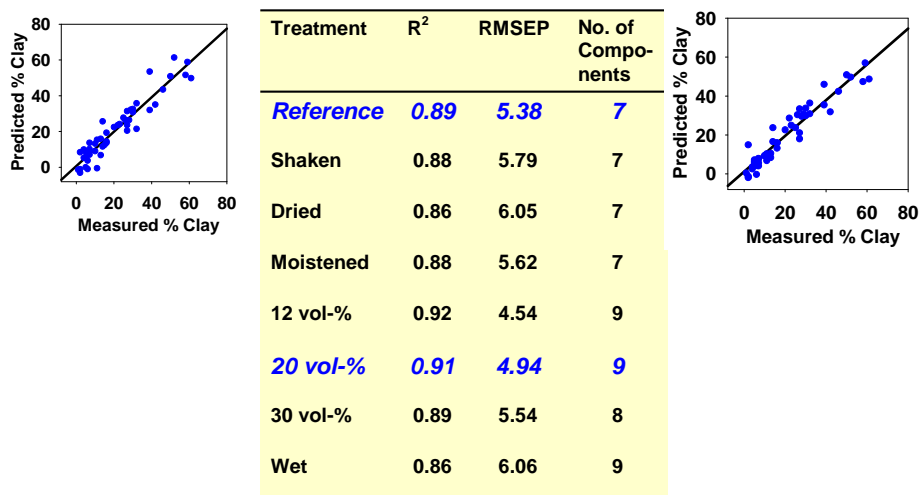
Tid: Projektet slutrapporteras 2009.

Finansiering: SLF

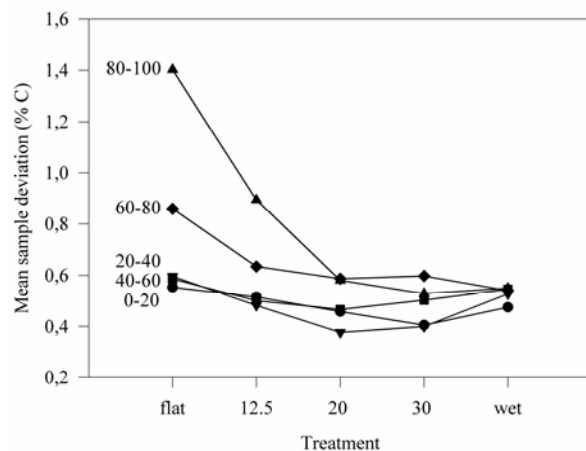
Kontaktperson: Bo stenberg 0511-67276
Bo.Stenberg@mark.slu.se



Figur 17. Effekt av de olika förbehandlingarna på förmågan att prediktera mängden organiskt kol. Korrelationen mellan mätt och predikterat för referensen visas till vänster och för 20 vol-% tillsatt vatten till höger. RMSEP = Root mean squared error of prediction.



Figur 18. Effekt av de olika förbehandlingarna på förmågan att prediktera lerhalten. Korrelationen mellan mätt och predikterat för referensen visas till vänster och för 20 vol-% tillsatt vatten till höger. RMSEP = Root mean squared error of prediction.



Figur 19. Effekt på prediktionen av organiskt kol av tillsatt vatten (vol-%) för olika sandklasser i %: 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 och 80-100.

Beslutsunderlag för kvävestyrning i real-tid baserat på sensordata, databaser och modellsimuleringar – informationsfusion inom precisionsodling

Inom precisionsodling genereras en stor mängd data som ska hanteras vid både insamling, bearbetning, analys och presentation. Problemet är att en stor del av denna data-mängd insamlas i olika system och fler format än de sedan skall användas i. Data samlas med varierande täthet över fältet och data från flera år bör bearbetas och utvärderas samtidigt. Idag kombineras i regel inte data som samlas in i realtid med andra typer av data vid behovsberäkningar. Om kommunikationen mellan olika datakällor fungerade bättre, och om dessutom modellkörning i realtid möjliggjordes, så är det sannolikt att odlingsinsatserna skulle kunna optimeras till gagn för både miljö och produktionsresultat.

Målsättning

Projektets målsättning är att utveckla reella system för kvävestyrning utifrån ekonomi- och miljökriterier som kan hantera modeller, sensorer och databaser i realtid med avseende på robusthet, hastighet och precision.

Utförande

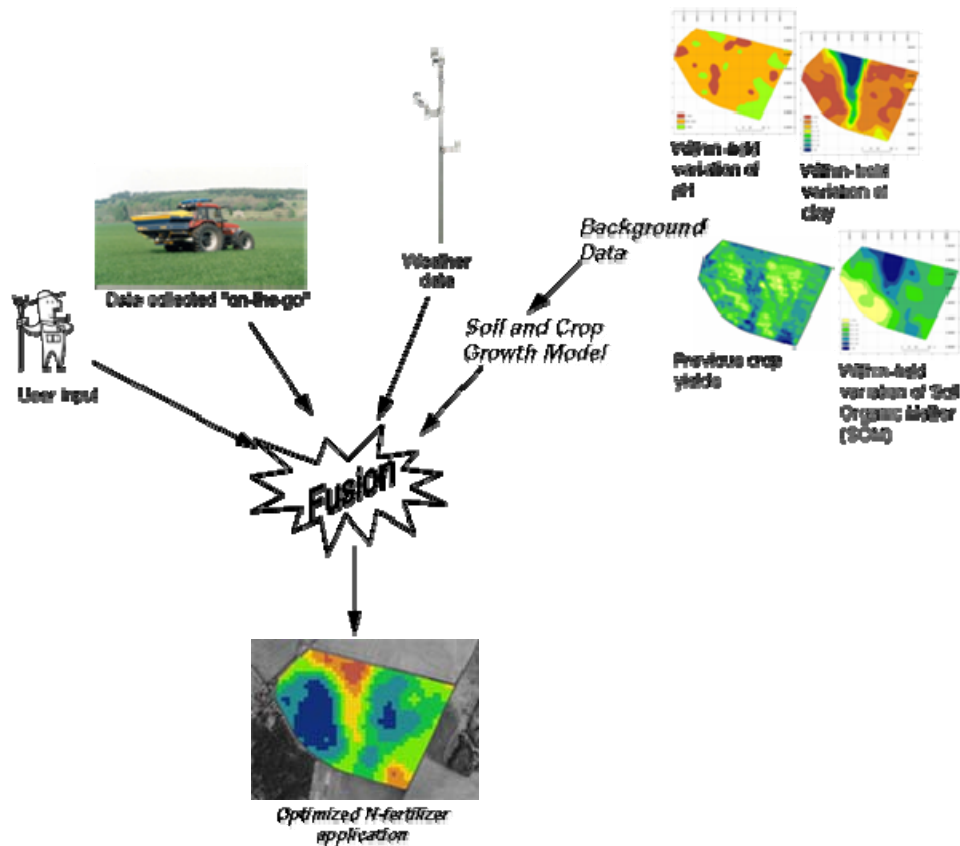
Projektet syftar till att tillämpa informationsfusionsmetoder inom precisionsodling, i samarbete med forskningsprogrammet Information Fusion på Högskolan i Skövde. Projektet inriktas mot kvävestyrning och som huvudsaklig realtidsdata kommer Yara N-sensorn att utnyttjas som ett praktiskt fungerande typexempel. Målet med projektet är att kunna utnyttja flera olika datakällor samtidigt för att optimera varierad kvävegödsling (figur 20). Arbetet är indelat i tre olika delprojekt med delvis olika inriktningar.

I det första delprojektet inventeras tillgängliga mark- och tillväxtmodeller med avseende på funktionalitet och användbarhet för precisionsodling. Samtidigt undersöks vilka variabler som är väsentliga och realistiska, vilka som är utbytbara mot sensor-data eller pedotransferfunktioner, samt vilka möjligheter det finns att låta realtidsmätningar av grödans status påverka utfallet. Målet är att utveckla system för hur modellen kan kombineras med N-

sensormätningar i real-tid för ekonomisk och miljömässig optimering av tilläggs-givror av kväve.

I det andra delprojektet är utgångspunkten den eller de modeller och variabler som identifierades i det första delprojektet samt N-sensormätningar och data från väl karterade (jord- och skördearterade) precisionsodlingsgårdar (t ex Hacksta, Logården och Bjertorp). Målsättningen är att utveckla gränssnitt mellan utdata och realtidsdata från N-sensorn så att data från N-sensorn tillåts anpassa modellerna utifrån faktiska förhållanden.

I det tredje delprojektet utreds hur förhållandet mellan analysnoggrannhet och geografisk upplösning i bakgrundsdata påverkar realtidsmodellens upplösning och noggrannhet. Projektet går ut på att skapa en modell för detta förhållande som med hänsyn till kostnader för provtagning och analys kan användas för att välja optimal metod under givna förutsättningar.



Figur 20. Platsspecifika odlingsinsatser skulle underlättas om kommunikationen mellan olika datakällor fungerade bättre och om man kunde kombinera data som är insamlat vid olika platser och tidpunkter.

Modellen kan tas fram med simulerade data och illustreras och valideras mot data med stor täthet och olika metoder som kommer att finnas tillgängliga från vissa fält (t ex på Bjertorp, Hacksta och Egonsborg). Interpolering kommer att ske med geostatistiska metoder och betydelsen i realtidsmodellen kommer att studeras.

Tid: 2006 – 2011

Finansiering: KK-stiftelsen, Högskolan i Skövde och Agroväst.

Kontaktperson: Lina Nolin 0500 – 448632 lina.nolin@his.se

Strategi för att minimera kadmium i jordbruksmark och gröda

Projektet ingår som ett kadmiumtema i projektet ”Mervärden som Märks – en efterföljare till Mat 21 och samfinansieras av SLF och MISTRA. Syftet med Cd-temat är att föreslå en samlad strategi för att minimera Cd i jordbruksmark och gröda, att identifiera möjliga vägar att minska grödornas innehåll av Cd och belastningen på konsumenterna via intag av föda, samt att analysera konsekvenserna av ett tänkt genomförande av dessa strategier. Projektet består av flera delprojekt. Ett av dessa delprojekt handlar om inomgårdsvariation av Cd och dess koppling till jordens ursprung.

Målsättning

Det delprojekt som redovisas här handlar om att utvärdera orsaker till variation i kadmium i jord och gröda. Hypotesen är att jordartsgeologin till stora delar styr denna variation och att det därmed är möjligt att utifrån god kännedom om den jordartsgeologiska utvecklingen samt modermateriallets sammansättning i ett område göra en riskuppskattning för Cd i gröda som stöd för rekommenderad provtagningsstrategi.

Utförande

Undersökningar utförs på två gårdar på Österlen och en i västra Östergötland. På båda platserna finns fält som producerar höga Cd-halter i grödor och sådana som inte gör det, och som är belägna i områden där man tidigare registrerat höga halter. Vi har med hjälp av Sveriges Geologiska Undersökningars jordartsgeologiska kartor och fältstudier avgränsat olika jordartsområden och startat provtagning för att studera inomgårdsvariationen i Cd-halter i marken, sambandet mellan Cd-halter i grödorna å ena sidan och Cd-halten i marken och andra markegenskaper å den andra. Kärnprover av vete och korn har tagits i punkter koordinatsatta med GPS, ca 20 punkter på varje gård för att få en översiktlig bild över variationen i Cd-upptag mellan olika modermaterial.

En provtagningsstrategi användes där syftet var att sprida delproverna relativt mycket för att få ett representativt prov för en större yta. Nio delprover togs med 10 m mellan varje prov i en 3x3 m grid. Provatserna placerades ut efter jordartsvariationen på jordartskartan, så centralt som möjligt inom respektive jordartspolygon. Koordinaterna för alla delprover bestämdes och överfördes tillsammans med bak-

grundskartor och flygbilder till GPS-utrustning och användes vid provtagningen.

Vi avser att detaljkartera vissa fält med EM38 (mäter jordens elektriska ledningsförmåga) som har visat sig vara en bra metod för att kunna avgränsa områden med olika jordarter eller med Mullvaden, ett instrument som mäter gammastrålning. Tanken med det senare är att ev. kunna bedöma innehållet av alunskiffer i jorden. Den fastställda inomgårdsvariationen ska sedan ligga till grund för en uppskalning till regional nivå med hjälp av befintliga, digitala berggrunds- och jordartsgeologiska kartblad (SGU's serie Ae och Af i skala 1:50 000 (sammanfaller med Lantmäteriets Terrängkartan) samt eventuellt flygburna gammastrålningsmätningar där man i ett geografiskt informationssystem kan implementera en modell för översiktlig riskbedömning.

