

Teknik för maximerat kväve- utnyttjande och minimerad kväveutlakning i potatisod- ling



Johanna Lindgren, Maria Stenberg och Börje Lindén

Avdelningen för precisionsodling

*Division of precision agriculture
Swedish University of Agricultural Sciences*

**Rapport 8
Skara 2007**

Report 8

ISSN 1652-2788
ISBN 978-91-576-7213-1

FÖRORD

Potatis har utpekats som en av de grödor som kan ge oönskad negativ miljöpåverkan genom växtnäringsutlakning både under odling och efter skörd. Det är viktigt att öka kunskapen om hur man med odlingsteknik kan effektivisera utnyttjandet av kväve och visa på hur förlusterna till miljön kan minskas. I föreliggande rapport redovisas en undersökning av olika odlingsåtgärder i samband med gödsling och kupning av potatis som syftar till att förbättra kväveutnyttjandet och minska risken för kväveförluster. Projektet pågick 2002-2006 och finansierades genom Stiftelsen Lantbruksforskningens FoU-program för potatis.

Vi vill passa på att tacka Stiftelsen för stödet som gjorde det möjligt att genomföra studierna. Vi vill också tacka potatisrådgivarna vid Hushållningssällskapet Skaraborg för hjälp vid planeringen av projektet, samt personalen vid Hushållningssällskapet Halland för hjälp vid planering och genomförande av åtgärder i fältförsöken och för skötseln av dem under projektåren. Dessutom vill vi tacka Gunnar Torstensson och Allan Lundqvist vid SLU för deras hjälp med analyser.

Skara juni 2007

Johanna Lindgren, Maria Stenberg och Börje Lindén

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	3
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	5
SAMMANFATTNING	7
BAKGRUND	9
SYFTE	11
MATERIAL OCH METODER	12
Försöksplan	12
Försöksplats	13
Provtagningar och analyser av gröda och jord	13
Kväve i blast och knölar	13
Kväve i vårvete	14
Mineralkväve i marken	14
Kväveutlakning	16
Graderingar av grödor	16
Fånggrödor	16
Skördebestämning i potatis och spannmål	17
Potatisblast	17
Kväveeffterverkan i vårkorn	17
RESULTAT OCH DISKUSSION	18
Väder	18
Delstudie A: Teknik för maximerat kväveutnyttjande och minimerad kväveutlakning i potatisodling	18
Potatisavkastning	18
Kväve i potatisblast och knölar	20
Kväve i vårvete	23
Kväveeffektivitet	24
Mineralkväveförrådets förändringar från vår till senhöst	24
Utlakning	26
Kväveeffterverkan av potatis i jämförelse med vårvete	27
Delstudie B: Potatisblastens nedbrytning och frigörelse av kväve från denna samt insådd av fånggröda under sommaren	28
Potatisblastens nedbrytning och frigörelse av kväve	29
Kväveeffektivitet	30
Mineralkväve i marken	31
Fånggrödor i potatis	32
SAMMANFATTANDE DISKUSSION	33
SLUTSATSER	35
LITTERATUR	35
BILAGA 1	38
BILAGA 2	41
BILAGA 3	46
BILAGA 4	48
BILAGA 5	49
BILAGA 6	54

SAMMANFATTNING

Potatis är en viktig gröda för lantbruk och livsmedelsindustri. Ett problem med odlingen är dock risken för betydande kväveförluster. Detta är särskilt viktigt med hänsyn till att potatisen till stor del odlas koncentrerat till vissa bygder, där då belastningen på grund- och ytvatten kan bli märkbar. Det är viktigt att öka kunskapen om hur man med odlingsteknik kan effektivisera utnyttjandet av kväve och visa på hur förlusterna till miljön kan minskas. Med syftet att studera hur odlingsteknik påverkar kväveutnyttjande och kväveutlakning i potatis, utfördes fyra potatisförsök vid Lilla Böslid i Halland under åren 2003-2005. Kväve i potatisknölar och potatisblast mättes vid flera tillfällen så väl som kväve i markprofilen och i dräneringsvattnet. Resultaten visar att potatisgrödans kväveupptag avslutas i början av augusti. Vid denna tidpunkt finns halva mängden kväve i blasten och andra hälften i knölna. Fram till skörd sker en omfördelning av kväve i plantan så att knölna vid skörd innehåller omkring 100 kg N ha⁻¹ av tillförda 130 kg N ha⁻¹. Blasten innehåller ca. 15 kg N ha⁻¹ innan blastdödning.

Analyserna av lättlösligt mineralkväve i markprofilen visade tydligt att nederbörd medförde att gödselkväve med lätthet transporterades ned under potatisens rotzon. I medeltal försvann 50 kg N ha⁻¹ genom utlakning från potatisleden 2003/2004 jämfört med 70 kg N ha⁻¹ 2004/2005. Skillnaden berodde på stor variation i nederbörd mellan åren. Effekten av att så in fånggröda i växande potatis gav som mest ett kväveupptag på 10 kg N ha⁻¹ i ovanjordiska växtdelar. Sådd av fånggröda efter upptagning av potatis hade ingen effekt på kvävet i denna undersökning. Potatis som förfrukt till korn jämfört med vårvete gav en merskörd på 600-1 100 kg N ha⁻¹ vilket förmodligen är en kombination av fördelen av att ha en avbrottsgröda mellan två spannmålsgrödor men också att potatisen tillförts stora mängder fosfor och kalium samt en del mikronäringsämnen som även kommit efterföljande gröda tillgodo. Det var inte möjligt att påvisa skillnader i kväveutlakning mellan leden med potatis beroende av odlingsteknik så som varierande antal kupningar, olika gödslingstidpunkter eller -teknik under de två försöksåren.

BAKGRUND

Potatis (*Solanum tuberosum*) är en viktig gröda för lantbruk och livsmedelsindustri. Ett problem med odlingen är dock att den medför ökad risk för stora kväveförluster genom utlakning. Detta är särskilt viktigt med hänsyn till att potatisen till stor del odlas koncentrerat till vissa bygder, där belastningen på grund- och ytvatten kan bli stor. Större kväveutlakning vid odling av potatis jämfört med andra grödor har i Sverige fastställts av bl.a. Kreuger & Brink (1984) och Torstensson et al. (1992). Det finns ofta större mineralkväverester i marken än efter andra grödor (jfr Lindén et al., 1994). Stora mängder mineralkväve i marken sen höst medför i regel betydande kväveutlakning under vintern. En förklaring till detta av flera är att potatis normalt odlas på sand- eller mojord, som medför grunt rotsystem (Wiklert, 1961) och att potatisgrödan i sig har liten rotmassa och litet rotdjup (Goedewaagen & Schuurman, 1946; Köhnlein & Vetter, 1953), vilket medför att kväve som transporterats ned i alven med perkolerande vatten utnyttjas dåligt. Sen utveckling av grödan, och därmed sent påbörjad kväveupptagning, med risk att nederbörd under vår och försommar orsakar större kväveförluster än vid odling av andra grödor är också troliga orsaker (se t.ex. Maidl et al., 2002).

Visserligen kan knölskörden innehålla kväve i samma storleksordning som den tillförda gödselgivan (Linnér, 1992; Lindén et al., 1999). Borträknas den del av kväveinnehållet som härstammar från jorden, blir den gödselkvävemängd som återfinns i knölskörden relativt liten, 20-25 % enligt Maidl et al. (2002). Vos & Marshall (1993) anger att på detta vis stannar ca. 65 % av gödselkvävet kvar i systemet jord-växtrester eller går förlorat. Utöver detta har kvävegödselgivans storlek betydelse för kväveutlakningsrisken, med ökande mineralkväverester i marken vid skörd eller på hösten efter höga kvävegivor (Mattsson & Lindén, 1988; Riley, 2000).

Förhållanden som skulle kunna bidra till den större kväveutlakningen men som hittills inte undersökts i någon större utsträckning är:

1. Genom det vatten som runnit av potatisblasten perkolerar större regn- och bevattningsvattenmängder genom fårbotten, där matjordsdjupet är grunt, än genom kuporna, där huvuddelen av rötterna finns.
2. Potatiskupningen och -upptagningen stimulerar kvävemineraliseringen i marken.
3. Den fortsatta kvävemineraliseringen vid avslutningen av potatisens kväveupptag och därefter medför att utlakningsbart kväve anhopas i marken.
4. När blasten dödas genom besprutning eller åldras naturligt, börjar nedbrytningsprocesser i växtmaterialet, varvid kväve frigörs och bidrar till utlakningen.

