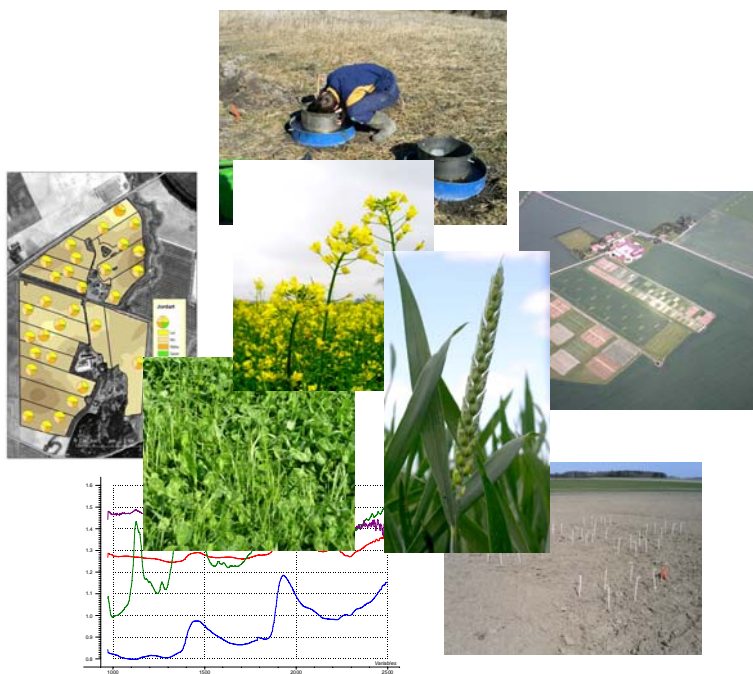


Precisionsodling 2005

- verksamhet vid Avdelningen för precisionsodling



Christina Lundström (red)

Avdelningen för precisionsodling

*Division of precision agriculture
Swedish University of Agricultural Sciences*

**Rapport 7
Skara 2006**

Report 7

ISSN 1652-2788
ISBN 91-576-7166-4

Förord

Denna rapport är en årsrapport från avdelningen för precisionsodling vid Institutionen för Markvetenskap vid SLU. Rapporten presenterar pågående och under 2005 avslutade projekt som medarbetarna på avdelningen har arbetat med under det aktuella året.

Verksamhetens centrum ligger i förståelse och styrning av växtnäring i mark och gröda för att uppnå en god och lönsam produktion samtidigt som påverkan på den omgivande miljön minimeras. I styrningen av växtnäring och andra odlingsåtgärder ligger också att använda och lära sig tolka resultaten av och hantera ny teknik för att uppnå målen. Projekten omfattar försök både inom konventionell och ekologisk odling. Stor vikt läggs också vid att samverka med andra intressenter, såsom andra forskare vid högskolor och universitet, men också exempelvis myndigheter, organisationer, industri och lantbrukare.

Om projekten väcker tankar och frågor eller inspirerar till nya forskningsansatser - kontakta oss gärna!

Skara i juni 2006

Christina Lundström
Redaktör

Innehållsförteckning

Förord	1
Innehållsförteckning	3
Avdelningen för precisionsodling	6
Disputation	9
Site-specific Nitrogen Fertilization Demand in Relation to Plant Available Soil Nitrogen and Water - Potential for prediction based on soil characteristics.....	9
Projekt under 2005	12
<i>Studier av växtnäringshushållning i tid och rum – effekter på gröda och miljö</i> 12	
Kvävemineraliseringsförlopp och inverkan på skörd efter gödsling med fjäderfågödsel	13
Kvävemineraliseringsförlopp efter gödsling med organiska gödselmedel vid olika tidpunkter	14
Kvävförsörjning av ekologiska höstoljeväxter – studie av olika kvävekällor, tillförseltidpunkter och myllningsteknik.....	15
Mineralisering och fastläggning av kväve efter nedbrukning av höstrapsbalm	16
Kvävförsörjning vid ekologisk odling av höstraps efterföljt av höst- och vårvete	17
Höstraps och ärter i växtföljden – metoder att ta tillvara det bättre förfruktsvärdet och minimera den större kväveutlakningsrisken	18
Kvävefixering i grüngödslingsvallar – kvantifiering av kväve i hela växten, kväve utsöndrat från rötter samt efterverkan.....	20
Kväveefterverkan av åkerbönor	21
Mellangrödor efter höstvete.....	23
Kan växtskyddsåtgärder minska kväveförlusterna vid odling av höstvete?.....	24
Direktsådd av höstvete som åtgärd för att förbättra kväveutnyttjandet under hösten i höstvete.....	26
Jordbearbetning - kväveutlakning på lerjord	29
Brytning av höstbevuxen mark – olika strategiers inverkan på utlakning av kväve, fosfor och glyfosat	32
Riskbedömning av kväveutlakning från lerjord, till följd av olika höstbearbetnings-åtgärder.....	33
Inventering av lösligt organiskt kväve	35
Teknik för maximerat kväveutnyttjande och minimerad kväveutlakning i potatisodling	37
Kartering av pesticider i dräneringsvatten från integrerad och konventionell växtodling	39
Dikväveoxidemissioner från ekologisk odling styrda av kväveeffektiviteten i systemet	41
Strategi för att minimera kadmium i jordbruksmark och gröda.....	43

Utveckling av hela odlingssystem med förbättrad produktion och odlingsekonomi samt effektivare utnyttjande av markens resurser	45
Jordbearbetningssystem på lätt och styv lera - produktion, ekonomi och risk för kväveförluster i två försök med sexåriga växtföljder	46
Odlingssystem för grovfoderproduktion med förbättrad avkastning, produktionsekonomi och växtnäringsutnyttjande.....	47
Utveckling av hållbara och produktiva odlingssystem – karakterisering av en lerjord	50
Utveckling av integrerad, ekologisk och konventionell växtodling	53
Gödslingsrekommendationer och optimala kvävegivor för lönsamhet och kväveeffektivitet i praktisk spannmålsodling – uppföljning av Sigillgårdar och fältförsök.....	55
Implementering och utveckling av sensorer och metoder för en ökad precision i lantbruket	57
Ny markkarteringsstrategi anpassad för modellering och precisionsodling.....	58
Platsspecifik snabbbestämning av skördebegränsande markfysikaliska egenskaper	60
Indelning av fält i mineraliseringszoner	62
Klassificering av växtmaterial för bedömning av kväveeffekt till efterkommande gröda.....	64
Niranalys av ensilagekvalitet i samband med utfodring	65
NIR i vall	67
Bildanalys som ett redskap för platsspecifik ogräsbekämpning	68
Obemannad farkost (UAV) överblickar grödorna	71
Studier av ekonomiska och miljömässiga effekter av en ökad precision i odlingen	74
Modellering av kväveläckage vid precisionsgödsling av kväve jämfört med konventionell spridning	75
Nyckeltal för bedömning av ekonomiska och miljömässiga effekter vid tillämpning av precisionsodling.....	76
Ekonomisk värdering av precisionsodling av vall – vilka potentialer finns?.....	79
Utbildning.....	80
Precisionsodlingskurs	80
Exjobb	80
Kurs i nyckeltal vid tillämpning av precisionsodling.....	80
Övrig verksamhet	81
Lanna försöksstation	81
Precisionsodling Sverige (POS)	83

Avdelningen för precisionsodling

Verksamheten på avdelningen, såsom forskning, utbildning och information präglas av en helhetssyn och sker i nära samarbete och dialog med näringsliv, myndigheter, organisationer och rådgivning. Avdelningen 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.

Avdelningen hade den 31 december 2005 totalt 13 anställda plus 1 säsongsanställd. Av dessa är fem disputerade, varav en med docentkompetens. Avdelningen har två inskrivna doktorander och sedan 2000 respektive 2002 finns också en adjungerad professor och en adjungerad lektor (GIS-lantbruk) knutna till avdelningen. Under året slutade Börje Lindén, forskningsledare vid avdelningen, med pension.

Skara

Sofia Delin, forskare
Lena Engström, forskningsassistent, doktorand
Anders Jonsson, adj. professor
Christina Lundström, forskningsassistent
Anna Nyberg, forskningsassistent
Bo Stenberg, forskningsledare
Maria Stenberg, forskare
Mats Söderström, adj. lektor
Johanna Wetterlind, doktorand

Lanna

Johan Fredriksson, försöksförman
Mattias Gustavsson, säsongsanställd
Berit Larsson, kontorist
Johan Roland, distriktförsöksledare
Rolf Tunared, försökstekniker

Lanna försöksstation utgör en viktig del av avdelningens verksamhet. Här bedrivs sedan många år ett stort antal långliggande försök inom mark/växtområdet. Under 2005 utfördes totalt 70 mark/växtförsök och till detta kom ett 15-tal demonstrationsodlingar. På Lanna finns sex fältanläggningar för utlakningsmätningar (se även sid. 79).

Avdelningen (inklusive Lanna) hade under 2005 totala intäkter på 13,8 miljoner kronor. Av detta var 2,3 miljoner statsanslag inklusive lokaler, 11,4 miljoner bidrags- och uppdragsintäkter samt 0,1 miljoner kronor övriga intäkter. Graden av externfinansiering var således över 80 procent.

Den första doktoranden vid avdelningen disputerade under 2005, då Sofia Delin försvarade sin avhandling. Det var den första disputationen inom mark-växtområdet någonsin vid SLU, Skara (se även sid.7).

Avdelningen arbetar aktivt inom det nationella samarbetsprojektet Precisionsodling Sverige, POS (se även sid. 81).

Forskning

Vårt forskningsarbete tar sikte på att utveckla metoder för bättre utnyttjande av markens resurser samt styrning av processer som inverkar på grödornas tillväxt, framförallt genom bättre växtnäringshushållning, bl.a. platspecifikt för tillämpning av precisionsodlingsjordbruket. Fyra viktiga forskningsfält som avdelningen arbetat inom och som vi ser kommer att vara viktiga under kommande år är:

Studier av växtnäringshushållning i tid och rum – effekter på gröda och miljö

Här arbetar vi med projekt som beskriver olika grödors kväveefterverkan och hur den kan styras t.ex. med växtföljd, jordbearbetning och växtskydd. Andra projekt tar upp kvävedynamiken och gödslingsstrategier i olika grödor. Projekten beskriver även hur olika typer av växtnäringsförluster uppkommer och kan minimeras. Några nya projekt omfattar hur organiska gödselmedel omsätts i marken i relation till deras kvalitet.

Utveckling av odlingssystem med förbättrad produktion, odlingsekonomi och utnyttjande av markens resurser

Inom detta område finns några större projekt där man studerar hela odlingssystem. Projekten är ofta lite längre och förväntas pågå eller har pågått under en längre tid. Här studeras odlingssystem med avseende på jordbearbetning, konventionell/ekologisk/integrerad odling samt olika typer av vallodling.

Implementering och utveckling av sensorer och metoder för en ökad precision i lantbruket

Inom detta område arbetar avdelningen med projekt där olika tekniker, t.ex. NIR och elektrisk konduktivitet används för att beskriva variationen i exempelvis jordart, kvävemineriseringsförmåga, och enskilda näringsämnen och metaller inom och mellan fält. Dessa data används för att bättre styra insatser på fältnivå. Teknikerna används både i strategier för att möjliggöra en hög provintensitet och för online-analyser. GIS (Geografiska informationssystem) används för att anpassa uppmätta resultat inom fält och för att ta fram underlag/kartmaterial att styra olika insatser efter. Nyckeltal tas fram för att bedöma ekonomiska och miljömässiga effekter vid tillämpning av precisionsodlingstekniken. Sensortekniken används också i projekt för bestämning av ensilagekvalitet i samband med utfodring.

Studier av ekonomiska och miljömässiga effekter av en ökad precision i odlingen

Här ingår projekt som beskriver ekonomiska och miljömässiga effekter av precisionsodling i jämförelse med konventionell odlingsteknik. Ett projekt utvecklar en modell för hur precisionsodlingsdata kan utvärderas och omvandlas till spatials nyckeltal för att underlätta bedömning av precisionsodlingens potential på den enskilda gården.

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

Resultaten från avdelningens forskning publiceras i vetenskapliga tidskrifter, institutionsrapporter samt populärvetenskapliga artiklar av olika slag. På avdelningens hemsida, <http://po-mv.slu.se>, finns de flesta av våra publikationer tillgängliga.

Utbildning

Avdelningen var under 2005 ansvarig för en 5-poängskurs i precisionsodling för agronomstudenter. Därutöver medverkade olika forskare vid avdelningen också i annan undervisning vid SLU-institutioner samt vid andra högskolor och universitet. Under året har 2 studenter gjort examensarbete med handledning från avdelningen. Inom ramen för ett av avdelningens forskningsprojekt "Nyckeltal inom precisionsodlingen" arrangerades ett antal kurser för lantbrukare. Varje år arrangeras en tvådagars regional växtodlings- och växtskyddskonferens med målgruppen rådgivare inom organisationer och företag, lärare vid naturbruksgymnasierna, försöksansvariga, lantbrukarrepresentanter med flera intresserade av avdelningen. 2005 deltog drygt 130 personer i konferensen.

Seminarier, konferenser m.m.

Under 2005 var avdelningen huvudansvarig och delansvarig för ett antal seminarier och konferenser:

- Växtodlings- och växtskyddskonferens i Uddevalla
- Nonnendagen. Framtidens växtodling – stora möjligheter till lönsamhet?
- Nonnenseminarium. Kvävegödslingens utveckling via utopier mot hållbara strategier. Avtack-
ning av Börje Lindén, forskningsledare vid avdelningen.
- Preconference-tour i västra Sverige inför ECPA, Europeisk precisionsodlingskonferens.
- ECPA, Europeisk precisionsodlingskonferens i Uppsala (Avdelningen och POS medverkat i planeringen och vid olika programpunkter).

Disputation

Site-specific Nitrogen Fertilization Demand in Relation to Plant Available Soil Nitrogen and Water - Potential for prediction based on soil characteristics

Den 4 februari 2005 disputerade avdelningens första doktorand. Innehållet i avhandlingen sammanfattas här:

Under 1990-talet började man använda skördetröskor utrustade med GPS och skördemätning både i Sverige och internationellt. Härigenom uppmärksammades att det rådde stora skördeskillnader inom bl.a. stråsådesfält. Detta väckte frågan om inte också gödslingsbehovet varierar inom ett enskilt fält. Det platsspecifika behovet av kvävegödsling bör även påverkas av inomfältvariationer i växttillgängligt kväve, vilket i sin tur måste påverkas av variationer i markegenskaperna.

Målsättning

Att studera hur kvävebehovet varierar inom ett fält med stora jordartskillnader, hur detta påverkas av inomfältvariationer i växttillgängligt kväve, som i sin tur påverkas av variationer i markegenskaper.

Utförande

Detta studerades i fältförsök 1998-2000 på ett 15 ha stort fält i Västergötland med stora skillnader i jordart och avkastningsnivåer inom fältet. Mängden växttillgängligt markkväve under odlingssäsongen, jordart, skörd och proteinhalt bestämdes på 39 platser på fältet (fig 1). Ekonomiskt optimal kvävegiva beräknades på fem av platserna på basis av gödslingsförsök med sju kvävegödslingsnivåer.

Nettomineraliseringen, d.v.s.

nettotillskottet av växttillgängligt kväve från marken, under odlingssäsongen varierade både inom fältet och mellan åren (fig 2). Endast ca 26 % av variationen inom fältet kan förklaras av variationen i lerhalt och mullhalt. Olikskatterna i mönstret mellan åren indikerar att resten av variationen bör bero på variabler som varierar olika mellan år, t.ex. vattenhalten i marken.

Resultat

År 1998 och 2000 odlades höstvetete och 1999 vårkorn.

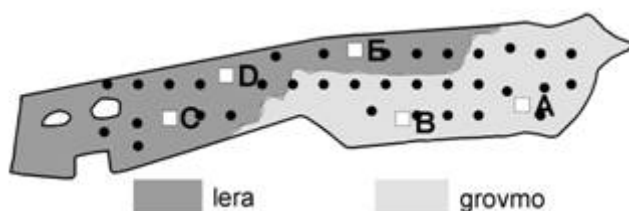


Fig 1. Försöksfält med gödslingsförsök på fem platser (A-E) och kvävemineraliserings-, skörde- och proteinhaltsmätningar på 34 platser (●).

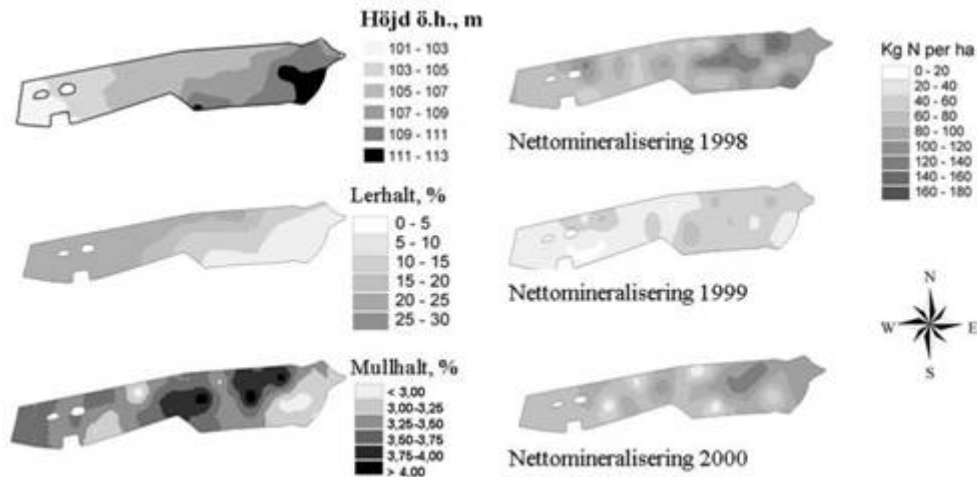


Fig 2. Kartor över höjdskillnader, lerhalt, mullhalt och årlig nettomineralisering av kväve.

Inomfältvariationen i proteinhalt (fig 3) kunde förklaras både med skillnader i skörd och växttillgängligt markkväve men berodde även på andra faktorer. Större avkastning medför utspädning av kvävet i kärnan och därmed sänkt proteinhalt, medan mer kväve från marken kan förbättra proteininlagringen. Proteinhalts- och skördekartorna hade olika utseende under skilda år (fig 3). Hur proteinhalten förhåller sig till skördenivån säger en del om den generella kvävegödslingsnivån var lagom och hur gödselkvävemängderna borde ha fördelats. År 1999 låg kvävegödslingsnivån på fältet generellt under optimum så att kväve blev

begränsande för både skörd och proteinhalt, och kartorna för dessa parametrar fick då ett liknande utseende. Under 1998 och 2000 befann sig gödslingsnivån högre i förhållande till behovet och relationen mellan skörd och proteinhalt blev omvänd, d.v.s. hög proteinhalt där skörden var låg. Under alla år borde mer kväve ha fördelats till områden med lägre proteinhalt, förutom på några platser 2000 där både proteinhalt och skörd var låg, förmodligen p.g.a. att någon annan faktor begränsade grödtillväxt och därmed kväveupptaget, t.ex. svampangrepp.

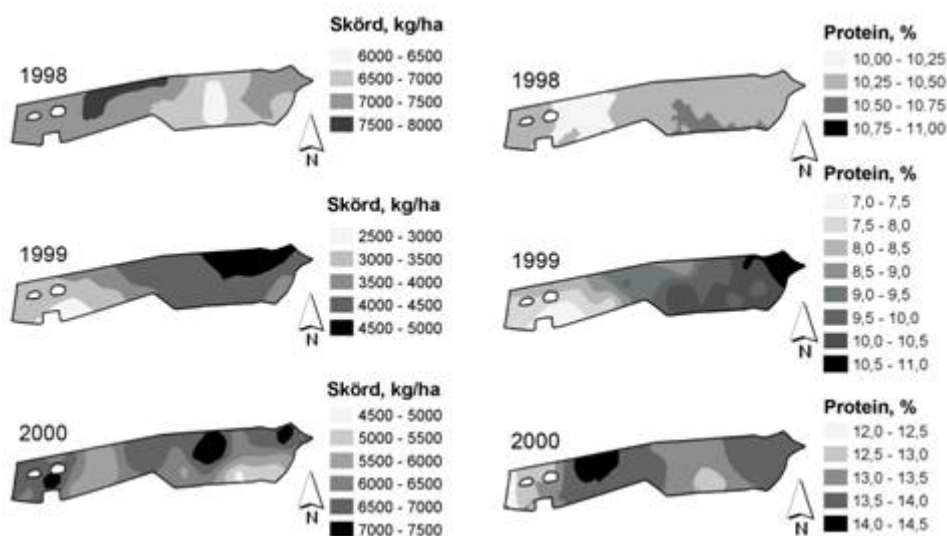
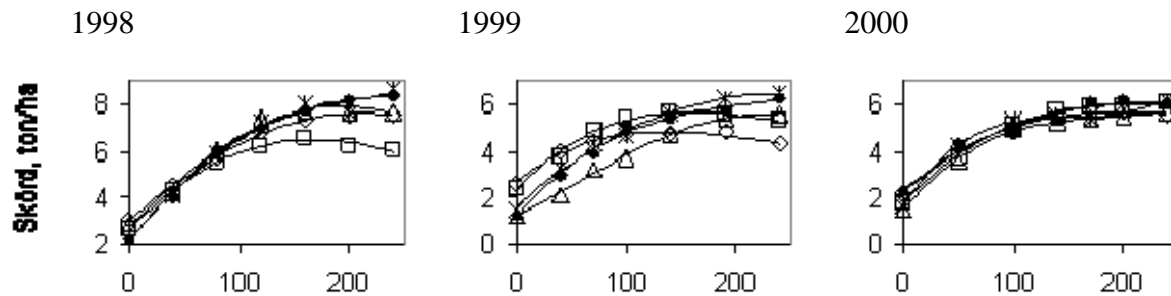


Fig 3. Skörde- och proteinhaltskartor under perioden 1998-2000.



Kvävegödslingsnivå, kg N/ha

Fig 4. Skörderespons på kvävegödsling på platserna A (◇), B (□), C (△), D (#) och E (q) under olika år.

Skillnaderna i skörderespons på kvävegödsling var små mellan platser med olika jordarter under alla tre år (figur 4), troligtvis beroende på relativt regniga år, då vatten aldrig blev begränsande för tillväxten, inte ens inom grovmoområdet. År 1998 begränsades skörden av svampangrepp inom en fältdel, vilket där resulterade i lägre optimal kvävegiva. År 1999 var skillnaderna i växttillgängligt kväve från marken stora mellan lerjord och grovmo och kväveeffektiviteten blev lägre på lerjorden särskilt på den plats som hade störst vattenöverskott. Detta resulterade i större kvävebehov för att uppnå maximal skörd.

Skördedata från ett torrår (1996), ett normalår (2000) och ett vått år (1999) användes för att undersöka hur skörden under olika år varierade beroende på lerhalt (som avspeglar vattenhållande förmåga). Avkastningen inom lerjordsdelen av fältet visade ett negativt samband med lerhalt under det våta året, troligtvis p.g.a. vattenöverskott och därmed syre- och kvävebrist. Däremot var sambandet positivt inom grovmodellen av fältet under det torra året, förmodligen

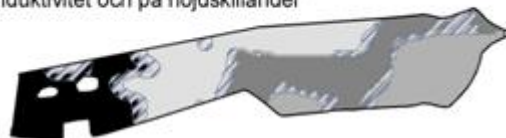
p.g.a. torkan. Under det ”normala” året erhöles inget samband mellan lerhalt och skördenivå, troligtvis p.g.a. utebliven torka. Liknande samband erhöles med topografi och markens elektriska konduktivitet, den senare i hög grad relaterad till lerhalt. Topografi och elektrisk konduktivitet kan mätas med hög rumslig upplösning på ett fält till rimliga kostnader. De kan därför vara lämpliga att använda om man vill dela in ett fält i zoner med olika risker för torka och vattenöverskott. I olika zoner kan man tänka sig skilda strategier för kvävegödsling, med avseende på både gödslingstidpunkt och mängd.

Tid: Försöken genomfördes 1998-2000.

Finansiering: Projektet finansierades av Jordbruksverket, SLF och SLU

Kontaktperson: Sofia Delin
0511-67000; sofia.delin@mv.slu.se

Riskzoner baserade på variationen i markens elektriska konduktivitet och på höjdskillnader



Riskzoner

- låg risk
- hög risk för torka
- risk för torka
- risk för vattensjuka
- ▨ zonövergång

Fig 5. Odlingzoner med olika risker för torka och vattenöverskott.

Projekt under 2005

Studier av växtnäringshushållning i tid och rum – effekter på gröda och miljö

Här arbetar vi med projekt som beskriver olika gröders kväveefterverkan och hur den kan styras t.ex. med växtföljd, jordbearbetning och växtskydd. Andra projekt tar upp kvävedynamiken och gödslingsstrategier i olika grödor. Projekten beskriver även hur olika typer av växtnäringsförluster uppkommer och kan minimeras. Några nya projekt omfattar hur organiska gödselmedel omsätts i marken i relation till deras kvalitet.

Kvävemineraliseringsförlopp och inverkan på skörd efter gödning med fjäderfägödsel

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 höns gödsel och kyckling gödsel med handelsgödsel
- att jämföra växtnäringseffekten av höns gödsel och kyckling gödsel vid olika spridningstidpunkter.
- att undersöka efterverkan av höns gödsel och kyckling gödsel året efter spridningen.
- att kartlägga kvävemineraliseringsförloppet under växtodlingssäsongen efter tillförsel av höns gödsel och kyckling gödsel.
- att koppla kväveupptag i gröda och skördeutbyte till mineraliseringshastighet.

Utförande

Undersökningen utgörs av ett gödslingsförsök och ett inkuberingsförsök. I gödslingsförsöken undersöks effekten av höns- respektive kyckling gödsel på skörd i vårkorn vid spridning på vårvintern och vid vårbruket. Året därefter tillförs inget gödselkväve för att undersöka efterverkan av de två gödseltyperna samt ammoniumnitrat. Inkuberingarna görs i anslutning till fältförsöken. Jord blandas med gödsel (kvävemängd motsvarande 120 kg total-N ha⁻¹) i plastflaskor som placeras i matjorden vid de olika spridningstidpunkterna.

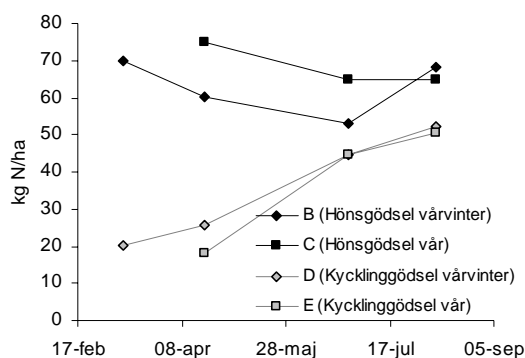


Fig 6. Mängd mineralkväve i inkuberingsflaskorna vid olika tillfällen.