Resultat

Under 2007 genomfördes mätning med Mullvaden på fyra fält i Östergötland och två fält i Skåne. Dessutom införskaffades från SGU och sammaställdes data från flygburna gammastrålningsmätningar för de båda undersökningsområdena.

Provtagning av höstvet och matjord genomfördes på 25 platser i Östergötland och 24 platser i Skåne. Platserna valdes med ledning av variationen i U-238 från den flygburna mätningen av gammastrålning, tidigare Cd-analysresultat samt Mullvadsmätningen.

Resultaten visade bl a att det är möjligt att använda den här metoden för att hitta platser med mycket höga halter av Cd i matjord och gröda. Inomfältvariationen av Cd i matjord är i vissa fall starkt korrelerad till den uppmätta U-238 halten.

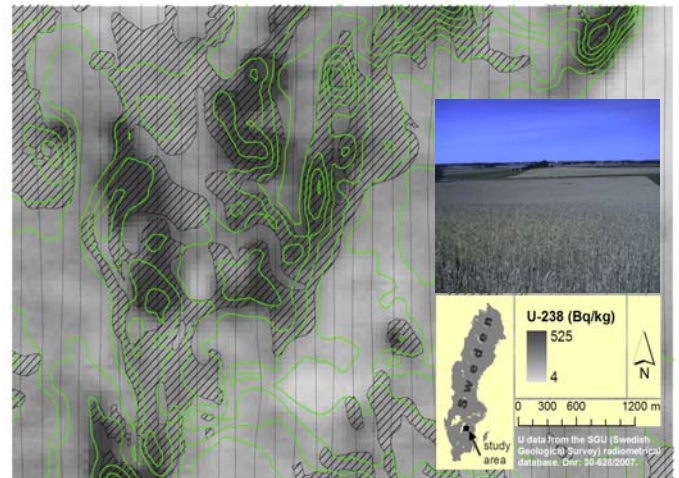
Projektet planeras att slutrapporteras under 2008.

Tid: 2005-2007

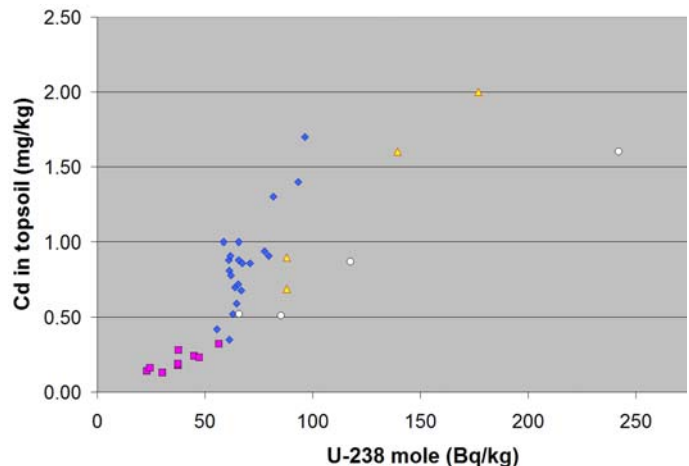
Finansiärer: Mistra, SLF, Agroväst

Kontaktperson: Mats Söderström, SLU,
mats.soderstrom@mark.slu.se

Övriga projektdeltagare: Jan Eriksson, SLU (projektledare); Thomas Olsson, AnalyCen; Erika Bjurling, Lantmännen; Nick Jarvis, SLU.



Figur 21. U-238 från flygburen gammastrålningsmätning i ett område i Östergötland. De höga (mörkgråa) halterna kan användas för att hitta moränområden med högre risk för Cd i matjorden.



Figur 22. Plot mellan U-238 uppmätt med Mullvaden och Cd i matjord i fyra fält (olika symboler) i ett område med alunskiffer.

Bestämning av beståndsegenskaper hos höstraps med fjärranalys – utveckling av teknik för försöksverksamhet och gödslingsrådgivning

I försöksverksamheten ställs frågan om man med ny teknik (N-sensormätning och bildanalys) kan bestämma plantantal och kväveinnehållet i höstraps. I praktisk höstrapsodling uppkommer frågan hur man i en viss situation på våren skall ta hänsyn till beståndsutvecklingen för att optimera höstrapsens tillväxt och fröskörd. I N-gödslingsrådgivningen på våren till höstraps i Frankrike och Tyskland beaktas i första steget förväntad fröskörd. Det härigenom beräknade gödselkvävebehovet justeras för den mängd kväve som höstrapsen tagit upp under hösten och den mängd som finns kvar i grödan vid vinterns slut, med beaktande av förluster genom frostsador. Att studera hur antal blad, biomassemängd och den i blasten upptagna N-mängden dels på senhösten och dels tidigt på våren (med beaktande av bortfrysning under vintern) inverkar på avkastningspotential och gödselkvävebehov under svenska förhållanden är viktiga uppgifter för att undersöka möjligheterna till gödslingsrekommendationer liknande de franska och tyska. Detta fordrar en metod för bestämning av höstrapsens biomassa och N-innehåll (före och efter vintern). N-sensor mätningar och bildanalys bör kunna användas för bestämning av kväveinnehåll och plantantal i försöksverksamhet.

Målsättning

Målen med detta projekt är:

- 1) Utveckling av billigare och snabbare metoder för planträkning i höstraps med hjälp av bildanalys.
- 2) Utvärdering av mätningar med handburen N-sensor och Yaras rapsindex S1(OR) för bestämning av biomassa och N-innehåll under senhöst och vår.
- 3) Studier av hur grödstatus (plantantal, biomassa, N i gröda) under senhöst och vår påverkar fröskörden.

Försöksutförande

På 40 provtagningssytor (12x15 m) fördelade på 4 fält med varierad planttäthet görs N-sensormätningar och digitala bilder samtidigt som planträkning och grödklippning görs för analys av N-innehållet. Fjärranalysmodeller för beräkning av biomassa, N-innehåll i biomassan, plantantal utvecklas försöksår 1. År 2 upprepas undersökningarna på andra platser (20 st = halva antalet) för att utvärdera metoderna mot nya, faktiska data.

Tid och plats: Försöket genomförs under 2007-2009.

Finansiering: Stiftelsen Svensk Oljeväxtodling (SSO) och Stiftelsen Svensk Lantbruksforskning (SLF)

Kontaktperson: Lena Engström, SLU
lena.engstrom@mark.slu.se

Övriga projektdeltagare: Mats Söderström SLU; Thomas Börjesson, Lantmännen AB

Informationssystem för malkorn baserat på fjärranalys från traktor och satellit

Malkorn är en utmanande gröda för odlaren med strikta kvalitetskriterier. I vissa fall har det visat sig att proteinhalten kan avvika från det önskade (intervallet 9,5-11,5 %), och att inomfältvariationen kan vara betydande. Det finns en modell för anpassning av kompletteringsgivan av N som används i Yara N-Sensor. Både från odlare och malkornsindustrin finns behov av bra prognosverktyg för odlingen.

Målsättning

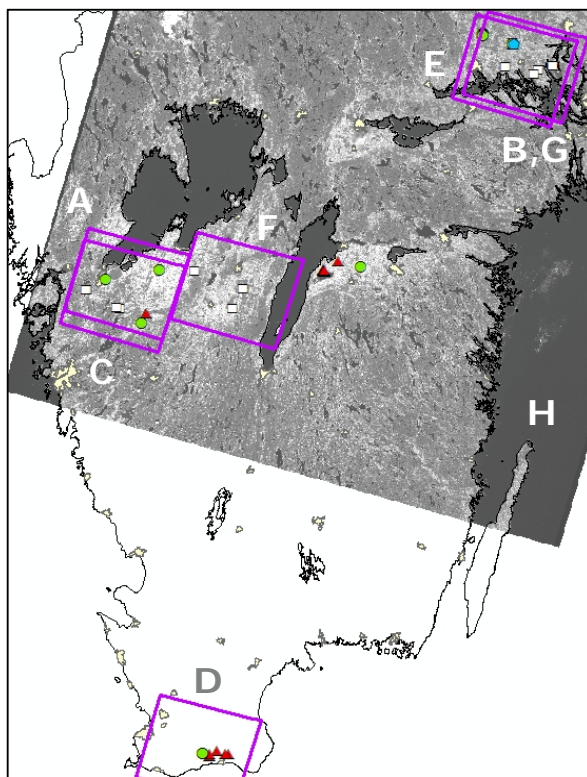
Syftet är att utvärdera om det är möjligt att använda satellitdata i olika upplösning för att skala upp den fältbaserade prognosmodellen för malkorn till större områden. Den använda prognosmodellen ska även utvärderas och ev modifieras genom grödklippning och labanalys av proteininnehåll. Tanken är att satellitdata skulle kunna användas för att skapa regionala prognosmodeller för malkorn.

Utförande

Under 2007 sammanställdes Yara N-Sensormätningar från tidigare år. Dessa utnyttjades för att utveckla den nu använda prognosmodellen vid kompletteringsgödsling (stadium 37) samt den modell som används i ett senare skede (stadium 69) som prognosmodell för proteinhalt i malkorn och även i höstvet. För dessa fält finns även resultat från kärnanalys från klippta prover som samlats in strax före skörd.

SPOT-data (SPOT2 och 4 med 20 m upplösning) för de aktuella åren och så nära i tidpunkt som möjligt jämfört med fältmätningen med Yara N-Sensor erhöles från SPOTimage via deras FoU-program OASIS. De accepterade projektet som potentiellt värdefullt och bistod med de historiska bilderna utan kostnad.

Motsvarande fältdata samlades även in från åtta fält i Västergötland och sex fält i Mälardalen under året. Yara N-Sensormätning gjordes i alla fält i stadium 37 och i några fall även i stadium 69. Strax före skörd samlades i varje fält sex-tolv kontrollprover in från olika delar av fältet där mätningen med Yara N-sensor (malkornsmodellen) i stadium 37 indikerat att förhållandena var olika med avseende på N-behov.



Figur 23. Fältdata 2007 (vit fyrkant), historiska fältdata (2002 = röd triangel; 2003 = grön prick; 2004 = blå pentagon), och tillgängliga satellitbilder (A-E = SPOT 2002-2004; F,G = SPOT 2007 och H = AWIFS 2007).

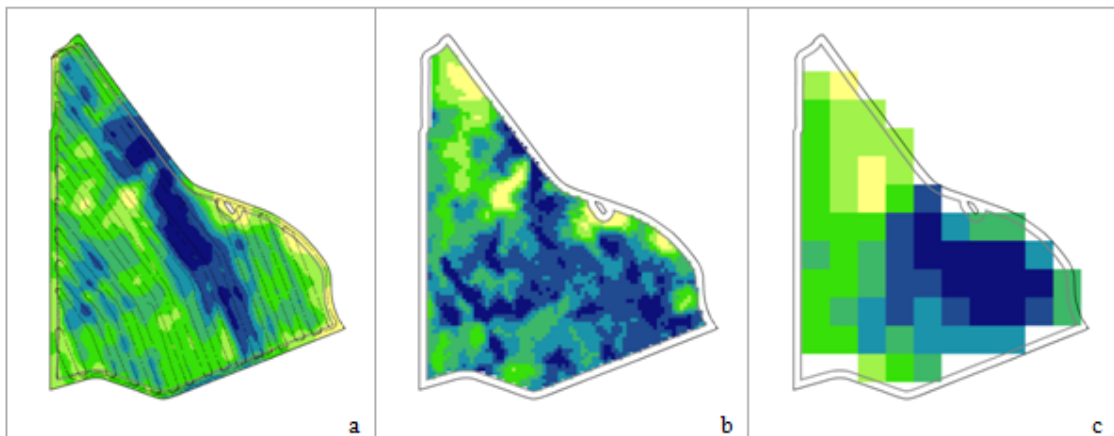
En SPOT-bild (SPOT5 med 10 m upplösning) från 3:e juni 2007 köptes in från Lantmäteriet för respektive Västergötland

och Mälardalen. Dessutom köptes en AWIFS-scen (70 m upplösning) från 8:juni 2007 från Euromap som täckte hela området.