Härtill finns ett antal *problemställningar* som inte alls eller föga berörs i litteraturen:

Potatisfårorna som upphov till kväveförluster. Genom kupningen uppkommer i princip tre olika karakteristiska ”lägen”, som troligen påverkar kväveutnyttjandet: 1) kupans mitt och högsta punkt, 2) kupans sidor och 3) fårornas botten. I kupans mitt är marken delvis skyddad av potatisblastens ”paraply”, som medför att en del av regn- och bevattningsvattnet rinner av åt sidan och i ganska hög grad hamnar på botten av fåran. Det blir således torrare i jorden i kupans högsta punkt, vilket påverkar kvävet rörelser i kupan. På dess sidor har potatisblasten en liknande paraplyeffekt, och slutningen gör att vatten lätt kan rinna nedför denna mot får-

botten. I fårans botten är matjordlagret tunt genom att jorden har kupats upp. Avståndet till plantan är större och rotsystemet därför glesare. Som ovan nämnts utvecklas rötterna bara grunt och går i liten utsträckning ned i alven på sand- och mojord. Detta tillsammans med de större regn- och bevattningsmängder som hamnar på fårbottnen innebär, att nitratkväve i detta läge lätt lakas ned under rotdjup och därmed kan gå förlorat.

Potatiskupningens och -upptagningens stimulering av kvävemineriseringen i marken.

Det är väl känt att jordbearbetning stimulerar kvävemineriseringen (Stenberg et al., 1999). Jordbearbetningen är intensiv vid potatisodling bl.a. till följd av upprepade kupningar. Det är troligt att dessa stimulerar kvävemineriseringen mer än annars, så att det totalt kommer att finnas mer växttillgängligt kväve än som kan utnyttjas fullt ut under växtsäsongen. Vidare har ju potatisupptagningen en mycket kraftig jordbearbetande verkan, som också borde leda till ökad kvävefrigörelse.

Potatisens kväveupptagningsförlopp. Cirka en månad efter sättnings eller något mer börjar potatisgrödans kväveupptagning göra sig gällande i och med uppkomst och tilltagande tillväxt. Under tillväxten lagras sedan allt mer kväve in i blasten, men i och med knölbildningen börjar det upplagrade kvävet att translokteras över till knölnarna, vilket beskrivs som ett klockformigt förlopp av Kopp & Lanfermann (1993). Även om ökad kvävegödsling förlänger blastens vitalitet, åldras blasten så småningom där bladavfall ger kväveförluster från blasten. Den från början stora kväveupptagningsförmågan avtar med tiden alltmer och 2,5-3 månader efter uppkomsten börja nettoinlagringen av kväve i grödan att upphöra (Allan & Scott, 1980). Fr.o.m. denna tidpunkt, då potatisens kväveupptagning börjar avslutas, medför den fortsatta kvävemineriseringen att utlakningsbart kväve anhopas i marken, vilket Lindén (1981a) beskrev för stråsäd. Ju tidigare kväveupptagningen avslutas, desto mer mineraliserat kväve hinner ackumuleras i jorden fram till senhösten. Detta kan vara en av orsakerna till kväveutlakningen efter potatis.

Kväve i växtresterna. En fråga är vart det kväve som tagits upp av potatisen tar vägen efter blastdödning och skörd. Efter gödsling med 90 kg N ha⁻¹ till sen potatis fann Lindén et al. (1999) vid blastdödning ca. 30 kg N ha⁻¹ i blasten jämfört med i medeltal 82 kg N ha⁻¹ i knölskörden (ca. 40 ton ha⁻¹). Riley (2000) fann en större kväveandel i blasten. Kvävet i blasten kan tänkas bidra till kväveförlusterna, när den bryts ned och kvävet i denna frigörs. När blasten dödas genom besprutning eller åldras naturligt, börjar nedbrytningsprocesser i växtmaterialet. Dessa leder bl.a. till nedbrytning av proteiner och det bildas ammoniak (Wetselaar & Farquar, 1980) som kan avgå från grödan (Schjørring, 1989), men nederbörd kan medföra att sådant frigjort kväve transporteras ned i marken. När potatisen skördas, och blasten då mer eller mindre inblandas i jorden, sker fortsatt nedbrytning, vilket också bör bidra till kväveutlakningen under vinterhalvåret.

Anpassning av kvävegödslingen till kvävetillgången i marken. Under 1970- och 1980-talet utvecklades s.k. kväveprognoser i Europa med beaktande av mineralkvävetillgången i markprofilen tidigt på våren, även för potatis såsom i Holland (Neeteson, 1985) och Sverige (Mattsson & Lindén, 1988). Mineralkväveförråden på våren efter stråsäd (Lindén, 1981a), som är den vanligaste förfrukten till potatis, är dock vanligen små här i landet, varför sådana kväveprognoser har haft ett begränsat värde. Ett sätt att beakta olika skeenden i marken som medfört tillskott och förluster av kväve under våren och senare är växtanalys under potatisens växtsäsong, med bestämning av nitrathalten i bladskaft (Linnér, 1992). Nitrathalten är en indikator på potatisens kväveförsörjning och behov av tilläggsgödsling. Likartade sätt är

mätning av klorofyllhalten med klorofyllmätare ("kalksalpetermätare") och att använda NIR-reflektrometri (Vos & Marshall, 1993).

Delade kvävegivor och radmyllning. Uppdelningen av kvävegödslingen på olika kvävegivor kan motverka kväveförluster under potatisens tidiga utveckling (Maidl et al. 2002), då potatisen har litet kvävebehov, men förbättringen av avkastningen och minskningen av kväveutlakningsrisken blir ofta inte särskilt påtaglig (se t.ex. Kreuger & Brink, 1984; Riley, 2002). Man kan dock ofta räkna med att en större kvävemängd lagras in i knölna, vilket förbättrar kväveeffektiviteten. Radmyllning med placering av gödseln i kupan har positiv verkan på kväveutnyttjandet, i vart fall under mer ogynnsamma odlingsbetingelser (Maidl et al., 2002).

Förbättrad tillväxt. Åtgärder, som i tillägg till gödslingen ger förbättrad tillväxt och håller grödan frisk, medför bättre utnyttjande av kvävet genom större avkastning. Bevattning förbättrar både tillväxten och kväveutnyttjandet (Linnér, 1984) och minskar därmed mineralkväveresterna i marken under hösten efter skörden.

Fånggröda efter potatis. Outnyttjat gödselkväve och kväve som mineraliserats efter det att grödornas kväveupptagning avslutats kan bindas i organisk form genom odling av en fånggröda (se t.ex. Stenberg et al., 1999). För potatis är man dock hänvisad till att etablera fånggrödor efter skörden. Sådd av höstråg som fånggröda efter potatis har i viss mån minskat kväveutlakningen men verkan är beroende av hur fort man hinner så för att få så god tillväxt och så stort kväveupptag som möjligt under hösten (Kreuger & Brink, 1984; Vos & Marshall, 1993; Torstensson et al., 1992). Frågan är dock 1) om andra växtslag vore bättre och 2) om man kunde etablera en fånggröda i potatisfårorna redan under växtsäsongen. I dessa fåror bör riskerna för kväveförluster vara särskilt stora efter regn och bevattning.

SYFTE

Syftet med studien var att klarlägga hur olika odlingstekniker (radmyllning, kupformning, senarelagd första kvävegiva, fånggröda m.m.) påverkar risken för kväveförluster genom kväveutlakning. Målet var också att studera blastens betydelse för kväveutlakning samt att undersöka efterverkan efter potatis.

För att belysa dessa processer och åtgärder bestämdes potatisgrödans kväveupptagningsförlopp och dess varaktighet, kväveupptagningens storlek, utnyttjandet av det växttillgängliga och utlakningsbara kvävet i marken, kväveomsättningar i växtrester och mark (kvävemineralisering) efter avslutad tillväxt och skörd, det växttillgängliga och utlakningsbara kvävet rörelser och fördelning i marken och hur dessa förhållanden sammantaget påverkar risken för kväveförluster genom kväveutlakning.

MATERIAL OCH METODER

Försöksplan

För att svara på frågeställningarna kring odlingsteknik och kväveutlakning i potatis genomfördes projektet i form av två delstudier:

- A. Teknik för maximerat kväveutnyttjande och minimerad kväveutlakning vid potatisodling.
- B. Potatisblastens nedbrytning och frigörelse av kväve från denna samt insådd av fånggröda under sommaren.