Resultat

Fältförsöket visar att sen spridning av kyckling gödsel gav bättre effekt på skörden än tidig, medan det inte var någon skillnad i skördeeffekt mellan tidpunkterna för höns gödsel. 120 kg totalkväve gav en skördeeffekt motsvarande ca 40 kg N tillfört som ammoniumnitrat för höns gödsel och tidig spridning av kyckling gödsel, medan skördeeffekten motsvarade ca 50 kg N som ammoniumnitrat för sent spridd kyckling gödsel.

Från inkuberingarna fattas ännu resultat från senhösten. De resultat som finns visar på nettoimmobilisering av kyckling gödsel och nettomineralisering av höns gödsel.

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

Finansiering: SLF

Kontaktperson: Sofia Delin 0511-67235
sofia.delin@mv.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 kväveupptag. 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 växtnäringseffekt.

Målsättning

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

Utförande

Försöket utförs genom inkubering av gödsel inblandad i jord i plastflaskor. Plastflaskorna placeras nere i matjorden vid olika tänkta tidpunkter för spridning av gödseln. Temperaturen i marken mäts kontinuerligt under hela försöksperioden. De gödselmedel som studeras är nötgödsel (både fast- och flyt-), kycklinggödsel, köttbenmjöl och BioVinass. Vid varje tänkt tidpunkt för spridning sätts dessutom ett led med jord utan inblandning av gödsel ut för att identifiera hur mycket av det mineraliserade kvävet som härrör från jorden. Spridningstillfällena infaller på hösten, vårvintern, vid vårsådd samt senare på våren/försommaren. Flaskorna tas ut för analys vid tre till sju tillfällen beroende på spridningstillfälle. Innehållet i flaskorna analyseras med avseende på $\text{NH}_4\text{-N}$ och $\text{NO}_3\text{-N}$. På detta sätt följs förändringarna av innehållet av ammonium- och nitratkväve för beskrivning av mineraliseringsförloppet från spridningstillfället och fram till senhösten efter växtsäsongens slut.

Resultat

Resultaten från år 1 (fig 7) visar att mycket mineralkväve frigörs snabbt efter spridning av både Biofer (köttbenmjöl) och

BioVinass. Från nötgödseln skedde ingen nettomineralisering efter spridning.

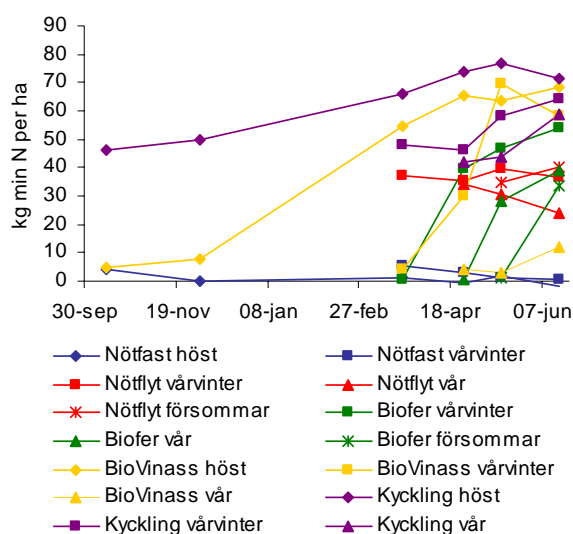


Fig 7. Mineral kvävemängd i gödseln vid olika tidpunkter efter spridning.

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

Finansiering: SLU's Ekoforsk

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

Kväveförsörjning av ekologiska höstoljeväxter – studie av olika kvävekällor, tillförseltidpunkter och myllningsteknik

Övergången till 100 % ekologiskt foder till idisslare innebär att efterfrågan på ekologiska rapsprodukter ökar. Låga skördar i ekologisk höstrapsodling kan oftast kopplas till liten tillgång till växtnäring. Här undersöks organiska gödselmedel applicerade med olika teknik för att se om kväveutnyttjandet kan förbättras. Höstraps har stort kvävebehov när plantorna börjar växa tidigt på våren och under stjälksträckningsfasen i april och början av maj. Då är nettomineraliseringen i marken vanligen låg. Därmed är det viktigt att organiska gödselmedel tillförs vid en tidpunkt och på ett sätt så att kväveutnyttjande och kväveförsörjning blir optimal. Av denna orsak bör effektiviteten hos marknadens organiska gödselmedel undersökas med avseende på vad som händer då de tillförs vid låga temperaturer och om de inte myllas.

Målsättning

Den övergripande målsättningen är att för ekologiska gårdar både med och utan djur kunna presentera en ekologiskt hållbar strategi för kväveförsörjning av höstraps med organiska gödselmedel och därmed öka odlingssäkerheten och det ekonomiska utbytet i odlingen. I projektet undersöks följande frågeställningar:

- Förbättras kvävetillgängligheten i organiska gödselmedel om den spridda gödseln radhackas direkt efter spridning jämfört med bredspridning?
- Ökar kvävetillgängligheten vid bredspridning tidigt på våren före tillväxtstart (1- 15 mars) jämfört med bredspridning efter tillväxtstart (1-15 april)?

Utförande

Genom att undersöka olika på marknaden förekommande organiska gödselmedel applicerade med olika spridningsteknik och i bestånd med olika etableringssystem kan en modell för effektivt kväveutnyttjande utarbetas. Sambanden mellan olika typer av organiska gödselmedel och spridningsförhållanden undersöks, för att om möjligt kunna

påverka faktorer som ökar tillgängligheten av kvävet i gödselmedlen och därmed öka utnyttjandet av dessa. Projektet kommer att genomföras med tre försök per år i två år och påbörjades i och med utläggning av de första fältförsöken 2005. I figur 8 visas oljeväxterna i ett av försöken hösten 2005.



Fig 8. Höstoljeväxter hösten 2005 i ett av försöken i försöksserie D3-0148.

Tid: 2005-2006

Finansiering: SLU Ekoforsk

Kontaktperson: Maria Stenberg, SLU Skara, 0511-672 74,
Maria.Stenberg@mv.slu.se.

Samarbetspartners: Hs Skaraborg, Hs Konsult och Svenska Lantmännen.

Mineralisering och fastläggning av kväve efter nedbrukning av höstrapshalm

Större N-utlakning efter höstraps än efter stråsäd torde bero på att mer mineraliserat kväve hinner anhopas i marken fram till senhösten än efter stråsäd. För att bättre bevara kvävet i marken efter höstraps, där höstsäd sedan etableras, bör man undvika att stimulera N-mineraliseringen. Detta kan ske genom reducerad eller utebliven jordbearbetning inför sådden av höstsäden och genom att stimulera fastläggningen av kväve i marken under hösten i samband med höstrapshalmens nedbrytning.

Målsättning

Minskad N-utlakningsrisk efter höstraps bör enligt projektets hypotes kunna uppnås genom följande åtgärder:

- Finfördelning (söndersmulning) av halmen med exempelvis en betesputs samt jämn inarbetning och fördelning av halm i ett 5-7 cm tjockt ytskikt genom ytlig jordbearbetning med lämpligt tallriksredskap.
- Obearbetad mark i den underliggande jorden (under 5-7 cm djup). Härigenom undviker man att stimulera kvävefrigörelsen i matjordens centrala och djupare delar.

Utförande

I ett randomiserat blockförsök med tre upprepningar såddes höstraps i augusti 2003. Höstrapsen skördades den 11 augusti 2004 och avkastade i medeltal 4050 kg Ts/ha. Höstvetete (Kosack) såddes 24 september 2004 efter olika behandlingar i leden A-G, se figur .

Resultat

Direktsådd av höstvetete och sådd av höstvetete direkt efter plöjning (23/9) var de åtgärder som höll mineralkväveförrådet på lägst nivå fram till senhösten jämfört med jordbearbetning 6-12 cm (20/8) följt av

plöjning/ej plöjning eller ännu en jordbearbetning (24/9) innan sådd av höstvetete. Resultaten visar att bästa sättet att minska utlakningsrisken under vintern var att undvika all tidig jordbearbetning efter skörd av höstraps. Inga signifikanta skillnader i skördenivå fanns mellan leden.

Tid och plats: Fältförsöket utfördes på en lättare jord på Bjertorp, 2003-2005.

Finansiering: Stiftelsen Svensk Oljeväxtforskning

Kontaktperson: Lena Engström
0511-67141 lengstrom@mv.slu.se

Provtagningsdatum: 17/11 2004

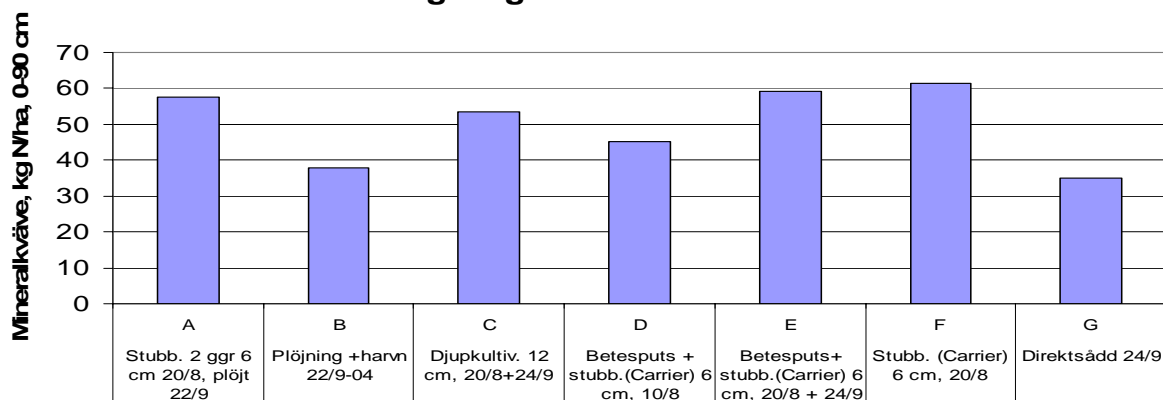


Fig 9. Mineralkväve i marken på senhösten i led A-G.

Kväveförsörjning vid ekologisk odling av höstraps efterföljt av höst- och vårvete

Målsättning

Att undersöka hur kväveefterverkan efter grüngödslingsvall och slåttervall kan maximeras och anpassas till ekologiskt odlad höstraps och i vilken utsträckning kompletterande flytgödsel fordras för god avkastning och proteinfodervärde. Höstrapsens efterverkan i höst- och vårvete samt effekten av fånggröda på kväveutlakningsrisken studeras under år tre.

Utförande

Under försöksår 1 är det enligt planen klövergräsvall med olika behandlingar vid första och andra skörd (bortförsel av grödan med skörden, putsning som grüngödslingsvall m.m.), varefter marken plöjs och höstraps sås. År 2 odlas höstraps (med och utan flytgödsel) varefter höstvetet följer i en del av försöket. I den andra delen etableras en fånggröda, varefter marken plöjs först på senhösten och vårvete sås år 3. Under det tredje och sista året undersöks efterverkan av de olika behandlingarna i höst- och vårvete.

Resultat

I de två försöken som avslutades under 2005 överensstämmer resultaten till stor del med de två tidigare avslutade försöken (2003 och 2004). Precis som i tidigare försök verkade de olika vallbehandlingarna inte påverka rapsskördarna i något av försöken. Flytgödsel till höstrapsen hade liksom tidigare liten effekt på skörden. Merskördar på endast 320 kg/ha resp. 40 kg/ha erhöles i de två försöken. Mineralkväve på senhösten efter skörd av höstraps var precis som i de tidigare försöken lägre där fånggröda fanns och ingen jordbearbetning gjorts innan sen höstplöjning jämfört med där höstvetet såtts eller där marken stubbearbetats 2 gånger efter skörden av höstraps för att sen höstplöjas sent. Liksom tidigare år verkar det som vårvetet haft en bättre kväveförsörjning jämfört med höstvetet. Fånggröda och sen plöjning hösten innan vårvete jämfört med stubbearbetning och plöjning inför sådd av höstvetet har troligen

orsakat detta genom att inte stimulera kväve mineraliseringen under hösten och därmed minska kväveförlusterna. I ett av försöken där vårvete såtts efter att höstvetesådden misslyckats sjönk avkastningen med 1000 kg/ha och proteinhalten var 2 % lägre jämfört med vårvetet som såtts efter en sen höstplöjning. Den kraftiga och tidiga bearbetningen till höstvetesådden har troligen orsakat rejäla N-förluster i efterkommande vårvete och därmed den lägre skörden. I det andra försöket var vårvetesköörden 170 kg/ha högre än höstvetets och totala kväveupptaget i grödan var 36 kg/ha större än i höstvetet. Därmed har alla försöken hittills visat på mindre N-förluster med fånggröda och senarelagd plöjning utan att skördarna påverkats negativt jämfört med etablering av höstvetesådd efter höstraps. Därför har det också blivit ett bättre kväveutnyttjande med vårvete jämfört med höstvetet som gröda efter höstraps. Även om vårvetet har haft något lägre skördar än höstvetet vissa år har det alla åren också gett större intäkter pga. det högre priset som betalas för vårvete.

Tid och plats: Fyra fältförsök i Västra Götaland, 2001-2005. Avslutas 2006.

Finansiering: Jordbruksverket

Kontaktperson: Lena Engström,
0511-67141, lengstrom@mv.slu.se

Höstraps och ärter i växtföljden – metoder att ta tillvara det bättre förfruktsvärdet och minimera den större kväveutlakningsrisken

Målsättning

I detta projekt skall kväveprocesser vid odling av höstraps och ärter samt åtgärder för förbättring av kvävehushållningen och minskning av kväveutlakningen studeras.

Utförande

Två treåriga utlakningsförsök genomförs på Götala försöksgård i Västergötland. Försöken är randomiserade blockförsök med tre upprepningar. Rutstorleken är 6 x 30 m och i varje ruta finns 3 sugceller på 80 cm djup för mätning av markvätskans nitratkoncentration. Försök 1, startades 2004 (år 1) med sådd av höstraps efter höstvete i sex av totalt nio led (fig 10). På våren 2005 år 2 såddes havre i ett led och ärter i två andra led. Inför år tre då efterverkan studeras såddes höstvete 2005 i alla led utom ett där vårvete sås på våren 2006. Försöket avslutas med skörd 2006. Försök 2 startades med sådd av höstraps

2005 och avslutas med skörd av höstvete/vårvete 2007.

Resultat

Slutsatser för år 2 (2005) var att höstrapsen tog upp mer kväve när den fick en högre kvävegiva på hösten. Den högre kvävegivan på hösten bidrog inte till ökad kväveutlakning och gav inga merskördar. Höstrapsens blad- och plantförluster under vintern bidrog mycket lite till kväveutlakningen under vintern. Trots höstrapsens förluster av biomassa och kväve under vintern minskade den kväveutlakningen till hälften i jämförelse med en obevuxen mark som stubbearbetats på hösten.

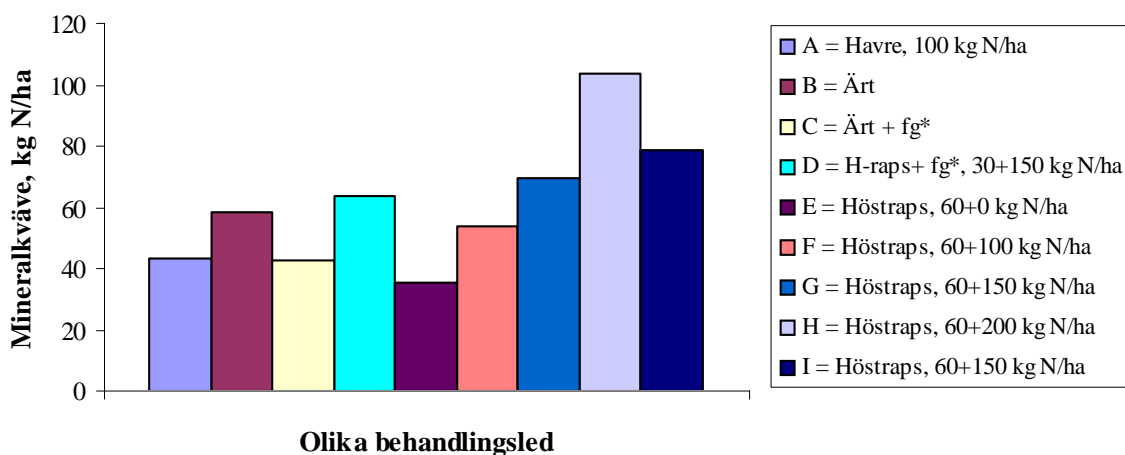


Fig 10. Mineralkväve i marken (0-90 cm, kg N ha⁻¹) den 1-10/8 (skördedatum för höstraps led E den 1/8 och led D + F-I den 8/8 och för havre och ärt den 10/8). *fg = fånggröda

Höstrapsens bladfällning under växtsäsongen bidrog med 18 kg N ha⁻¹ till marken. Bladfällningen och höstrapsens tidiga mognad (i förhållande till havren) är troligtvis orsaken till en ökad kväveminerisering och därmed en anhopning av utlakningsbart kväve vid skörd. Markens innehåll av mineralkväve ökade vid skörd med stigande kvävegivor till höstrapsen. En kvävegiva som översteg optimum med 50 kg N ha⁻¹ orsakade en ökning av mineralkväve vid skörd med 34 kg N ha⁻¹. Kväveutnyttjandet hos höstrapsen var högst med en giva på 100 kg N ha⁻¹. Den optimala kvävegivan på våren var detta år och på denna plats 150 kg N ha⁻¹. Fånggrödan i höstrapsen och ärterna fyllde sin funktion genom att

mängden mineralkväve i marken vid skörd minskade utan att skördarna påverkades negativt.

Tid och plats: Fältförsöket utförs på Götala försöksgård, 2004-2007.

Finansiering:

- * Stiftelsen Lantbruksforskning,
- * Stiftelsen Svensk växtnäringsforskning
- * Stiftelsen Svensk Oljeväxtforskning

Kontaktperson: Lena Engström
0511-67141, lena.engstrom@mv.slu.se

Kvävefixering i gröngödslingsvallar – kvantifiering av kväve i hela växten, kväve utsöndrat från rötter samt efterverkan

Hur påverkas kvävefixeringen av att man putsar gröngödslingsvallar och vilka effekter får putsningen på hur kvävet omfördelas i beståndet?

Målsättningen för projektet är att:

- kvantitativt bestämma kvävefixeringen hos rödklöver i fält.
- bestämma hur stor andel av det fixerade kvävet som finns i rötterna och hur stor andel som utsöndrats av rötterna till marken.
- bestämma effekterna av avslagning på kvävefixering och recirkulation i systemet.
- bestämma kväveefterverkan samt förluster av kväve från systemet.

Utförande

En kvävebudget är ett verktyg för att bestämma utnyttjandegraden av kväve i ett odlingssystem liksom för att bedöma risker för förluster till omgivande ekosystem. Det är också ett verktyg för att utvärdera effekter av insatta åtgärder på utnyttjande och förluster. För att upprätta en budget krävs tillförlitliga data över tillförsel, bortförsel med produkter samt förluster. Tillförseln av kväve genom biologisk fixering är ofta svår att uppskatta, vilket gör budgetberäkningar osäkra. I ekologiska produktionssystem är detta särskilt påtagligt eftersom det primära tillskottet av kväve sker helt eller till stor del genom kvävefixering i slätter-, betes- och gröngödslingsvallar eller andra baljväxtgrödor. Det är därför avgörande att kunna kvantifiera mängden fixerat kväve på ett tillförlitligt sätt och att beakta både kvävet i ovanjordiska växtdelar och det

kväve som finns i marken i rötter och substanser avgivna från rötter. Det finns idag mycket lite fältdata om mängderna av "underjordiskt" kväve i vallar och hur de påverkas av odlingsåtgärder.

I växtföljden ger vallen förutom kvävetillförsel och foderproduktion utmärkta tillfällen att hämma såväl rot- som frögräs genom upprepade avslagningar. Våra egna resultat från ett modellförsök indikerar att proportionerna mellan ovanjordiskt och underjordiskt kväve påverkas väsentligt av avslagning. I en gröngödslingsvall lämnas materialet vid putsning kvar på markytan. Mycket lite är känt om det klippta materialets inverkan på kvävefixeringen och på stabiliseringen av kväve i marken.

Tid och plats: Projektet pågår under

Finansiering: Projektet finansieras av Formas och SLU Ekoforsk.

Kontaktperson: Avdelningen för precisionsodling är Maria Stenberg, 0511-672 74, Maria.Stenberg@mv.slu.se.

Ansvarig: Projektledare är Sigrun Dahlin, Avdelningen för växtnäringslära, SLU, 070-67 122 99.

Kväveefterverkan av åkerbönor

Man vet mycket lite om hur stor kväveeffekt på efterföljande grödor man kan förvänta sig efter odling av åkerbönor. I ekologisk odling, där växtnäringstillgången är begränsad är denna frågeställning mycket intressant.

Målsättning

Försökets målsättning är att uppskatta efterverkan av odling av åkerbönor under två efterföljande år i ekologisk odling för att ge bättre beslutsunderlag till lantbrukare och rådgivare. Det första året odlades korn och det andra året havre. Projektet har också som mål att belysa, hur kvävefrigörelsen, när den än sker, påverkas av åkerbönornas växtrester som förklaring till den variation som förekommer i resultaten. Detta skulle svara på frågan, hur kväveefterverkan påverkas av varierande tillväxt hos åkerbönorna.

Utförande

Det treåriga försöket har genomförts på 6 olika platser i Mellansverige. Tre av försöken startades upp under 2003, och resterande under 2004. Försöket är upplagt med ett förfruktsår och ett första respektive andra efterverkansår (tabell 1). Försöket är upplagt på tre led, A: havre, B: åkerbönor som skördas och C: åkerbönor som inte skördas. Led C finns med för att spegla vad som händer de år man inte lyckas skörda åkerbönorna. Under det sista försöksåret delades försöksrutorna i två delar. Den ena delrutan fick nötflytgödsel motsvarande 75 kg N/ha i form av ammoniumkväve, medan den andra inte fick någon stallgödsel alls. Kväveminaliseringen beskrivs genom kväveprofilprovtagning ner till 90 cm djup vid fyra olika tillfällen under treårsperioden. Provtagning utförs

vid förfruktens mognad, på senhösten därefter, tidigt på våren år två samt vid avslutad kväveupptagning av grödan det andra året. Dessutom görs en bestämning av kväveupptaget i grödan under efterverkansåren genom provtagning av stråsåden vid avslutad kväveupptagning år 2 och 3 i leden utan gödsling. Genom att provta leden som inte gödglas bestämdes de N-mängder från mark och förfrukter som varit tillgängliga för växtligheten under det aktuella året.

Resultat

2005 studerades efterverkan av åkerbönor både år 2 i korn och år 3 i havre. De preliminära resultaten visade att det blev en tydlig efterverkan efter åkerbönor året efter odling. Störst efterverkan noterades i led C där hela åkerbönsgrödan plöjdes ner.

Tabell 1. Försökets olika led samt efterverkansseffekt (kg N/ha) och merskörd (kg/ha) jmf med led A (kg/ha) 2005 (led B – åkerböna skördas; led A – åkerböna skördas ej).

Led	A	B	C
Gröda år 1	Havre	Åkerböna	Åkerböna
Gröda år 2	Korn	Korn	Korn
Gröda år 3	Havre	Havre	Havre
Efterverkan (kg N/ha)	66	75	102
Merskörd jmf led A (kg/ha)	0	500	1050

Skörden i led C blev 1050 kg/ha högre än i led A, medan led B visade en ökad avkastning på 500 kg/ha jämfört med led A. Under det tredje året kunde ingen efterverkan av åkerböna konstateras i något led.

För att se hur mineralkvävemängderna i marken påverkades av de olika förfrukterna gjordes jordanalyser vid mognad och sen höst år ett samt under tidig vår och vid mognad år två. Vid mognad det första året fanns det i genomsnitt 15 kg mer mineralkväve i marken efter åkerböna jämfört med ledet med havre. Senare på hösten hade mängden mineralkväve ökat ett par kg/ha i både led A och B, men skillnaden var fortfarande lika stor. I led C var mineralkvävemängden lite drygt dubbelt så stor jämfört med led A sent på hösten.

Våren efter hade de genomsnittliga kvävemängderna i marken ökat något jämfört med provtagningarna på senhösten i samtliga led. I led A och B hade mineralkvävemängderna ökat med 7 kg/ha, medan mängden i led C hade ökat med tre kilo/ha. Hur mycket som hade

mineraliserats respektive denitrifierats är svårt att uppskatta. Resultat från tidigare utförda inkubationsförsök antyder dock att halm från åkerböna i ganska stor utsträckning klarar att binda kvävet över den mest kritiska vinterperioden. Man bör dock beakta att halmen i inkubationsförsöken är sönderdelad och inblandad i jorden.

Vid analyserna av mineralkvävemängderna på hösten det andra året noterades inga förhöjda mängder i leden med åkerböna jämfört med korn. I samtliga fall var marken i det närmaste tömd på växttillgängligt mineralkväve.

Tid: Projektet pågår mellan 2003 till 2006.

Finansiering: Försöket finansieras av Statens Jordbruksverk

Kontaktperson: Anna Nyberg
0511-67000; anna.nyberg@mv.slu

Mellangrödor efter höstvetete

Höstvetedlingen har ökat under senare år, vilket kan försämra möjligheterna att etablera effektiva fånggrödor i syfte att uppnå tillräcklig areal grön mark i Götalands slättbygder. Undersökningar visar dock att rajgräs kan etablera sig bra som insådd fånggröda i höstvetete. Om därtill klöver ingår, kan N-efterverkan förbättras. Ett alternativ om insådd på våren har svårt att lyckas vore sådd av mellangrödor i samband med höstvetets skörd. Insådd av vallväxter i stråsådd kan även utnyttjas som grüngödslingsträda, gärna med baljväxtinslag, på uttagen areal (EU-träda). Därmed slipper man stubbträdans negativa effekter såsom uppförökning av ogräs och ökad användning av kemiska bekämpningsmedel, samtidigt som vallväxternas positiva verkningar i form av produktion av organiskt material, större kväveefterverkan, markstrukturförbättring och växtpatologiskt sanerande verkan tas tillvara.