Resultat

Variationen i proteinhalt i Västergötland inom fälten var liten. I Mälardalen var variationen betydligt större. Ett problem med jämförelser mellan satellitdata och mätningar med Yara N-Sensor är att man har tillgång till något olika våglängdsband. När det gäller N-Sensormätningar så har det

visat sig att användbara index har varit t ex REIP, TCARI och TRVI. För satellitdata som vi använt är det bredare och färre våglängdsband och här kan man tänka sig att använda t ex NDVI eller möjligen NDWI, där man använder MIR i stället för R (jämfört med NDVI). Detta kan vara en finess eftersom vatteninnehållet i grödan påverkar MIR-värdet. Nackdelen är att MIR inte är tillgänglig i N-Sensorn. Projektet fortsätter under 2008.



Figur 24. Exempel på projektdata 2007 från ett 43 ha malkornsfält nära Enköping. a) N-Sensor registreringar och karta över TCARI. b) NIR/MIR från SPOT 5. c) NIR/MIR från AWIFS. Åtta kontrollprover klipptes i detta fält. Indexen som visas här är endast exempel där gulgröna värden är låga och mörkblå är höga.

Tider: 2007-2008

Finansiärer: Rymdstyrelsen och Lantmännen

Kontaktperson: Mats Söderström, SLU (projektledare), mats.soderstrom@mark.slu.se

Övriga projektdeltagare: CG Pettersson, Thomas Börjesson, Knud Nissen, Lantmännen; Olle Hagner, SLU; Lars Barring, SMHI.

Variation i marken inom fältförsök – hur kan vi kvantifiera och hur ska vi hantera variationen?

Fältförsök har under många år varit en vedertagen metod för undersökningar i fält. Det är sedan länge känt att markegenskaper varierar även om marken synbart ser jämn ut. Idag finns teknik, såsom EM38 och UAV, som kan registrera variationen. Möjligheter att väga in markvariationen i utvärderingen av försök kan vara till nytta i planering av nya fältförsök och vid val av nya försöksplaner. Statistiska modeller för hantering av variationer inom försök ska utvärderas.

Målsättning

Med projektet avses att göra en metodstudie där befintliga försök utvärderas med avseende på variationer i mark och gröda. Syftet är att arbeta med frågeställningar som:

- Hur väl har man lyckats med etableringen av befintliga försök vad avser minimal variation i markegenskaper?
- Påverkar inomfältvariationen slutsatserna i den statistiska analysen av försöken?
- Hur kan man ta hänsyn till den befintliga inomfältvariationen i den statistiska analysen av försöken?
- Vid vilken magnitud av inomfältvariation riskerar man att feltolka försöksresultaten – och hur skiljer sig detta vid olika typer av försök?
- Hur stor är variationen i biomassa och markegenskaper inom respektive försöksrutor?
- Hur använder man dessa mätmetoder för planering av försök?

Utförande

Projektet genomförs i befintliga försök. Utvärdering utförs av tidigare genomförda försök och försök som utförts under 2007. Försöksplatserna är välkända försöksplatser på Varaslätten. I största möjliga mån används försök med så många rutvis uppmätta parametrar som möjligt att användas, t.ex:

- Avkastning
- Proteinhalt och N i klippta grödor
- Sort
- Gödslingsnivå
- Graderingar av ogräs och skadegörare
- Olika spannmåls- och frökvaliteter
- Mineralkväve i marken
- Utlakning av N, P och pesticider

Alla försöksrutor positionsbestäms med stor noggrannhet. DGPS utrustning används med möjlighet till efterbearbetning för ökad precision (alternativt RTK-GPS).

Redan utförda mätningar har använts och under 2008 har mätningar med EM38 utförts.

Flygfotografering med UAV har utförts, bl.a. med en utvecklad teknik med en kamera med möjlighet att registrera i NIR-bandet.

Data från EM38-karteringen och flygfotograferingen används för att klassindela försöksrutorna beroende på mätvärden. Dessutom erhålls ett mått på variationen i mark och gröda. Detta leder till huvudsyftet med projektet som kan innebära ny kunskap om hur variation inom fältförsök ska hanteras i den statistiska utvärderingen av resultaten från fältförsök.

Tid: 2007-2008.

Finansiering: SLF

Kontaktpersoner: Johan Roland och Mats Söderström
0511-67139, 0511-67244
Johan.Roland@mark.slu.se
Mats.Soderstrom@mark.slu.se

Samarbete: HS Skaraborg

Digitala tidsresor

Projektet är ett samarbete mellan regionala museer, Institutionen för Arkeologi och Antikens Kultur, Göteborgs Universitet, Stadsbyggnad på Chalmers och Avdelningen för precisionsodling. Markvetenskap vid Sveriges Lantbruksuniversitet. I studien undersöks nya möjligheter att använda modern digital teknik för bl.a. modellbyggande, förmedling, kunskapsbygge och kunskapsspridning inom kulturmiljövårdens och arkeologins verksamhetsområden. Avdelningen blev inbjuden att vara med i projektet eftersom det fanns behov av vår erfarenhet för hantering av stora mängder geografiska data.

Målsättning

Syftet med projektet är att förmedla både visuell och taktil information som illustrerar den historiska utvecklingen av området och på så sätt sprida historisk kunskap i museimiljö på ett nytt sätt. Projektet riktar sig speciellt till ungdomar och synskadade människor. En övergripande målsättning från avdelningens synpunkt är möjligheten till utveckling av ny teknik för presentation och förmedling av forskningsresultat. Dessutom kan projektet resultera i ny kunskap och förståelse för landskapsutveckling och odlingshistoria.

Utförande

Projektet kan sägas bestå av två sammanvävda delar, där den ena inriktas mot ett konkret utvecklande av (digitala) metoder för förmedling, sammanställande och tillgängliggörande av information om en fornlämningsmiljö, och den andra analytiskt behandlar frågeställningar avseende möjligheter och svårigheter vid tillämpning av diverse digitala tekniker inom områden som arkeologi, kultur- och naturmiljövård, samt inom verksamheter som spänner över flera av dessa sektorer.

Resultat

Den del av projektet som fokus legat på under året har varit utvecklingen av en interaktiv, kombinerad digital och fysisk modell över området Götaälvdalen.

Götaälvdalsmodellen består av två delar: en animering av Götaälvdalens historiska utveckling efter istiden och en taktil modell på vilken även animeringen projiceras. Den taktila modellen kommer att täcka ett geografiskt område från Göteborg till Vänersborg och modellstorleken blir 1,20m x 4,26 m (2x widescreen 16:9). Modellen måste ha speciella fysiska ytegenskaper för att kunna tåla beröring av museibesökarna

och samtidigt ge möjlighet för synskadade att känna sig fram och jämföra exempelvis dagens vattennivåer med en nivå som vi hade för 10000 år sedan. Olika material och ytor kommer att användas för att illustrera vatten, land och bebyggda områden. Om man rör på ett ställe där det ligger en by eller stad kommer man att känna stadens utbredning samt namnet på staden i blindskrift. Formakademin i Lidköping AB kommer att hjälpa till med framtagning av den taktila modellen med fokus på ytbehandling. Vi kommer även att konsultera synskadade och musei-pedagoger.

Den fysiska modellen kommer även att fungera som en bakgrund på vilken digitala visualiseringar och animeringar av natur- och kulturlandskapens utveckling projiceras via två projektorer i hög upplösning. Modellen ska vara interaktiv, bl.a. ska besökare kunna välja mellan två framtids-scenarier med hjälp av en pekskärm. Modellen kan därmed användas som ett pedagogiskt redskap för förmedling till såväl seende som synskadade. Det är också möjligt att projicera historiska folkförflyttningar och bosättningar i området på ett pedagogiskt sätt. En testversion av den digitala animeringen finns tillgänglig på internet, på adressen:

www.time-travels.org/stud1_2.html. Den beskriver Götaälvdalens utveckling efter istiden fram till idag, avseende strandförskjutning, bl.a. baserad på en beräkningsmodell framtagen av Tore Påsse, SGU. Innan animeringen används tillsammans med fysiska modellen kommer den att bearbetas och kompletteras. Bland annat kulturhistorisk information och vegetationsutveckling kommer att läggas till. För styrning av projektorerna och samspel mellan pekskärm, dator och projektor behöver vi utveckla speciella programvaror.

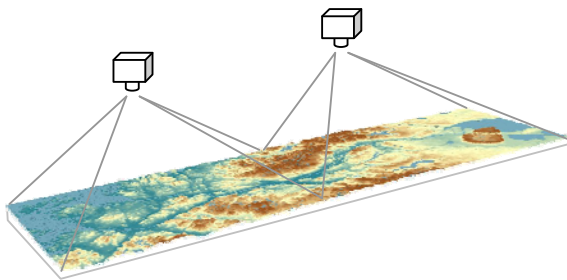


Fig. 25. Genom projektorer i taket kommer olika scenarier att kunna visualiseras på den drygt fyra m långa modellen över Götaälvdalen.

För att göra animeringen tillgänglig även för synskadade kompletteras den med en

ljudguide som berättar om händelserna med geografin som utgångspunkt.

Modellen kommer att placeras på Lödöse museum för att komplettera den pågående utställningen "Bilder av våra förfäder".

Den underliggande digitala höjddata som tagits fram är baserad på Lantmäteriets digitala höjddatabank. För översiktliga ändamål är denna tillfyllest. Dock finns det problem om man i detalj vill titta på t ex översvämningsrisk eller, som i det här fallet, mer långsiktiga eller historiska vattennivåförändringar. I arbetet efter den statliga klimat- och sårbarhetsutredningen (www.raddningsverket.se) har bland annat Vattenfall genomfört en laserskanning av hela Göta älvdalen. Detta har resulterat i att det finns mycket detaljerade höjddata i hela älvdalen. I projektet har vi fått tillgång till data från Vattenfall för några små delområden som av Lödöse museum betecknats som kulturhistoriskt intressanta. Upplösningen i detta dataset är 1 m och noggrannheten i höjd är några cm. Motsvarande siffror för höjddatabanken är 50 m resp. 1-2 m. Tanken är att man i projektet ska undersöka vilka nya möjligheter ett sådant dataunderlag kan ge.

Tider: 2007-2009

Finansiärer: Riksantikvarieämbetet

Kontaktperson: Mats Söderström, SLU, mats.soderstrom@mark.slu.se

Övriga projektdeltagare: Per Stenborg (projektledare) och Chris Sevara, Göteborgs universitet, Liane Thuvander och Jonas Tornberg, Chalmers



Biologisk markkartering

Detta område fokuserar på att identifiera och kvantifiera markbiologiska faktorer som hämmar grödans tillväxt. Huvudsakligen utvecklas molekylärbiologiska strategier med inriktning mot markbundna patogener. Målet är att utveckla detektionsmetoder, använda dem för att bestämma förekomst vid olika skadenivåer i grödor samt utveckla prognosmodeller för bedömning av risk för angrepp i olika växtföljder. Fysikaliska och kemiska egenskaper i marken påverkar utbredning av patogener. Förutom klassiska kemiska analyser används olika marksensorer som t.ex. instrument som mäter markens elektriska ledningsförmåga (ECa) för att förklara variation i förekomst och för prognos av angrepp.

Detektion av svårbekämpade jordbundna sjukdomar för optimering av platsspecifik produktion av vete, ärter och oljeväxter

Tillgången till nya testmetoder för jordbundna växtpatogener ger odlarna en möjlighet att uthålligt anpassa odlingen efter marknadens signaler. En sådan biologisk kartering kommer att bli ett mycket värdefullt komplett till dagens kemiska markkartering. Resultatet av projektet kommer att kunna utgöra ett gott underlag för en bedömning av nyttan av en systematisk bestämning av patogenförekomst och hur den bäst skall genomföras i Sverige samt möjligheter att ersätta relativt dyra biotester (jordtest där fångstplantor indikerar sjukdom) med DNA-teknik.