Tabell 1. Försöksplan för delstudie A ”Teknik för maximerat kväveutnyttjande och minimerad kväveutlakning vid potatisodling” (försöksplan D0-7801)

Led	Första N-giva (NPK 8-5-19)	Tilläggsgödsling (Ks) ¹	
		25kg N ha ⁻¹	25kg N ha ⁻¹
A	80 kg N ha ⁻¹ Bredspridning före sättning	15 juni + kupning	10 juli ² + kupning
B	80 kg N ha ⁻¹ Radmyllning före sättning	15 juni + kupning	10 juli ² + kupning
C	130 kg N ha ⁻¹ Kupmyllning 3v efter sättning		
D	80 kg N ha ⁻¹ Radmyllning 3v efter sättning	15 juni + kupning	10 juli ² + kupning
E	80 kg N ha ⁻¹ Radmyllning och kupformning vid sättning.	15 juni	15 juli ³
F	80 kg N ha ⁻¹ Radmyllning och kupformning vid sättning. Potatisen tas upp i november	15 juni	15 juli ³
G	80 kg N ha ⁻¹ Radmyllning och kupformning vid sättning. Fånggröda sås in efter skörd	15 juni	15 juli ³
H	40 kg N ha ⁻¹ + 40 kg N ha ⁻¹ som flytgödsel bredspridning före sättning	15 juni + kupning	10 juli ² + kupning
I	130 kg N ha ⁻¹ Vårvete		

1) Tilläggsgödsling med UniKa (14,2 % N +18,7 % K) 2004.
2) Före slutkupning.
3) Vid blomning.

Fältförsöken anlades inom båda delstudierna (tabell 1 och 2). Båda studierna genomfördes under två år och placerades på olika delar av samma försöksfält. Den potatissort som användes var 'Sava'.

Tabell 2. Försöksplan för delstudie B ”Potatisblastens nedbrytning och frigörelse av kväve från denna samt insådd av fånggröda under sommaren” (försöksplan D0-7802)

Led	Behandling
X	Blastdödning. Blasten står kvar orörd till potatisupptagningen. Vid potatisskörden blandas blasten in i jorden. Normal ogräsbekämpning med jordherbicid.
Y	Blasten (ovan jord) avlägsnas vid tiden för blastdödning. Normal ogräsbekämpning med jordherbicid.
Z	Sådd av fånggröda (italienskt rajgräs) i växande potatis snarast efter slutkupningen (ca. 1 juli). Ingen ogräsbekämpning med jordherbicid. Blastkrossning. Blasten står kvar till potatisupptagningen. Vid potatisskörden blandas blasten in i jorden i potatisraderna.

Inom delstudie A studerades kväveefterverkan av potatis jämfört med vårvete (*Triticum aestivum*). För detta såddes vårkorn (*Hordeum sativum*) 2004 och 2005 på de försöksytor där det odlats potatis 2003 respektive 2004. Tidpunkter för olika odlingsåtgärder redovisas i bilaga 2. Alla försök genomfördes med tre upprepningar (block).

Försöksplats

Projektet genomfördes i fältförsök vid Hushållningssällskapet Hallands försöksgård Lilla Böslid i södra Halland. Jordarten på försöksplatsen var en sandig mo med 7,8 % ler och 5 % mullhalt i matjorden. I matjorden (0-30 cm) i två försök som anlades 2003 var pH (H₂O) 6,1 och P-AL 13,5 respektive K-AL 7,3 mg 100 g jord⁻¹. På de platser där dessa försök upprepades 2004 var pH (H₂O) 6,0 och P-AL 12,4 respektive K-AL 7,1 mg 100 g jord⁻¹. Utförligare uppgifter om försöksplatserna finns i bilaga 1.

Provtagningar och analyser av gröda och jord

Provtagningar av mark och gröda gjordes för att följa hur de olika odlingsåtgärderna i leden påverkade potatisgrödans tillväxtförlopp, kväveupptagningsförlopp och utnyttjande av gödsel- och markkväve under växtsäsongen och under efterföljande höst, vinter och i gröda påföljande år. Detta jämfördes med vårvetets inverkan i samma avseenden.

Kväve i blast och knölar

För att beskriva kväveupptagningsförloppet beroende av odlingsteknik följdes potatisgrödan i delstudie A rutvis och i alla led. All blast i 12 potatisstånd med vidhängande rötter samt förekommande potatisknölar provtogs vid följande tidpunkter:

- Omedelbart före det tredje och sista gödslingstillfället i led E, F och G. Gödsling utfördes vid begynnande blomning, som vid normal sättnings tidpunkt beräknades infalla ca. 15 juli.
- Tre veckor efter det tredje och sista gödslingstillfället i led E, F och G. Detta innebar grödprovtagning ca. 5 augusti.
- Omedelbart före blastdödning: den 15 september 2003 och den 28 augusti 2004.

I delstudie B togs rutvisa prov av grödan enligt ovan i led Y vid blastborttagningen som ägde rum omedelbart före blastdödning i led X och Z. I led X uttogs prov omedelbart före potatisskörden.

Ur varje delprov om 12 potatisstånd uttogs ett representativt prov av knölar och blast. Knölar större än hasselnötter räknades och vägdes. De som var mindre fick ingå i blasten. De uttagna proven vägdes sedan otvättade, därefter tvättades proverna noga och torkades. Blastproverna inklusive vidhängande rötter sönderdelades fint och torkades på samma sätt. De torkade proverna analyserades med avseende på totalkväve med en LECO® CNS-2000 analyser och torrsubstansen bestämdes.

Kväve i vårvete

Prov av vårvetegrödan (allt ovanjordiskt material) i led I togs ut rutvis vid fullmognad (stadium 90-91 enligt Zadoks-skalan) (Zadoks, 1974) då det också graderades med avseende på stråstyrka, ogräsförekomst samt angrepp av skadegörare. Vid provtagningen togs förekommande ogräs med i det provtagna växtmaterialet, eftersom ogräset också tagit upp kväve. I varje försöksruta klipptes växtmaterialet av vid marken inom 3 kvadratiska småtor om 0,25 m². Proverna torkas omedelbart och analyserades med avseende på totalkväve med LECO® CNS-2000 analyser.

Mineralkväve i marken

Kväveprofilprov uttogs i nivåerna 0-30, 30-60 och 60-90 cm i båda delstudierna. Alla jordprover djupfrystes samma dag. Den frysta jorden maldes och extraherades med 2 M KCl i jord-vätskeförhållandet 100 g:250 ml. Bestämning av nitrat- och ammoniumkvävekoncentrationerna gjordes kolorimetriskt med en autoanalyser (TRAACS 800, metod nr ST9002-NH4D och ST9002-NO3D). Mängderna räknades om till kg N ha⁻¹ utifrån volymvikterna 1,25 g cm⁻³ i 0-20 cm och 1,5 g cm⁻³ i 20-90 cm. På våren före gödsling år 1 togs blockvisa kväveprofilprov i alla försöken. Dessa prover utnyttjades inte bara för mineralkvävebestämning utan användes även för bestämning av jordart.

Kväveprofilprov uttogs blockvis i potatisleden samt ledvis i led I (vårvete) samt led E. Prov togs med olika provtagningsstrategi (I eller II) beroende på tidpunkter:

- I. Fördelning av provpunkterna i försöksrutorna som vid t.ex. stråsädesodling, i alla led A-I, X-Z på senhösten.
- II. Särskild teknik med hänsyn till potatiskupor och fåror i potatisgröda under växtsäsongen i led A-H, X-Z.

I. Normal provtagningsteknik

Provtagningen utfördes ledvis med följande antal borrhstick:

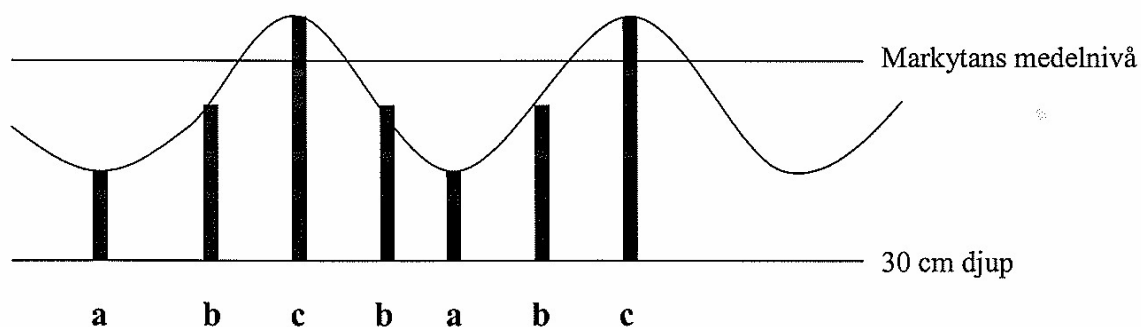
Skikt	Djup (cm)	Antal borrhstick	
		Per ruta	Per led
I	0-30	8	24
II	30-60	4	12
III	60-90	4	12

Vid följande provtagningstidpunkter användes normal provtagningsteknik:

Vårvete (led I): alla tidpunkter	Tre veckor efter begynnande blomning hos potatisen Omedelbart före blastdödning Omedelbart efter potatisskörden Senhöst (ca. 1 november)
Led med potatis:	Senhöst (ca. 1 november)

II. Särskild teknik i potatisleden

Gödslingsättet och kupningen av potatisen medför, att det teoretiskt kan bli kraftig variation i mineralkvävehalterna i sidled. Totalt 24 delprover i matjorden i varje ruta uttogs därför med följande fördelning:



Läge a: i fårornas botten.