Målsättning

Att undersöka:

- möjligheten att så in fånggröda i höstvetete på våren.
- möjligheten att så in en mellangröda i samband med skörd av höstvetete.
- strategier för god ogräsbekämpning och kvävehushållning i odlingssystem med bevuxen EU-träda.

Utförande

I forskningsprogrammet ingår följande delprojekt:

I: Insådd av baljväxter på våren i höstvetete — inverkan av kvävetillgång och samodling med gräs på etablering, mängd oorganiskt kväve i marken och efterverkan. Följande insådder ingår i 3-åriga försök: ingen insådd, vitklöver, rödklöver, lusern, vitklöver+eng. rajgräs, rödklöver+eng. rajgräs, lusern+eng. rajgräs. Tillväxt och N-upptag studeras under hösten och N-efterverkan efterföljande år i vårkorn.

II: Sådd av mellangrödor i samband med höstveteskoroden — inverkan av arter, jordmyllning och marktäckning på mellangrödans biomassaproduktion och kväveupptag under hösten. Följande delförsök ingår: 1) jämförelser av höstraps, foderrättika, blastrova, luddvicker och höstråg, 2) inverkan av ett lager halm och boss och/eller myllning av utsädet på etablering, tillväxt och kväveupptag under hösten.

III: Strategier för ogräsbekämpning och kvävehushållning i odlingssystem med bevuxen EU-träda. I detta delprojekt med treåriga försök jämförs stubbträda med ettårig vall (rödklöver+eng. rajgräs) som grüngödslingsträda med avseende på inverkan av olika putsningsintensiteter och nedbrukningstidpunkter på ogräsförekomst, kvävehushållning (mineralkväveanhopning i marken på hösten – N-utlakningsrisk) och förbättring av markstrukturen. Efterverkan studeras i höstvetete år 3.

Finansiering: Projektet finansieras av SLF.

Kontaktpersoner: Johanna Wetterlind, 0511-67258, och Maria Stenberg, 0511-672 74, Johanna.Wetterlind@mv.slu.se Maria.Stenberg@mv.slu.se.

Samarbete: Ararso Etana, Avdelningen för jordbearbetning, och Göran Bergkvist, Institutionen för växtproduktionsekologi, SLU.

Läs mer: ”Mellangröda kan ge rejält kvävetillskott till efterföljande gröda” (Forskning lönar sig! Nyhetsbrev från Stiftelsen Lantbruksforskning, Nr 3 2005).

Kan växtskyddsåtgärder minska kväveförlusterna vid odling av höstvetete?

Av miljöhänsyn och av ekonomiska skäl är det önskvärt, att tillfört gödselkväve utnyttjas så effektivt som möjligt i jordbruket. Skadegörarangrepp orsakar nedsatta skördar, varvid det kväve som grödorna har till förfogande riskerar att utnyttjas sämre, med ökade N-förluster av olika slag som följd.

Målsättning

Syftet med denna undersökning är att belysa hur insatser av kemiska växtskyddsmedel för att hålla en höstvetegröda frisk påverkar grödans N-utnyttjande, kvävehushållning och olika kväveförluster.

Utförande

Ett fältförsök med odling av höstvetete lades ut under tre år (2002-2004) på Lanna försöksstation. I fältförsöket odlades höstvetete 2002-2004 i tre led med varierande växtskyddsinsatser. År 2001 installerades separata dräneringssystem i alla försöksrutor för att mäta kväveutlakning. Dräneringsvattnet samlades upp i en mätstation, där mängden mäts rutvis. För bestämning av ammoniakavgång från höstvetete under juli månad 2002 och 2003 utnyttjades den s.k. kyvettmetoden. För att belysa hur höstvetets tillväxt och kväveinlagring påverkades av växtskyddsinsatserna provtogs grödan regelbundet genom avklippning av ovanjordiska växtdelar. Vidare bestämdes kvävetillgången i

marken vid olika tidpunkter genom jordprovtagning och analys av markens mineralkväveinnehåll.

Resultat

År 2002 var inverkan på skörden av växtskyddsåtgärderna betydande (tabell 2), till skillnad från 2004, beroende på kraftigare angrepp av bladfläcksvampar (DTR) och stråknäckare 2002. År 2003 fick vetets bladfläcksjuka mindre betydelse p.g.a. brådmognad. Istället hade angrepp av sadelgallmygga troligen stor inverkan på skörden. I medeltal för de tre åren gav växtskyddsåtgärderna ett merutbyte på ca 35 % (tabell 2).

Tabell 2. Kärnskördar av höstvetete (kg/ha, 15 % vattenhalt) 2002-2004.

Behandling	2002		2003		2004		Medeltal	
	kg/ha	Rel.tal	kg/ha	Rel.tal	kg/ha	Rel.tal	kg/ha	Rel.tal
A Utan växtskyddsåtgärder*	5480	100	3600	100	7050	100	5380	100
B Bekämpning av svamp-angrepp ovan jord och av insekter*	7570	138	5440	151	7660	109	6890	133
C Bekämpning av svamp-angrepp ovan jord samt av rotdödare och insekter*	7760	142	5710	159	7330	104	6940	135
LSD	810		550		810			

*) Insekter bekämpades i alla tre leden 2004.

Tabell 3. Innehåll av totalkväve (kg/ha) i höstvetekärna 2002-2004 med och utan kvävegödsling (i "ordinarie" led respektive 0N-led) samt gödselkvävetts verkningsgrad (mERMängd kväve i kärnan genom N-gödslingen i % av tillförd N-giva, 180 kg N/ha).

Led	Kväveinnehåll, med kvävegödsling				Kväveinnehåll, utan kvävegödsling under året i fråga				Gödselkvävetts verkningsgrad*			
	kg N/ha				kg N/ha				%			
	2002	2003	2004	Medeltal	2002	2003	2004	Medeltal	2002	2003	2004	Medeltal
A	103	73	125	100	15	24	38	26	49	27	49	42
B	133	98	135	122	18	21	26	22	64	43	61	56
C	139	103	130	124	21	29	28	26	66	41	56	54
LSD	16	7	9		5	7	5		10	5	7	

) Verkningsgrad (%) = 100(N i kärna i N-gödslat led - N i kärna i motsvarande icke N-gödslat del-led)/N-giva.

Även om proteinhalterna blev lägre i de växtskyddsbehandlade leden, inlagrades i kärnskördarna i dessa led i medeltal 122 respektive 124 kg N/ha jämfört med 100 kg N/ha i obehandlat led (tabell 3). Växtskyddsinsatserna ökade verkningsgraden för gödselkvävet från i medeltal 42 % i ledet utan bekämpningar till ca 55 % i de båda behandlade leden, där verkningsgraden uttryckts som kväve i kärnan i procent av tillförd kvävegiva efter avdrag för kväveinnehållet i kärnskörderna i motsvarande led utan kvävegödsling (tabell 3).

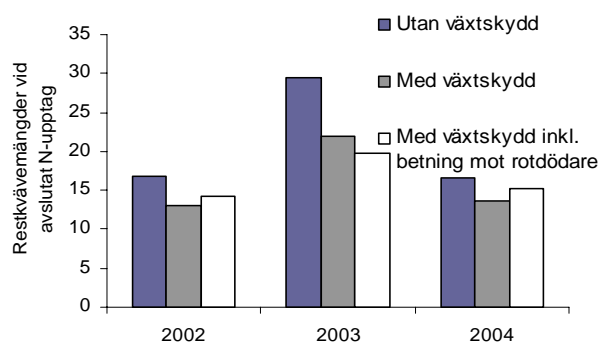


Fig 11. Mängden restkväve i marken efter avslutad kväveupptag i marken 2002, 2003 och 2004.

Högre kvävekoncentrationer i halmen i obehandlat led tyder på att den friskare grödan kunde överföra kväve effektivare till ax och kärna.

Mängderna outnyttjat mineralkväve vid avslutad N-upptagning blev större i ledet utan växtskyddsåtgärder, i medeltal 21 kg N/ha jämfört med 16 kg/ha i behandlade led (figur 11). Det fanns en antydning till högre utlakning i ledet utan växtskydd efter de grödor som haft skillnad i kväveeffektivitet, men skillnaderna var inte signifikanta. Förluster genom ammoniakavgång under juli var obetydliga (0,1-0,3 kg NH₃-N per ha).

Tid och plats: Försöket genomförs på Lanna försöksstation, 2002 - 2005.

Finansiering: Formas

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

Direktsådd av höstvetete som åtgärd för att förbättra kväveutnyttjandet under hösten i höstvetete

Ett flertal fältförsök har visat att jordbearbetning tidigt på hösten stimulerar kvävemineraliseringen och ökar risken för kväveläckage under höst och vinter. Eftersom en höstvetegröda tar upp förhållandevis små mängder kväve under hösten innebär konventionell etablering av höstvetete att en del av det kväve som mineraliseras till följd av bearbetningen riskerar att läcka ut under hösten och vintern. Hösten 2002 startades en försöksserie där vi undersöker hur mineraliseringen av kväve påverkas om höstvetetet istället direktsås eller om reducerad bearbetning tillämpas.

Målsättning

- Att studera i vilken grad direktsådd av höstvetete efter oljeväxter påverkar mineraliseringen av kväve i marken under hösten och etablering av grödan jämfört med konventionell sådd av höstvetete efter tidig höstplöjning.
- Att undersöka hur en grund bearbetning (5-7 cm) med Väderstad Carrier med efterföljande sådd av höstvetete påverkar mineraliseringen av kväve samt etableringen av grödan. Denna grunda bearbetning kan förväntas ha en positiv ogräseffekt samt en utjämnande effekt på markytan vilken inte erhålls vid direktsådd. Dessutom prövas också Lemkens ekipage Smaragd och Solitaire som är en kultivator av gåsfotsmodell åtföljd av en såmaskin.

Bakgrund

Vi vet idag att tidig höstplöjning kan orsaka ökad utlakning av och sämre hushållning med kväve jämfört med om marken är obrukad under hösten. Vi vet också att den stimulering av kvävemineraliseringen som en bearbetning ger upphov till är större ju djupare man bearbetar. Kväveupptaget i en höstvetegröda (ofta inte mer än drygt 10 kg) står inte i proportion till den stimulerande effekt på kväve-mineraliseringen som en tidig höstbearbetning har. Vid direktsådd av

höstvetete minskar dock bearbetningen och därmed stimuleringen av kvävemineraliseringen och risken för kväveutlakning. Även vid en mycket ytlig bearbetning innan sådd av höstvetete borde mineraliseringen minska jämfört med vid traditionell plöjning.

Direktsådd av höstvetete innebär också lägre kostnader inom spannmålsodlingen jämfört med höstplöjning och såbäddsberedning. Projektet utförs på tre platser i Sverige; i Skåne, Västergötland och Uppland.

Tabell 4. Försöksplan försök R2-4046

Led	Såbäddsberedning och sådd
A	Direktsådd av höstvetete med Väderstad Rapid.
B	Konventionell sådd av höstvetete vid normal såtidpunkt. Stubbearbetning vid normal tidpunkt för höstbearbetning. Efter stubbearbetning, plöjning och konventionell såbäddsberedning.
C	Sådd av höstvetete med Väderstad Rapid efter stubbearbetning (9-12 cm)
D	Sådd av höstvetete med Väderstad Rapid efter grund bearbetning med Väderstad Carrier (5-7 cm)
E	Referensled, obearbetat och osått
F ¹	Sådd av höstvetete med Lemkens ekipage Smaragd (grund kultivering) och Solitaire (sådd)

¹ Endast år 2002 i Skåne.

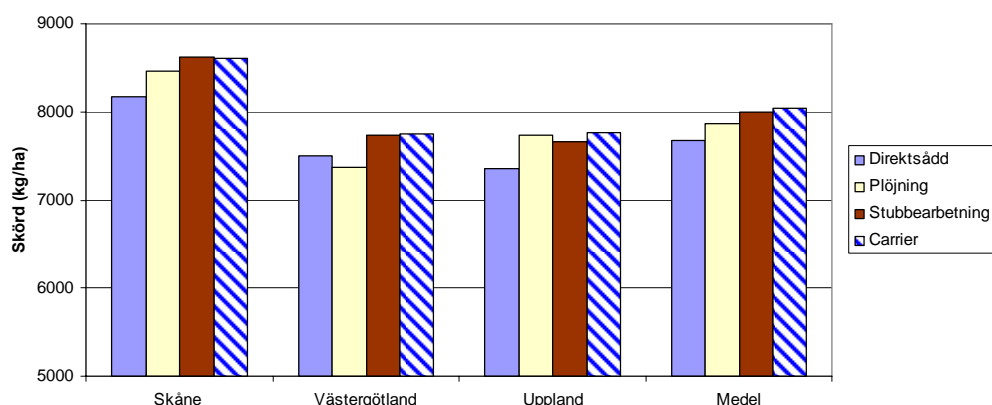


Fig 12. Skörd av höstvetete på försöksplatserna i Västergötland, Skåne och Uppland (Uppsala) samt i genomsnitt för alla platserna. Medelvärden för år 2003-2005.

Resultat

I genomsnitt för de tre åren är det leden som stubbearbetats och bearbetats med Carrier som haft de högsta skördarna (fig 12). Carrieren har fungerat speciellt bra i försöket i Uppland.

Direktsådden av höstvetete har gynnat ogräsen (fig 13) men även stubbearbetning och bearbetning med Carrier har inneburit ökad ogräsförekomst jämfört med plöjning. Skillnaderna har varit tydligast på våren för att sedan avta under sommaren fram till skörd.

De olika bearbetningarnas påverkan på mängderna mineralkväve i marken under hösten i försöken i Uppland, Västergötland och Skåne presenteras i figur 14-16. I Uppland och i Skåne återfanns ca 10 kg mer mineralkväve i markprofilen på hösten efter plöjning än efter direktsådd. Att kvävemängderna i Västergötland är så pass stora i leden som stubbearbetats och bearbetats med Carrier beror delvis på att det år 2003 fanns mer kväve i dessa led än i de övriga redan innan bearbetningen utfördes. Resultaten från det sista årets markprovtagning är inte färdiganalyserade ännu.

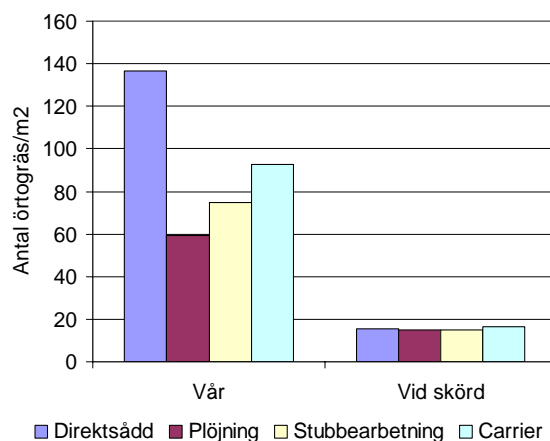


Fig 13. Antal örtogräs/m² på våren och vid skörd i medeltal för samtliga försöks-platser och år.

Tid: 2003-2005

Finansiering: Projektet finansieras av Stiftelsen Lantbruksforskning.

Kontaktperson: Projektledare samt kontaktperson vid Avdelningen för jordbearbetning är Åsa Myrbeck, 018-671213 och vid Avdelningen för precisionsodling är Maria Stenberg, 0511-672 74,
maria.stenberg@mv.slu.se

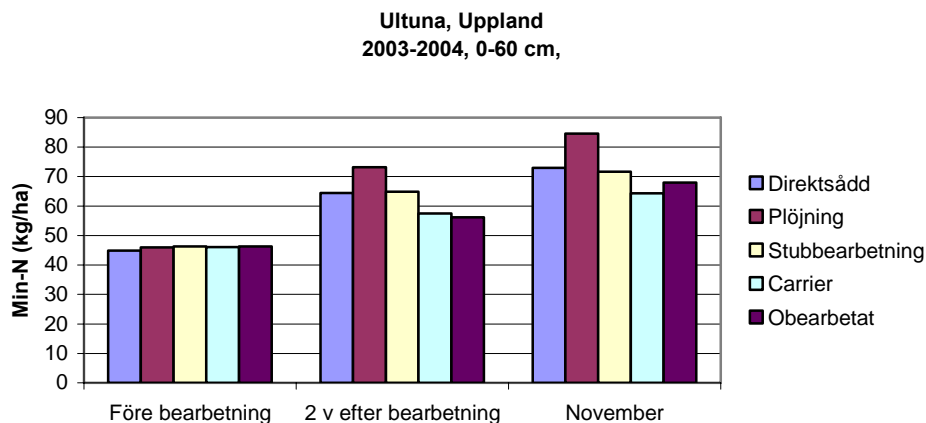


Fig 14. Mineralkväve i marken, 0-60 cm djup, vid tre tillfällen under hösten på försöksplatsen i Uppland.

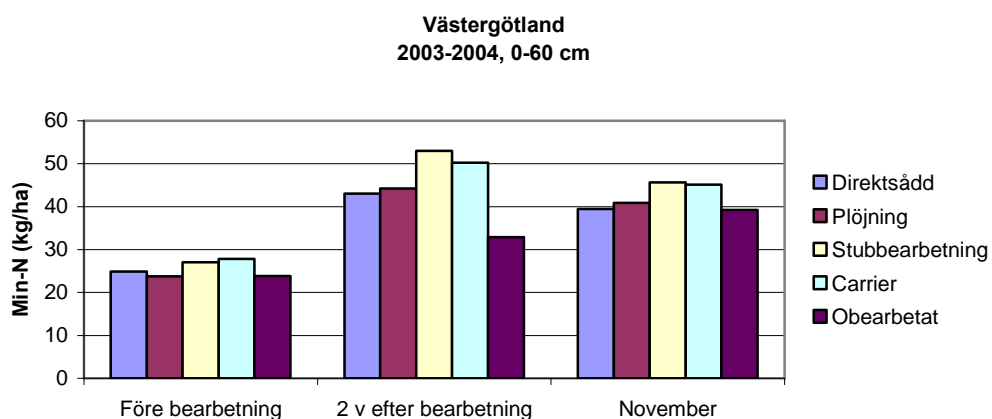
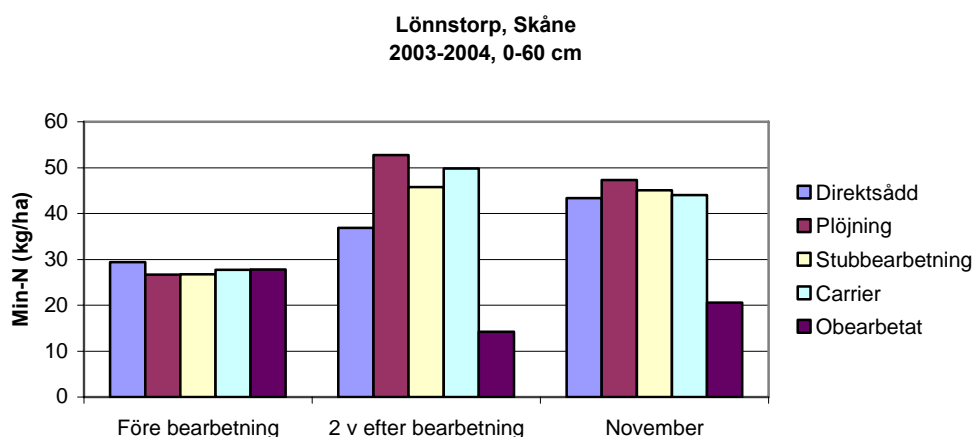


Fig 15. Mineralkväve i marken, 0-60 cm djup, vid tre tillfällen under hösten på försöksplatsen i Västergötland.



Figur 16. Mineralkväve i marken, 0-60 cm djup, vid tre tillfällen under hösten på försöksplatsen i Skåne.

Jordbearbetning - kväveutlakning på lerjord

Försök på lätta jordar har visat att utebliven eller minskad jordbearbetning på hösten leder till reducerad kväve mineralisering under samma period och därmed minskad risk för kväveutlakning. Om effekten är densamma på lerjordar är mindre känt.

Försöksserie R2-8408 lades ut under 1997 och de första bearbetningarna utfördes under hösten samma år.

Målsättning

- Att studera växtnäringsläckaget från en styv lera vid höstbearbetning vid olika tidpunkter.
- Att studera skillnader i växtnäringsläckage från en styv lera med konventionell jämfört med plöjningsfri odling.
- Att med hjälp av en rad markfysikaliska parametrar studera hur de olika bearbetningsstrategierna påverkar markstrukturen på längre sikt.

Inledning

I det här försöket jämför vi, förutom tidpunkten för höstbearbetningen, även plöjningsfri odling med konventionella system ur läckagesynpunkt. Det har vi ej kunnat göra på lätta jordar. I försöket tas kväveprofiler ut vid flera tillfällen under året. Gröda och fånggrödor analyseras också på innehåll av kväve under säsongen. De tio leden visas i tabell 5. Försöket genomförs i tre block.

led var små både sen höst och vår under åren 1997-2001. Under höstarna 2002 och 2003, som var betydligt torrare än de förra, uppmättes dock större mängder mineralkväve i marken efter tidig bearbetning än efter sen. Detta indikerar att vi de regniga höstarna har haft kväveförluster från försöket, men kanske inte genom utlakning utan via andra förlustprocesser. Mängden mineralkväve i marken under perioden 1997-2004 presenteras i figur 17.

Resultat

Skillnaderna i innehåll av mineralkväve i marken mellan tidigt och sent bearbetade

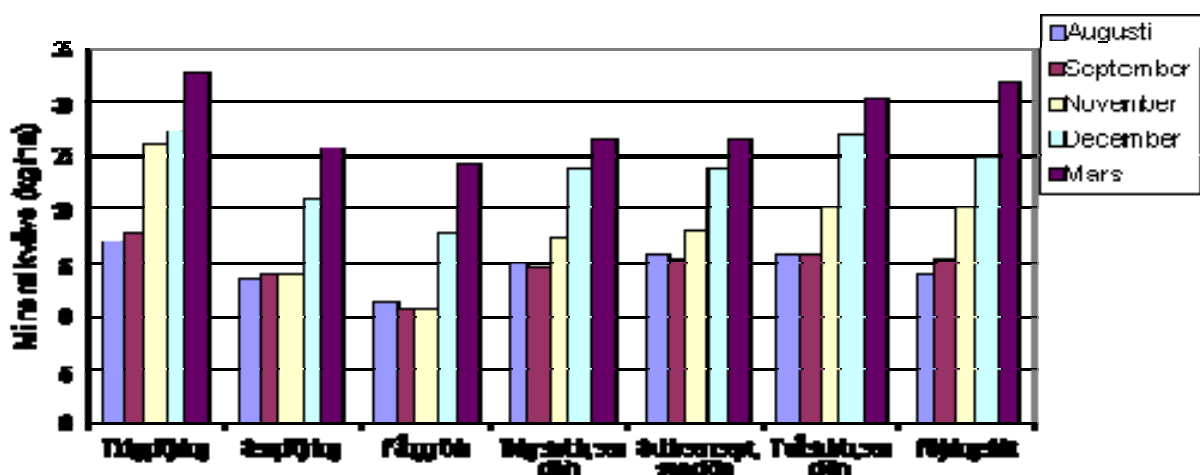


Fig 17. Mineralkväve (kg N ha⁻¹) i marken i 0-90 cm i medeltal 1997-2004 vid respektive provtagningstidpunkt i de olika bearbetningsleden.

Tabell 5. Försöksplan försök R2-8408 och skörd (kg/ha och relativtal) 1997-2005.

Led	Jordbearbetning	Havre 1998	Vårvete 1999	Vårkorn 2000	Havre 2001	Vårvete 2002	Vårkorn 2003	Havre 2004	Vårvete 2005	Medel 1998- 2005 ¹
A	Tidig höstplöjning (ca 1.9), halmen nedbrukas	4530 =100	4580 =100	3850 =100	4810 =100	4490 =100	2800 =100	5120 =100	5570 =100	100
B	Tidig höstplöjning (ca 1.9), halmen bortföres	91	107	110	99	96	103	87	101	99
C	Sen höstplöjning (20-25.10), halmen nedbrukas	101	94	90	87	82	112	86	69	87
D	Sen höstplöjning (20-25.10), halmen bortföres	90	110	106	93	90	101	85	74	93
E	Sen höstplöjning (20-25.10), fånggröda (eng.-rajgräs), halmen bortföres	97	104	106	90	90	122	72	91	93
F	Sen höstplöjning (20-25.10), fånggröda (cikoria), halmen bortföres	99	96	97	88	88	71	63	84	88
G	Stubbearbetning ca 1.9, halmen nedbrukas, senhöstplöjning (20- 25.10)	94	102	102	92	94	105	84	92	94
H	Stubbearbetning ca 25.9, halmen nedbrukas, senhöstplöjning (20- 25.10)	98	100	97	91	92	108	91	91	94
I	Stubbearbetning ca 1.9 och ca 25.9, halmen nedbrukas, sen höstplöjning (20-25.10)	91	106	109	93	96	112	79	95	96
J	Plöjningsfri odling: stubbearbetning ca 1.9 och ca 25.9, halmen nedbrukas	99	97	101	92	96	129	103	81	96
Sign.		n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	***	**	n.s.	n.s.

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

Variationerna mellan leden under enskilda år har varit små och sällan statistiskt signifikanta, men de har tenderat att vara högre i tidigt bearbetade led än i sent bearbetade led, både med och utan fånggröda. Denna skillnad i avkastning har hittills varit konsekvent och också ökat de senare åren. En orsak skulle kunna vara att marken i de sent bearbetade leden har fått sämre struktur på grund av ogynnsamma förhållanden vid bearbetning på senhösten. Vid sen höstbearbetning kan också behovet av ogräsbekämpning öka.

Även om resultaten från de markfysikaliska undersökningarna, var och en för sig, i flera fall var något otydliga och inte gav signifikanta skillnader, pekade

de nästan alla åt samma håll, det vill säga mot försämrade odlingsegenskaper efter årlig plöjning sent på hösten. Vid en jämförelse mellan tidig och sen plöjning hade det sent plöjda ledet en lägre vattenhalt i såbädden, en lägre infiltration genom plogsulan, större penetrationsmotstånd ovanför och i plogsulan hösten. Vid en jämförelse mellan tidig och sen plöjning hade det sent plöjda ledet lägre vattenhalt i såbädden, mindre infiltration genom plogsulan, större penetrationsmotstånd ovanför och i plogsulan samt i centrala matjorden en högre skrymdensitet, en lägre porvolym och en lägre aggregatstabilitet i vatten.