Målsättning

Målet med projektet är:

- att anpassa och utveckla DNA-baserade metoder för effektiv kvantitativ PCR-bestämning av markburna patogener i svenska jordar med avseende på ärtrottröta (*Aphanomyces euteiches*), rotdödare i vete (*Gaeumannomyces graminis var. tritici*) och klumprotsjuka i oljeväxter (*Plasmodiophora brassicae*)
- att validera bestämningar baserade på DNA-teknik mot tillgängliga biotester för bedömning av odlingsåtgärder.
- att inventera och fastställa variationer inom fält på gårdar i södra och mellersta Sverige
- att utvärdera samband mellan förekomst av patogener och markparametrar såsom pH, innehåll av makro- och mikronäringsämnen, lerhalt m.m i både matjord och alv

Utförande och resultat

Arbetet startade i februari -06 och inriktats under första året mot att utveckla och optimera analysen av ärtrottröta och klumprotsjuka i oljeväxter. Under år 2 har arbetet inletts med att utveckla analysen av rotdödare. Arbetet har gått bra och vi har nu tillgång till PCR-metoder som både kan detektera DNA från respektive sjukdom i jord och kvantifiera förekomsten av respektive patogens DNA i jord. Detektion med PCR-metoden har visat sig fungera även med mycket liten förekomst av respektive patogen. Utvecklingsarbetet följer de riktlinjer som gäller för ackreditering av analyser.

Detektion av *P. brassicae* med realtids-PCR

Ett flertal primerpar designades och undersöktes med avseende på bl.a. specificitet och slutligen valdes ett primerpar (PbF och PbR) och en prob (PbP) som enligt sökningar i sekvensdatabaser visade sig vara teoretiskt specifika för *P. brassicae*. DNA

extraherades från torkade och malda jordprov med ett kommersiellt extraktionskit (Fast DNA SPIN Kit for Soil, Qbiogene), med ett något modifierat protokoll för att så optimalt som möjligt extrahera DNA från *P. brassicae* vilosporer. Eftersom jord innehåller mycket ämnen som kan störa PCR-reaktionen, t.ex. humusämnen, har samtliga jordextrakt även renats minst två gånger innan analys. Mängden *P. brassicae*-specifikt DNA har kvantifierats genom att jämföra resultaten från okända prov med en standardkurva som konstruerats utifrån klonade plasmider (cirkulärt bakteriellt DNA) innehållande målsekvensen.

För att undersöka repeterbarheten och ta reda på hur spridningen ser ut mellan delprov extraherades DNA från *fem delprov* av ett och samma jordprov. Varje delprov analyserades sedan i två replikat med realtids-PCR. Standardavvikelsen för denna jordtyp var 21.6 %. Standardavvikelseerna för andra metoder för detektion av växtpatogener i jord varierar ganska mycket. Vilket innebär att spridningen för repetitions-

försöket utfört med metoden som tagits fram i detta projekt ligger på en bra nivå jämfört med andra metoder.

Detektion av *A. euteiches* med realtids-PCR – förbättringar under 2006/07

Under 2006 designades ett primerpar (AeF och AeR) och en prob (AeP) som helt specifikt amplifierar och detekterar ett fragment på 102 bp i sekvensen för ribosomalt DNA hos *A. euteiches*. Denna metod visade sig dock påverkas en hel del av orenheter i DNA extraherat från vissa typer av jordar. Därför har nu ett nytt primer/probset tagits fram (2007) och vissa optimeringar av PCR-reaktionen har även gjorts för att få en mer robust metod.

DNA har extraherats från jord med samma extraktionskit som *P. brassicae* infekterad jord (FastDNA SPIN Kit for Soil), som under projektet optimerats för att på bästa sätt extrahera DNA från oosporer av *A. euteiches*. Kitet bygger på mekanisk lysning av celler vilket har visat sig fungera bra på oosporer som generellt sett är mycket svåra att lysa. Under hösten 2006 och 2007 förbättrades kvantifieringen av *A. euteiches* genom att ta fram standardkurvor baserade på plasmider på samma sätt som gjorts för *P. brassicae*.

För att ytterligare förbättra metoden och få den mer tålig mot inhiberande ämnen i jordextrakten har försök gjorts med olika typer av tillsatser till PCR-reaktionen (2007). En tillsats på BSA, bovint serum albumin, gav bäst resultat och används nu rutinmässigt för detektion av *A. euteiches* DNA i jord. Eftersom detektionsnivån har utgjort ett visst problem för detektion av *A. euteiches* i naturligt smittade jordar har en hel del arbete fokuserat på att förbättra metoden genom att använda olika typer av anrikningsmetoder.

Detektion av *Gaeumannomyces graminis* med realtids-PCR

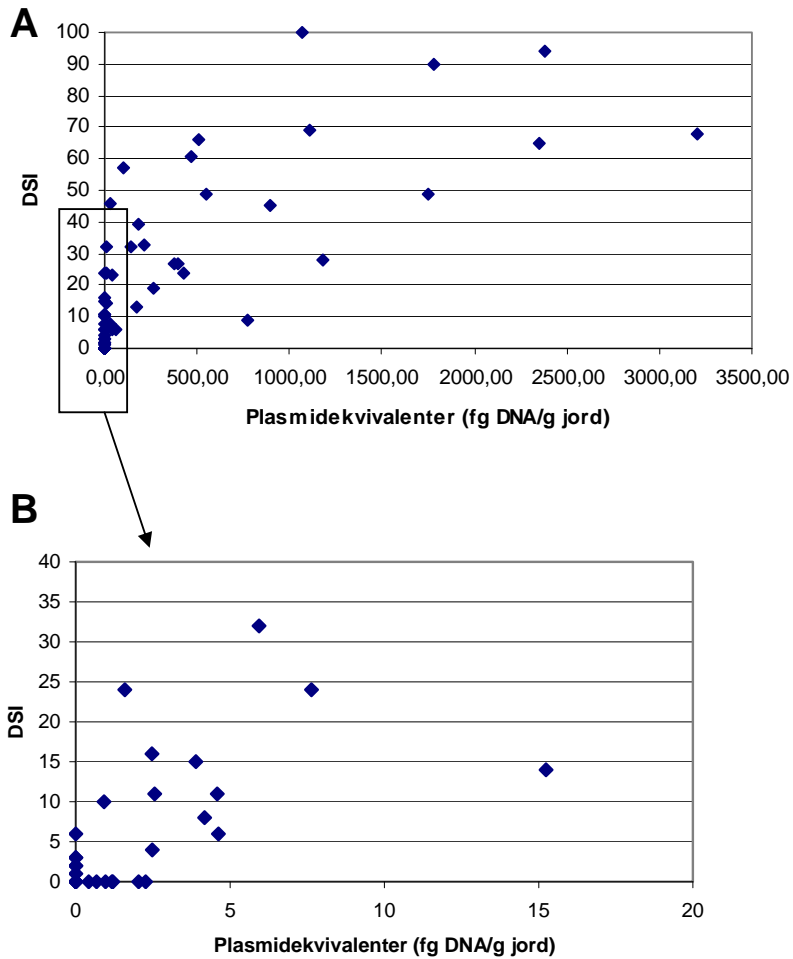
Arbetet med att ta fram en kvantitativ realtids-PCR för detektion av *Gaeumannomyces graminis* har påbörjats under 2007. I nuläget utvärderas två olika primerpar, ett som endast detekterar *G. graminis* var. *tritici* samt ett som detekterar både var. *tritici* och var. *avenae*, på ett antal renkulturer av *G. graminis* var. *tritici*, var. *avenae* och var. *graminis*. Metoderna har också börjat utvärderas på rötter samt jord med naturlig infektion av rotdödare. Under 2008 har metodiken utvecklats vidare.

Fältprovtagning och biotest

Klumprotsjuka

Under 2006 togs totalt 60 jordprover från sex olika fält med misstänkt/konstaterad klumprotsjuka på Stockagården, Västergötland, och Venebergs gård, Halland. Samtliga jordprover biotestades under augusti till oktober 2006 och därefter kvantifierades mängden *P. brassicae* DNA i jorden med den realtids-PCR-metod som utvecklats och beskrivits.

Resultatet från biotesten har använts för att validera realtids-PCR-metoden och det finns en tydlig korrelation mellan de två metoderna. I figur 26 A och B illustreras detta samband. Halten av DNA varierar avsevärt mellan proverna, mellan 0-35000 fg DNA/g. Testplantorna uppvisar tydliga angrepp, approx 20 i Sjukdomsindex, redan vid så låga förekomster av *P. b.* som 5-10 fg DNA/jord. Tidigare undersökningar indikerar att det vid DSI-index på 15-20 är rekommendabelt att använda resistent sorter om man vill undvika skördeförstämpling. Används mindre motståndskraftig odlingsmaterial kan uppförökningen gå snabbt. Våra resultat visar att det går att använda PCR-teknik för att hitta fält med stor risk för angrepp av *P. brassicae* såväl som fält fria från infektion av *P. brassicae*.

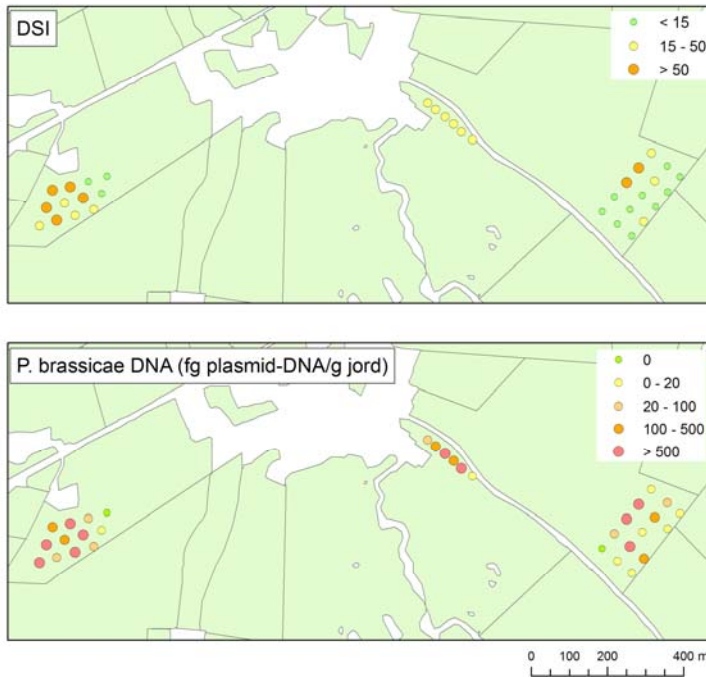


Figur 26. A och B. Sambandet mellan angrepp av klumprottsjuka på testplantor i biotest (DSI-index) och halt av DNA från *P. brassica* bestämd med PCR-teknik (fg DNA/g jord). Figur 3B visar ett utsnitt av figur 3A nära origo.

Resultat på Stockagården

En mycket stor variation, mellan 100 och 1000 gånger, i DNA-mängd observerades inom ett och samma fält på samtliga platser på Stockagården samt på ett av fälten på Veneberg. För fälten på Stockagården illustreras detta i figur 27. Index varierar naturligtvis också kraftigt inom fält.





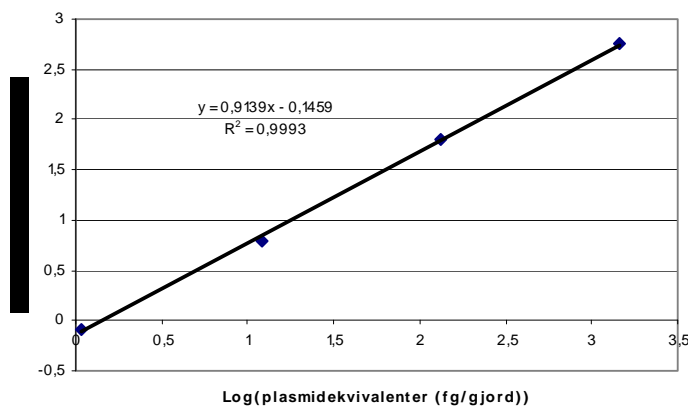
Figur 27. Resultat av biotestning (DSI index) och bestämning med PCR-metod i prover från Stocka-gården, Källby.