Läge b: på mitten av kupkammens sidor.

Läge c: uppe på kammarna.

De 24 proverna i matjorden fördelades enligt följande:

Borrstickens placering i matjorden	Antal borrstick per ruta	Antal borrstick per led
Läge a: i fårornas botten	2	6
Läge b: på mitten av kupkammens sidor	4	12
Läge c: uppe på kammarna	2	6

Kväveprofilprovtagningarna utfördes med denna fördelning vid följande tidpunkter:

- Tre veckor efter begynnande blomning hos potatisen (led A-H)
- Omedelbart före sådd av fånggröda (led Z)
- Omedelbart före blastdödning (led A-H, X-Z)
- Omedelbart före potatisskörden (led A-H, X-Z)

Markdjupet räknades från en medelnivå för markytan. För att nå 30 cm djup från medelnivån blev borrsticken uppe på kammarna djupare och i fårornas botten grundare än 30 cm. Övrigt jordprov i matjorden togs på samma sätt som vid "normal" provtagning genom att först trycka ned borren till halva matjordsdjupet, ta upp och tömma och därefter provta ned till fullt djup.

Kupningen och potatisraderna påverkar nederbördsvattnets fördelning vid nedträngningen i marken och därmed även kvävet rörelser. Därför fördelades även borrsticken i alven som i matjorden. I båda alvskikten (II = 30-60 cm; III = 60-90 cm) uttogs 12 delprover per led. Dessa fördelas på de tre lägena a, b och c på följande sätt:

Borrstickens placering i alven*	Antal borrstick per ruta	Antal borrstick per led
Läge a: i fårornas botten	1	3
Läge b: på mitten av kupkammens sidor	2	6
Läge c: uppe på kammarna	1	3

*) På vart och ett av djupen 30-60 och 60-90 cm.

Kväveutlakning

Inom delstudie A genomfördes två av tre block på ytor från vilka rutvis utlakning av kväve bestämdes. Avrinningen mättes kontinuerligt och utlakning av kväve presenteras beräknat för agrohydrologiska år, dvs. 1/7 – 30/6. Försöksfältet bestod av totalt 36 parceller, 16*20 m vardera, fördelade på 3 rutblock. Rutblocken avskiljdes av en vändteg (10 meter) som innehöll en skyddsdränering för att utjämna grundvattentrycket. Parcellerna var individuellt dränerade och avskärmade i sidled med plastbarriärer under plogdjup som täckte 30-150 cm djup. Varje ruta innehöll 3 sugdiken, de yttre låg 2 meter från rutgränsen, vilket betyder att avståndet mellan dikena var 6 meter. Dessa anslöt till en sugande stam som låg ca 1-1,5 m innanför rutgränsen. Bakänden av sugarna slutade ungefär lika långt från den bakre rutgränsen. Dräneringsvattnet leddes genom täta ledningar av typen markavloppsrör till en mätstation där flödesmätningen skedde med vippkärl som rymde ca 1,5 l per slag. Provtagningen av dräneringsvattnet utfördes automatiskt genom flödesproportionell samlingsprovtagning (1 delprov per 0,1 mm avrinning). Avrinningen registrerades med en datalogger som även skötte den individuella styrningen av slangpumparna för vattenprovtagningen. Avrinningen summerades och lagrades dygnsvis. Analysprov från de flödesproportionella samlingsproven togs ut var 14:e dag då avrinning förekom under provsamlingsperioden. Proven analyserades med avseende på nitrat- och totalkväve. Utlakningen (kg N ha^{-1}) beräknades sedan genom att det aktuella provets koncentrationer multiplicerades med respektive dygnsavrinning under perioden mellan föregående prov och det nu aktuella. Dygnsutlakningarna summerades därefter till en månadsutlakning. Utlakningsanläggningen färdigställdes först våren 2003, så att störningar orsakade av dräneringsgrävningarna kan i viss mån ha påverkat delstudie A år 2003.

Inom den fältdel där delstudie A genomfördes 2004, odlades korn med insådd fånggröda 2003. Avrinningsvattnet samlades upp även från denna del och därför kan kväveutlakningen från delstudie A 2003/2004 jämföras med kväveutlakningen från korn med fånggröda. Fånggrödan plöjdes ned på våren 2004.

Graderingar av grödor

Potatisgrödans utveckling (uppkomst, radslutning, blomning och blastnedvissning) samt eventuella sjukdomar eller skador dokumenterades kontinuerligt i båda delstudierna. Dessutom graderades ogräsförekomst i försöken.

Fånggrödor

Hösten 2002 gjordes en förstudie i form av ett fältförsök där olika fånggrödor etablerade efter skörd av potatis testades. Försöket låg i Västergötland. Höstråg, tidigt vårkorn, sexradskorn samt havre såddes efter potatisskörd. Marken harvades mellan skörd av potatis och sådd av fånggröda. Till rågen användes normal utsädesmängd. Korn och havre såddes med 100 kg ha^{-1} . Fånggrödan provtogs rutvis ($3 \times 0,25 \text{ m}^2$) i början av november. Resultaten visade att fånggrödorna tagit upp ca $0,5\text{-}2 \text{ kg N ha}^{-1}$ från sådd till början av november. Sämst som fånggröda i studien var havre. Höstråg tog upp mest kväve i studien och användes därför i delstudie A.

Höstrågen ('Amilo') såddes som fånggröda i led G i delstudie A efter potatisskörden (6 november 2003 och 15 oktober 2004). Rutvisa prov ($3 \times 0,25 \text{ m}^2$) klipptes vid avslutad tillväxt sent på hösten samt innan försöksytan plöjdes på våren. Förekommande levande ogräs togs med i provet. Klippningen av grödan gjordes precis i markytan. Proverna analyserades med avseende på totalkväve med LECO® CNS-2000 analyser.

Fånggrödan i delstudie B (led Z) såddes omedelbart efter slutkupning (28 juli 2003, 8 juli 2004). Som fånggröda användes vårkorn var. 'Baronesse' 2003 med utsädesmängden 200 kg ha⁻¹ och italienskt rajgräs (*Lolium multiflorum* Lam.) 2004 (20 kg ha⁻¹). Sådden skedde genom att fårbottnarna och kuporna räfsades varefter fröet spriddes ut för hand och myllades med en räfsa så att ett tätt bestånd uppstod på minst 40 cm bredd mellan raderna.

Fånggrödan provtogs rutvis (3*0,25 m²) på fårbottnarna omedelbart före blastkrossning (den 16 september 2003 och den 30 augusti 2004) samt omedelbart före potatisskörden (den 30 oktober 2003 och den 15 september 2004). Egentligen skulle den provtas även i början av november men då fånggrödan skadades kraftigt vid upptagningen slopades denna provtagning.

Skördebestämning i potatis och spannmål

Potatisskördarna bestämdes rutvis i båda delstudierna. Tre radsträckor om 8 m skördades försöksmässigt, varefter potatisen vägdes. Nettoskörden från varje ruta storlekssorterades enligt uppdelning på följande klasser: 1. <40, 2. 40-55, 3. 55-65 och 4. > 65 mm. Prover togs ut rutvis ur fraktionen 40-55 mm för bestämning av torrsubstans, specifik vikt, kokkvalitet och totalkvävehalt.

I led F (delstudie A försöksplan D0-7801) skördades inte potatisen vid normal tidpunkt utan först i början av november. Övriga led (A-E samt G och H) skördades samtidigt med potatisen i delstudie B (D0-7802). Leden med potatis och vårvete plöjdes följande vår och såddes med vårkorn.

I led I i delstudie A med vårvete liksom vid skörd av vårkorn under efterverkansåren bestämdes kärnskörden genom försöksmässig tröskning, och kärnprov togs ut för spannmålsanalys och bestämning av totalkväveinnehållet. Halmen lämnades kvar och fördelades jämnt i rutorna. Ingen stubbearbetning utfördes på hösten. Marken vårplöjdes under försöksår 2.