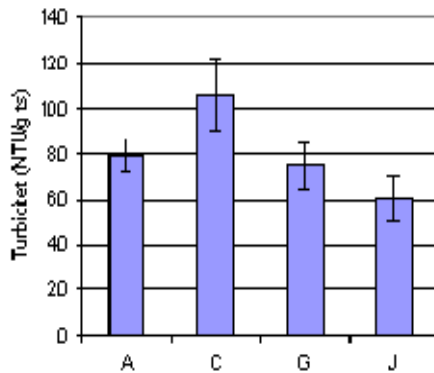


Fig 18. Aggregatstabilitet uttryckt som aggregatens benägenhet att slammas upp i vatten. Hög turbiditet betyder låg aggregatstabilitet i vatten.

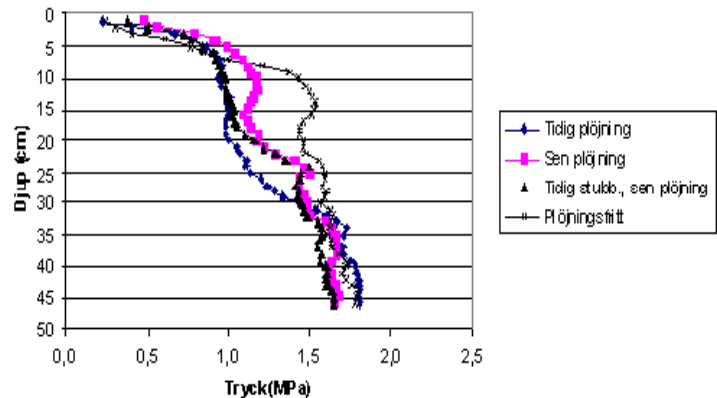


Fig 19. Penetrationsmotstånd (MPa) i skiktet 0-50 cm i september 2005 i försök R2-8408.

Slutsatser av projektet

- ✘ Tidig höstplöjning innebar större mineralisering av kväve i marken under hösten jämfört med sen höstplöjning på denna lerjord.
- ✘ Under nederbördsrika år förlorades troligen betydande mängder kväve under hösten efter tidig plöjning. Den huvudsakliga förlustvägen var sannolikt genom gasemissioner. Under torrare år ackumulerades mineralkvävet i profilen till efterföljande vår.
- ✘ Återkommande plöjning sent på hösten ledde till en försämring av markstrukturen.
- ✘ Sen höstplöjning gav lägre skördar än tidig höstplöjning, troligtvis på grund av dess negativa inverkan på markstrukturen.
- ✘ Den årliga användningen av cikoria som fånggröda orsakade här skördesänkningar. Cikorian medförde kraftig uppförökning av ogräs på grund av utebliven ogräsbekämpning.



Fig 20. Nedslagning av infiltrationsringar.

Tid och plats: Försöket genomfördes 1997 - 2004.

Finansiering: Jordbruksverket

Kontaktpersoner:

- ✘ Maria Stenberg, 0511-67274, Avd för precisionsodling SLU, Skara.
- ✘ Åsa Myrbeck, 018-671213; Avd för jordbearbetning, SLU, Uppsala.

För mer resultat se Rapport nr 3, 2005, från Avd. för precisionsodling SLU.

Brytning av höstbevuxen mark – olika strategiers inverkan på utlakning av kväve, fosfor och glyfosat

En större areal fånggröda är önskvärt för att vi ska uppnå en minskad kväveutlakning från jordbruket. För att undvika att de arter som används som fånggröda blir ogräs i växtföljden bryts ofta fånggrödorna med pesticider. Detta sker sent på hösten för att utnyttja fånggrödans hela tillväxtperiod. Finns det då också en risk att det samtidigt medför en ökad användning och utlakning av glyfosat?

Målsättning

Målet med projektet är att ta fram ny kunskap om hur glyfosatbehandling av fånggrödor innan en mekanisk brytning påverkar utlakningen av kväve, fosfor och glyfosat. Det blir ett komplement till dagens kunskap gällande fånggrödor och senarelagd bearbetning som redskap för att minska negativ miljöbelastning från jordbruket. Syftet är att utveckla dessa redskap till att bli så effektiva som möjligt och ge hållbara produktionssystem utan miljömålskonflikter. Glyfosatbehandling av fånggrödor på hösten är allmänt förekommande men kunskaperna kring hur denna åtgärd påverkar risken för utlakning av kväve, fosfor och glyfosat är bristfälliga. Konkret handlar projektet om att klargöra dessa risker och finna lösningar som fungerar såväl ekonomiskt som ekologiskt.

Utförande

Projektet startade hösten 2005 och genomförs på två försöksplatser under två år, på mojord i Halland och styv lera i Västergötland. På dessa försöksplatser används specialtäckdikade rutor som möjliggör provtagning och kvantifiering av det avrinnande vattnet från varje ruta (2 respektive 3 uppreningar per led). Parallella studier på två olika jordarter möjliggör utvärdering av jordartens betydelse för olika åtgärders effekt, vilket bedöms intressant eftersom skillnaden i responsen på olika åtgärder tidigare visat sig variera avsevärt mellan lätta jordar och styvare leror. Vi mäter utlakning av glyfosat, kväve och fosfor. I tabell 6 visas leden i de två försöken.

Tid och plats: Försöket genomfördes på Lanna och Lilla Böslid 1997 - 2004.

Finansiering: SLF

Kontaktperson:
Maria Stenberg, Avd för precisionsodling
SLU, Skara, 0511-67274,

Projektledare: Helena Aronsson
Avdelningen för vattenvårdslära, SLU,
018-67 24 66

Tabell 6. Leden i försöken vid Lilla Böslid och på Lanna.

Led	Fånggröda		Kemisk brytning		Bearbetning	
	Lilla Böslid	Lanna	Lilla Böslid	Lanna	Lilla Böslid	Lanna
A	Ja	Ja	20 sept	1 okt	10 nov	10 nov
B	Ja	Ja	20 sept	1 okt	1 mars	20 mars
C	Ja	Ja	5 okt	Mars	10 nov	20 mars
D	Ja	Nej	5 okt	1 okt *	1 mars	10 nov
E	Ja	Nej	20 okt	1 okt *	1 mars	20 mars
F	Ja	-	-	-	1 mars	-

Riskbedömning av kväveutlakning från lerjord, till följd av olika höstbearbetnings-åtgärder

Att tidpunkten för jordbearbetning kan ha stor betydelse för utlakning av kväve, speciellt på lätta jordar, har visats i studier i både Danmark och Sverige. Med nuvarande kunskapsläge är det dock svårt att bedöma hur effektivt det är att senarelägga höstbearbetning som åtgärd för att minska förlusterna av kväve från lerjordar. Frågan är aktuell i bl a Götaland där krav på grön mark föreligger. Med nuvarande kunskap är möjligheterna att kunna kvantifiera de bakomliggande funktionerna i marken små. Om det vore möjligt skulle man lättare kunna identifiera jordar med hög risk för läckage.

Målsättningen för projektet är att:

- belysa hur pass stor inverkan på höstmineraliseringen som senarelagd höstbearbetning har på jordar med olika egenskaper i avsikt att minska kväveutlakningsrisken.
- identifiera markegenskaper som indikerar att behov av senare bearbetning föreligger.
- utveckla strategier för identifikation av jordar där behov av senare bearbetning föreligger.

Utförande

Projektet utförs genom studier på en gradient av jordarter (ca 5-50 % ler) med varierad mullhalt på jordbruk med och utan svinproduktion. Projektet koncentrerades till valda delar av västra Götaland, så att skillnaderna i nederbörd, lufttemperatur och andra klimatförhållanden begränsades. Försöken löpte under 3 år för att klart belysa årsmånsvariationerna. Sammanlagt valdes 24 försöksplatser årligen utifrån:

- Lerhalt i matjorden (ca 15-50 % ler)
- Odlingshistoria (svin eller ej, vall eller ej i växtföljden)
- Mullhalt i matjorden (ca 2-12 %)

På varje plats lades ett försök med tre upprepningar ut. Två led jämförs:
A. Tidig höstbearbetning (plöjning i början av september)
B. Utebliven höstbearbetning fram till senhösten (plöjning i början av november).

Marken karaktäriserades genom analys av kemiska, fysikaliska och biologiska markparametrar. För att beräkna kvävemineraliseringen under hösten uttogs i respektive led jordprover för bestämning

av mineralkväve (ammonium- och nitratkväve) inom 0-30, 30-60 och 60-90 cm djup. Provtagningen utfördes dels omedelbart före den tidiga höstplöjningen och dels sent på hösten.

Resultat

Resultaten håller på att utvärderas, men preliminära resultat visar att den tidiga höstplöjningen under torra år (2002 och 2003) gav en tydlig ökning av kvävemineraliseringen fram till november (fig 15). Det var inga stora skillnader mellan svingårdarna och växtodlingsgårdarna i medeltal, men spridningen av resultaten var störst på växtodlingsgårdarna. Även om kvävemängderna i medeltal var i stort sett desamma 2002 och 2003 varierade relationerna mellan de olika försöken. Försök som år 2002 hade en stor ökning i mineraliserat kväve mellan september och november hade inte nödvändigtvis en stor ökning under hösten 2003 (figur). Hösten 2004, som var en mer normalblöt höst, syntes ingen tydlig ökning av mängden mineralkväve mellan september och november (fig 15).

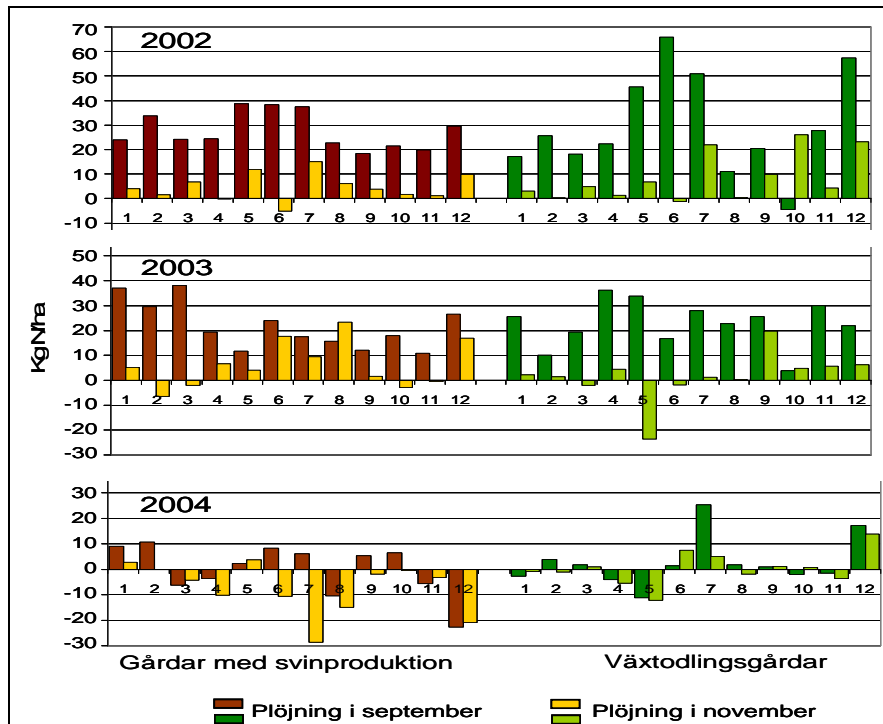


Fig 21. Ökningen i mineraliserat kväve ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$) (0-90 cm) från september till november under åren 2002-2004.

I medeltal fanns vid provtagningen i september ca 25 kg N ha^{-1} i båda leden och vid den senare provtagningen var siffrorna i stort sett desamma, möjligen med en liten minskning i leden som ännu inte plöjts. På flera platser under hösten 2004 uppmättes en stor andel ammonium i förhållande till nitrat i markprofilen. Den stora andelen ammonium fanns både vid september- och novemberprovtagningen. Andelen ammonium i profilen ner till 90 cm hade relativt starkt samband med lerhalten på 30-60 och 60-90 cm djup (r^2 -värden mellan 0,5 och 0,6).

Då den inbördes relationen mellan försöken inte var densamma de olika åren, det vill säga försök med hög mineralisering ett år hade låg ett annat, går det inte att prognostisera omfattningen på

höstmineraliseringen med hjälp av markparametrar och NIR. Däremot tyder resultaten på att förluster blöta år till största delen sker i gasform från tyngre lerjord medan en större andel sker som läckage ju lättare jorden är.

Tid och plats: Försöket genomfördes på 24 platser i Skaraborg 2002 - 2005.

Finansiering: Jordbruksverket

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

Inventering av lösligt organiskt kväve

Medan kunskapen om mineralkvävepoolen (NO_3^- och NH_4^+) i marken och dess betydelse för växtnäringsförsörjning och miljöpåverkan är relativt god vet vi betydligt mindre om poolen lösligt organiskt kväve. Tidigare har bristen på kunskap om betydelsen av det lösliga organiska kvävet och problem med att analysera det med traditionella metoder bidragit till att det ofta inte beaktats vid kvävestudier på åkermark. En mycket labil pool av kväve som snabbt kan mineraliseras och bli växttillgänglig eller riskerar att lakas ut har därför förbisetts.

Målsättning

Målet med undersökningen var att inventera förekomsten av lösligt organiskt kväve vid två olika tillfällen på 14 platser i västra Sverige hösten 2004. Kunskap om mängden lösligt organiskt kväve och dess roll i växtnäringsförsörjningen, så väl som för förluster i form av utlakning, behövs för att få en heltäckande förståelse av kvävedynamiken i marken.

Utförande

Under hösten 2004 gjordes en inventering av lösligt organiskt kväve på 14 platser i västra Sverige (fig 22). Inventeringen gjordes i ett större pågående treårigt projekt med 24 försöksplatser finansierat av Jordbruksverket som startades hösten 2002. Försöksplatserna valdes ut med syftet att täcka in lerjordar med varierande ler- och mullhalt. Hälften av försöken lades ut på rena

växtodlingsgårdar och hälften placerades på gårdar med svinproduktion och regelbunden tillförsel av stallgödsel. Ingen stallgödsel tillfördes dock försöksplatserna under de tre år projektet pågick. Försöksrutorna var 20 gånger 6 alternativt 20 gånger 5 m för att passa in med maskinbredden på gården och bestod av två led med två upprepningar. Leden var: A) plöjning i början av september (7-9 sep) B) plöjning i början av november (1-4 nov)

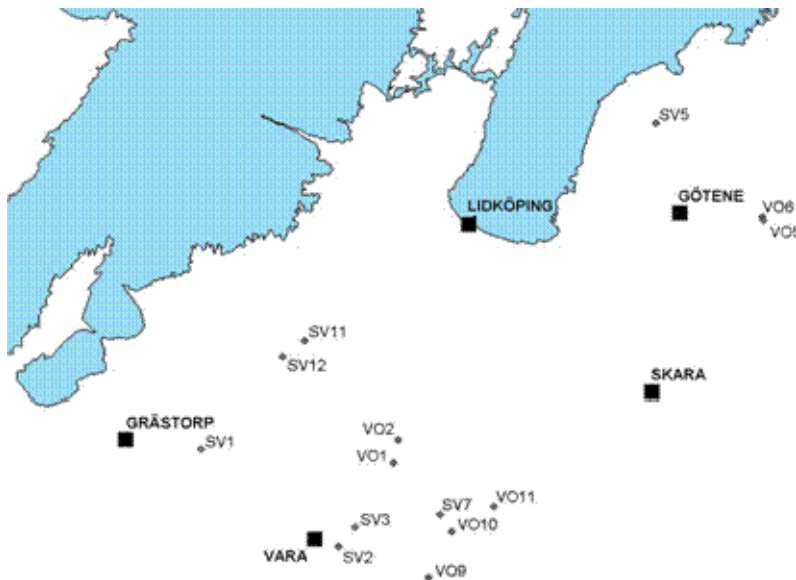


Fig 22. Placeringen av de 14 försöken, 7 på rena växtodlingsgårdar (VO1, ...) och 7 på gårdar med svinproduktion (SV1, ...).

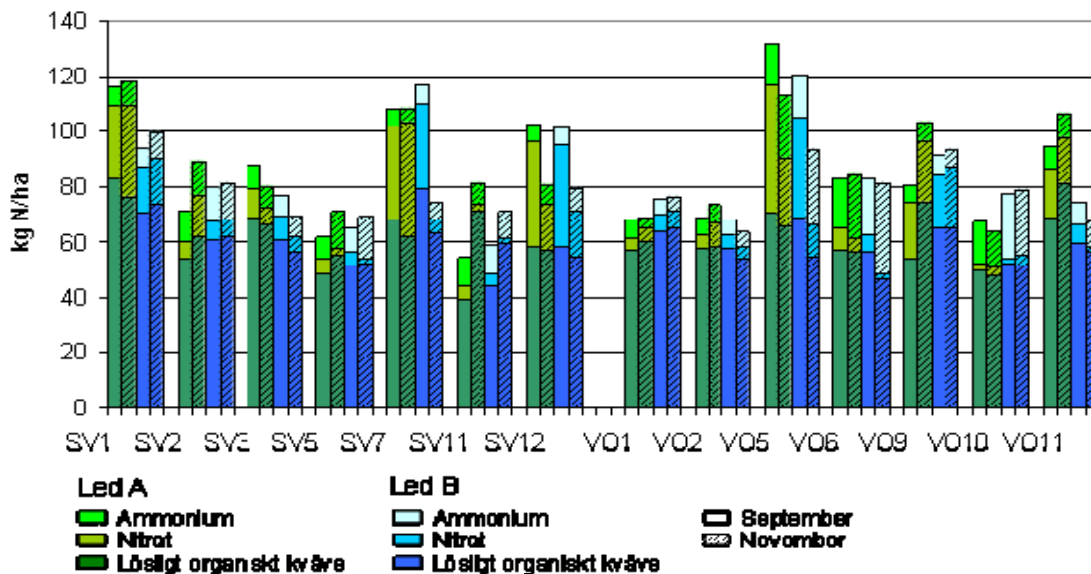


Fig 23. Mängden mineralkväve (ammonium och nitrat) och lösligt organiskt kväve i markprofilen ner till 90 cm i led A (plöjning i september) och led B (plöjning i november) vid provtagningen i september (inte skuggade staplar) och november (skuggade staplar).

Försöken såddes med vårsäd och sköttes sedan som det övriga fältet med hänsyn till gödsling och bekämpning. När omgivande gröda var höstvetete minskades dock kvävegivan i försöksytorna för att undvika liggsäd och överskottskväve. Jordprover för analys av mineralkväve togs ut från markytan ner till 90 cm djup (0-30, 30-60 och 60-90 cm) i alla led omedelbart före respektive plöjningstillfälle (7-9 september och 1-4 november).

Resultat

Mängden lösligt organiskt kväve (0-90 cm) stod i medeltal för ca 70 % av det totala extraherade kvävet, mellan knappt 60 och drygt 80 %, och var i medeltal 60 kg N ha⁻¹ vid både september- och novemberprovtagningen (fig 23). Den största mängden lösligt organiskt kväve, 70 % av totalmängden lösligt organiskt kväve i profilen, fanns i matjorden (0-30 cm). 20

% av kvävet fanns i skiktet 30-60 cm och 10 % längst ner (60-90 cm). Fördelningen av kvävet var i stort sett den samma vid båda provtagningstillfällena och för båda leden. Det fanns inga samband mellan vare sig mullhalt eller lerhalt och mängden lösligt organiskt kväve vid någon av provtagningarna. Någon skillnad mellan växtodlingsgårdarna och djurgårdarna syntes inte heller.

Tid: Växtodlingssäsongen 2004

Finansiering: Stiftelsen Svensk Växtnäringsforskning

Kontaktperson: Johanna Wetterlind
0511-67258

Johanna.wetterlind@mv.slu.se

Teknik för maximerat kväveutnyttjande och minimerad kväveutlakning i potatisodling

Grunt rotsystem, sent påbörjad tillväxt och stor kväveminalisering är några av anledningarna till att potatisodling anses leda till större kväveläckage än de flesta andra grödor. Det finns alltför få svenska undersökningar av kväveutlakning vid potatisodling så frågetecknen är flera.

Målsättning

Att studera om vi genom förändrad odlingsteknik kan minska kväveutlakningen vid odling av potatis?

Utförande

Att marken läcker mycket kväve vid potatisodling, har nog alla potatisodlare hört vid det här laget, men hur mycket utlakas egentligen och kan man påverka förlusterna genom valet av odlingsåtgärder? Med förhoppningen att några av våra frågor skulle besvaras

genomfördes två potatisförsök på Lilla Böslid i Halland, det ena 2003 och det andra 2004. Åtta led med olika tidpunkter och metoder för gödsling samt ett led med vårvete jämfördes genom mätningar av kväveutlakning under s.k. agrohydrologiska år (1/7-30/6).

Tabell 7. Försöksplan, D0-7801, Lilla Böslid i Halland 2003 och 2004

	Tillförsel av NPK 8-5-19 som första N-giva	Tilläggsgödsling med kväve i form av UniKa
A.	80 kg N/ha. Bredspridning vid sättning	25 kg N/ha ca 15 juni + före slutkupning
B.	80 kg N/ha. Radmyllning vid sättning	25 kg N/ha ca 15 juni + före slutkupning
C.	130 kg N/ha. Kupmyllning 3 veckor dagar efter sättning	Ingen tilläggsgödsling
D.	80 kg N/ha. Radmyllning 3 veckor efter sättning	25 kg N/ha ca 15 juni + före slutkupning
E.	80 kg N/ha. Radmyllning och kupformning vid sättning	25 kg N/ha ca 15 juni + före blomning. Ej slutkupert.
F *	80 kg N/ha. Radmyllning och kupformning vid sättning	25 kg N/ha ca 15 juni + före blomning. Ej slutkupert.
G **	80 kg N/ha. Radmyllning och kupformning vid sättning	25 kg N/ha ca 15 juni + före blomning. Ej slutkupert.
H.	40 kg N/ha som svinflyt + 40 kg N/ha bredspridning före sättning	25 kg N/ha ca 15 juni + före slutkupning
I.	Kontrollerad med vårvete (130 kg N/ha vid sådd)	Ingen tilläggsgödsling

* Skörd 1 senare än i övriga led

** Sådd av fånggröda efter skörd

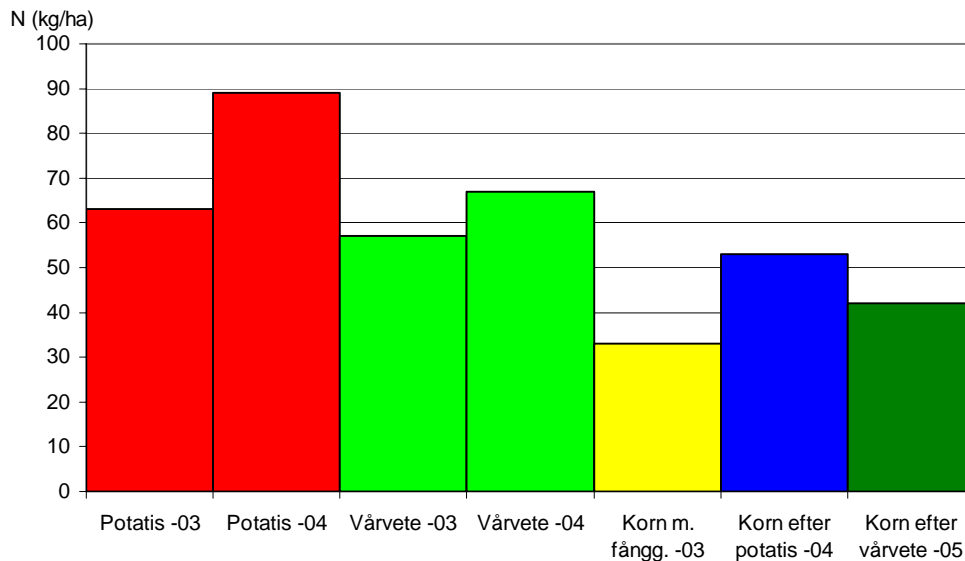


Fig 24. Inverkan av odling av potatis, vårvete och korn med insådd i försöket på kväveutlakningen under de agrohydrologiska åren 2003/2004 och 2003/2004 (perioden 1/7 - 30/6).

Resultat

Vi har alltså inte kunnat visa att valet av odlingsteknik i potatisodlingen påverkade kväveutlakningen. En orsak kan vara att olika tekniker inte inverkar på potatisens tillväxt och kväveupptag tillräckligt mycket för tydliga utslag.

Väderförhållandena under de två åren, ett år med torr höst och ett år med ovanligt regnig sommar, kan ha överskuggat eventuella ledskillnader. Blir det mycket stor försommarnederbörd som 2003, vaskas gödselkväve snabbt ned under rotzonen vid potatisodling. Stråsäd har däremot, till skillnad från det mycket sent sådda vårvetet i försöket 2003, normalt kommit längre i utvecklingen i

början av juni och tagit upp en hel del kväve, som därmed räddats från förluster. Det man i praktiken kan göra är att vid mycket regnigt väder vänta så länge som möjligt med kvävespridningen.

Tid: Projektet avslutades under 2005.

Finansiering: Projektet finansierades av SLF.

Kontaktperson: Ansvarig för projektet är Maria Stenberg, 0511-672 74, maria.stenberg@mv.slu.se

Kartering av pesticider i dräneringsvatten från integrerad och konventionell växtodling

Det är av stort samhällligt intresse att våra odlingssystem utvecklas mot så liten negativ belastning på omgivande miljöer som möjligt. Det innebär bl.a. att minimera användningen av pesticider, men det är också viktigt att öka kunskaperna om hur lantbruket kan minska riskerna vid användning. För att nå det målet krävs fördjupat underlag för lantbrukaren om hur t.ex. olika odlingsåtgärder i fält påverkar risken att pesticider hamnar i yt- och grundvatten.

Målsättning

Att på Hushållningssällskapets försöksgård Logården

- Studera förekomst av bekämpningsmedel i dräneringsvatten från de olika odlingssystemen.
- Analysera orsakerna till förekomsten av de olika medel som konatsteras.

Utförande

På Logården har utveckling av odlingssystem pågått sedan 1991. Förutom konventionell odling så drivs en del av gården som integrerad odling och en del som ekologisk enligt KRAVs regler. Integrerat växtskydd bygger i första hand på förebyggande åtgärder i form av växtföljd, sortblandningar och satsningen på biologisk mångfald. Inom det integrerade systemet används kemisk bekämpning som ett komplement. För att

minska den negativa inverkan av kemisk bekämpning används låga doser och när det finns valmöjlighet i fråga om preparat eftersträvas alltid att använda det med bäst miljöegenskaper. Särskild återhållsamhet tillämpas beträffande insektsbekämpning.

I den integrerade odlingen på Logården används pesticider behovsanpassat och övriga odlingsåtgärder syftar till att även minska pesticidbehovet.



Fig 25. Integrerad odling med lähäckar på Logården (Foto: Karl Delin).