Ärtrotträta

Under hösten 2006 biotestades totalt 59 jordprover på Findus R&D. 19 av dessa prover togs på ett fält på Hästhalla, Västergötland, där man sedan tidigare hade känt infektion av ärtrotträta. Sjukdomsindex på detta fält varierade mellan 27 och 74. Övriga 40 prover togs från olika gårdar (Orsmark, Härslöv, Tågarp och Örenäs), 10 prov per gård. Gården med störst variation, Örenäs, hade index mellan 16 och 82. Metoden klarar att detektera ner till en oospor

per gram jord i den testade jordtypen. Figur 28 nedan visar korrelationen mellan antal oosporer och resultatet med realtids-PCR.

Ett urval av jordproven som togs 2006 har analyserats med realtids-PCR, den metod som utvecklats under 2007. Även ett antal jordar från Norrland, biotestade på SW AB, har testats med metoden. *A. euteiches* DNA kan detekteras i ett flertal jordar men



Figur 28. Figuren visar korrelationen mellan antal oosporer och plasmid-ekvivalenter för en jord som inokulerats med ett känt antal oosporer och sedan späts i oinokulerad jord. Kurvan som anpassats till punkterna ger en mycket bra korrelations-faktor.



Figur 29. Biotest för bedömning av rotdödarangrepp. Uddetorp sept. 2007. Foto: Charlotta Almqvist.

trots den goda detektionsnivån finns ett antal jordar med höga sjukdomsindex som ger låga resultat med PCR. Detta kan ha sina orsaker när det gäller homogeniseringen av prov, eventuell inhibering i jordextrakten och att ett litet antal oosporer kan ge mycket stor infektion. Den naturliga förekomsten i jord ligger alltså på gränsen till vad metoden klarar, varför det troligtvis är nödvändigt med någon form av anrikning innan extraktion och PCR-analys.

Rotdödare

Biotest för indexering av rotdödare i jord utvecklades och utvärderades under sept/okt 2007 (figur 29). Totalt testades 20 jordprover från ett fält på Hidingsta, Närke. Under 2008 har arbetet med indexering med biotest fortsatt med bland annat ett fält från St Ek i Västergötland.

Vidare arbete

Projektet kommer att slutrapporteras under 2009. I maj 2008 beslöt NL-fakultet att stödja vår ansökan ”Biologisk markkartering – integrerad analys av

jordburna växtsjukdomar och markkemi” Det innebär att fakulteten medfinansiera projektet på samma nivå som näringen, dvs SLF, SSO, företag etc är beredda att stödja projektet. Målsättning är att säkra en extern finansiering på ca 2,5 milj från näringen och kunna starta ett TEMA-program i juli 2009. Målsättningen med detta TEMA-program är att lägga den vetenskapliga grunden för en praktisk användbar ”biologisk markkarteringstjänst” som skall kunna nyttjas av lantbrukare för att optimera sin växtodling. Detta skall ske genom:

- att utveckla och validera DNA-baserade metoder för effektiv ras- och artbestämning samt kvantitativ bestämning av markburna patogener i svensk jord.
- att öka den biologiska kunskapen om bildandet av vilosporer/vilokroppar och deras överlevnad samt infektiösa förmåga i kontrollerade förhållanden och i fält
- att utarbeta och validera provtagningsrutiner och modeller för insamling av informationsunderlag inför och bearbetning av nya prognoser för prioriterade jordburna patogener
- att utvärdera samband och påverkan mellan förekomst av infektiösa patogener och markparametrar som pH, innehåll av makro- och mikronäringsämnen, lerhalt mm
- att utveckla och validera lämpliga presentationsrutiner för markbiologiska parametrar till exempel pedagogiska ”GIS-kartor” som på gårds, fält eller regionnivå visar förekomst och/eller förväntade skador av enskilda patogener.
- att följa och verifiera förändringar i patogen-populationerna orsakade av förändringar i klimat och odlingstekniska åtgärder som sort- och grödval/växtföljd samt odlingsteknik som gödslingsstrategier och markbearbetning.

Tid: 2006 – 2008

(Planerat TEMA-projekt 2009-2012)

Finansiering: Stiftelsen Svensk Lantbruksforskning (SLF) och Stiftelsen Svensk Oljeväxtforskning (SSO)

Kontaktperson: Anders Jonsson. anders.jonsson@mark.slu.se

Helautomatiskt övervakningssystem för insektsangrepp för platsspecifik bekämpning

Insektsangrepp kan ge allvarlig skada på växande gröda. Bekämpning av skadedörare i fält sker ofta antingen i förebyggande syfte, vilket innebär att insekticider ofta används i onödan eller då insektsangreppet pågått en tid och stora skador redan har inträffat. Förekomsten av insektsangrepp varierar också inom fält i lantbruksgrödor. Det finns behov av att kunna bestämma när insekterna angriper grödan samt antalet insekter. Denna bestämning sker idag oftast med manuella graderingar på gröda eller via olika typer av fällor. Utveckling inom området syftar till att effektivisera informationsinsamlandet för att förbättra fältförsöksverksamhet samt varnings- och prognosverksamhet och kan på ett betydande sätt ge bättre beslutsunderlag och kunskap till efterföljande rådgivning och praktisk växtodling. Effektivare informationsinsamling medför att mer värdefull kunskap från varje utlagt fältförsök kan fås.

Målsättning

Detta projekt avser att utveckla metodiken med nya system för övervakning, identifikation och mängdbestämmning av insekter i fält, vilket därigenom skulle ge bättre informationsunderlag för att fatta beslut om bekämpningsåtgärder såväl mellan som inom fält. Systemet skall bestå av en attraktantdel, som kan vara ett feromon, en färgad skiva eller något annat attraherande ämne, samt ett detektorsystem, vilket kommer i första hand kommer att vara baserat på elektrisk urladdning. Den optiska detektionen (en ljustråle bryts) skall ytterligare utredas.

Bakgrund

Det finns ett antal olika metoder för att övervaka förekomst av insekter. Generellt består de av en attraktant och en fälla. Den vanligaste typen är en klisterfälla betad med en insekts sexualferomon, vilket även är den känsligaste metod man känner i dag och mycket låga populationstätheter kan påvisas. Fällorna anger om insekten finns i fältet, när den flyger och ungefär hur många de är. Dessa system har emellertid en del nackdelar. För att få tillförlitlig information måste de avläsas ofta och klisterfällan måste bytas vid jämna mellanrum. En klisterfälla är besvärlig att räkna och en "full" klisterfälla kommer att verka avskräckande för nya insekter som flyger in, samt attrahera ovidkommande insekter.

Ett system som automatiskt och specifikt kan detektera förekomst och fre-

kvens av en speciell insekt är därför mycket värdefullt. Systemet skall anpassa till fältbruk och kunna fjärravläsas via exempelvis ett telefonmodem. Systemet skulle också kunna ge realtidsinformation och även ge ur forskningssynpunkt värdefull information om utbredning, frekvens och storlek på ett insektsangrepp.

Utförande

I april 2007 startades en förstudie till detta projekt med finansiering från VL-Stiftelsen och S-SENCE. Syftet med projektet var att utreda möjligheterna att bygga upp ett helautomatiskt övervakningssystem som hanterar insektsangrepp. Detta projekt har redan genererat resultat som ansåg så lovande att det fortsatt med stöd från SLF. I förstudien har olika detektor typer studerats. En intressant detektorprincip utgjordes av en elektrisk fälla. Sådana system finns kommersiellt tillgängliga

och är användbara för att hålla insekter borta i hemmiljö. Elektroniken är mycket enkel och billig och består av två elektriska ledare mellan vilka en potential på några kV är pålagd. Bakom dessa finns en UV-lampa som attraherar insekter. När insekterna kommer in mellan ledarna utvecklas en elektrisk stöt som knockar och ofta dödar insekten. Att använda elektrisk detektion har en rad fördelar:

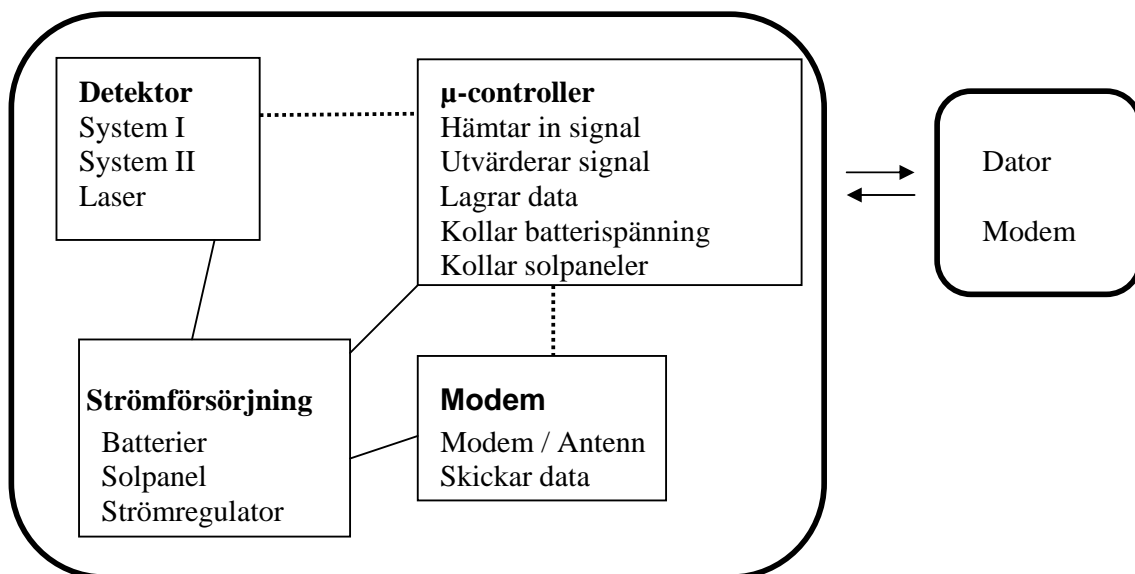
- Insekten transporteras bort från fällan efter detektion (dvs den ramlar ner i ett tråg). Fällan är automatisk, och behöver heller inte tömmas.
- Detektionen sker elektroniskt och när insekten får stöten genom sig går denna signal att mäta.
- Det ger även möjligheten att med signalens storlek och tidsförlopp, vilken troligtvis är insektsberoende, och därmed sortera bort "felaktiga" insekter.

Detektorsystem

Vid utvecklingsarbetet kopplas signalen från detektorenheten via en A/D omvandlare till en PC. Genom signal-

analys kan algoritmer utvecklas för händelseförloppet då en insekt detekteras med detektorn (i det följande betecknat som en "event"). I förlängningen har PC:n ersatts med en billig mikrocontroller som alltså fyller funktionen av att samla in data, göra en signalanalys samt lagra data. Mikrocontrollern har anslutits till ett GSM-modem, som gjort det möjligt att ringa upp systemet och ladda ner lagrade data. Vi har nu kommit så långt inom projektet att vi fått fram ett fungerande system, där en PC kan ringa upp detektorenheten och få data överförda. Systemet finns schematiskt beskrivet i figur 30 nedan.

Arbete har även lagts ner på att utveckla ett strömförsörjningssystem baserat på 8 solpaneler som ger 16 V och 0.3A vid solbelysning (motsvarande 4.8 Watt), kopplat till uppladdningsbara batterier.



Figur 30. Schematisk beskrivning av system för detektion av insektsangrepp.

Elektrisk signatur hos olika insekter

Med ovan nämnda system har vi även detekterat blomflugor. Under våren 2008 detekterades insekter av olika storlekar. Tidigare försök har indikerat att storlek och urladdningsförlopp kan relateras till insektsstorlek. Det är dock uppenbart, att även om möjlighet finns att göra enklare identifieringar av insektstyp, återstår mycket arbete.

Konstruktion av demonstrator

I förprojektet är det visat att det tekniska systemet för detektion och karakterisering av insekter fungerar och systemet skall nu ytterligare utvecklas och optimeras samt valideras mot befintliga metoder för skattning av populationer och angrepp. Planen var att under våren 2008 bygga en första demonstrator för fältbruk och testas den i oljeväxter (rapsbagge) för att inför 2009 ta fram tre prototyper för att på börja testning i oljeväxter, ärtor (ärtveklare) och jordgubbar/hallon (jordgubbsvivlar, Rånna, SLU). Insekterna kommer att lockas till fällan med speciella attraktanter (glyko-sinolater, feromoner, kariomoner etc).