Potatisblast

Hantering av potatisblasten och hur detta påverkade kväveinnehåll i marken studerades i delstudie B. Där avlägsnades blasten i led Y (ovan jord) omedelbart före den blastdödning som utfördes i övriga led. För detta klipptes blasten alldeles i markytan på kammarna. Den stubb som lämnades kvar var mindre än 5 cm hög. All blast togs bort. Avsikten var att i led X studera om den vissnande blasten avgav kväve som lakades ned i marken. För denna jämförelse krävdes att ingen blast lämnades kvar i led Y och påverkade marken. Den bortförda blastmängden och dess kväveinnehåll bestämdes sedan. I led X skedde blastdödning på normalt sätt, i likhet med i delstudie A, försök D0-7801. I led Z utfördes blastkrossning.

I led X och Z blandades blasten väl in i marken vid potatisupptagningen, så att den kunde brytas ned och omsättas i jorden. Avsikten var att studera hur blastens nedbrytning påverkar kvävemineraliseringen och därmed kväveutlakningsrisken.

Kväveefterverkan i vårkorn

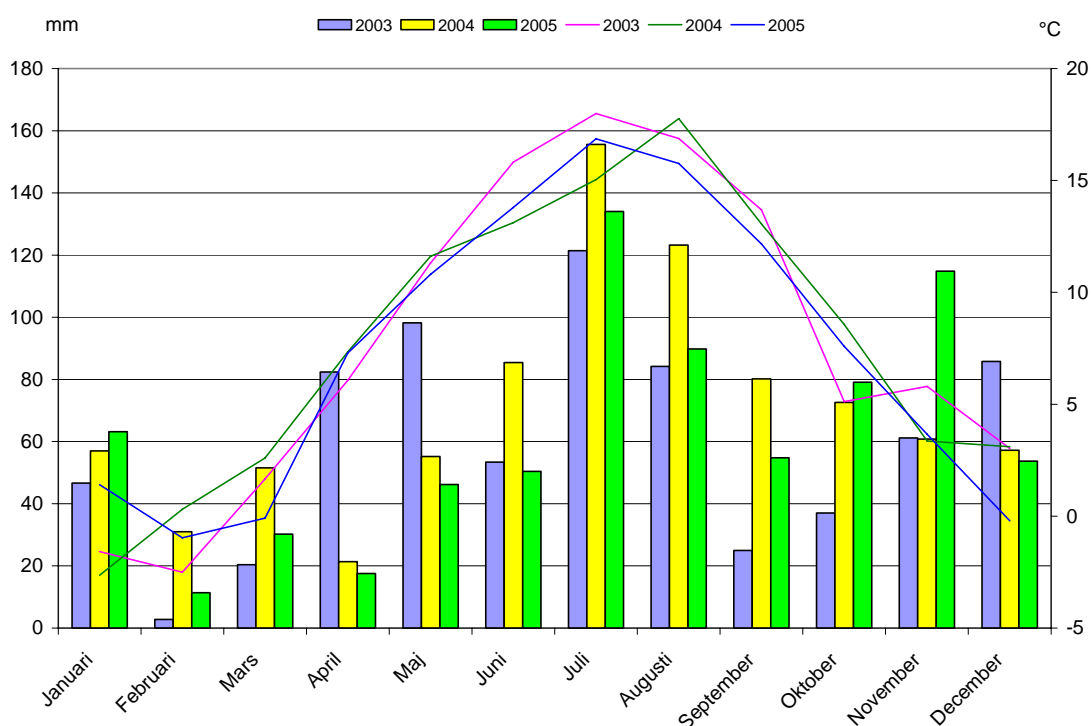
Åren 2004 och 2005 genomfördes studier av kväveefterverkan av potatis- och vårveteleden i vårkorn i delstudie A i alla tre blocken. Hela försöket vårplöjdes och vårkorn var. 'Barke' såddes den 13 april 2004 (170 kg/ha) och var. 'Ortega' (180 kg/ha) den 6 april 2005. Liksom

under potatisåren bestämdes kväveutlakning i alla led i två av blocken. Alla led tröskades försöksmässigt rutvis och spannmålen analyserades enligt ovan. Jorden provtogs och analyserades med avseende på mineralkväve sen höst och tidig vår.

RESULTAT OCH DISKUSSION

Väder

Första försöksåret 2003 var nederbördsrikt under våren (figur 1) vilket ledde till sen sättnings av potatisen och sådd vårvetet, 4 juni respektive 28 maj. Försommaren var regnig men växtodlingssäsongen avslutades med en torr höst. Andra försöksåret var betydligt torrare under våren och sättnings och sådd gjordes i normal tid, 22 respektive 15 april, men året gav större nederbördsmängder under sommar och höst än normalt. Sommaren 2003 var betydligt varmare än 2004.



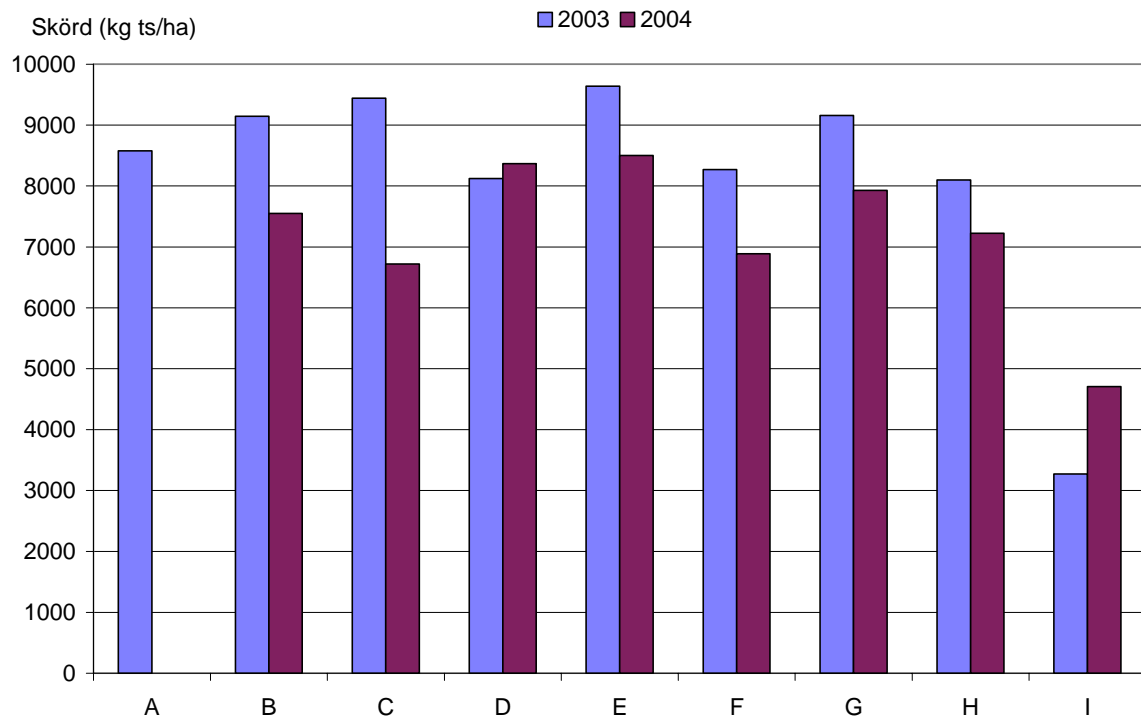
Figur 1. Månatlig nederbörd (staplar) samt månadsmedeltemperatur (linjer) under 2003-2005. Nederbördsdata mellan 2004-01-01 och 2004-03-31 är från Halmstad, 11,8 km från försöksplatsen, och temperaturen från Marbäck (21,1 km). Mellan 2005-09-01 och 2005-12-31 är temperaturen från Halmstad och nederbörden från Marbäck (SMHI). Resterande väderdata är från Lilla Böslid.