Mellan varje skifte finns lähäckar och 3 m gräsremсор etablerade för att gynna biologisk mångfald, inklusive naturliga fiender, samt skapa en mer attraktiv landskapbild. Den integrerade odlingen med reducerade jordbearbetningsinsatser. Den största delen av den kemiska bekämpningen står ogräsbekämpningen för. I den integrerade delen används ofta lägre doser och en något sämre ogräseffekt accepteras. Något som ställer till problem inom det integrerade systemet är den ökande mängden gräsogräs som kräver en mer intensiv kemisk bekämpning. Glyfosat användes hösten 2004 på några av skiftena där det detekterades. Under sommaren fann vi bl.a. MCPA i dräneringsvattnet: höga halter vid provtagning i samband med riklig nederbörd efter behandling i början av juni (20, 30 resp. 50 $\mu\text{g l}^{-1}$). Substanser som ej använts 2005 har detekterats i några fall.

Resultat

Projektet startades i juli 2004. Hösten 2004 var användningen av pesticider liten. Våren 2005 innan första behandling med pesticider, provtogs vatten i 12 av brunnarna för kartering av pesticider i dräneringsvattnet. Vid karteringen fann vi glyfosat och bentazon i flera av brunnarna i både integrerad och konventionell odling. Bentazon användes på gården senast 1998.

Tid och plats: Försöket utförs på Hushållningssällskapetets försöksgård Logården under 2004-2005

Finansiering: Projektet finansieras av Stiftelsen Lantbruksforskning.

Kontaktperson: Ansvariga för projektet är Maria Stenberg, 0511-672 74, Avdelningen för precisionsodling, Maria.Stenberg@mv.slu.se, samt Jenny Kreuger, Avdelningen för vattenvårdslära.

Dikväveoxidemissioner från ekologisk odling styrda av kväveeffektiviteten i systemet

Effektivt utnyttjande av tillfört kväve och platsbunden tillgång på kväve är viktigt i utvecklingen av odlingsystem som är produktions- och miljömässigt hållbara på kort och lång sikt. Förluster av kväve genom utlakning och emissioner är oundvikliga vid all odling. I det här projektet utvärderas och utvecklas ekologisk, integrerad och konventionell odling.

Målsättning

Inom projektet bestäms:

- N-utlakning och N₂O-emissioner i relation till kväveutnyttjandegrad.
- Nyckelprocesser i marken som styr N₂O-produktionen och -emissioner.

Här visas N₂O-emissioner från sex grödor i ekologisk och integrerad odling under oktober 2004-maj 2005. N₂O-emissionerna varierade mellan 0,7 to 2,55 kg N₂O-N ha⁻¹ under perioden med generellt högre emissioner från skiften med ekologisk

odling (fig 26). Figur 27 visar gasprovtagning från kyvetter i fält på Logården.

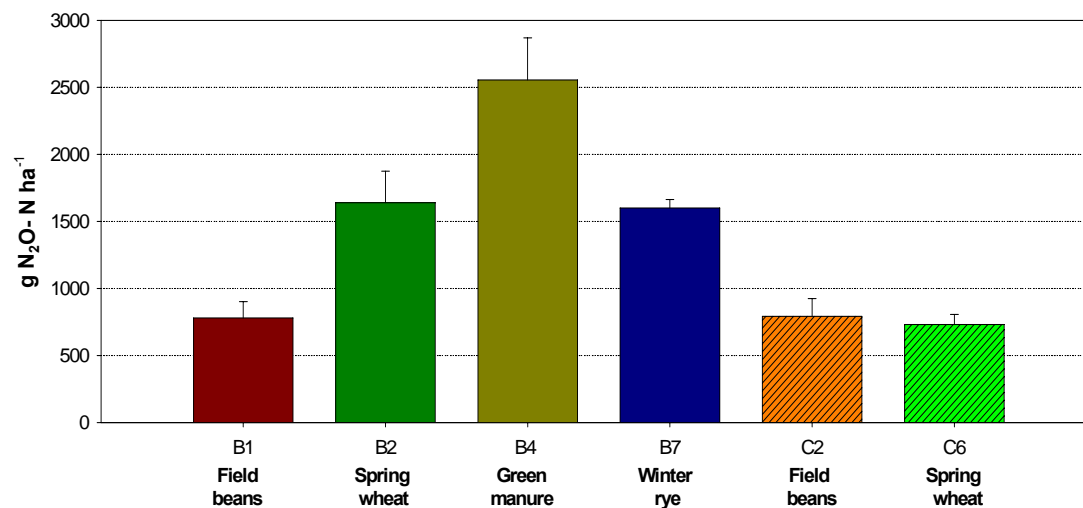


Fig 26. Ackumulerade N₂O-N emissioner (g N₂O-N ha⁻¹) från ekologiska (B) och integrerade (C) grödor 2004-2005 (preliminära data).



Fig 27. Provtagning av gas på Logården (Foto: Stellan Johansson).

Tid och plats: Försöket har utförts under 2004 och 2005 på Hushållningssällskapets försöksgård Logården i Västra Götaland.

Finansiering: Projektet finansieras av Formas.

Kontaktperson: Kontaktperson vid Avdelningen för precisionsodling är Maria Stenberg, 0511-672 74, Maria.Stenberg@mv.slu.se.

Projektledare: Leif Klemedtsson, Göteborgs Universitet.

Fortsättning: Under 2006 påbörjas kontinuerliga mätningar av emissioner från konventionell spannmålsodling på Lanna försöksstation inom projektet "Lustgasemission från odling på lerjordar; med en systemanalys över de svenska lustgasemissionerna", lett av Leif Klemedtsson och finansierat av Stiftelsen Lantbruksforskning.

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 modernmateriallets 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 där man både har 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. På dessa gårdar har vi 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 modernmaterial.

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. Provplatserna placerades ut efter jordartsvariationen på jordartskartan, så centralt som möjligt inom respektive

jordartspolygon. Koordinaterna för alla delprover bestämdes och överfördes tillsammans med bakgrundskartor och flygbilder till GPS-utrustning och användes vid provtagningen.

Vi avser att detaljkartera vissa fält med t ex EM38 (mäter jordens elektriska ledningsförmåga) som har visat sig vara en bra metod för att kunna avgränsa områden med olika jordarter. 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 flygmagnetiska kartor där man i ett geografiskt informationssystem kan göra en översiktlig riskbedömning.

Resultat

Resultaten från analys av kärna från de tre gårdarna visar preliminärt att hög Cd-halt i kärna ofta kan kopplas till specifika modernmaterial. Cd-variationen i figur 28 tycks följa jordartsgränserna. De höga halterna återfinns alla inom en och samma jordart. I det här fallet är det fluviala

sediment. En sådan koppling har vi även tidigare uppmärksammat på ett par enstaka prov i en kartering av Cd i mark och vetekärna i Skåne 1992. Halterna i vete var i de fluviala sedimenten 116-174 ug Cd kg⁻¹ TS (98-148 ug Cd kg⁻¹ vid 15 % vattenhalt). På andra modermaterial på den aktuella gården låg halterna med något undantag mellan 42 och 88 mg Cd kg⁻¹ TS. Det återstår att dokumentera orsaken, men i området har vissa fluviala sediment haft

ett mycket högt innehåll av alunskiffer och rester av rödfyr, något som ger upphov till höga halter av kadmium i jorden. Den höga alunskifferförekomsten visas t ex i flygmagnetiska gammastrålningsmätningar av Uran-238 som SGU utfört. I områden där detta är den dominerande Cd-källan torde detta vara en typ av mätdata som är mycket intressanta som en möjlig översiktlig kartering av riskområden.

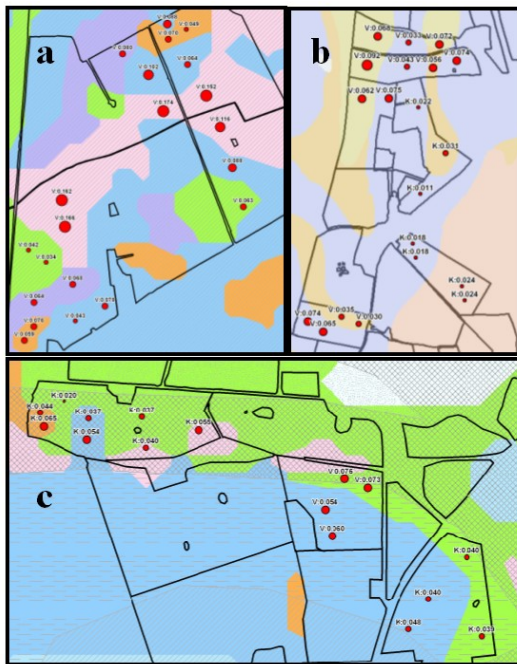


Fig 28. Cd-analyser i kärnprover (i mg/kg). Symbolens storlek varierar med Cd-innehåll. Kartorna i bakgrunden är jordartskartor från SGU. Ingen teckenförklaring visas utan kartorna visas endast här för att ge en uppfattning om den variation i jordarter som finns på gårdarna.

Tid: 2005-2007

Finansiärer: Mistra, SLF, Agroväst

Kontaktperson: Mats Söderström, SLU / Sweco, mats.soderstrom@mv.slu.se

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

Utveckling av hela odlingssystem med förbättrad produktion och odlingsekonomi samt effektivare utnyttjande av markens resurser

Inom detta område finns några större projekt där man studerar hela odlingssystem. Projekten är ofta lite längre och förväntas pågå eller har pågått under en längre tid. Här studeras odlingssystem med avseende på jordbearbetning, konventionell/ekologisk/integrerad odling samt olika typer av vallodling.

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 konventionell 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.

Resultat från undersökningen för åren 1996-2003 har rapporterats i: Rapport 1. 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@mv.slu.se

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

Odlingssystem för grovfoderproduktion med förbättrad avkastning, produktionsekonomi och växtnäringsutnyttjande

Kan man förbättra ekonomin i grovfoderproduktionen genom att välja att odla kortvariga, högavkastande vallar? Blir avkastning och kvalitet bättre eller inte? Här har kortvarig vall jämförts med traditionell treårig vall i en hel vallväxtföljd.

Målsättning

Att studera om ekonomin i grovfoderproduktionen kan förbättras genom att byta ut en treårig traditionell vall mot en högavkastande kortvarig dito.

Utförande

Försök och demoytor anlades 2001 och 2002. I dessa jämfördes ettåriga vallar med treåriga i en fyraårig valldominerad växtföljd. De treåriga vallar etablerades i spannmål till fullmognad och de ettåriga i helsäd av spannmål eller spannmål/ärtblandning. De ettåriga vallarna skördades fyra gånger per säsong och de treåriga vallarna skördades tre. De ettåriga plöjdes på hösten eller våren efter vallåret och etableras på nytt i helsäd. Avkastning vid skörd av helsäd samt återväxt efter helsädesskörd bestämdes.

I fältförsöken gödslades de ettåriga vallarna med $100 + 80 + 70 + 50 =$ totalt 300 kg N per ha och de treåriga med $80 + 70 + 50 = 200$ kg N per ha. I serie L6-560 ingick fyra led (A-D) medan det i serie L6-5601, ett försök på Rådde, ingick sex led

(A-F där A-D motsvarade leden i L6-560) så att det varje år fanns en ettårig vall och en helsäd att jämföra med. Allt grovfoder som producerats i respektive odlingssystem har inkluderats i summeringen av ts-skördar.

Vallarna är värderade med hjälp av Agrovästs modell för ekonomisk utvärdering av kvalitet och kvantitet och på så sätt är ett ekonomiskt värde per hektar framräknat (kr per kg ts * kg ts per ha).

Resultat

Observera att det är stora skillnader mellan år och mellan försöksplatser och att hela projektet kommer att sammanställas och redovisas i en separat SLU-rapport. Här redovisas endast resultat från fältförsöken.

Tabell 8. Redovisning av de olika fröblandningarna som har använts. Svalöf Weibull AB och Scandinavian Seed AB har valt två var.

Ettårig vall (SW):	15 % rödklöver Fanny, 45 % rajsvingel Paulita, 40 % hybridrajgräs Roxy
Ettårig vall (SSd):	60 % hybridrajgräs Pirol, 40 % italienskt rajgräs Fabio. Fr.o.m. 2003 ingår 25% rödklöver Titus och 5% Rajah
Treårig vall (SW):	30 % timotej Alexander, 30 % ängssvingel Mimer, 20 % engelskt rajgräs Helmer, 10 % rödklöver Sara, 10 % vitklöver Sonja (SW 944).
Treårig vall (SSd):	10 % timotej Lischka + 10 % Liglory, 10 % ängssvingel Preval, 30 % rajsvingel Prior (ersatt av rörsvingel Retu fr.o.m. 2002), 10 % engelskt rajgräs Herbie + 10 % Fanda, 6 % rödklöver Titus + 4 % Rajah, 5 % vitklöver Riesling + 5 % Abercrest.

Systemet med kortliggandevallar har över tre år med skörd av grovfoder totalt avkastat nära 36 ton ts i försöket på Uddetorp och drygt 29 respektive drygt 24 ton ts per hektar i försöken på Rådde. I samma försök har de treåriga vallarna avkastat knappt 31 ton på Uddetorp, samt drygt 26 ton och drygt 23 ton på Rådde. Dessa jämförelser är baserade på ett medelvärde av två led per system. I figur 29 är skillnaden i avkastning mellan systemen 2 500 kg ts ha⁻¹ som medel av alla tre försöken. Av figur 30 framgår dock att räknat i intäkter har den skillnaden försvunnit.

Gräsen i de ettåriga vallarna utvintrade kraftigt vintern år 2002/2003 och även vintern 2003/2004 tog gräsen stryk. Förstaskördarna har därför varit låga i flera fall tidigare år men detta har då kompenseras i resterade skördar. Vintern 2004/2005 var relativt lindrig men sedan blev det torrt på Rådde och

återväxtskördarna blev därför små. Vallarna som anlades 2001 hade speciellt på Uddetorp låg baljväxtandel 2002. Vallarna som anlades senare år har haft generellt högre andel baljväxter. De resultat som redovisas här är preliminära och vissa analyser kommer att köras om. Generellt har baljväxthalterna varit mindre än 50 % men några undantag finns. Första skörden 2005 var sen, vilket resulterade i något låga energivärden samt höga NDF-halter. Återväxten blev liten på grund av torka men höll ganska bra kvalitet. Bäst kvalitet per kg ts har man i år fått i tredje skörden enligt Agrovästs värderingsmodell. Ettåriga SSd-vallen var de första anläggningsåren en ren gräsblandning och den högst avkastande både 2002 och 2003. I den blandningen gick kvalitetsförändringen klart snabbare än i övriga. I de vallar som etablerats under 2003 och 2004 har SSd valt att tillföra 30 % rödklöver.

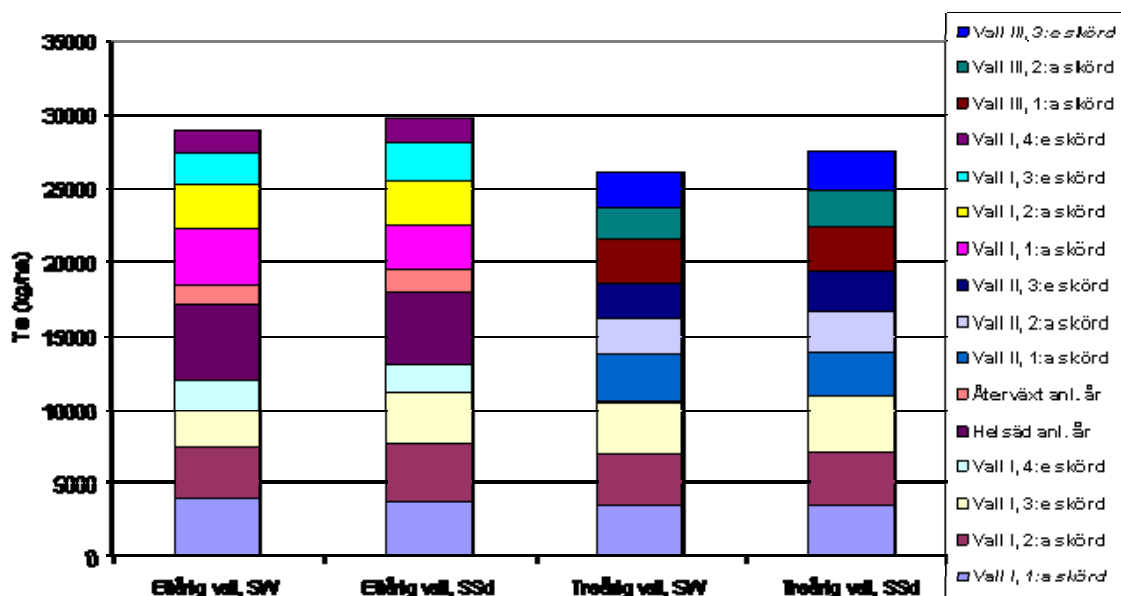


Fig 29. Sammanlagd avkastning (kg ts ha⁻¹) i försöksserie L6-560 och L6-5601, i medeltal från tre försöksår vall 1 (2002 och 2003), tre försöksår vall 2 (2003 och 2004), tre försöksår vall 3 respektive vall 1 omgång 2 (2004 och 2005), samt fyra försöksår med helsäd och återväxt (2003, 2004 och 2005).

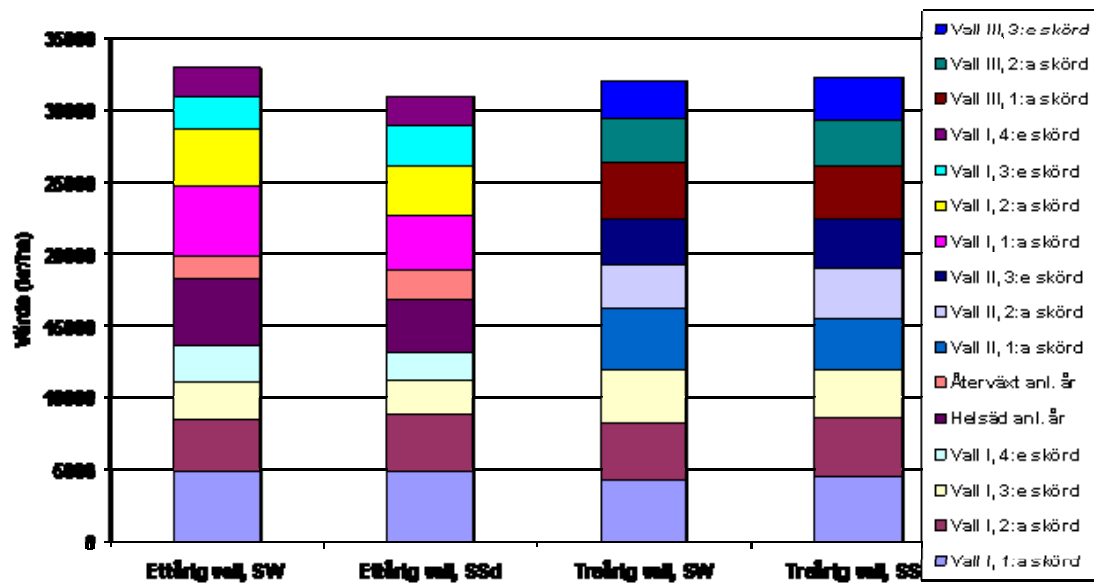


Fig 30. Sammanlagt värde (kr ha^{-1}) i försöksserie L6-560 och L6-5601, i medeltal från tre försöksår vall 1 (2002 och 2003), tre försöksår vall 2 (2003 och 2004), tre försöksår vall 3 respektive vall 1 omgång 2 (2004 och 2005), samt fyra försöksår med hetsäd och återväxt (2003, 2004 och 2005) (preliminära resultat).

Tid och plats: Försöken har pågått mellan 2001-2005 och varit placerade på Uddetorp och Rådde. Demonstrationsytorna har varit placerade på fem platser i Västra Götaland.

Genomförande: Projektet genomfördes inom AgroVästs Vallprogram och finansierades delvis av Skaraborgs läns Nötkreatursförsäkringsbolags stiftelse. I planeringen av projektet har Hushållningssällskapen i Skaraborg, Sjuhärads och Värmland, samt SLU, FiV, Svalöf Weibull AB, Scandinavian Seed AB, Skara Semin och Svenska Lantmännen medverkat.

Kontaktperson: Maria Stenberg, 0511-672 74, maria.stenberg@mv.slu.se.

Sammanställningen genomförs i samarbete med Sofia Larsson och Ingemar Gruvaeus, Hushållningssällskapet Skaraborg.

Utveckling av hållbara och produktiva odlingsystem – karakterisering av en lerjord

Ett optimalt utnyttjande av tillförda och platsgivna resurser är en central fråga i produktionen av spannmål och oljeväxter, både i ett kortsiktigt ekonomiskt perspektiv och i ett långsiktigt uthållighetsperspektiv. I det här projektet karakteriserades en hel försöksgård som underlag för framtida studier av odlingsystem och markförhållanden.

Målsättning

Målsättningen med projektet är att utveckla odlingsystem som möjliggör uthållig och produktiv livsmedelsförsörjning med minimala negativa effekter på omkringliggande miljö.

Bakgrund

På Hushållningssällskapet Skaraborgs försöksgård Logården utanför Grästorps i Västergötland bedrivs sedan 1991 ett projekt för att utveckla odlingsystem som möjliggör uthållig och produktiv livsmedelsförsörjning med minimala negativa effekter på omkringliggande miljö. Hela gårdens areal om 60 ha ingår i projektet och är indelad i tre olika odlingsystem: **konventionell odling**, **ekologisk odling** och **integrerad odling**. Odlingsystemen lades ut för att ta fram underlag för utveckling och analys av det enskilda systemet men inte för att jämföra de olika odlingsystemen.

Med **konventionell odling** menas här odling med traditionell odlingsteknik där både kemiska bekämpningsmedel och mineralgödsel ingår. I Logårdsprojektet ska den konventionella delen representera det vanligaste odlingsystemet inom svenskt lantbruk idag och därmed också fungera som referens gentemot de andra två systemen. Odlingen sköts som på andra växtodlingsgårdar i området, och insatser görs i enlighet med rekommendationer som ingår i Hushållningssällskapets HIR-rådgivning. Växtföljden domineras av höstvet och havre med oljeväxter som avbrottsgröda, och det ingår ingen träda i växtföljden. Jordbearbetningen är traditionell med plöjning, harvning och sådd med konventionell såmaskin.

Den **ekologiska odlingen** bedrivs enligt KRAV:s regler vilket bland annat betyder att varken mineralgödsel eller kemiska bekämpningsmedel används. Växtföljden är utformad så att den så mycket som möjligt förebygger problem med ogräs och skadegörare. Kväveförsörjningen sker till största delen genom odling av kvävefixerande grödor. Genom att marken hålls bevuxen så stor del av året som möjligt minimeras riskerna för växtnäringsförluster, erosion och markpackning.

Syftet med den **integrerade odlingen** är att bedriva en miljövänligare konventionell odling. Jordbearbetning för bekämpning av ogräs blir ofta en avvägning mellan en effektiv ogräsbekämpning och att minimera antalet överfarter för att minska energiåtgång och kväveförluster. Mekanisk ogräsbekämpning tillämpas genom harvning i stråsåden och radhackning i åkerböborna. Den integrerade växtföljden är utformad på ungefär samma sätt och med ungefär samma mål som den ekologiska, det vill säga förebyggande mot ogräs och skadegörare och odling av kvävefixerande grödor. Som komplement används mineralgödsel och vid behov av kemisk bekämpning. Ett led i att minska energiåtgången i den integrerade delen är att den odlats helt plöjningsfritt sedan starten 1991. Målsättningen har varit att eventuella skördeminskningar i det

integrerade odlingssystemet jämfört med det konventionella skulle täckas av lägre produktions- och insatskostnader.

Logården ligger i ett område med mellanlera, vilket medför ett stort behov av odlingssystem som är skonsamma för bland annat markstrukturen. Hela gården har varit i behov av ny täckdikning och detta är en av anledningarna till att all åker på Logården låg i träda under 2003 och täckdikades. Detta var också början på ett nytt forskningsprojekt med målet att finna lösningar på kväveproblematiken i lerjordar. En bättre förståelse av kväveomsättningen i dessa jordar är nödvändig för att minimera kväveförlusterna till luft och vatten. Kunskap om detta ska uppnås genom att dels kontinuerligt mäta kväveförlusterna och dels följa de förändringar i jordens egenskaper som sker i marken i respektive odlingssystem. Täckdikningen genomfördes med ett dikesavstånd på åtta meter. För att kunna följa avrinning och utlakning inom de enskilda skiftena täckdikades de separat, och en

uppsamlingsbrunn för dräneringsvatten anlades för varje skifte.

Utförande

I samband med täckdikningen genomfördes en grundläggande karakterisering av förhållandena i marken på försöksgården Logården med avseende på biologiska, fysikaliska och kemiska parametrar. Detta för att kunna följa förändringarna i marken efter täckdikningen och i den fortsatta utvecklingen av de tre odlingssystemen. De markfysikaliska undersökningarna var jordart, vatteninfiltration i markytan, penetrationsmotstånd, genomsläpplighet för vatten, torr skrymdensitet, ett visuellt markstrukturtest, total porvolym, porstorleksfördelning samt vattenhalt vid jordprovsuttagningen. De markkemiska undersökningarna innefattade markens kväve-, kol-, kalium-, fosfor-, magnesium-, kalcium- koppar-, bor- och kadmiuminnehåll samt pH.

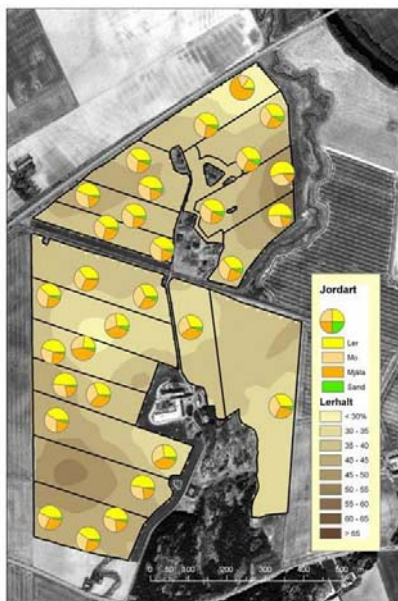


Fig 31. Lerhalt i matjorden samt mätning av vatteninfiltration i markytan på Logården (Foto: Maria Stenberg).

Potentiell kvävemineralsisering kvantifierades också.