Resultat 2008

Den första demonstratorn placerades i ett höstoljefält utan Linköping i juni 2008.

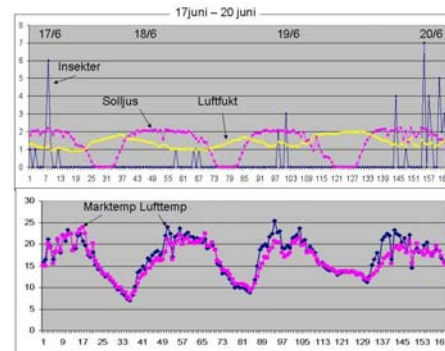


Figur 31. Demonstrator i ett oljeväxtfält utanför Linköping.

Av säkerhetsskäl placerades den i en mindre inhägnad. (figur 31). Efter diverse startproblem kunde inflygning av insekter noteras. Demonstratorn var utrustad med två temperaturgivare (en i markytan och en på ca 50 cm djup), luftfuktighets- och instrålningsmätare (figur 32). Detta gav möjlighet att följa sambandet mellan registreringar i räkaren och väder (figur 33).



Figur 32. Demonstrator med sensor för temp, fukt och instrålning.



Figur 33. Avläsning av fälla 17-20 juni.

För att loka rapsbaggarna användes en bland av glukosinolater, vilka är substanser typiska för oljeväxter. Resultaten visar att det går att räkna insekter och att rapsbaggar kan detekteras med denna teknik.

Kommande aktiviteter 2009

Avsikten är nu att under säsongen 2009 testa i fält och inleda undersökning av samband mellan denna metod

och de traditionella avräkningsmetoderna i fält för rapsbagge, ärtvecklare och vivlar i jordgubbar och hallon.

Tid och plats: Projektet kommer att utföras vid Linköpings Universitet vid kompetenscentrat S-SENCE under 2007-2010, i samarbete med forskargruppen för precisionsodling och pedometri, SLU, Skara samt SLU:s försöksstationer på Lanna och Rånna.

Finansiering: Projektet är finansierat av SLF, VL-Stiftelsen och S-SENCE

Kontaktperson: Anders Jonsson tel: 0511-67129, anders.jonsson@mark.slu.se

Utbildning och information

Avdelningen arbetar aktivt med information och utbildning av i första hand studenter, lantbrukare och rådgivare. Avdelningen ansvarar för delar av studentkurser inom områdena växtnäring och växtodling på SLU. Utbildning av lantbrukare görs exempelvis genom deltagande i fältvandringar, mässor och samarbetet inom POS. Avdelningens engagemang inom POS utgör också basen i informationen av rådgivare. I gruppen finns också ett samarbete med Institutionen för Stad och land, SLU, med ett projekt som riktar sig till elever i grundskolan.

Grupparbetsmodellen storyline som väg att öka intresset för lantbruk hos elever på grundskolan

Bakgrunden till detta projekt är en önskan om att öka förståelsen och intresset för landsbygd och lantbruk hos elever i grundskolans senare del, samt att tydliggöra betydelsen av samarbete mellan stad och land för att nå en hållbar utveckling. Många barn och ungdomar har idag endast liten eller ingen egen erfarenhet av lantbruk. Istället grundas deras uppfattning på erfarenheter från barnlitteratur, film, skola och massmedia. I barnbokens och filmens värld finns beskrivningar av lantbruk som inte alltid är så väl överensstämmande med situationen i praktiken. När eleverna blir äldre och möter massmedia och skolans undervisning finns en risk att lantbruket förvandlas från mysig djurhållning och spännande maskiner till något ocoolt, gammaldags och negativt för miljön. Antalet lantbrukare är litet och avståndet mellan stad och land har en tendens att öka. Därmed får elever utan lantbruks- och landsbygdsbakgrund svårare att skapa en egen förståelse för olika orsakssamband relaterade till dessa områden.

Målsättning

Målsättningen med projektet är att:

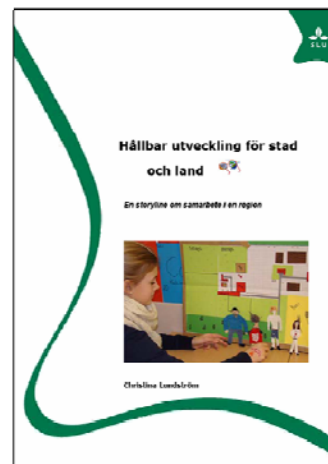
- Ta fram ett användbart och tilltalande material till lärare som utgår ifrån grundskolans mål om hållbar utveckling och som handlar om samarbete mellan stad och land samt pekar på lantbrukets betydelse för en hållbar samhällsutveckling.
- öka förståelse, intresse och kunskap om lantbruk och lantbrukets roll för en hållbar samhällsutveckling hos elever i grundskolans senare del.

Utförande

Projektet består av två delar:

1. Ta fram en storyline utifrån grundskolans mål för arbete med hållbar samhällsutveckling.
2. Testa och utvärdera grupparbetet i två till tre klasser samt studera vad eleverna lärt sig av arbetet.

Under 2007 skrevs en storyline om hållbar utveckling med stad – land perspektiv. Storyline är en modell för grupparbete som utvecklats i Skottland under 1980-talet. I en storyline arbetar eleverna ämnesövergripande utifrån ett tema. Man arbetar med en berättelse som kontext eller struktur och ”den röda tråden” utgörs av den handling som lärarna har planerat. Eleverna jobbar omkring ”den röda tråden” och styrs upp av återkommande nyckelfrågor och skeenden som påverkar händelseutvecklingen och är planerade av lärarna i förväg. I en storyline skapar eleverna egna karaktärer. Dessa ”spelar med” i de situationer som uppstår. Eleverna kan identifiera sig med sina



Figur 34. En storyline om hållbar utveckling för stad och land.

personer och få en ”relation” till sin rollfigur och det som händer vederbörande. Nya händelser innebär nya förutsättningar och får berättelsen att ta nya vändningar för att belysa nya kunskapsområden eller ligga till grund för nya diskussioner. I en storyline arbetar man också med en fris eller en modell. Syftet med frisen är att ge eleverna en gemensam bild av det man arbetar med i

projektet. I detta projekt utgörs frisen av ett lantbruk som eleverna skapar. Frisen görs på ett sådant sätt att den kan förändras med historien och den finns alltid där för att påminna eleverna om vad det hela handlar om. Det praktiska arbetet med frisen utgör dessutom ett avbrott i det annars ganska teoretiska arbetet i skolan.



Figur 35. En grupp karaktärer.

Vad handlar denna storyline om?

Utgångspunkten är att eleverna får en förfrågan från en landshövding angående ett projekt där ett antal personer ska flytta ut på landet och arbeta för en hållbarare utveckling i regionen. De får skapa varsin person som ska delta i projektet. Dessutom får de, i grupper om ca fyra stycken elever, 100 ha mark att utgå ifrån och använda till något med en hållbar utveckling i fokus. Därefter händer det saker som eleverna får arbeta med, tanken är att lärarna ska välja några områden. De områden som tas upp är energiproduktion, livsmedelsproduktion, transporter, biologiskt avfall, produktion av livsmedel, biologisk mångfald, turism, motorvägsbygge mm. Ofta avslutas en storyline med ett studiebesök. Skillnaden mot ett "konventionellt" studiebesök är att eleverna är insatta i verksamheten och har egna erfarenheter (egentligen karaktärernas). De har genom sina figurer under flera veckors tid exempelvis levt på ett lantbruk innan de kommer ut i verkligheten.

Resultat

Utvärderingen av storylinen gjordes med hjälp av en enkät med värderingsfrågor samt intervjuer med lärare och elever. Samma enkät gavs till samtliga 58 elever



Figur 36. Studiebesök.

både före och efter arbetet med storylinen och skillnaderna i åsikter studerades. De tydligaste resultaten gällde om eleverna ansåg att de visste mycket om lantbruk respektive visste vad de skulle göra för att arbeta för en hållbar utveckling. Innan arbetet med storylinen angav 11 elever att de tyckte att de visste mycket om lantbruk mot 40 stycken efter. När det gällde hur man arbetar för en hållbar utveckling tyckte 15 stycken att de visste det vid första enkät tillfället och 41 vid det andra. Ett påstående handlade om att oljepriset bör höjas så att det blir dyrare att köra bil och flyga. Till detta var 17 positiva innan och 27 efter. När det gällde huruvida de själva var beredda att konsumera och resa mindre, var de inte beredda att ändra sig och skillnaderna mellan tillfällena var små. Omkring 35 av eleverna var instämde i att de var beredda att minska deras konsumtion och resa mindre, vid bägge tillfällena.

Resultatet av intervjuerna visade att både elever och lärare i allmänhet var mycket positiva till arbetet.

Tid: 2007-2008

Finansiering: SLF

Kontaktperson: Christina Lundström;
0511-67237,
christina.lundstrom@mark.slu.se

Samarbete: Magnus Ljung vid Institutionen för stad och land, SLU

Undervisning på agronomprogrammet

Under 2008 har avdelningen för precisionsodling ansvarat för precisionsodlingsundervisningen för mark/växtagronomstudenter, dels i en obligatorisk kurs i växtproduktion (30 hp) och dels i kursen ”Marken i odlingen” (15 hp) som är en jordbruksinriktad markkurs på C-nivå som behandlar växtnäringslära, jordbearbetning, hydroteknik, vattenvårdslära och precisionsodling.

Kontaktpersoner: Sofia Delin 0511-67235
sofia.delin@mark.slu.se;
Johanna Wetterlind 0511-67258
johanna.wetterlind@mark.slu.se

Examensarbeten

Under 2008 gjorde Emma Eriksson sitt examensarbete vid precisionsodling och pedometri. Det handlade om markkartering anpassad för precisionsodling.Handledare var Johanna Wetterlind.

Eriksson, E. 2008. Markkartering anpassad för precisionsodling.

Övrig verksamhet

Lanna försöksstation

Verksamheten vid Lanna startade redan 1929 som en av ett stort antal planerade statliga försöksgårdar. Huvudfrågeställningarna var från början hur lerjorden skulle odlas med utgångspunkt från bl.a. dränering, kalkning och stallgödselhantering. Idag är Lanna en modern försöksstation som ägs och drivs av SLU. Den tillgängliga försöksarealen är 155 hektar. Här bedrivs ett stort antal försök med huvudinriktning på långliggande försök som berör mark- och växtnäingsfrågor.

Redan tidigt anlades fasta försöksfält med separat dränering av försöksparcer med möjlighet att mäta utlakningen, dvs. mäta avrinning och analysera innehållet i dräneringsvattnet. Efter successiv utbyggnad finns idag sex anläggningar på Lanna och en på Fotegården (lätjtjord), strax utanför Lidköping. Under 2008 har den senaste utbyggnaden skett med en helt ny anläggning med 20 stora parceller. Totalt finns nu 64 stora (480-5000 kvm) försöksparcer med separat dränering.

Huvudinriktningen är konventionell odling, men på 7 hektar odlas en sjuårig ekologisk växtföljd med försök och ett antal demonstrationsodlingar. Dessutom utförs två långliggande försök med utlakningsmätningar i ekologisk odling (se nedan).

Försöksstationen är godkänd utförare inom ramen för SLU:s ackreditering inom GEP (Good Experimental Practice), ett kvalitetssäkringssystem inom försöksverksamheten.

2008

Under 2008 utfördes totalt 64 försök och 5 demonstrationsodlingar. Dessa fördelades enligt följande uppdelning på "försöksavdelningar" vid SLU och är riksförsök, länsförsök, distriktsförsök och beställningsförsök:

- Vattenvård	2
- Jordbearbetning	10
- Växtnäring	24
- Växtföljder	5
- Ogräs	1
- Sortförsök	20
- Växtskydd	2

Demonstrationsodlingar:

- Ekologisk odling	4
- Växtnäring	1

Utöver traditionella försök har regelbundna vattenprovtagningar i avrinningsområden genomförts året runt för analys av växtnäingsämnen och växtskyddsmedel.



Figur 37. Flygbild över Lanna 2002.