Delstudie A: Teknik för maximerat kväveutnyttjande och minimerad kväveutlakning i potatisodling

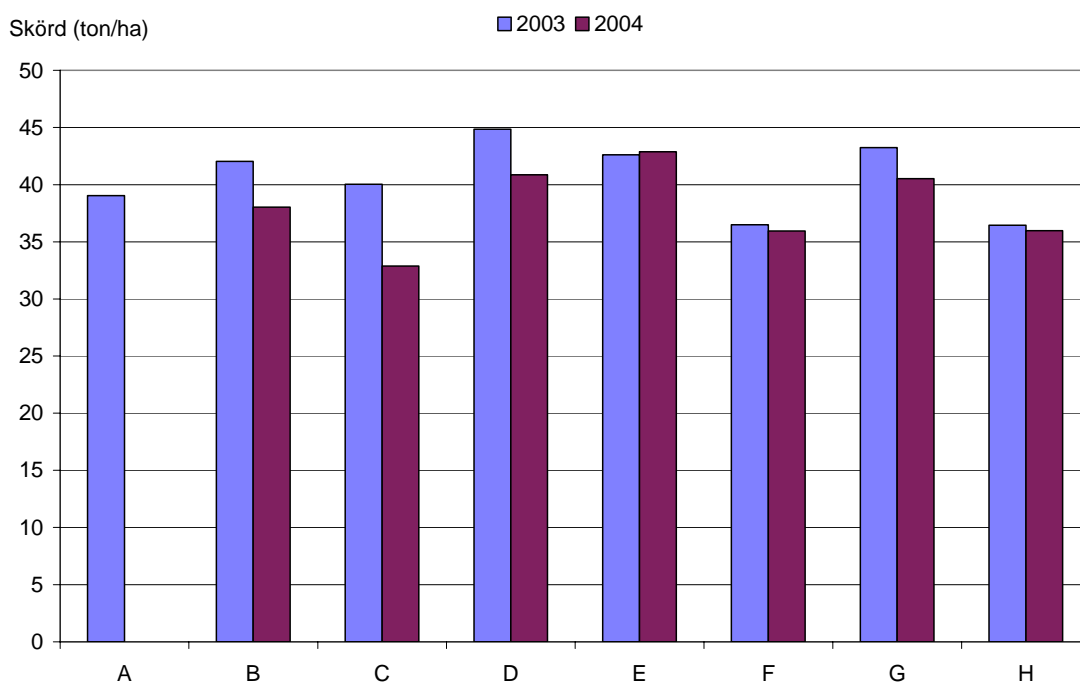
Potatisavkastning

Skörden i delstudie A var generellt högre 2003 än 2004 uttryckt i kg ts ha⁻¹ (figur 2) och i ton ha⁻¹ (figur 3), trots sen sättnings och sen upptagning. Led A gödslades felaktigt 2004 och är därmed inte med i sammanställningen. Det fanns inga signifikanta skillnader i potatisskörd mellan leden något av de enskilda åren eller som medeltal av båda åren. Det var inte möjligt

att påvisa negativa eller positiva skördeffekter beroende på varierande antal kupningar eller olika tidpunkter för gödning. Det fanns en tendens att led H, som tillfördes en del av kvävet som flytgödsel, gav något lägre skörd. De olika åtgärderna gav heller inga signifikanta skillnader i kvalitet såsom mörkfärgning, kokkvalitet eller storleksfördelning.



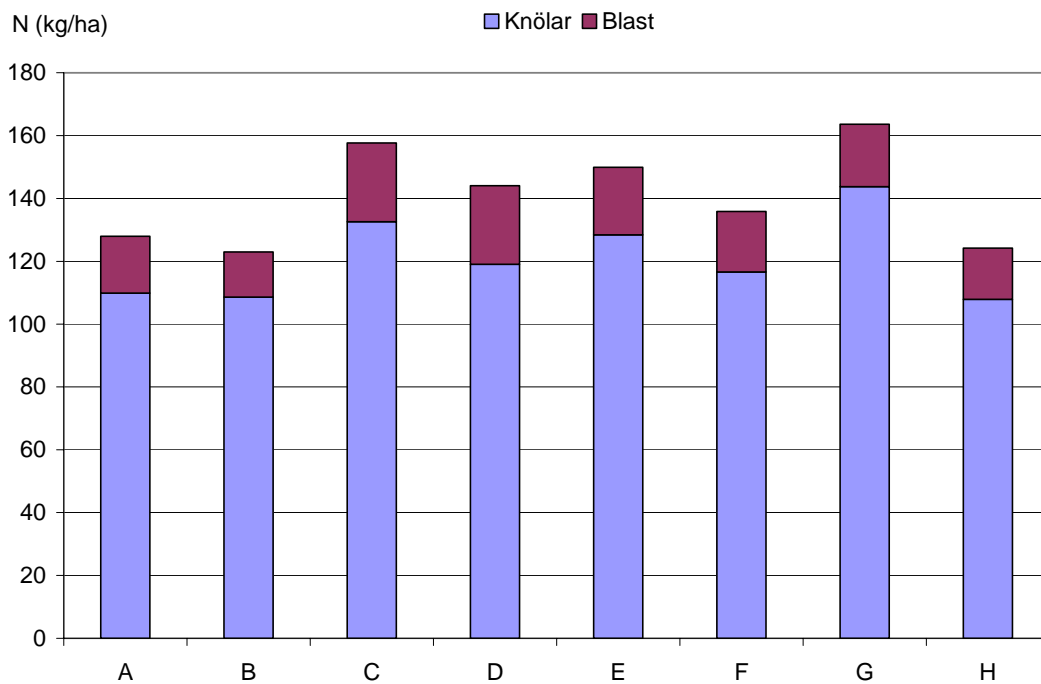
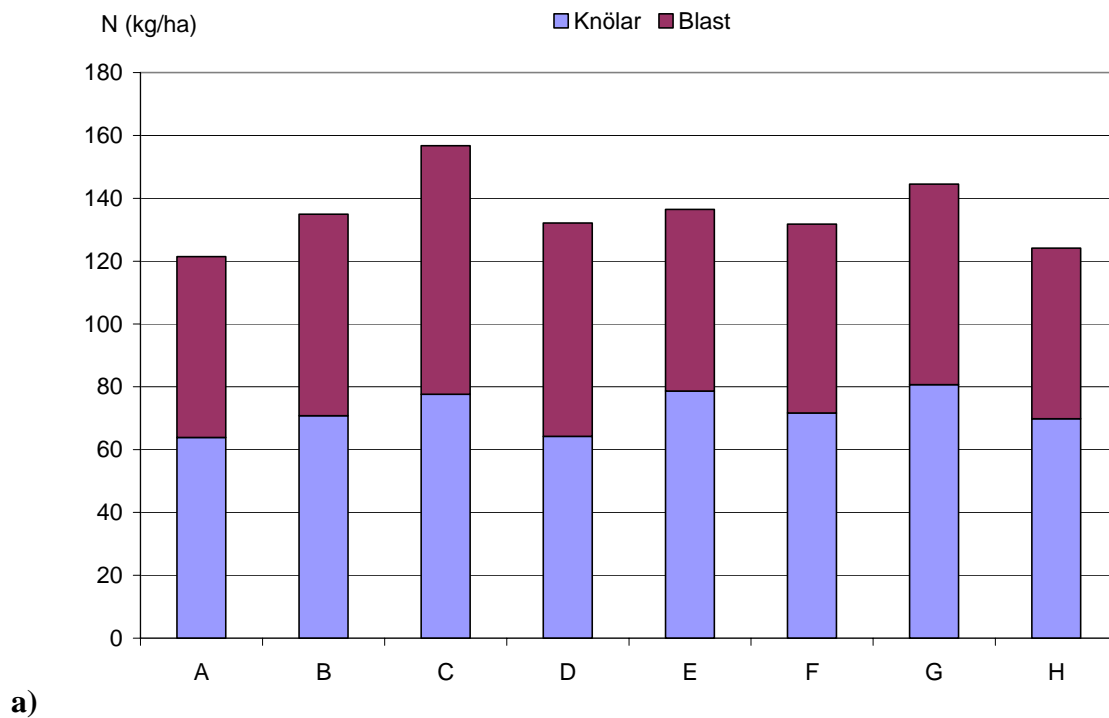
Figur 2. Potatisskörd (kg ts ha^{-1}) i led A-H och kärnskörd av vårvete (kg ts ha^{-1}) i led I i delstudie A "Teknik för maximerat kväveutnyttjande och minimerad kväveutlakning i potatisodling". Skördarna i de olika leden var inte signifikant skilda 2003 ($p=0,48$) och 2004 ($p=0,40$). Leden förklaras i tabell 1.