Alla undersökningar gjordes med några undantag på upp till 73 punkter som positionsbestämdes med GPS. Provplatserna för karakteriseringen valdes ut med hjälp av mätningar av markens elektriska konduktivitet med EM38, topografi och fosforinnehåll (P-AL i matjorden 1991). Dessa tre parametrar bearbetades så att en zonindelning av Logården kunde göras på basis av parametrarna. Provplatser valdes ut inom homogena zoner för att få representativa prover. Jordprovtagningen utfördes huvudsakligen efter skörd 2002 och innan täckdikningen som genomfördes april-augusti 2003. Grödor under denna period var fånggröda och bevuxen träda. Cylindrar (50 mm höga, 72 mm innerdiameter) med ostörda jordprover togs ut från varje provpunkt i nivåerna 15-20, 25-30 och 50-55 cm. På varje provplats togs jordprover för analys av jordart och

kemiska analyser ut från 10-20 cm respektive 50-55 cm djup med hjälp av jordborr. Potentiell kvävemineralsisering analyserades på prover från 5-10 cm djup. I figur visas lerhalten i matjorden på Logården. Marken på Logården är struktursvag med en väldigt liten andel porer > 30 µm. Att arbeta vidare med markstrukturen inom varje odlingssystem är mycket viktigt. Växtföljderna har förändrats något från och med 2004. Karakteriseringen av Logården ligger till grund för flera nya forskningsprojekt där den fortsatta utvecklingen av odlingssystemen på Logården följs med avseende på kväve-, fosfor- och pesticidutlakning samt lustgasemissioner för att få kunskap om dessa och hur vi skall anpassa odlingen för att uppnå uppsatta produktions- och miljömål.

Tid: Projektet pågår tills vidare

Finansiering: Stiftelsen Lantbruksforskning

Ansvarig: Maria Stenberg, 0511-672 74, Maria.Stenberg@mv.slu.se.

Läs mer om karakteriseringen av Logården i:

Roland, B. 2003. Odlingssystemets inverkan på markstrukturen och växtnäringstillståndet - en jämförande studie på Logården. SLU, Institutionen för jordbruksvetenskap Skara. Examens- och seminariearbeten, nr. 11. <http://www.mv.slu.se/po/jvsk/ex11.pdf>.

Stenberg, M., Delin, K., Roland, B., Söderström, M., Stenberg, B., Wetterlind, J., Helander, C.A. 2005. Utveckling av hållbara och produktiva odlingssystem - karakterisering av lerjord. Sammanfattning av karakteriseringen av Logården. Hushållningssällskapet Skaraborg. HS rapport nr 2/2005. www.hush.se/r/.

Stenberg, M., Delin, K., Roland, B., Söderström, M., Stenberg, B., Wetterlind, J., Helander, C.A. 2005. Utveckling av hållbara och produktiva odlingssystem - karakterisering av lerjord. SLU, Avdelningen för precisionsodling. Rapport 2. <http://www.mv.slu.se/po/pub/porapp2.pdf>.

Utveckling av integrerad, ekologisk och konventionell växtodling

Kväve i lantbruket har alltid varit en stor fråga. I detta projekt mäter vi kväveutlakning från tre odlingsystem på försöksgården Logården utanför Grästorps.

Målsättning

Ett övergripande mål med projektet är att finna lösningar på kväveproblematiken i lerjordsystem i Mellansverige och därmed uppnå ett lönsamt och uthålligt jordbruk på dessa jordar genom att utveckla hållbara och produktiva odlingsystem med ändamålsenlig produktkvalitet. Genom att verkningsgraden på insatserna förbättras när man utnyttjar de naturliga förutsättningarna bättre kan detta uppnås utan att produktionskostnaderna ökar. Grundpelaren är en växtföljd som till stor del är självförsörjande med kväve, minimerar ogräsproblem och risken för skadegörare, samtidigt som den möjliggör kraftigt reducerad bearbetning. Målet med projektet skall uppnås genom att kvantifiera och följa upp olika förlustvägar för växtnäring, speciellt kväve, i odlingsystem på lerjord och bestämma förhållanden i mark och gröda som påverkar omsättningen av växtnäring. Vi skall också kvantitativt och kvalitativt registrera förändringar i odlingsystemen och i dess produkter.

Utförande

Projektet utförs på HS Skaraborgs försöksgård Logården utanför Grästorps. Projektet startades 2004 med provtagningar och analyser av dräneringsvatten, jord och grödor. Mätningarna av vattenflöden och automatisk provtagning av vatten startade

oktober 2004 och avrinningen kom igång ordentligt i slutet av oktober.

Resultat

I figur 32 och 33 visas ackumulerad nitratkväveutlakning från de tre olika odlingsystemen skiftesvis under perioden 6 oktober 2004 till juni 2005.

Nitrat-N (kg/ha)

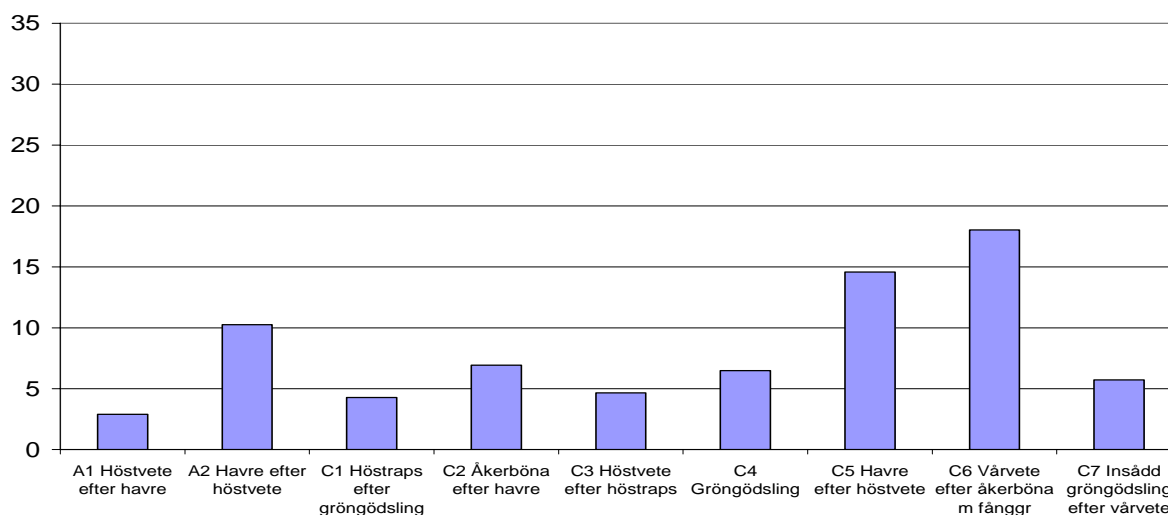


Fig 32. Ackumulerad nitratkväveutlakning skiftesvis på Logården oktober 2004-juni 2005, i konventionell (de två staplarna längst till vänster) och integrerad odling med grödor 2004-2005 (preliminära data).

Nitrat-N (kg/ha)

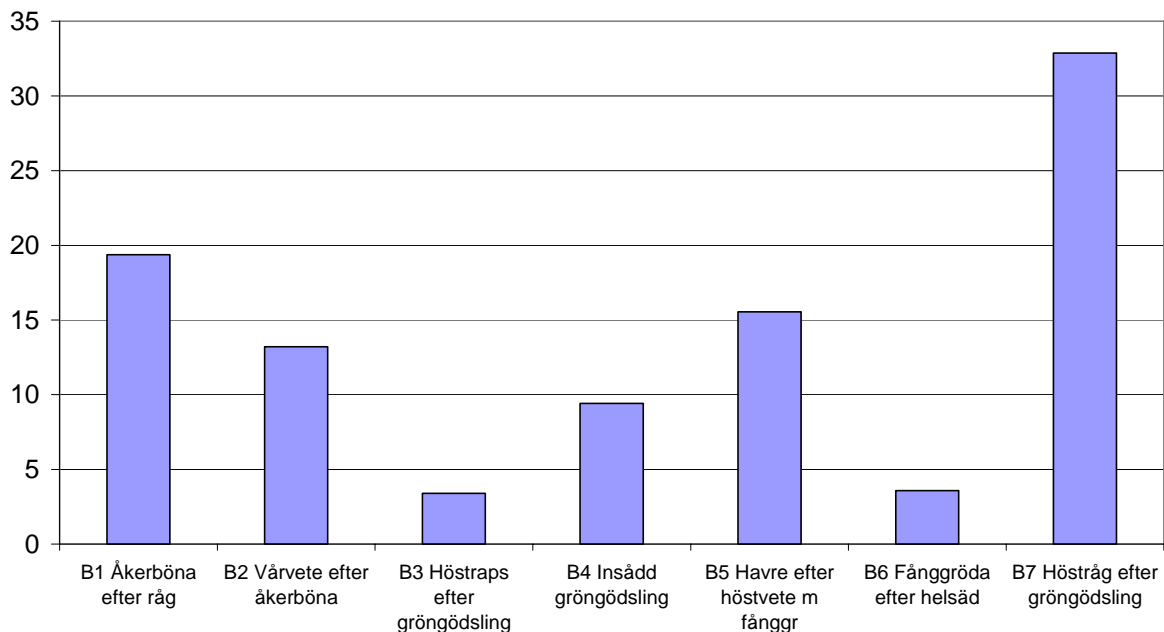


Fig 33. Ackumulerad nitratkväveutlakning skiftesvis på Logården oktober-juni 2005 i ekologisk odling med aktuella grödor 2004/2005 (preliminära data).

Från de flesta skiften understeg utlakningen under perioden 5 kg N ha^{-1} . Endast två skiften hade en utlakning som var större än 10 kg N ha^{-1} . I ett av de konventionella skiftena där grödan var höstvete efter havre var utlakningen drygt 10 kg/ha^{-1} och i ett ekologiskt skifte med höstråg efter gröngödsling var utlakningen drygt 30 kg N ha^{-1} . I båda fallen plöjdes marken tidigt på hösten inför sådd av spannmål.

Under hösten 2004 påbörjades flera andra projekt. Provtagning och analys av lustgasemissioner från markytan och dräneringen sker i ett treårigt projekt finansierat av Formas och lett av docent Leif Klemedtsson, Göteborgs Universitet. Provtagning och analys av fosfor i dräneringsvattnet görs inom ett treårigt projekt finansierat av Formas och lett av docent Barbro Ulén, SLU. Under 2006

startas ytterligare ett Formas-projekt lett av docent Sara Hallin, Institutionen för mikrobiologi, SLU, i samarbete med Hushållningssällskapet Skaraborg samt Leif Klemedtsson, GU, och docent Stefan Bertilsson, Uppsala Universitet. Inom projektet kartläggs bl.a. inomfältvariationen i denitrifierarsamhällets DNA-avtryck inom hela Logården och kopplas till odlingsåtgärder, kväveutlakning och lustgasemissioner.

Tid och plats: Projektet genomförs på Logården och startades 2004

Finansiering: SLF

Kontaktperson: Maria Stenberg, 0511-672 74, Maria.Stenberg@mv.slu.se.

Gödslingsrekommendationer och optimala kvävegivor för lönsamhet och kväveeffektivitet i praktisk spannmålsodling – uppföljning av Sigillgårdar och fältförsök

Kväve står för en stor del av utgifterna i en kalkyl för växtodlingen samtidigt som det svarar för en betydande del av jordbrukets belastning på omgivande miljö. Behovet av hög kväveeffektivitet i lantbruket är därför stort – både produktionsekonomiskt och med hänsyn tagen till miljön. Hur mycket skiljer sig kvävegödselgivorna i höstvete odlad som brödsäd i praktiken från beräknat optimala kvävegivor enligt dagens officiella rekommendationer? För att få svar på detta sammanställdes data från fältförsök utförda i södra Sverige och från Lantmännens leverantörer av Svenskt Sigillspannmål, 4419 skiften med höstvete om totalt 58366 ha, för åren 2000-2003.

Målsättning

Den övergripande frågeställningen har i denna studie varit att jämföra hur kvävegödselgivorna i praktiken skiljer sig från beräknat optimala kvävegivor enligt dagens officiella rekommendationer.

Utförande

I sammanställningen redovisas några parametrar för jämförelse. Parametrarna beräknades enligt följande och redovisas i kg N ha^{-1} :

- A.** Optimal kvävegiva enligt Jordbruksverkets rekommendationer utifrån erhållen skörd och förfruktseffekt.
- B.** Differens mellan optimal kvävegiva enligt Jordbruksverket (parameter A) och aktuell tillförd kvävegiva.
- C.** Kvävegiva för optimal skörd och proteinhalt.
- D.** Differens mellan kvävegiva vid optimal skörd och proteinhalt (parameter C) och aktuell kvävegiva.

I figur 34 visas en jämförelse mellan fördelningen över beräknat optimal kvävegödsling enligt Jordbruksverkets rekommenderade giva (A) och över beräknat optimal kvävegödsling enligt uppnådd proteinhalt (C). I figuren visas

även hur aktuell giva fördelade sig inom det sammanställda materialet. Arealviktat medelvärdet för aktuell gödsling var 160 kg N ha^{-1} vilket kan jämföras med medel för A (127 kg N ha^{-1}) och C (121 kg N ha^{-1}).

Oavsett beräkningssätt av optimal giva enligt uppnådd proteinhalt eller enligt Jordbruksverkets rekommendationer visade förstudien att gödslingen på gårdarna låg $30\text{-}40 \text{ kg N ha}^{-1}$ över optimum. Denna sammanställning ger endast en bild över gödslingsnivåer i Sigill-kontrakterat höstvete. Är denna bild representativ för höstveteodlingen generellt? I en fortsatt analys av materialet är det viktigt att analysera orsaker till överoptimal gödsling både ur ett produktionsekonomiskt perspektiv och ur ett miljöperspektiv. Vilka ”säkerhetsmarginaler” behövs – hur mycket kväve kan man plocka bort från odlingen med rimlig medelproteinhalt?

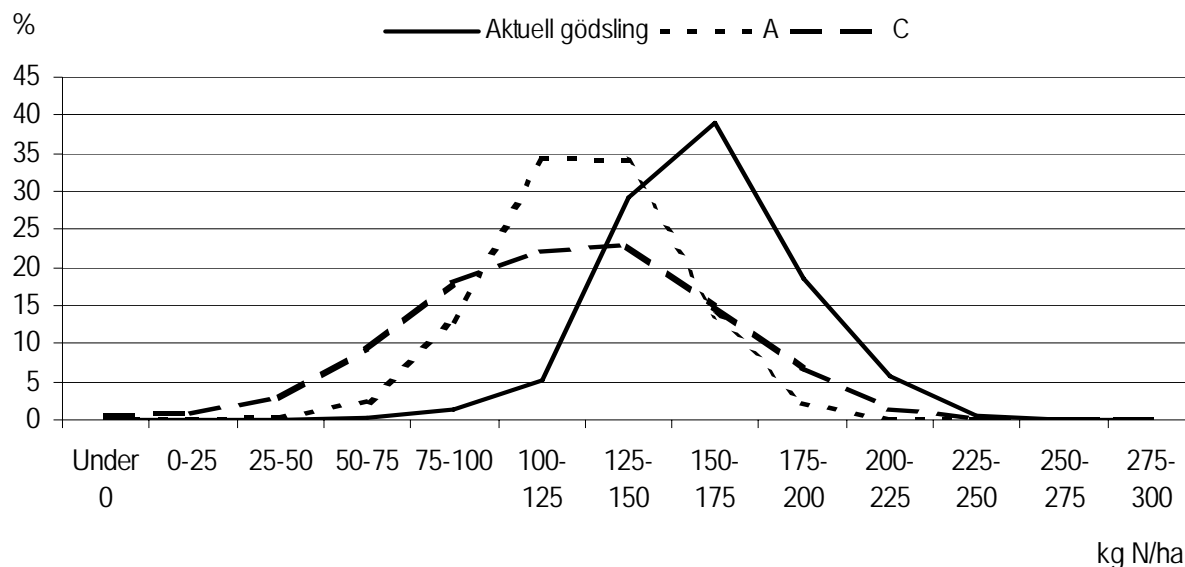


Fig 34. Jämförelse aktuell gödsling med rekommenderad gödsling enligt Jordbruksverket och optimal gödsling för optimal proteinhalt. (A, Optimal kvävegiva enligt Jordbruksverkets rekommendationer utifrån erhållen skörd och förfruktseffekt: medel = 127 kg N ha⁻¹; median = 125; : SD = 25, och C, Kvävegiva för optimal skörd och proteinhalt: medel = 121 kg N ha⁻¹; median = 121; SD = 41).

Tid: Projektet fortsätter under 2006 med en fördjupad analys av orsakerna till skillnaderna mellan rekommendationer och givror.

Finansiering: Projekten finansieras av SLF och genomförs i samarbete med Hushållningssällskapet Skaraborg och Svenska Lantmännen.

Kontaktperson: Projektledare är Maria Stenberg, 0511-672 74, Maria.Stenberg@mv.slu.se.

Läs mer: Teknisk rapport 1 (<http://www.mv.slu.se/po/pub/tekrap1.pdf>).

Stenberg, M., Bjurling, E., Gruvaeus, I., Gustafsson, K. 2005. Gödslingsrekommendationer och optimala kvävegivror för lönsamhet och kväveeffektivitet i praktisk spannmålsodling. SLU, Skara. Avdelningen för precisionsodling. Teknisk rapport 1.

Implementering och utveckling av sensorer och metoder för en ökad precision i lantbruket

Inom detta område arbetar avdelningen med projekt där olika tekniker, t.ex. NIR och elektrisk konduktivitet används för att beskriva variationen i exempelvis jordart, kväve mineraliseringsförmåga, och enskilda näringsämnen och metaller inom och mellan fält. Dessa data används för att bättre styra insatser på fältnivå. Teknikerna används både i strategier för att möjliggöra en hög provintensitet och för online-analyser. GIS (Geografiska informationssystem) används för att anpassa uppmätta resultat inom fält och för att ta fram underlag/kartmaterial att styra olika insatser efter. Nyckeltal tas fram för att bedöma ekonomiska och miljömässiga effekter vid tillämpning av precisionsodlingstekniken. Sensortekniken används också i projekt för bestämning av ensilagekvalitet i samband med utfodring.

Ny markkarteringsstrategi anpassad för modellering och precisionsodling

Vid en 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

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 kommer att utnyttjas för att utveckla strategier för att välja ut provpunkter och vilka som skall utnyttjas som referensprov. Gårdarna karteras innan försöket med EM-38 och flyg- alternativt satellitbilder, beroende på vad som finns

tillgängligt. Dessa karteringar skall användas som grund för utplacering av provplatser och jämföras med rutvis kartering. Förutom de två karteringarna skall även variationen i NIR-spektrum användas för val av referensprover som de klassiska analyserna skall utföras på. När bästa strategi har utvecklats på en huvudsakligen lerig och en sandig plats kommer den att valideras på två till fyra olika platser i Sverige.

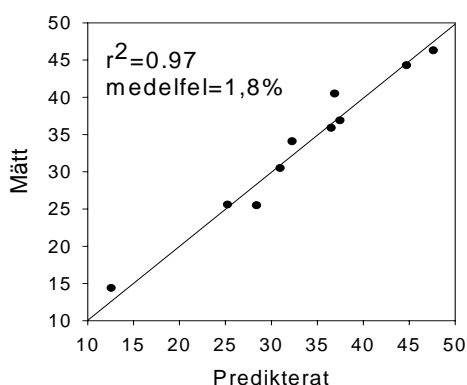


Fig 35. Validering av NIR-kalibrering för ler.

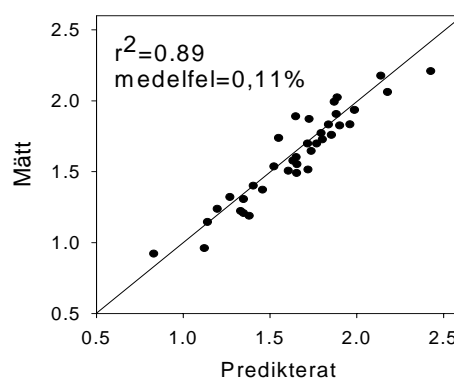


Fig 36. Validering av NIR-kalibrering för organiskt kol.

Resultat

2005 var projektets första år och ca: 100 ha på Hacksta gård utanför Enköping provtogs utifrån de tre olika strategierna. Inga resultat är ännu klara, då alla analyser inte är färdiga. En förstudie utfördes dock 2003 på Logården i Västergötland. 16 skiften karterades om totalt ca 50 ha med avseende på bl a lerhalt och mullhalt. För analys av lerhalten togs 30 prover och för kol och kväve 57 prover i matjorden på speciellt utvalda provplatser. Mätta NIR-spektra på dessa utnyttjades sedan för att kalibrera ler-, kol- och kvävemodeller på 20 av proven. Resterande 10 respektive 37 prover användes för validering. Med dessa mycket få och dessutom slumpmässigt valda kalibreringsprov blev valideringsresultatet för ler extremt bra med ett medelfel under 2 procentenheter (fig 35). Även för det organiska kolet predikterades valideringsproverna mycket

bra med bara (fig 36). Totalkväve kunde predikteras motsvarande väl med ett medelfel på 0,012 procentenheter. För ler och kol användes dessa kalibreringar för att analysera ytterligare 84 prov systematiskt fördelade på sju av Logårdens skiften med en sammanlagd areal på 25 ha. Dessa data användes sedan för att interpolera jordartskartor enligt figur 37 och 38.

Tid och plats: Försöket genomfördes 2005 på Hacksta gård utanför Enköping. 2006 kommer försöket att fortsätta på en skånsk gård med lättare jord och 2007 på några olika ställen för validering av resultaten.

Finansiering: SLF

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

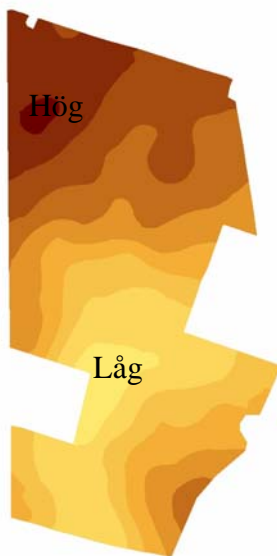


Fig 37. Mullhalt interpolerad med kriging

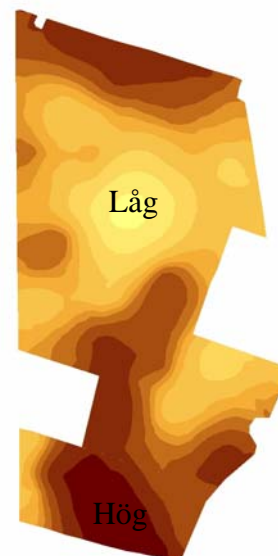


Fig 38. Lerhalt interpolerad med kriging

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 Kvarngårde 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 ostörda 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 penetrometermotstånd och resistivitet.

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

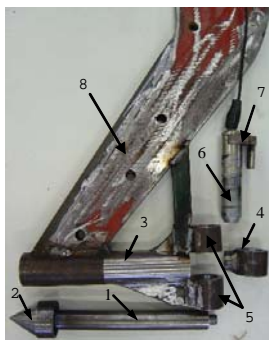


Fig 39. Detaljer till horisontell penetrometer. 1-tryckstång, 2-konisk spets, 3-hylsa, 4-kraftöverföringshylsa, 5-mothållshylsor, 6-kraftgivare, 7-låsstycke, 8-plogkropp.



Fig 40. NIR-hållare monterad på penetrometerbilen.

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 (fig 39). 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 (fig 40).

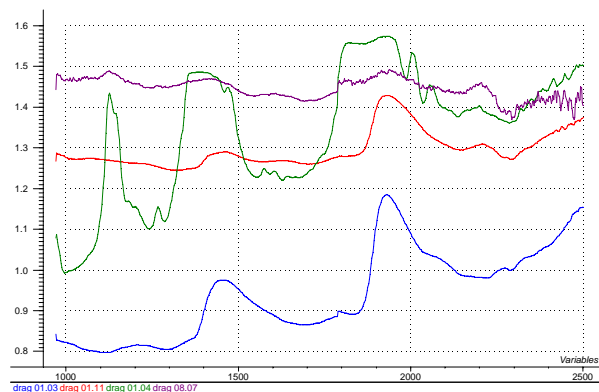


Fig 41. Otransformerat absorptionspektrum ($1/\log(\text{reflektans})$) från Bra spektrum (blå), Normalt spektrum (röd), Svag signal (lila) och med Halminslag (grön).

Resultaten från NIR-mätningar on-line visar att det går att få fina spektrum, men att det är svårt att få proven att gå med stabil höjd till jordytan. Oftast går proven en bit ovanför. Detta ger svagare signal och ibland mycket brusiga spektrum. Spektrum med inslag av halm är lätt urskiljbara från jordspektrum (fig 41).

Tid: 2004 – 2005

Finansiering: SLF och VL-stiftelsen

Kontaktperson: Bo Stenberg 0511-67276

Bo.Stenberg@mv.slu.se

Projektet utförs i samarbete med Avdelningen för jordbearbetning och JTI.

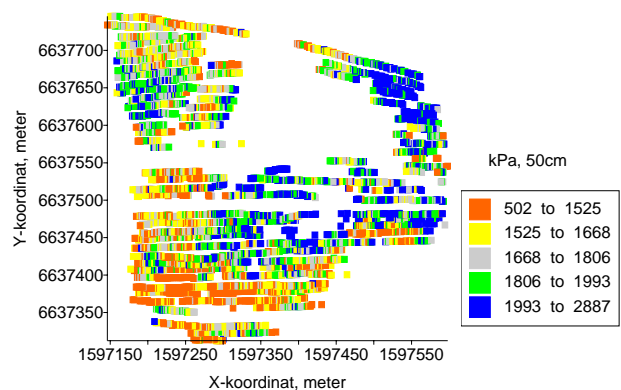


Fig 42. Exempel på upplösning av data efter filtrering för kompensation av variation i mätdjup. Penetrationsmotstånd på 50 cm djup.

Indelning av fält i mineraliseringszoner

Genom att variera kvävegödslingen inom ett fält efter olika delars kvävemineraliseringsförmåga skulle man kunna minska kostnader och risken för kväveutlakning. Därför är det intressant att kunna prediktera variationen inom fältet med en billig metod. I denna studie värderades mullhalt, textur och NIR som verktyg för att beskriva inomfältvariationen av kväveupptag i växten med hjälp av PLS (Partial Least Square)- modeller.

Målsättning

Målet med försöket är att utveckla en metod för att på ett effektivt sätt dela in fält med stora mullhaltsvariationer i zoner och sedan anpassa kvävegödslingen efter detta för att uppnå förbättrad ekonomi i odlingen och mindre kväveutlakning.