Tabell 4. Långliggande försök placerade på Lanna alternativt som Lanna ansvarar för.

NR	Beteckning	Startår
RO-0646	Ekologisk odling - utlakningsrisker och kvävedynamik	1997
R0-0746	Ekologisk odling - utlakningsrisker och kvävedynamik	1997
R2-8418	Bearbetning - kväveminerisering	1996
R2-8419	Utlakning grönbräddor	2006
R2-8410	Höst- och vårrödor, flytgödsel – utlakning (Fotegården, Vinninga)	2003
R2-4010	Olika bearbetningssystem, plöjning - plöjningsfritt	1974
R2-4017	Direktsådd	1982
R3-0020	Humusbalans - stråsåd	1981
R3-0021	Humusbalans vid vallodling	1981
R3-0056	Jämförelse mellan odlingssystem, utlakningsmätningar	1978
R3-130	Markbiologiska tillstånd (förstorat ”ramförsök”)	1996
R3-1001	Kalk- och fosforstudier	1936
R3-1001	Kalk- och fosforstudier	1941
R3-9001	Bördighetsstudier (Bjertorp)	1966
R4-1103	Växtföljder med och utan vall	1964
R5-1105	Långtidseffekter av herbicider	1979

Långliggande försök

Vid Lanna försöksstation har sedan länge bedrivits försöksverksamhet med stor långsiktighet. Verksamheten är som redan sagts till stor del inriktad på mark- och växtnäringens frågor och odlingens påverkan på dessa. Dessa långliggande försök ingår i sammanställningen ovan. Samtliga långliggande försök finns med i tabell 4.

Personal

På Lanna försöksstation finns sex helårsanställda, varav två arbetar med försöken, en med administration, två sköter jordbruksdriften samt en ansvarig för verksamheten. Till det kommer 2 säsongsanställda.

Beställare / finansiering: Huvuddelen av försöken beställs och utförs på uppdrag av SLU i Uppsala och Skara inom ramen för olika forskningsprojekt och långliggande försök. Värdeprövning av sorter och växtskyddsmedel utförs även på uppdrag av dessa beställare.

Övriga samarbetspartners: Bla. Försök i Väst, Svensk Raps, Länsstyrelsen, Östadsstiftelsen och sortföretag.

Kontaktpersoner:

Johan Roland, 0510-530005, 070-5277139, Johan.Roland@mark.slu.se

Lisbet Norberg, 0510-530005, 070-6779987, Lisbet.Norberg@mark.slu.se

Nya projekt på Lanna

Ny utlakningsläggning

Under året har ytterligare en utlakningsanläggning anlagts på Lanna.

Anläggningen omfattar 20 stycken separat dränerade storparceller. Tack vare det stora antalet kan varje försöksled utföras med minst tre upprepningar, vilket innebär säkrare resultat.

Anläggningen var klar under 2008 och efter ett utjämningsår under 2009 kommer ett nytt projekt att påbörjas 2010.

Kontaktperson: Johan Roland. Johan.Roland@mark.slu.se

Finansiärer: Sparbankstiftelsen Skaraborg och Sparbankstiftelsen Lidköping

Växtföljdsförsök

Under 2007 startade två långliggande växtföljdsförsök på Lanna och Bjertorp och har under 2008 haft sitt första försöksår.

I projektet "*Hur ofta kan vi odla oljeväxter? Olika frekvenser av höstraps i en växtföljd – inverkan på avkastning och sjukdomsangrepp*" är tanken att belysa hur ofta man kan återkomma med höstraps i en växtföljd utan att riskera främst ökade sjukdomsangrepp med sänkt avkastning som följd. Avsikten är att försöken ska ligga minst sex år, men med ambition att förlänga liggtiden till tolv år.

Kontaktperson: Johan Roland. Johan.Roland@mark.slu.se

*Finansiärer: Stiftelsen Svensk Oljeväxtforskning och
Västra Sveriges Frö- och Oljeväxtodlare*

Precisionsodling Sverige (POS)

Verksamheten inom POS bedrivs huvudsakligen som en kompetensplattform för tillämpad forskning och utveckling av precisionsodling inom Sverige och är ett forum för samverkan mellan personer inom näringsliv, universitet och högskolor samt berörda organisationer. Verksamheten har tre huvudinriktningar. Teknikprövning som vägledning för lantbruket, forskning och utveckling samt kunskapspridning till lantbrukare och rådgivare.

Målsättning

POS övergripande målsättning är att:

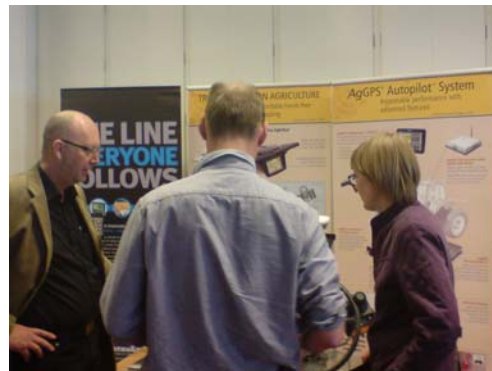
- ◆ Förbättra det svenska jordbrukets ekonomi och konkurrenskraft, som en effekt av forskning och utveckling inom precisionsodlingen.
- ◆ Nå en mer hållbar produktion med minskad miljöpåverkan och högre kostnadseffektivitet genom ett bättre utnyttjande av lantbrukets resurser och insatsmedel.
- ◆ Förbättrad kvalitetsstyrning för att nå en god skörd med jämn och efterfrågad kvalitet genom större precision i olika odlingsåtgärder.

POS finansierar tre personer inom projektet. Det är en teknikkompetens, (Knud Nissen), en GIS kompetens (Mats Söderström) samt en samordnare (Christina Lundström). Verksamheten styrs och beslutas via en styrgrupp och en projektgrupp. Projektledare för POS är Bo Stenberg, SLU.

POS styrgrupp bestod 2008 av Mats Larsson, LRF (ordförande); Mats Emilsson, AGRO-VÄST; Anders Andersson, Yara; Torbjörn Djupmarker, Dataväxt AB; Dave Servin, SLU Alnarp, Bo Stenberg, SLU Skara; Anders Jonsson, SLU Skara; Kjell Gustavsson, Lantmännen; Lennart Nelson, JTI och Sven Klint, Svalöf Weibull AB.

Verksamhet 2008

- 080117 Möte i POS projektgrupp.
- 080212 möte angående samarbete mellan POS och Västra Götalands Naturbrukskansli
- 080313 Möte i POS styrgrupp.
- 080326 Presentation av till projektplan för Västra Götalands Naturbrukskansli
- 080327 Möte med Greppa Näringen på Alnarp för att diskutera samarbete
- 080416 Teknikdag för rådgivare i Nässjö
- 080602 Möte i POS projektgrupp.
- 080625-080626 Borgeby Fältdagar. Samma tält som Yara, Greppa och Nordkalk.
- 080702 Jordbrukardag på Logården, Grästorp. Samarbete med SLU, Skara.
- 080703 Planeringsmöte för precisionsodlingsseminarium för lantbrukare i HS och Lantmännens regi – samarbete med POS.
- 080911 Möte i POS projektgrupp.
- 081028 Precisionsodlingsseminarium "Nu är det lönsamt med precisionsodling för dig" för lantbrukare anordnat av Lantmännen och HS, POS deltog.
- 081103 Möte i POS projektgrupp.
- 081112 Möte i POS styrgrupp.



Figur 38. Teknikdag för rådgivare.

En av POS huvuduppgifter är att finansiera och driva mindre pilotprojekt som förhoppningsvis sedan kan utvecklas till större forskningsprojekt. Under 2008 finansierade POS sex sådana projekt, se tabell.

POS deltar också i utbildning av lantbrukare, rådgivare, elever vid naturbruks-gymnasier samt agronom- och lantmästarstudenter. Under 2008 har två nya samarbeten inletts, dels med Greppa Näringen och dels med

Västra Götalands Naturbrukskansli. Samarbetet med Greppa ska resultera i en modul till stöd för rådgivning om precisionsodling inom Greppas rådgivningsverksamhet. Denna ska vara klar under 2009. Samarbetet med Västra Götalands Naturbrukskansli har resulterat i ett treårsprojekt, 2009-2011, där POS bistår med utbildning av personal samt teknik- support på regionens fem naturbruksskolor med jordbruksinriktning.

Pilotprojekt finansierade av POS under 2008

- Användning av Yara N-sensor i fältförsök. Mätningarna sköts av Hushållningssällskapet i Skaraborg. Den handburna N-sensorn har främst använts i försök med kvävegödsling och selektivitetsförsök för herbicider. Tanken är att sensorn ska kunna notera skillnader som är omöjliga att notera med ögat och göra detta helt objektivt.
- Beståndsbedömning av höstoljeväxter för skattning av gödlingsbehov med hjälp av N-sensor och bildanalys.
- Mangan i spannmål. Mätning av mangan i spannmål direkt i fält med en apparat som heter Nutrinostica.
- Studier av egenskaper hos höstrapsbestånd med hjälp av flygbilder. Inom försöksverksamheten gäller det vid utläggning av försök i *befintliga* höstrapsbestånd att finna försöksytor som väl representerar en medelsituation för försöksledet i fråga t.ex. för att undgå skevheter bl.a. vid enskilda undersökningstillfällen. För att tillgodose dessa önskemål i försöksverksamheten vore flygfotografering en möjlighet, som kan öka precisionen i undersökningarna.
- Programmering av fristående applikation för ogräsbildanalys. Detta projekt syftar till att skapa en exekverbar programvara av resultatet av ett flerårigt projekt där en ogräsbildanalysmetod tagits fram. Programvaran ska som är oberoende av andra applikationer, som exempelvis Matlab eller andra utvecklingsmiljöer. Detta för att bildanalys-proceduren skall kunna köras på valfri PC, både för analys och demonstration.
- The Future Farm – Framtidsgården. Projektets idé är att bygga upp en form av interaktiva demonstrationsgårdar på några platser i Sverige. På dessa gårdar skall sedan de senaste tekniska lösningarna finnas i praktisk drift. Lantbrukare, forskare, rådgivare och näringslivet samverkar för provning, demonstration och forskning kring precisionsodlingsteknik.

Nya rapporter i POS tekniska rapportserie 2008

10. Söderström, M., Wijkmark, L., Martinsson, J. och Nissen, K., 2008. Avstånd mellan körspår – en jämförelse mellan traditionell spårmarkör och autostyrning med GPS.
11. Söderström, M., Gruvaeus, I. och Wijkmark, L., 2008. Gammastrålningsmätning för detaljerad kartering av jordarter inom fält
12. Söderström, M., 2008. PrecisionWizard 3 – hantera precisionsodlingsdata och gör egna styrfiler till Farm Site Mate och Yara N-Sensor .
13. Börjesson, T., Lorén, N., Larsolle, A., Söderström, M., Nilsson, J. och Nissen, K. 2008. Bildanalys som redskap för platsspecifik ogräsbekämpning .
14. Lundström, C. (red); 2008. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2007 .
15. Söderström, M. 2008. Den traditionella markkarteringens användbarhet för precisionsodling.
16. Jacobsen, A. & Söderström, M. 2008. Anvendelse af geostatistik og remote sensing data til kortlægning af jordens lerindhold.
17. Jacobsen, A. & Söderström, M. 2008. Regional analyse af samspillet mellem satellitdata og jordbundsvariation.

För mer information om projektet Precisionsodling Sverige – besök vår hemsida:
<http://www.agrovast.se/precision/>

Kontaktperson: Christina Lundström 0511-67237
christina.lundstrom@mark.slu.se

Finansiering: Under 2008 har POS finansierat sin verksamhet med hjälp av AGROVÄST, Lantmännen, Stiftelsen Svensk Oljeväxtodling, Yara, VL –Stiftelsen samt Analycen AB.