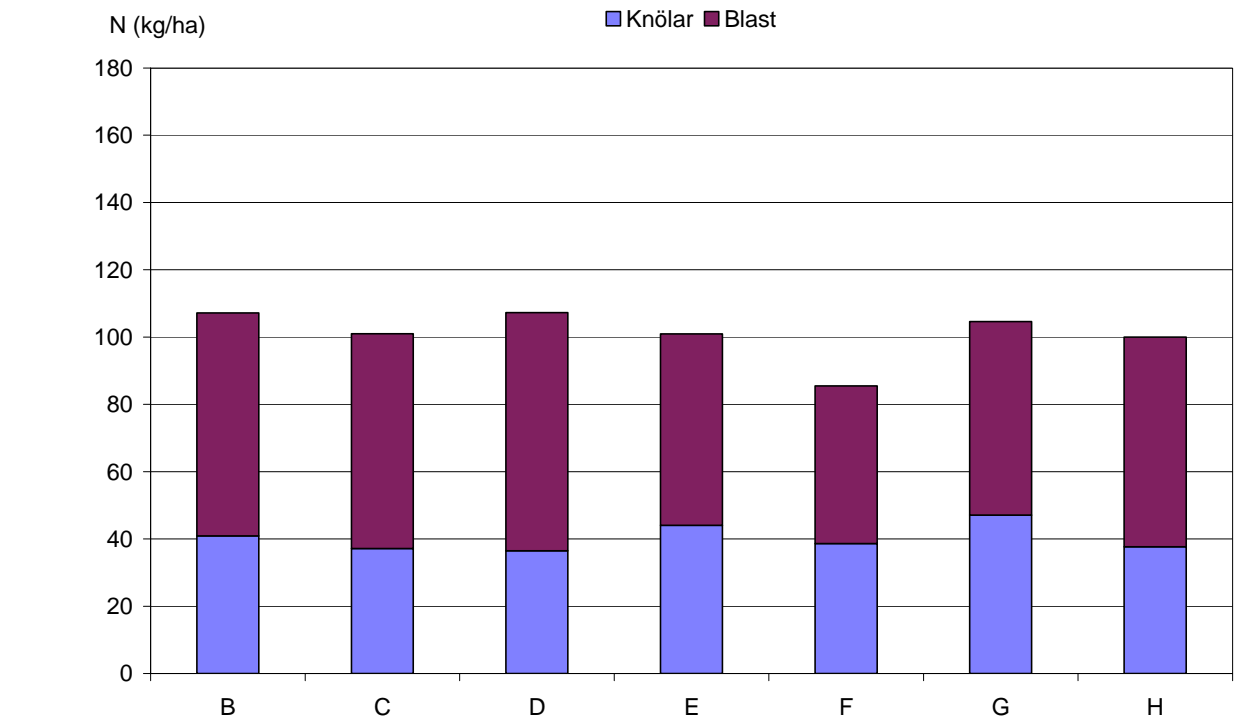
Figur 3. Potatiskör (friskvikt ton ha⁻¹) i led A-H i delstudie A ”Teknik för maximerat kväveutnyttjande och minimerad kväveutlakning i potatisodling” försöksåren 2003 och 2004. Skördarna i de olika leden var inte signifikant skilda 2003 ($p=0,39$) och 2004 ($p=0,41$). Leden förklaras i tabell 1.

Kväve i potatisblast och knölar

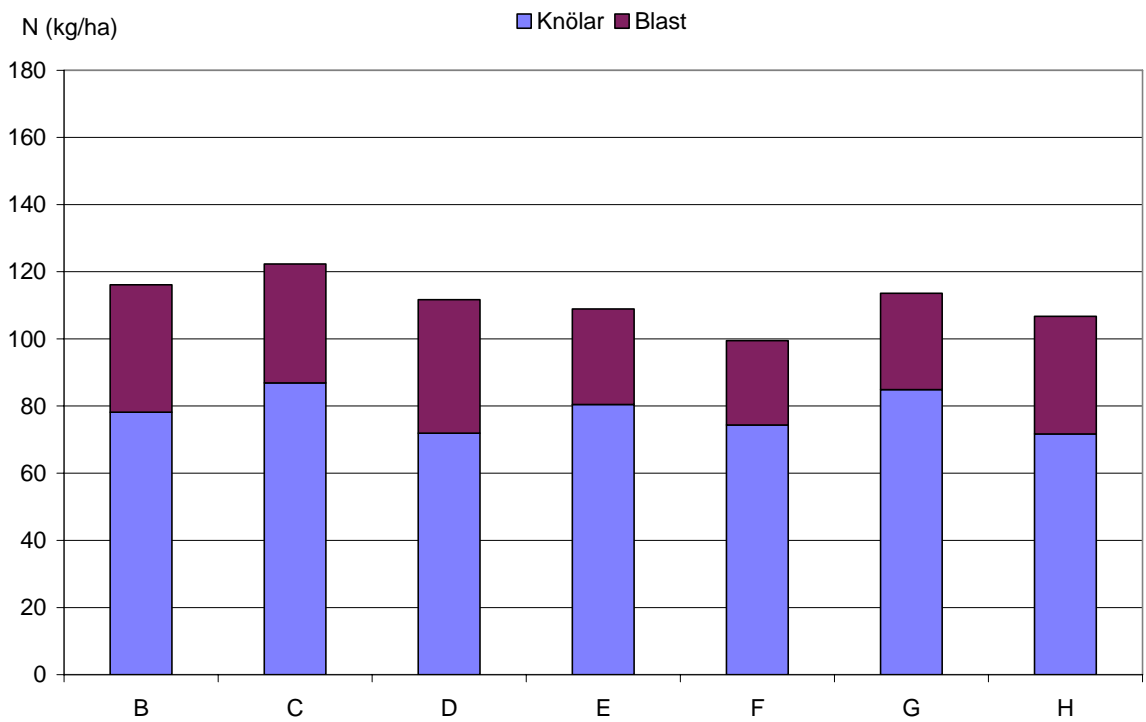
Figur 4a och 4b visar kväve i blast och knölar den 12 augusti, tre veckor efter sista gödning i led E, F och G, och strax före blastdödning 2003. Övriga potatisled gödslades sista gången en månad innan den första av de båda provtagningarna, förutom led C där allt kväve tillfördes i en giva tre veckor efter sättnings. Totalt uppgick kvävemängden till 120-140 kg N ha⁻¹ i hela grödan vid provtagningstillfället den 12 augusti. Ungefär hälften av kvävet fanns i blasten med vidhängande rötter och hälften i knölar. Vid provtagningen före blastdödning blev den totala mängden kväve ungefär densamma som vid den första, men det hade skett en omfördelning av kväve från blast till knölar. Det förekom alltså inget ytterligare nettoupptag i plantan enligt provtagningarna. Ett eventuellt upptag av kväve mellan de två provtagningstillfällena kan ha motverkats av att kväve förlorats från de ovanjordiska delarna av potatisgrödan på grund av att ovanjordiska plantdelar börjat vissna till följd av angrepp eller som ett led i mogningsfasen. Inga statistiskt signifikanta skillnader i grödans kväveinnehåll hade fastställts vare sig vid den första eller vid den andra provtagningen.



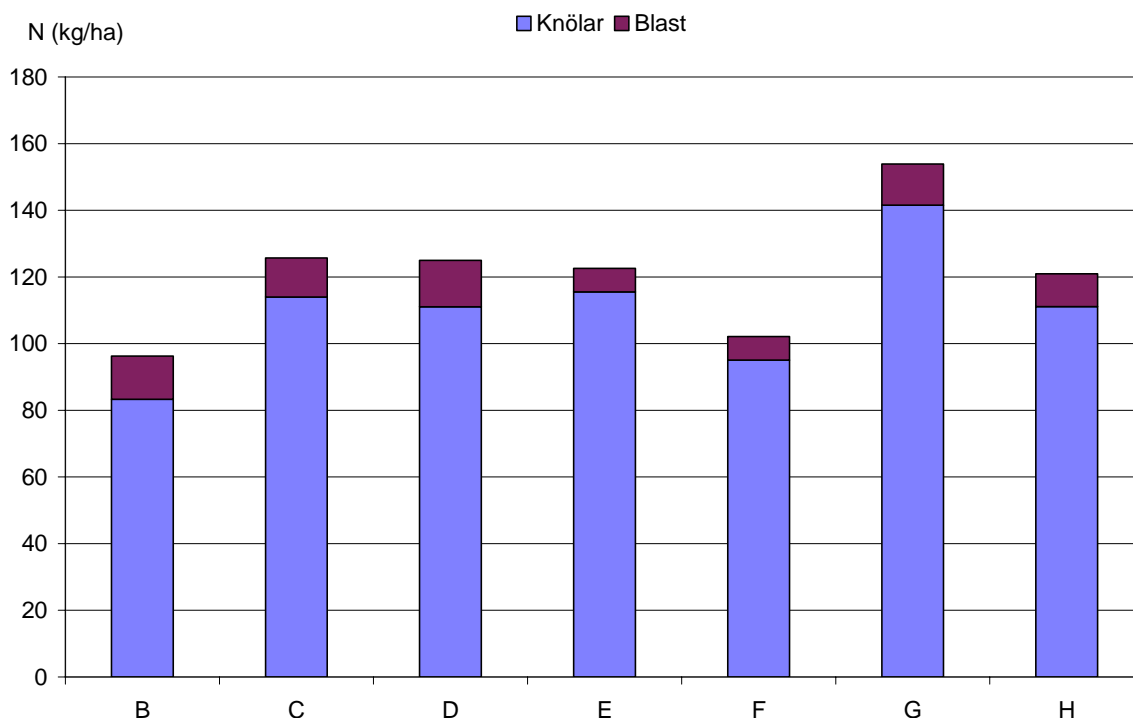
Figur 4. Kväve i blast och knölar i delstudie A ”Teknik för maximerat kväveutnyttjande och minimerad kväveutlakning i potatisodling” 2003 a) 12 augusti tre veckor efter sista gödningen i led E, F och G, samt b) 15 september strax innan blastdödning. Skillnaderna mellan leden var inte statistiskt signifikanta $p > 0,05$.