Utförande

Försöket utfördes på två gårdar under 2005, Nybble och Ribbingsberg. På Nybble delades fältet in i fyra zoner med olika förväntad kvävemineralisering och två olika kvävestegar användes för validering (N1 och N2) med tre block per zon. Den med leden A-F användes i de två zoner där mineraliseringen förväntades vara hög och den med leden A, C-G där mineraliseringen förväntades vara låg. På Ribbingsberg delades fältet in i tre zoner och fyra block fördelades per zon. Även

här användes två kvävestegar. I zonen med hög förväntad mineralisering användes en med lägre N-givor (R1) och i de två zonerna med lägre förväntad mineralisering en med högre N-givor (R2). I försöken togs jordprover för analys av mineralkväve ner till 90 cm djup tidig vår och vid skörd. Vid skörd klipptes också grödan och analys av total-N gjordes. Fälten scannades också vid två tillfällen under säsongen.

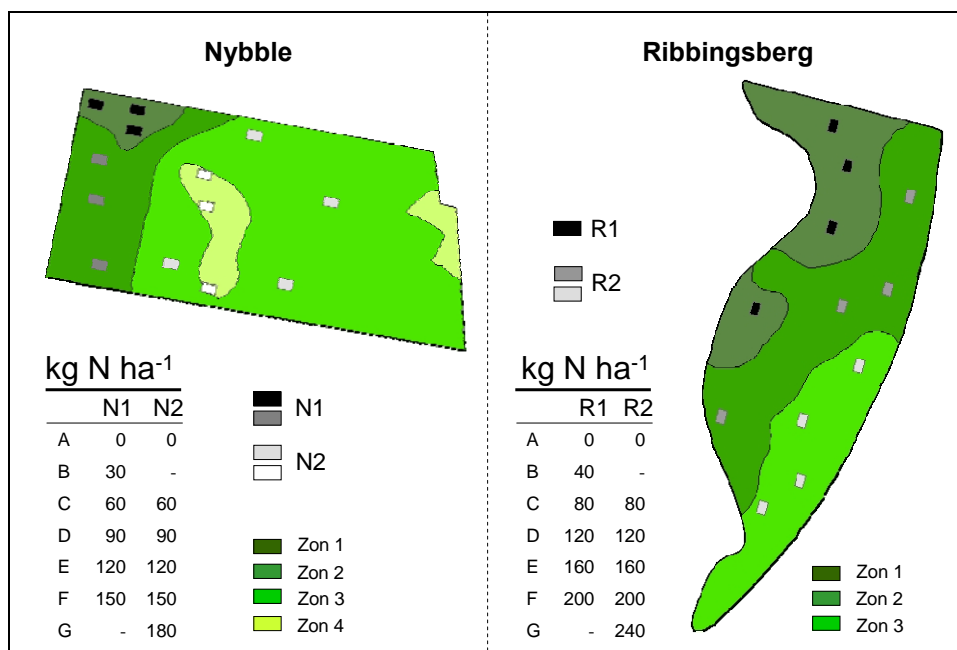


Fig 43. Zonindelningen på Nybble och Ribbingsberg.



Fig 44. Foto på ett av blocken på Nybble före axgång. Infällt ligger en schematisk bild över hur ett block kunde se ut.

Resultat

Studien har visat lovande resultat när det gäller att använda NIR-spektroskopi för att prediktera kväveminerisering i fält med stora skillnader i mullhalt. Modeller byggda på enbart NIR-spektra eller NIR-spektra i kombination med mullhalt och textur gav predikteringar med r^2 från 0,5-0,9 och fel efter korsvalidering på mellan 10-30 kg N/ha. Resultatet indikerar att enbart NIR respektive mullhalt och lerhalt kan prediktera kävemineraliseringsförmåga med i stort sett samma r^2 . Genom att öka antalet provpunkter som utgör underlag för NIR-kalibreringen kan resultatet förbättras så att man kan minska antalet provpunkter för ler- och mullhalt. När projektet startade ingick tre fält, men ett har tagits bort då modellen inte fungerade alls där.

Detta visar på att generella kalibreringar kan vara problematiskt där det är andra faktorer än mullhalt och textur som styr mineraliseringsförmågan.

Tid: Fältstudierna utförs som en del av ett doktorandarbete och har pågått under perioden 2003-2005.

Finansiering: SLF

Kontaktperson: Johanna Wetterlind
0511-67258
johanna.wetterlind@mv.slu.se

Klassificering av växtmaterial för bedömning av kväveeffekt till efterkommande gröda

Till jordbruksmark återförs årligen stora mängder växtmaterial i form av skörderester, fånggrödor och grüngödsling. Detta har ett avgörande inflytande på omsättningen av bl. a. kol och kväve i marken. Det är därför viktigt att känna till hur olika växtmaterial omsätts i marken för att kunna förutsäga hur olika åtgärder kommer att påverka mängden växttillgängligt kväve och risken för kväveförluster.

Målsättning

Målsättningen med detta projekt är att utveckla empiriska klassificeringsmodeller som utifrån snabb och enkel nära infraröd (NIR) spektroskopi kan klassificera växtmaterial i tre olika huvudtyper av kvävemineringsdynamik.

Utförande

Till projektet används 84 olika växtmaterial som i ett nordiskt samarbete inkuberats i klimatskåp för att studera kvävedynamiken i en standadjord. Utifrån dessa data klassas växtmaterialen till en av tre klasser: Sådana som kan förväntas leverera kväve omgående, varvid risken för förluster blir stor, eller sådana som kommer att leverera kväve först efter en tids immobilisering, och slutligen sådan som inte kommer att leverera något kväve alls utan snarare har en negativ nettoeffekt för efterkommande gröda.

Dessa klasser relateras till NIR-spektra med hjälp av flera statistiska och matematiska metoder. Kan man i förväg dela in växtmaterial i sådana klasser skulle det vara tillräckligt för att ge en uppfattning om och när nettomineralisering kan förväntas, samt i viken omfattning man kan tillgodoräkna sig den i kvävebudgeten.

Resultat

Olika metoder för prediktiv klassificering jämförs för närvarande.

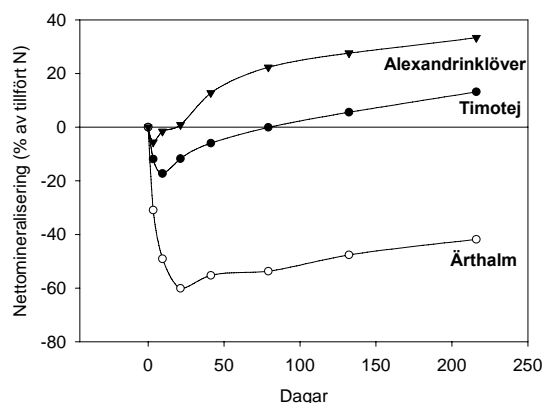


Fig 45. Exempel på kvävemineringsdynamik från inkubering i klimatskåp. Klöveren uppvisar en nästan omedelbar nettomineralisering, Timotejen en initial nettoimmobilisering följt av en nettomineralisering, samt ärthalm en utsträckt nettoimmobilisering.

Tid och plats: Försöket genomförs under vintern 2005/2006

Finansiering: SLF

Kontaktperson: Bo stenberg
0511-67276

Bo.Stenberg@mv.slu.se

Niranalys av ensilagekvalitet i samband med utfodring

Vallfoder utgör basen i mjölkornas näringsförsörjning. Det är därför av mycket stor betydelse att grovfodret är av god kvalitet, såväl hygieniskt som näringsmässigt. För att kunna komponera foderstater, som på ett balanserat sätt tillgodoser kornas näringsbehov, krävs kännedom om de olika fodermedlens näringsinnehåll. När det gäller vallfodret är det uppenbart att nödvändig information om näringsinnehållet överlag är mycket summarisk. I Sverige görs i snitt 1-2 grovfoderanalyser per gård och stallperiod. Sett i relation till de variationer i både näringsinnehåll och torrsubstanshalt som finns i grovfoder är detta klart otillfredsställande.

Målsättning

Vi vill utforma metodik och teknik som skapar möjligheter för kontinuerlig bestämning av ensilagekvaliteten i samband med utfodring. Med nära infraröd spektroskopi finns potential för att med minimal provberedning kunna utföra dagliga foderanalyser på gårdsnivå med sensorer. Utifrån sensorbestämningen kan man utforma foderstaten efter det grovfoder som för tillfället är aktuellt för utfodring. Resultatet blir högre utnyttjande av ensilage, bättre produktkvalitet och förbättrad djurhälsa.

Utförande

Ensilageprover har samlats in från lantbrukare i Norrland och från den dagliga utfodringen vid SLU's försöksgård Röbäcksdalen i Umeå under stallperioderna 2003/2004 och 2004/2005. Samtliga prover har analyserats på NIR- och NIT-spektrum och med traditionella metoder för kemiskt innehåll av torrsubstans, råprotein, buffertlösligt protein, ADF, NDF, ADF-bundet protein,

NDF-bundet protein, socker, stärkelse, lignin och smältbar organisk substans (VOS). För den statistiska och ekonomiska utvärderingen är det viktigt att proverna för våtkemisk analys matchar det prov som analyserats med NIR/NIT och att dessa kommer från ett utfodringstillfälle. Utgångspunkten är att alla NIR och NIT analyser skall göras på helt opreparerade prov, men eftersom t ex hackning har

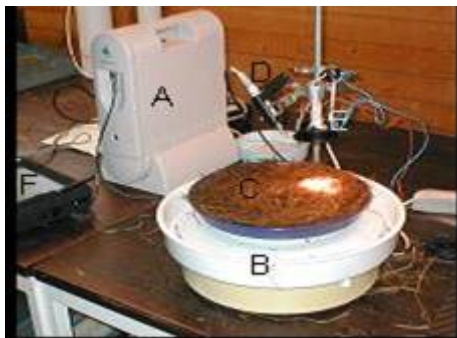


Fig 46. Uppställning för NIR-analys med ensilageprov (C) roterande på snurrbord (B) och fristående fiberoptisk prob (D) .

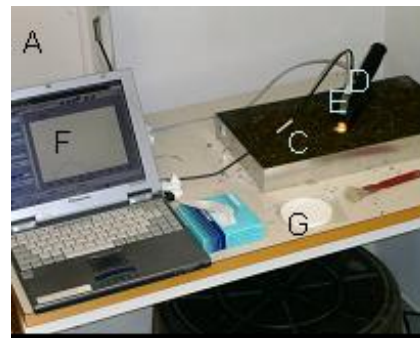


Fig 47. Uppställning för NIR-analys med kontaktprob. NIR-instrument (A), ensilageprov (C), kontaktprob som trycks vinkelrätt mot provet vid mätning med fiberoptisk prob (D).

betydelse för hur provet kan blandas och för hur olika substanser blir synliga vid NIR/NIT analyserna ingår i projektet också en studie av provprepareringens betydelse för kalibreringarnas prediktionsförmåga.

Resultat

Projektet håller på att slutredovisas. I projektet utvecklades en prototyp till provpresentatör som snurrar under NIR-proben tagits fram (fig 46). Med denna kan en stor yta av provet inkluderas i ett medelspektrum. Detta jämfördes med det traditionella sättet att mäta med en liten prob (fig 47). Resultaten i figur 48 visar att spridningen blir betydligt mindre med det snurrande provet, men att medelvärdena

blir relativt lika. Denna typ av prob kan anses lämplig att överföra till ett flöde i utfodringskedjan.

Tid och plats: Försöket pågår under 2003-2005 och slutredovisas våren 2005. Det är ett samarbete med Institutionen för Norrländsk jordbruksvetenskap och JTI.

Finansiering: SLF

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

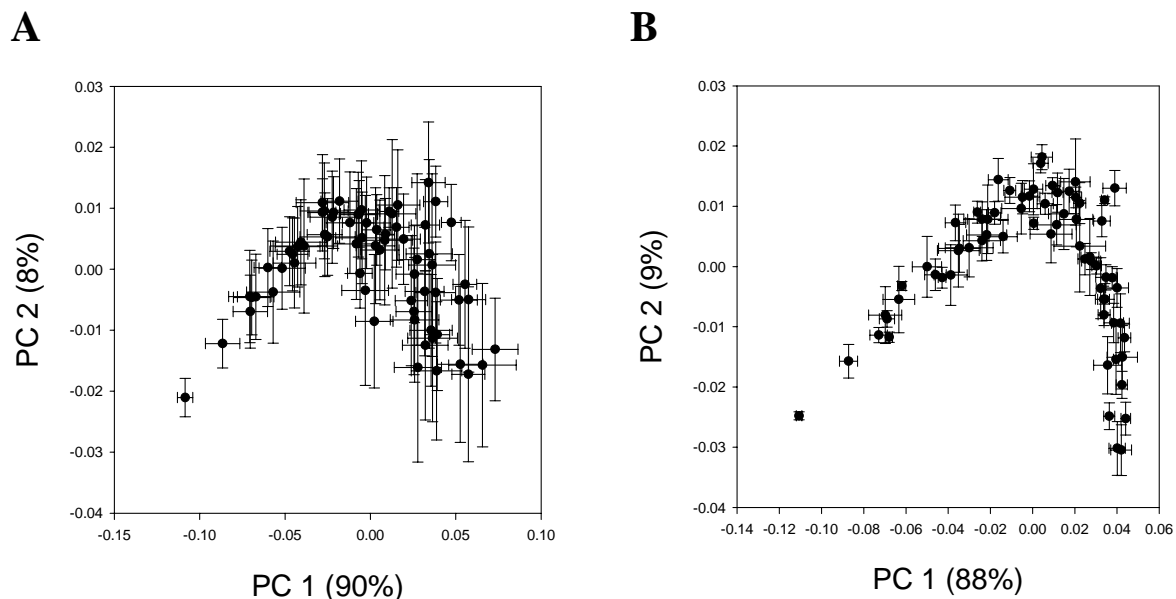


Fig. 48. Principalkomponent 1 och 2 för de 69 ensilageproven med medelvärde och standardavvikelse mätt med kontaktprob (A) och snurrbord (B). N=69

NIR i vall

Vallfodrets kvalitet är beroende av vid vilken tidpunkt skörden sker. Därför görs skördeprognoser i vall för att ge lantbrukarna bättre beslutsunderlag. Dessa prognoser grundar sig på klippningar av grödan och därefter analys på lab. Detta tar ganska lång tid och är dessutom förhållandevis dyrt. Om man istället kunde mäta foderkvalité med NIR direkt i fält i växande vall, skulle det spara både tid och pengar. Prognoserna skulle dessutom grunda sig på fler provpunkter.

Målsättning

Målen med denna undersökning var att:

- 1) Testa metoden att mäta reflektansen med extra ljuskälla för att vara oberoende av det naturliga ljuset.
- 2) Utvärdera NIR-spektra i jämförelse med analysresultat från klippningar utförda vid de aktuella mätningstillfällena.

Utförande

Utrustning för mätning med belysning konstruerades och testades. Mätningar utfördes i ett försök vid två olika tidpunkter. Bearbetning av själva NIR-spektra är genomförd. Däremot är inte utvärderingen av spektrerna i jämförelse med foderanalysresultaten utförd. Denna genomförs troligen våren 2006. Mätning med belysning ger mycket mer informativa spektra än mätningar med naturligt ljus.



Fig 49. Nir-mätning i fält.

Resultat

Resultaten publiceras i POS tekniska rapportserie under våren - sommaren 2006.

Tid och plats: Mätningarna genomfördes på Lanna försöksstation under 2005.

Finansiering: Försöket finansieras av POS

Kontaktperson: Anna Nyberg
0511-67000; anna.nyberg@mv.slu.se

Bildanalys som ett redskap för platsspecifik ogräsbekämpning

Minskad herbicidanvändning kan bli effekten av ett nytt forskningsprojekt där SLU, SIK - Institutet för Livsmedel och Bioteknik - och Lantmännen samarbetar. Projektet går ut på att få en förbättrad uppfattning om den rumsliga fördelningen av ogräs på fälten samt att utveckla ett system där mängden ogräs styr hur mycket bekämpningsmedel som sprids över grödan. Avancerad bildanalys är ett av verktygen.

Målsättning

Övergripande målsättning är att kunna göra tillförlitliga kartor över inomfältvariationen i ogräsförekomst i vårsådd stråsäd samt styrfiler som kan användas för kontinuerlig styrning av tilldelningen av herbicider. Delmål för att uppnå detta är följande;

- Utveckla system för fältmässig registrering av digitala bilder i vårsäd.
- Utveckla en bildbehandlingsmetod som separerar ogräs från gröda och med vars hjälp ogräsens och stråsädens biomassa kan bestämmas.
- Överföra denna information till kartprogram som visar inomfältvariationer över ogräsförekomst.
- Utforma beslutsmodell för att utifrån ogräs och grödtäthet bedöma bekämpningsbehovet.
- Utveckla system för att tillverka tilldelningsfiler för herbicider som passar olika sprutor

Utförande

Projektet påbörjades under våren 2005 med planering av insamling av bildmaterial från stråsädesfält. Bildinsamlingen hade två syften. Dels skulle materialet kunna ligga till grund för utvecklingen av bildbehandlingsalgoritmerna och kalibreringen av bildbehandlingen mot faktisk förekomst av ogräs och dels var syftet att studera inomfältvariationer av ogräsförekomst.

Foton togs med en vanlig digital systemkamera (Nikon D70), vid befintligt (dags)ljus och på en höjd så att bilden fick en area på 1m². Bilder togs på två olika havrefält (skifte 15 och 34) på Svalöf-Weibulls försöksgård Bjertorp vid fyra tillfällen under maj månad: 13/5, 20/5, 25/5 och 30/5. Samtliga punkter lästes in med GPS, vilket möjliggör att man kan återkomma med provtagning även följande år. Vid första tillfället togs dessutom bilder på skifte 19 (höstvete). Punkterna var valda för att representera olika jordarter och det

var tydligt att både ogräsmängd och flora varierade med jordarten. Vid det sista tillfället gjordes en räkning och vägning av de olika förekommande ogräsarterna av personal från HS Skaraborg.

För att kunna utvärdera inomfältvariationen av ogräsförekomsten lades två olika rutsystem ut på skifte 15, där de största rumsliga variationerna i ogräsförekomst iaktogs. Dels lades ett mindre rutnät ut med ett avstånd mellan punkterna på ca. 15 meter (56 punkter, foto 25/5) och dels ett större rutnät med 50 meter mellan punkterna (72 punkter, foto 30/5). Ogräsbekämpning företogs strax efter den 30/5.

För bildbehandling användes huvudsakligen MATLAB men även programdelar skrivna i C introducerades för att snabba upp beräkningarna. Fem olika algoritmer för att segmentera jord och växtmaterial testades.

Resultat

Excess green-transformation valdes som klassningsmetod för bilderna. Den fungerar på så sätt att varje pixel erhåller ett omräknat värde enligt formeln $2G-R-B$. För att separera jord och växtmaterial läggs därefter ett tröskelvärde in med vilken bilden delas in i vita och svarta pixlar. Sedan tas brus och ovidkommande objekt bort genom att objekt som är mindre än 100 pixlar elimineras. Härvid erhöles en god separation av pixlar med gröda och sådana utan gröda. Därefter användes en Hough transform-beräkning för att identifiera grödrader, vilken fungerade bra i de allra flesta bilderna oavsett mängd växtlighet (fig 50). För att identifiera ogräs som växer mellan grödraderna gjordes därefter en "grödzon" på 5 cm runt varje linje som markerar grödrad. All växtlighet i dessa kanaler bedömdes som gröda. De objekt som har kontakt med linjen bedömdes också som gröda, d.v.s. blad som sticker ut från "kanalen". Denna

procedur kommer vi att arbeta med under 2006 för att förfinas, eftersom resultatet varierade något beroende på t ex ogräsmängd, typ av ogräs och grödans utveckling. Några problem behöver fortfarande lösas för att få en robust, automatisk och mobil bildbehandlings algoritm som fungerar väl oavsett väderförhållanden:

1. Valet av trösklingsvärde måste göras automatiskt
2. Algoritmen bör göras snabbare, nuvarande beräkningstid är cirka en minut
3. Separationen mellan gröda och ogräs måste förbättras.

Andelen ogräs var en av parametrarna som beräknades i alla bilder som togs 25/5 med den utvecklade bildbehandlingsalgoritmen (grödan visade sig vara alltför utvecklad 30/5 för att algoritmen skulle fungera tillfredsställande). Figur 51 visar hur ogräsandelen varierar i en del av skifte 15, samt hur den samvarierar med ECa (uppmätt med EM38).

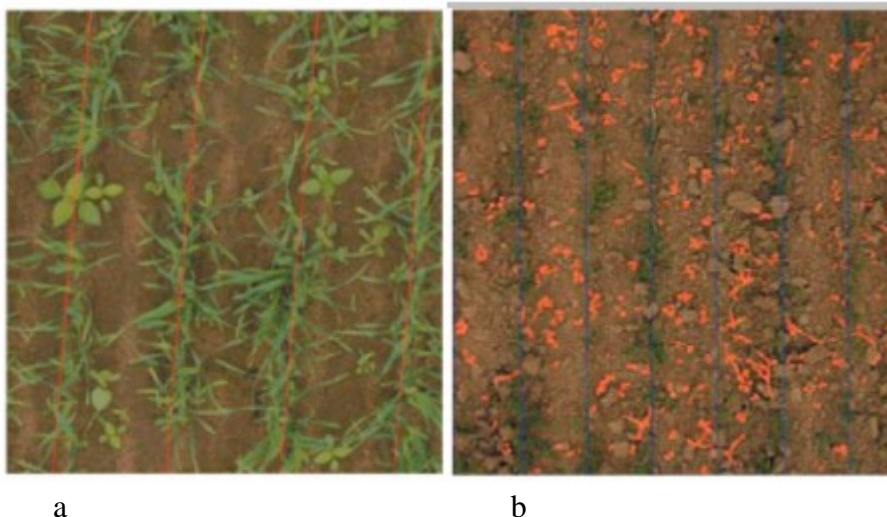


Fig 50. Närbild av ogräs och gröda, med automatiskt identifierade grödrader (med Hough transform). b) Identifierade grödrader är här markerade med blå linjer och det som klassificerats som ogräs mellan raderna är markerade med rött.

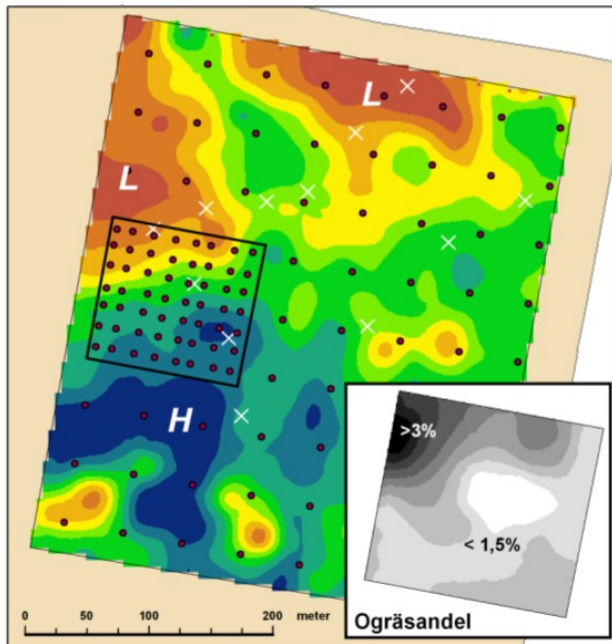


Fig 51. Punkter på skifte 15 där fotografering utfördes. Kryss markerar de punkter som fotograferats vid flera tillfällen under säsongen. De svarta punkterna markerar platserna för de olika rutnäten med förtätad provtagning. Bakgrundsfärgen härrör från EM 38 mätning och motsvarar huvudsakligen lerhalt, där blå i färg, även markerat med H anger högre lerhalt och rött markerat med L anger lägre lerhalt. Infälld bild anger ogräsandel i bilder tagna i den lilla rutnan med förtätad provtagning. Ogräsandelen har bestämts med bildanalysalgoritm som beskrivs nedan.

Tid: 2005-2007

Finansiering: SLF

Kontaktperson: Mats Söderström, SLU/Sweco, mats.soderstrom@mv.slu.se

Övriga projektdeltagare: Thomas Börjesson, Lantmännen (projektledare); Niklas Lorén, SIK; Anders Larsolle, SLU

Obemannad farkost (UAV) överblickar grödorna

Flygburna obemannade farkoster (unmanned airborne vehicles - UAV) har förekommit en tid i forskningssammanhang. Nu är dock tekniken så långt utvecklad att konstruktionen är enkel att använda och har en mycket låg vikt, vilket medför betydligt förbättrade möjligheter att få flygtillstånd från Luftfartsverket. Projektet är en del av Intelligent flygplan (IFLYG) som är ett nätverk av ledande forskargrupper, användare och företag med verksamhet eller intresse för UAV.

Målsättning

Målsättningen med detta projekt är att undersöka om en obemannad flygfarkost (UAV) med en enkel digitalkamera kan vara användbar för precisionsjordbruksändamål samt att utvärdera den potentiella nyttan med tekniken. Tekniken kommer att analyseras avseende följande parametrar: förmåga att snabbt få in bilder, förmågan att sammanfoga flera bilder till mosaiker, användbarhet av mosaikerna med avseende på översiktighet, snabbhet samt positionsnoggrannhet, möjlighet att snabbt plocka ut intressanta delområden för fältstudier med mosaiken som bas samt bildkvalitet vid olika flyghöjder och dess användningsområden.

Utförande

Projektet är i huvudsak avsett som tekniktest. Datainsamling med UAV har gjorts över flera fält, bl a med höstvetete- och gödslingsförsök i Västergötland. Följande applikationer utvärderas:
Ogräs. Digitala bilder togs från UAV över fält med ogräsförsök och fält med varierande ogrästryck.

Jämförelse med Yara N-Sensorn.

Mätning med UAV görs samtidigt som axgångsgödsling med N-sensor utförs. En jämförelse av inomfältsvariation erhållen

med sensorn och med UAV-bilder har görs.

Proteinkartering

Jämförelse av bildmaterial med data insamlat med Yara-N-Sensor och handburen N-Sensor som ger en uppfattning om proteinhalter vid skörd men även skördenivå.

I samband med fotografering läggs vita markeringslappar ut i området som ska fotograferas. Dessa mättes in med DGPS för att underlätta georeferering av flygbilderna.



Fig 52. UAV-experten Olle Hagner med det i Umeå utvecklade planet som använts i projektet.



Fig 53. Skifte 19, Bjertorp, 10 maj 2005.