Publikationer 2008

Artikel vetenskaplig tidskrift

Delin S., Nyberg A., Lindén B., Ferm M., Torstensson G., Lerenius C., Gruvaeus I. 2008. Impact of crop protection on nitrogen utilisation and losses in winter wheat production. *European Journal of Agronomy* vol 28 361-370

Lindahl A., Söderström M., Jarvis N. 2008. Influence of input uncertainty on prediction of within-field pesticide leaching risks *Journal of Contaminant Hydrology* vol 98 nr 3-4 106-114

Wetterlind J., Stenberg B., Jonsson A. 2008. Near infrared reflectance spectroscopy compared with soil clay and organic matter content for estimating within-field variation in N uptake in cereals *Plant and Soil* vol 302 317-327

Wetterlind J., Stenberg B., Söderström M. 2008. The use of near infrared (NIR) spectroscopy to improve soil mapping at the farm scale *Precision Agriculture* vol 9 nr 1-2 57-69

Bokkapitel

Vavrova P., Stenberg B., Karsisto M., Kitunen V., Tapanila T. and Laiho R. 2008 Near Infrared Reflectance Spectroscopy for Characterization of Plant Litter Quality: Towards a Simpler Way of Predicting Carbon Turnover in Peatlands? In *Wastewater Treatment, Plant Dynamics and Management in Constructed and Natural Wetlands*. Ed. J Vymazal. pp 65-87. Springer.

Konferensbidrag / Proceedings

Almquist C., Wallenhammar A-C., Jonsson A. 2008. Quantitative PCR detection for mapping in-field variation of *Plasmodiophora* and *Aphanomyces euteiches*. ICPP 2008, 9th International Congress of Plant Pathology, Torino, 24-29 Aug 2009. In: *Journal of Plant Pathology*. 398. nr 90 (2 , supplement)

Dahlin S., Stenberg M. 2008. N transfer from red clover to perennial ryegrass grown in mixed swards. 22nd General Meeting of the European Grassland Federation - Biodiversity and animal feed – Future challenges for grassland production, Uppsala, Sweden, 9-12 June 2008. In: *Book of abstracts 22nd General Meeting of the European Grassland Federation*. 104

Delin S. 2008. Course of nitrogen mineralisation after application of organic fertilisers at different times of the year. 13th RAMIRAN International Conference, Albena Bulgaria, 2008.06. In: *Potential for simple technology solutions in organic manure management*. 42-46

Delin S. 2008. Kvävegödslingsseffekt av fjäderfägödsel. Regional växtodlings- och växtskyddskonferens, Uddevalla, 2008.01. In: *VäxtEko*. 1-8

Delin S. 2008. Nitrogen effect of poultry manure. 13th RAMIRAN International Conference, Albena Bulgaria, 2008.06. In: Potential for simple technology solutions in organic manure management. 273

Engström L., Lindén B., Börjesson T., Söderström M., Nissen K., Gruvaeus I., Hagner O., Niklas L. 2008. Determination of canopy properties of winter oilseed rape using remote sensing – techniques in field experiments. IAMFE Denmark, Denmark, June 30th – July 3rd 2008. 79-83

Kämpe S., Stenberg M., Gruvaeus I., Engström M. 2008. Forage quality, quantity and economy in one year grassland compared to three year grassland. 22nd General Meeting of the European Grassland Federation - Biodiversity and animal feed – Future challenges for grassland production, Uppsala, Sweden, 9-12 June 2008. In: Book of abstracts 22nd General Meeting of the European Grassland Federation. 49

Nadeau E., Stenberg M., Jansson J. 2008. Pre-conference Tour of EGF 2008. 22nd General Meeting of the European Grassland Federation on Biodiversity and Animal Feed. Future Challenges for Grassland Production., Göteborg, 2008-06-06--2008-06-08. In: "Pre-conference Tour of EGF 2008".

Söderström M., Ulen B., Stenberg M. 2008. A fine-tuned phosphorus strategy within fields. Phosphorus management in Nordic-Baltic agriculture - reconciling productivity and environmental protection, Uppsala, 22-23 sept 2008. NJF Report, vol 4, nr 4. 161-165

Stenberg B., Viscarra Rossel R. 2008. Diffuse reflectance spectroscopy for high resolution soil sensing. 1st Global Workshop on High Resolution Digital Soil Sensing and Mapping, Sydney, 5-8 Feb. 2008. In: Workshop papers vol. 1.

Stenberg M., Stenberg B., Nadeau E., Strömberg J., Nyberg A. 2008. Quick methods for determining dry matter contents in silages. 22nd General Meeting of the European Grassland Federation, Uppsala, Sweden, 2008-06-09--2008-06-12. In: Book of Abstracts of the 22nd General Meeting of the European Grassland Federation. 94-94

Söderström M. & Eriksson J.E., 2008. Gamma-ray sensing for cadmium risk assessment in agricultural soil and grain – a case study in eastern Sweden. 1st Workshop in High-resolution digital soil sensing and mapping (HRDSSM), 5-8 feb, 2008, Sydney, Australia. Workshop Program and Papers, Volume II, 8 p.

Rapport, 2008

Almquist, C., Lerenius, C., Filipsson, C. & Jonsson, A. 2008. Bestämning av förekomst av patogena svampar i vete med PCR-teknik. Rapport (Avdelningen för precisionsodling, Sveriges lantbruksuniversitet), vol 18

Börjesson, T., Lorén, N., Larsolle, A., Söderström, M., Nilsson, J. och Nissen, K. 2008. Bildanalys som redskap för platsspecifik ogräsbekämpning. Teknisk rapport (Precisionsodling Sverige, Avdelningen för precisionsodling, Sveriges lantbruksuniversitet), vol 13

Delin S., Engström L. 2008. Kvävemineralsförlopp efter gödsling med organiska gödselmedel vid olika tidpunkter. Precisionsodling (Online), vol 2008:1

- Delin S. 2008. Kvävemineralsförlopp och inverkan på skörd efter gödsling med fjäderfågödsel. *Precisionsodling (Online)*, vol 2008:4
- Delin S. 2008. Kycklinggödsel till vårkorn. Försöksrapport Animaliebältet, Växtodlingsförsök 2007
- Engström, L. & Lindén, B. Kväveförsörjning i ekologiska odlingssystem med vall – höstraps – vete. *N-supply in organic cropping systems with ley – winter oilseed rape – wheat*. Rapport (Avdelningen för precisionsodling, Sveriges lantbruksuniversitet), vol 16
- Engström L., Stenberg M., Aronsson H., Lindén B. 2008. Höstraps och ärter i växtföljden. *Precisionsodling (online)*, vol 2008:5
- Jacobsen A., Söderström M. 2008. Anvendelse af geostatistik og remote sensing data til kortlægning af jordens lerindhold: delrapport 1 i SLF-projektet (dnr SLF 297/02): "Kostnadseffektiv markkartering genom stratifierad datainsamling baserad på fjärranalys". Teknisk rapport (Precisionsodling Sverige, Avdelningen för precisionsodling, Sveriges lantbruksuniversitet), vol 16
- Jacobsen A., Söderström M. 2008. Regional analyse af samspillet mellem satellitdata og jordbundsvariation: delrapport 2 i SLF-projektet (dnr SLF 297/02): "Kostnadseffektiv markkartering genom statifierad datainsamling baserad på fjärranalys". Teknisk rapport (Precisionsodling Sverige, Avdelningen för precisionsodling, Sveriges lantbruksuniversitet), vol 17
- Lindén, B. 2008. Efterverkan av olika förfrukter: inverkan på stråsädesgrödors avkastning och kvävetillgång – en litteraturoversikt. Rapport (Avdelningen för precisionsodling, Sveriges lantbruksuniversitet), vol 14
- Lundström C. (Ed.). 2008. *Precisionsodling 2007: verksamhet vid Avdelningen för precisionsodling*. Rapport (Avdelningen för precisionsodling, Sveriges lantbruksuniversitet), vol 17
- Lundström C. 2008. Verksamhet i AGROVÄST-projektet *Precisionsodling Sverige, POS, 2007*. Teknisk rapport (Precisionsodling Sverige, Avdelningen för precisionsodling, Sveriges lantbruksuniversitet), vol 14
- Myrbeck Å., Stenberg M. 2008. Direktsådd av höstvetete som åtgärd för att förbättra kväveutnyttjandet under hösten i höstvetete. Slutrapport från försök 2003-2005.
- Nyberg, A. & Lindén, B. 2008. Åkerbönor som förfrukt till vårsäd i ekologisk odling. *Faba Beans as previous crop to spring cereals in organic farming*. Rapport (Avdelningen för precisionsodling, Sveriges lantbruksuniversitet), vol 15
- Söderström, M., Wijkmärk, L., Martinsson, J. och Nissen, K., 2008. Avstånd mellan körspår – en jämförelse mellan traditionell spårmarkör och autostyrning med GPS. Avdelningen för precisionsodling, *Precisionsodling Sverige, POS Teknisk rapport 10*.

Söderström, M., Gruvaeus, I. och Wijkmark, L., 2008. Gammastrålningsmätning för detaljerad kartering av jordarter inom fält. Avdelningen för precisionsodling, Precisionsodling Sverige, POS Teknisk rapport 11.

Söderström, M, 2008. PrecisionWizard 3 – hantera precisionsodlingsdata och gör egna styrfiler till Farm Site Mate och Yara N-Sensor. Avdelningen för precisionsodling, Precisionsodling Sverige, POS Teknisk rapport 12. .

Söderström M. 2008. Traditionell markkartering i precisionsodling: sammanställning av markkarteringsstatistik 1998-2002. Teknisk rapport (Precisionsodling Sverige, Avdelningen för precisionsodling, Sveriges lantbruksuniversitet), vol 15

Artikel populärvetenskaplig tidskrift

Eriksson J., Söderström M., Ahlgren U. (Ed.). 2008. Urankartor hjälp vid riskbedömning av kadmium i mark. Miljötrender från SLU, 8-9

Populärvetenskaplig artikel. Kapitel i bok.

Roland, J. m.fl. 2008. Sorter. I Försöksrapport 2007, Mellansvenska försökssamarbetet. 102-104, 150-155.

Examensarbete, 2008

Eriksson, E. 2008. Markkartering anpassad för precisionsodling. Precisionsodling 2008:3

Faktablad

Delin S. 2008. Fjäderfärgödsels kväveeffekt undersökt. Nyheter från Greppa Näringen, 2008-12-08. (www.GREPPA.nu)

Delin S. 2008. Så fort blir kvävet tillgängligt från organisk gödsel. Nyheter från Greppa Näringen, 2008-12-15. (www.GREPPA.nu)

Titlar utgivna i serien Precisionsodling:

- 2008:1. Sofia Delin och Lena Engström, Kvävemineraliseringsförlopp efter gödsling med organiska gödselmedel vid olika tidpunkter.
- 2008:2. Börje Lindén, Flytgödselspridning på hösten: möjligheter att minska kväveutlakningsriskerna genom olika åtgärder i växtodlingen - Litteraturoversikt: kunskapsläge och kunskapsluckor.
- 2008:3. Emma Eriksson, Markkartering anpassad för precisionsodling.
- 2008:4. Sofia Delin, Kvävemineraliseringsförlopp och inverkan på skörd efter gödsling med fjäderfägödsel
- 2008:5. Lena Engström, Börje Lindén, Helena Aronsson och Maria Stenberg Höstraps och ärter i växtföljden - metoder att minimera den större N-utlakningsrisken
- 2009:1. Christina Lundström (red), Precisionsodling 2008 - Precisionsodling och pedometri

Institutionen för mark och miljö, SLU, Skara,

Precisionsodling och pedometri bedriver forskning med precision i odlingen som mål. Detta forskningsarbete tar sikte på att utveckla metoder för bättre utnyttjande av markens resurser samt styrning av processer som inverkar på grödornas tillväxt, framför allt genom bättre växtnäringshushållning, bl.a. platsspecifikt för tillämpning inom precisionsjordbruket.

Forskning bedrivs främst i fältstudier och fältförsök. Huvudsyftet med denna forskning är att förstärka den ekonomiska uthålligheten i svenskt lantbruk genom att förbättra grödornas avkastning och jordbruksprodukternas kvalitet och samtidigt utnyttja våra naturliga tillgångar på ett miljövänligt och resursbevarande sätt. Forskning, utbildning och information präglas av helhetssyn och sker i nära samarbete med näringsliv, myndigheter och rådgivning.



Sveriges lantbruksuniversitet

Institutionen för mark och miljö
Precisionsodling och pedometri
Box 234, 532 23 SKARA
Internet: <http://www.mark.slu.se>