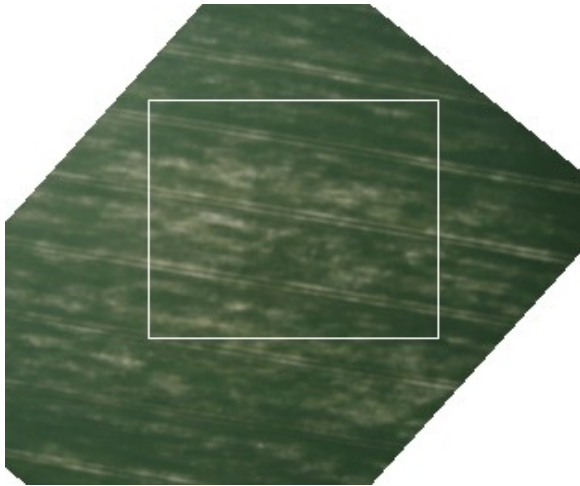


Fig 54. Samma tid och plats som i figur 2 men bilden tagen från UAV. Det markerade området visas i figur 4.

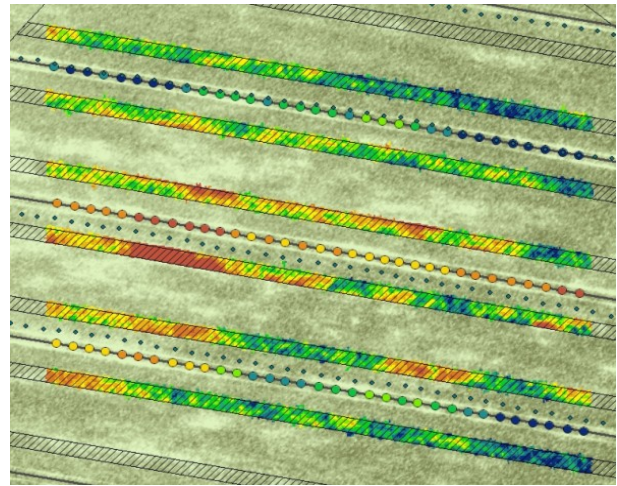


Fig 55. Banden visar variationen i grönheten i UAV-bilden. Banden är det område som täcks in av Yara N-Sensor. Korresponderande värden som registrerats av N-Sensorn visas i punkterna längs körspåren.

Resultat

Flygningar genomfördes vid tre olika tidpunkter, 9-10 maj, 6-7 juni samt 30 juni. Bilder togs på fält vid Bjertorp, Bränneberg, Badene och Elisgården, både på fält med vanlig grödor samt på fält med olika typer av försök. Bilderna från flygplanet tas från varierande höjd (upp till ca 150 m) och med varierande vinkel mot marken. Detta gör att det inte räcker med en enkel georeferering av bilderna för att skapa en bra bildmosaik över ett större område. Blocktriangulering krävs då för bildmatchning. Det är mycket stor skillnad på hur man uppfattar en gröda om man betraktar ett fält från sidan (fig 53) jämfört

med om man ser en bild tagen från luften (fig 54).

I figur 55 visas som bakgrund en omklassning av det markerade området i figur 54. Det som använts är andelen grönt i bilden ($g/(r+g+b)$). De färglagda banden längs körspåren indikerar det område som täcks av Yara N-Sensor, men det är data från UAV-bilden som klassificerats. Denna klassificering kan jämföras med det kvävebehov som räknats ut av N-Sensorn. Detta visas som en färgad punkt längs körspåret.

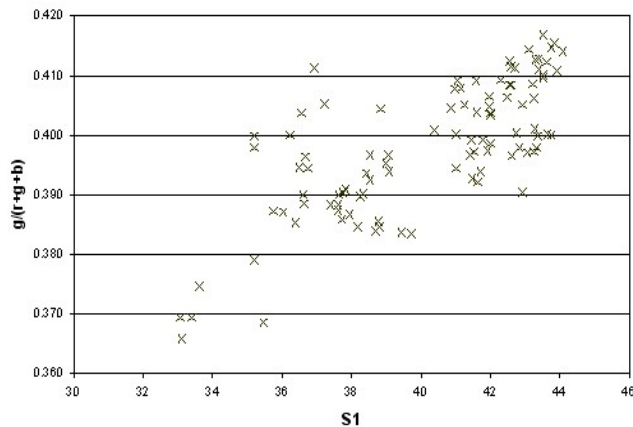


Fig 56. Plot mellan kvävebehov från N-Sensorn (S1 – kg N/ha) och grönheten i UAV-bilden. Data från figur 4.

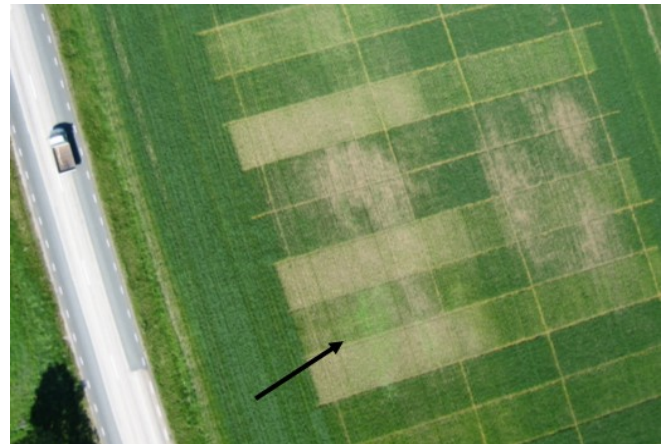


Fig 57. Bild över långliggande gödslingsförsök på Bjertorp. Vid pilen finns ett område med kraftig ogräsförekomst.

Mätningen med Yara N-Sensor gjordes några dagar efter flygfotograferingen. Man kan se att det är en relativt god överensstämmelse med variationen i den vanliga digitala bilden och det värde som beräknas av N-Sensorn (fig 56).

Ett annat intressant exempel på information i UAV-bilderna visas i figur 57. Det är en bild över de långliggande försöken på skifte 19, Bjertorp. Man kan se att grödan i vissa av försöksrutorna är mycket ojämn och att denna ojämnhet sträcker sig tvärs över flera angränsande rutor. Dessutom kan man urskilja ett större

område med påtagligt mycket ogräs (det ljusgröna området vid pilen).

Tider: 2005-2006

Finansiärer: SLF, Agroväst

Kontaktperson: Mats Söderström, SLU / Sweco, mats.soderstrom@mv.slu.se

Övriga projektdeltagare: Anna Rydberg, JTI (projektledare); Olle Hagner, SLU; Thomas Börjesson, Lantmännen

Studier av ekonomiska och miljömässiga effekter av en ökad precision i odlingen

Här finns projekt som beskriver ekonomiska och miljömässiga effekter av precisionsodling i jämförelse med konventionell odlingsteknik. Ett projekt utvecklar en modell för hur precisionsodlingsdata kan utvärderas och omvandlas till spatiala nyckeltal för att underlätta bedömning av precisionsodlingens potential på den enskilda gården.

Modellering av kväveläckage vid precisionsgödning av kväve jämfört med konventionell spridning

Det finns ofta stora skördevariationer inom ett fält. Genom att bättre anpassa gödningen till grödans ekonomiska optimum kan man förvänta sig att utlakningen minskar. Detta testades med hjälp av modellen SOILN.

Målsättning

Att genom modellberäkningar se hur utlakningen av kväve påverkades om man istället för att sprida en jämn ekonomiskt optimal kvävegiva över ett helt fält istället varierade givan något.

Utförande

Sambandet mellan kvävetillförsel och kväveutlakning från ett fält studerades med hjälp av modellen SOILN. Utlakningen vid spridning av ekonomiskt optimal kvävegiva jämfördes med att sprida strax över optimum på halva fältet och knappt under optimum på den andra halvan.

Resultat

Resultatet visade att effekten var ganska liten. Utlakningen minskade med endast ca 1 kg N per ha med precisionsodling enligt modellen. Detta berodde på att utlakningsreduceringen beroende på minskad gödning under optimum var ungefär lika stor som utlakningsökningen beroende på givor över optimum. Innan SOILN-modellen används till fler studier av effekten på kväveläckaget i samband med differentierad gödning, bör det utredas om detta verkligen är ett rimligt resultat eller om utlakningsökningen

egentligen sker först vid givor med ett sämre skördeutbyte. Vid beräkning av samma sak i andra modeller (SOILNDB och STANK) och utifrån försöksresultat blev minskningen i utlakning med precisionsgödning något bättre. Om man räknar med att precisionsgödning även innebär en sänkning av medelgivan, är potentialen att sänka utlakningen större, enligt SOILN. Enligt SOILN-modellen ökar läckaget kraftigt med ökad gödlningsnivå redan vid givor långt under den där skörderesponsen avtar.

Tid: Projektet genomfördes under 2005.

Finansiering: POS har finansierat projektet

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

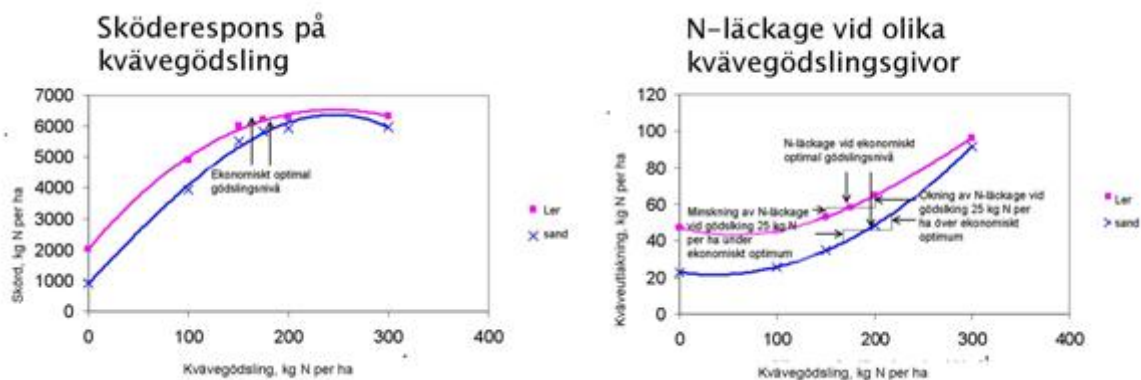


Fig 58. Skörderespons och N-läckage vid olika kvävegivor.

Nyckeltal för bedömning av ekonomiska och miljömässiga effekter vid tillämpning av precisionsodling

På vissa gårdar har man tillämpat olika former av precisionsodling under upp mot 10 år. Det har resulterat i en stor datamängd. För de allra flesta fall är det svårt att hantera alla dessa data och att kunna dra slutsatser av vilka åtgärder som ska vidtas. Alla dessa data ger också en möjlighet att utvärdera både den rumsliga och den temporala variationen. Tanken med projektet är att ta fram en modell för hur precisionsodlingsdata kan utvärderas och sammanfattas i spatiala nyckeltal som kan underlätta bedömning av precisionsodlingens potential. Dessutom ska utbildning av intresserade lantbrukare och rådgivare genomföras.

Målsättning

Ta fram en modell för hantering av precisionsodlingsdata som möjliggör hantering av sådana data för den enskilde lantbrukaren. Dessutom ska den rumsliga inomfältvariationen sammanfattas i några spatiala nyckeltal, åtminstone för P, K och N. Kurser för lantbrukare ska anordnas som ska lägga grunden för lokala nätverk för kunskapsutbyte. I arbetet försöker vi täcka in den huvudsakliga delen av Sveriges intensiva jordbruksområden.

Utförande

Nio gårdar valdes ursprungligen ut i olika delar av landet (fig 59). Endast gårdar där man under några år använt någon form av precisionsodlingsteknik har varit aktuella. En av gårdarna (Västraby) har fallit bort under arbetets gång eftersom det varit problem med att få fram data. Data från grödor, skördekartering, markkartering, N-Sensormätning etc. har sammanställts för gårdarna. En modell för hur data ska hanteras har tagits fram. För att underlätta bondens och rådgivarens egna möjligheter till att hantera data kommer ett datorprogram utvecklas som är tänkt att komplettera de verktyg som man normalt använder, men som har vissa brister. Kurser i form av studiecirkel har hållits på två platser under 2005 (Halland och Västergötland). Studiematerial har tagits fram.

Resultat

Datamodell

En modell för datahantering har utvecklats som bygger på att lantbrukaren själv kan göra beräkningar i sina data. En förutsättning är att alla olika data som

samlats in omräknas till ett regelbundet nät av punkter som täcker gården. Detta har gjorts för de gårdar som ingår i projektet, och om andra lantbrukare vill följa denna modell så måste deras data i så fall också omräknas på motsvarande sätt. Denna procedur är inte helt trivial varför det i det flesta fall nog är en förutsättning att brukaren anlitar kunnig hjälp för det arbetet. Inom projektet har vi dock upplevt att man för att kunna dra så stor nytta av insamlade data som möjligt måste gå igenom datafiler och sammanföra data på ett sätt som möjliggör jämförelser och vidare beräkningar med olika indata. Det finns olika angreppssätt som alla har sina för- respektive nackdelar.

Spatiala nyckeltal

Nyckeltal har utvecklats för P, K och N. Principen som vi använt bygger på att talet ska kunna appliceras på fältnivå och beskriva variationen av behovet av det aktuella ämnet i relation till medelbehovet. Nyckeltalet kan då beskriva medelavvikelsen (alt standardavvikelsen eller variansen, men det förstnämnda bedömdes som mer lättförståeligt) från medelbehovet för fältet.



Fig 59. Gårdarna i projektet.



Fig 60. Exempel på hur data lagrats i projektet. De gula punkterna representerar en punkt var 20:e meter. I dessa punkter lagras information om skörd, markkarteringsresultat, N-Sensorskanning, mm.

Termen MAE (mean absolute error – dvs hur fel medelgivan skulle vara) används för att beskriva medeltalet av absolutbeloppet av avvikelserna från medelbehovet (m_r):

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} |m_r - r_i|$$

där r_i anger det lokala behovet på platsen i . Som exempel kan nämnas att för fosfor skrivs nyckeltalet P-MAE. Behovet av P beräknas enligt gällande rekommendationer (i princip enligt Jordbruksverket) med skillnaden att vi utvecklat en förenklad linjär modell för behovsberäkning som ersättning för den trappstegsmodell som rekommenderas vid användning av fosforklasser som

traditionellt används. Det är dock sämre vid precisionsodling då man eftersträvar att beskriva variationen i kontinuerliga termer. P-behovet bestäms m h a förväntad skörd och P-AL-talet. Dessutom har arealen av fältet där det verkliga behovet avviker med mer än 5 kg/ha från medelbehovet beräknats. Vi har även gjort en modell för beräkning av de ekonomiska konsekvenserna av precisionsspridning genom att utnyttja i litteraturen redovisade samband mellan skörd och gödsling. I figur 61a visas hur P-MAE varierar i olika delar av ett fält på gården Hacksta. I figur 61b redovisas de ekonomiska konsekvenserna av precisionsspridning (i kr/ha). I den ekonomiska beräkningen saknas kostnader för utrustning samt miljökostnader/vinster.

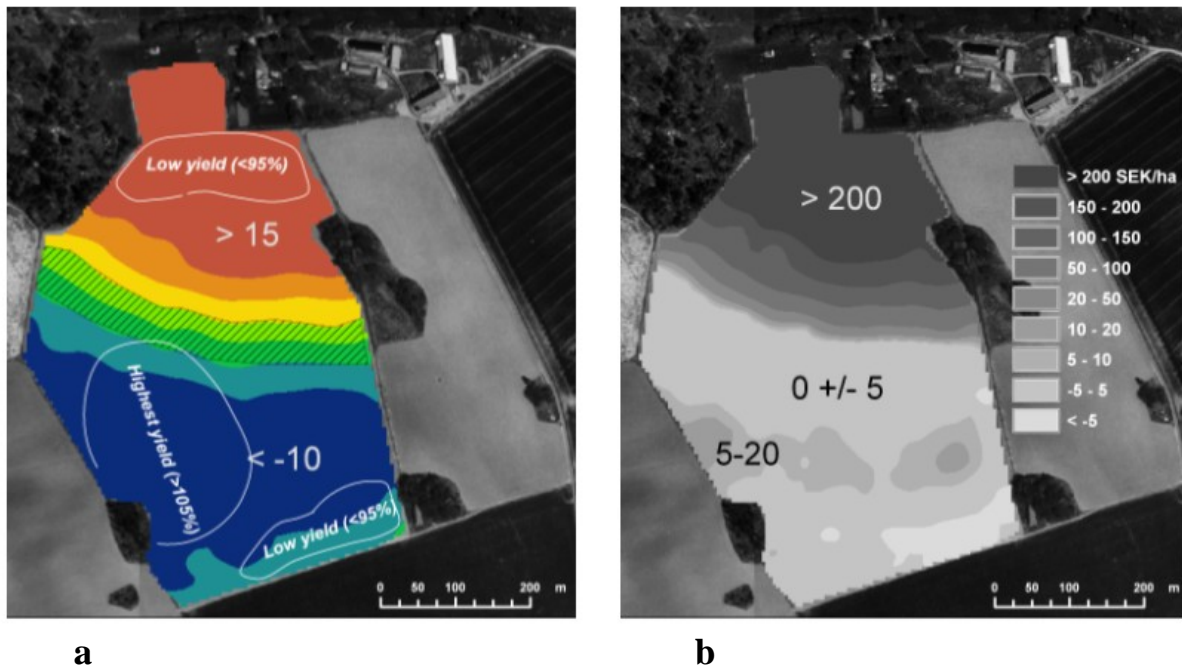


Fig 61. a) inomfältvariation av P-MAE på ett fält på Hacksta. b) Den ekonomiska vinsten med att precisionsprida P i olika delar av fältet jämfört med spridning av medelgiva.

Kurser

Inom projektet utvecklades under året en modell för en studiecirkel i tillämpad precisionsodling. Tanken var att rikta sig mot lantbrukare och rådgivare med viss erfarenhet av tekniken, åtminstone i någon form. Upplägget var att kursen hålls under tre halvdagar. Första träffen fokuseras på teori och diskussion av egna erfarenheter.

Träff två handlar om hur man kan utnyttja sina data för behovsberäkning och framtagande av styrfiler för precisionsgödning. Under den sista träffen går man igenom praktikaliteter avseende tekniken och hur man kopplar ihop olika typer av utrustning i traktorn eller tröskan. Dessutom görs tester och övningar med GPS, precisionsgödning och styrsystem.

Tider: 2003-2006 (slutdatum behöver skjutas på till 2007)

Finansiärer: SLF, Agroväst

Kontaktperson: Mats Söderström, SLU / Sweco (projektledare), mats.soderstrom@mv.slu.se

Övriga projektdeltagare: Anna Nyberg, SLU; Mikael Gilbertsson, JTI; Fredrik Fogelberg, JTI; Knud Nissen, Lantmännen.

Ekonomisk värdering av precisionsodling av vall – vilka potentialer finns?

Hur stor variation behöver vi för att precisionsodling av grovfoder skall löna sig? Vilka kvaliteter behövs? Hur mycket lönar det sig?

Frågeställningar

- Vad är precisionsodling av vall?
- Vilka potentialer finns?
- Vad skall vi ha precisionsodling av vall till?
- Vilka avgränsningar skall göras?

Bakgrund

En fråga man återkommer till är hur mycket lantbrukaren kan tjäna på att implementera olika precisionsodlingsåtgärder vid produktion av grovfoder. Några principer är inom- och mellanfältsvariationer i kvantitet och kvalitet. Hur mycket lönar det sig? Hur stor är potentialen av precisionsodling av vall? Med hjälp av en modell utvecklad inom AgroVästs Vallprogram kan vi beräkna den ekonomiska potentialen av precisionsodling av vall. Modellen utvecklades som ett verktyg vid utvärdering av fältförsök med vall för att sätta kronor på de många parametrar som då skall vägas samman. Modellen är uppbyggd som ett foderoptimeringsprogram. Precisionsodling av vall kan definieras som ”precision i tid och rum i grovfoderkedjan”. Detta innebär mer än inomfältvariation och hantering av denna.

Tid: Projekt startades hösten 2005.

Finansiering: Projektet finansieras av POS, Agroväst.

Kontaktperson: Projektledare är Maria Stenberg 0511-67274, Maria.Stenberg@mv.slu.se.

Samarbete: Projektet utförs i samarbete med Ingemar Gruvaeus, Hushållningssällskapet Skaraborg.

Parallellt med projektet genomförs ett examensarbete inom agronomprogrammet, SLU, där ekonomiskt resultat utifrån ett antal vallförsöksserier samt ekonomiskt utfall av ett antal scenarier för grovfoderproduktion beräknas.

Utbildning

Precisionsodlingskurs

Både vintern 2004/2005 och vintern 2005/2006 anordnades en precisionsodlingskurs på fem poäng vid SLU riktad till agronomstudenter med inriktning mark/växt. Undervisningen växlar mellan Ultuna, Skara och på distans. Framöver kommer precisionsodlingsundervisningen att integreras i större kurser på Ultuna, eventuellt med en studieresa till Västsverige. Planering inför detta har skett under 2005.

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

Exjobb

Under 2005 genomfördes 2 examensarbeten med handledning från avdelningen för precisionsodling. Dessa var:

- Kväve i mark och gröda från sådd till skörd vid odling av höstraps. Författare var agronomstudent Ola Sixtensson.
- Inomfältvariationer i kväveminalisering. Författare var agronomstudent Ingrid Johansson.

Kurs i nyckeltal vid tillämpning av precisionsodling

Under mars 2005 hölls en kurs för lantbrukare i Halland i samarbete med Hushållningssällskapet i Lilla Böslid. Kursen hölls på Heagård och på Lilla Böslid. Under oktober-november hölls en motsvarande kurs i Västergötland (på Bjertorp och SLU i Skara). Deltagarantalet var ca 10 på respektive kurs.

Kontaktpersoner: Mats Söderström 0511-67244, mats.soderstrom@mv.slu.se och Anna Nyberg 0511-67242, anna.nyberg@mv.slu.se

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 växtnäringsfrågor.

Redan tidigt anlades fasta försöksfält med separat dränering av försöksparceller med möjlighet att mäta utlakningen, dvs. mäta avrinning och analysera innehållet i dräneringsvattnet. Efter successiv utbyggnad finns idag fem anläggningar på Lanna och en på Fotegården (lättjord), strax utanför Lidköping, med totalt 39 stora (800-5000 kvm) försöksparceller med separat dränering.

Huvudinriktningen är konventionell odling, men på 7 hektar odlas en sjuårig ekologisk växtföljd med flera försök och ett stort 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.

2005

Under 2005 utfördes totalt 66 försök och 15 demonstrationsodlingar. Dessa fördelades enligt följande uppdelning på "försöksavdelningar" vid SLU och är riks försök, läns försök, distrikts försök och beställnings försök:

- Vattenvård	3
- Jordbearbetning	12
- Växtnäring	16
- Växtföljder	1

- Ogräs	2
- Vallförsök	1
- Sortförsök	26
- Växtskydd	6

Demonstrationsodlingar:

- Ekologisk odling	11
- Växtnäring	2
- Ogräs, växtskydd	2

Utöver traditionella försök har regelbundna vattenprovtagningar i avrinningsområden genomförts året runt för analys av växtnäringsämnen och växtskyddsmedel. Insamling av insekter i en s.k. sugfälla har gjorts från mars till oktober tre gånger i veckan.



Fig 62. Flygbild över Lanna 2002.

Tabell 9. 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
D0-5301	Brytning av höstbevuxen mark - utlakning	2005
R2-8409	Utlakning i höstvetedominerad växtföljd	2001
R2-8410	Höst- och vårrödor, flytgödsel – utlakning (Fotegården, Vinninga)	2003
R2-4010	Olika bearbetningssystem, plöjning - plöjningsfritt	1974
R2-4017	Direktsådd	1982
R3-0020	Humusbalans - stråsäd	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 växtnärlingsfrågor och odlingens påverkan på dessa. Dessa långliggande försök ingår i sammanställningen ovan. Samtliga långliggande försök finns med i tabell 9.

Personal

På Lanna försöksstation arbetar 7 stycken personer, varav tre stycken arbetar med försöken, en med administration, två stycken sköter jordbruksdriften samt en ansvarig för verksamheten.

Beställare / finansiering: Huvuddelen av försöken beställs och utförs på uppdrag av SLU i Uppsala och Skara inom ramen för olika forskningsprojekt och långliggande försök. Värdeprovning 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@mv.slu.se

Rolf Tunared, 0510-530005, 070-5306748, Rolf.Tunared@mv.slu.se

Precisionsodling Sverige (POS)

Avdelningen arbetar aktivt inom det nationella samarbetsprojektet Precisionsodling Sverige (POS) där forskningsledare Bo Stenberg är projektansvarig. POS målsättning är att främja svenskt lantbruk genom att ta fram kunskap och anpassa teknik inom precisionsodlingsområdet som bidrar till ökad lönsamhet, förbättrad produktkvalitet, ökad effektivitet i användandet av insatsmedel samt minskad belastning på miljön. POS har en basfinansiering från AGROVÄST som gör det möjligt att ha tre resurspersoner anställda i projektet. Dessa arbetar med GIS, teknik och projektsamordning GIS- och samordningsfunktionen ryms inom Avdelningen för precisionsodling där Mats Söderström på avdelningen är GIS-ansvarig och Sofia Delin är samordnare. Till POS knyts intresserade personer från företag, universitet, organisationer m.fl. som arbetar med precisionsodling i olika projekt med olika finansiering. Genom POS kan de få support i GIS- och tekniska frågor, träffas på seminarier och workshops i POS regi och få finansiering av mindre projekt av pilotkaraktär. Under 2005 anordnades en workshop om platsspecifik kvävegödsling, ett seminarium om precisionsodlingstillämpning för rådgivare och ett seminarium om en marksensor från Holland som mäter radioaktivitet. POS deltog vid Europiska precisionsodlingskonferensen i Uppsala i juni.

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

Avdelningen för precisionsodling, Institutionen för markvetenskap, SLU, Skara, (tidigare Institutionen för jordbruksvetenskap Skara) 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. Lanna försöksstation är en viktig resurs för avdelningen, övriga institutioner vid SLU samt andra samarbetspartners.

I serien **Rapporter** redovisas forsknings- och försöksresultat från Avdelningen för precisionsodling, SLU, Skara.

Rapporterna **finns tillgängliga på nedanstående internetadress.**
Rapporter kan även beställas från avdelningen, se nedan.

Reports with research results from the Division of precision agriculture (Department of Soil sciences, Swedish University of Agricultural Sciences). The reports are available at the internet address given below and can be ordered from the address below.

Distribution:

Avdelningen för precisionsodling
Institutionen för markvetenskap
Sveriges lantbruksuniversitet
Box 234, 532 23 Skara

Tel. 0511-670 00, fax 0511-67134
Internet: <http://www.po-mv.slu.se>