a)



b)



c)

Figur 5. Kväve i blast och knölar i delstudie ”Teknik för maximerat kväveutnyttjande och minimerad kväveutlakning i potatisodling” A 2004 a) 16 juli (strax före den sista gödningen i led E, F och G, inga signifikanta skillnader mellan leden $p > 0,05$), b) 5 augusti, tre veckor efter sista gödningen i led E, F och G (kväve i knölar: $p = 0,73$, blast: $p = 0,029$, hela plantan: $p = 0,76$) samt c) 26 augusti, strax innan blastdödning (kväve i knölar: $p = 0,31$, blast: $p = 0,11$, hela plantan: $p = 0,31$).

I figur 5 visas fördelningen av kväve i grödan under 2004. Situationen var densamma som 2003 men däremot blev det totala upptaget av kväve något mindre, $100-120 \text{ kg N ha}^{-1}$. Vid tidpunkten för blastdödning 2004 fanns ungefär $80-110 \text{ kg N ha}^{-1}$ i knölar och $10-15 \text{ kg N ha}^{-1}$ i blast och vidhängande rötter.

Sett till upptagningen av kväve, ser grödans utveckling ut att ha gått snabbare under 2003, trots sen sättnings, jämfört med 2004. Maj och juni var kallare 2004 än 2003 och nederbörds-mängderna var högre under sommaren. Det är dessvärre omöjligt att se något tydligt mönster i skillnaderna mellan leden vilket framgår av de p-värden som angivits i figur 5. Variationerna mellan både block och rutor var stora och överskuggade eventuella ledskillnader.

Kväve i vårmete

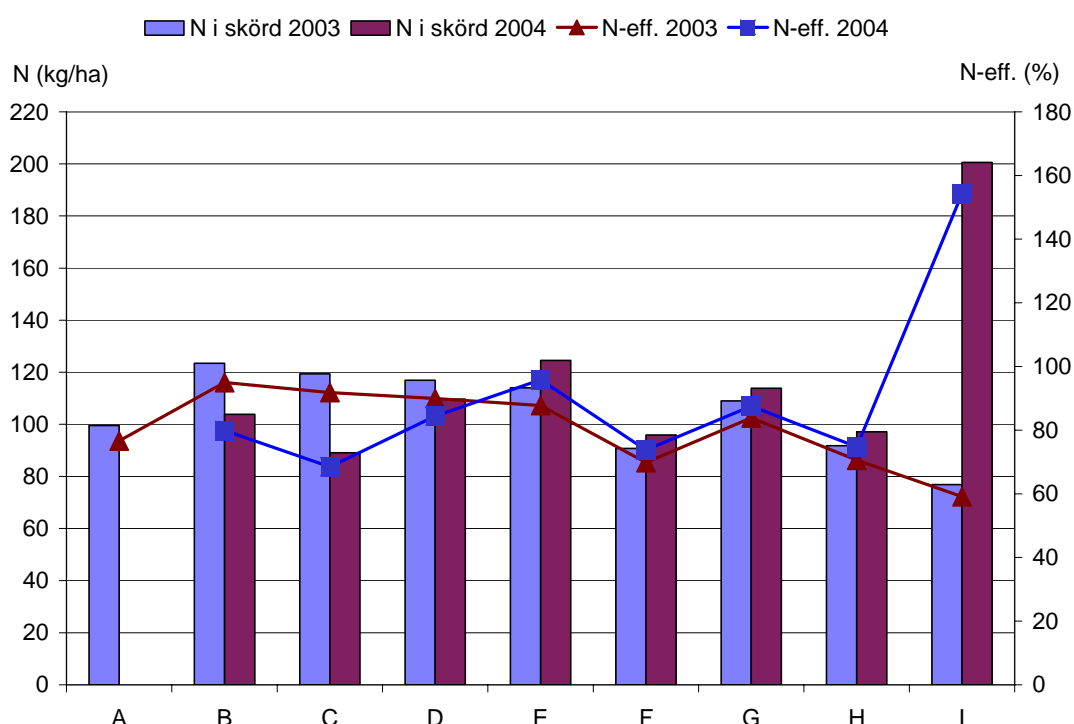
Vårmetet provtogs strax innan skörd båda åren. I tabell 3 visas kvävemängden i grödan under de båda försöksåren. Den sena sådden 2003 fick allvarigare konsekvenser för vårvetets kväveupptagning jämfört med potatisens.

Tabell 3. Innehåll och fördelning av kväve (kg N ha^{-1}) i vårvete led I i delstudie A, D0-7801, vid skörd 2003 och 2004

	Grödans ovanjordiska delar kg N ha^{-1}	Kärna kg N ha^{-1}	Halm kg N ha^{-1}
2003	135	100	35
2004	200	154	46

Kväveeffektivitet

Kväveeffektiviteten beräknades genom den med grödans bortförda mängden kväve i förhållande till den tillförda och var i genomsnitt 80 % de båda försöksåren för potatisleden trots varierande årsmån (figur 6). För vårvetet i led I var skillnaden mellan åren dock stor.



Figur 6. Skördad mängd kväve (N kg ha^{-1}) samt kväveeffektivitet 2003 och 2004. Skillnaderna mellan leden med avseende på kväve i skörd var statistiskt signifikanta både 2003 ($p=0,0056$; $\text{LSD}=22,64$) och 2004 ($p=0,0002$; $\text{LSD}=34,92$).

Mineralkväveförrådets förändringar från vår till senhöst

Den tidiga mineralkväveprovtagningen på våren före den första gödslingen (tabell 4 och 5) visade att det fanns $21\text{--}28 \text{ kg N ha}^{-1}$ inom 90 cm djup. Tre veckor efter sista gödslingen fanns det ungefär lika mycket kväve kvar i potatisleden under båda försöksåren, cirka 45 kg N ha^{-1} . Vid denna tidpunkt verkade potatisgrödans kväveupptag vara avslutat enligt grödprovtagningarna. En av anledningarna till att potatisgrödan inte tog upp mer kväve efter denna tidpunkt kan vara att merparten av kvävet befann sig under rotzonen vilket framgår av tabell 4 och 5. Hur snabbt kvävet rörde sig neråt i profilen är svårt att avgöra men både 2003 och 2004 var nederbördsrika kring gödslingstidpunkterna i juni och juli. Fram till avslutad kväveupptagning och skörd tilltog mineralkväveförrådet, speciellt under rotzonen. Uppenbarligen

fortsatte tillskottet av kväve genom mineralisering och grödan har inte kunnat tillgodogöra sig detta kväve. Detta har ökat kväveutlakningsrisken under det efterföljande vinterhalvåret.

Vid tidpunkten för blastdödning fanns ungefär samma mängd kväve kvar i profilen 2003 som föregående mätning, medan kväveförrådet hade ökat 2004. Det beror förmodligen på en större mineralisering 2004 på grund av det fuktiga vädret, till skillnad från augusti och september 2003 då det var mycket torrt. Oktober 2003 var ovanligt kall och torr vilket troligen medförde att kväveinnehållet i marken inte förändrades nämnvärt. Oktober 2004 var både blötare och varmare vilket uppenbarligen gav större förluster.

Tabell 4. Mineralkväve (kg N ha⁻¹) i 0-90 cm i marken under odlingssäsongen 2003 i led A-I i delstudie A, ”Teknik för maximerat kväveutnyttjande och minimerad kväveutlakning i potatisodling”

		Tidig vår	3 veckor efter sista gödslingen	Vid vetets fullmognad	Innan blastdödning	Efter skörd	Drygt en månad efter skörd
		030502	030812	030910	030915	031106	031208
A-H Potatis	0-30	8	9		8	22	14
	30-60	9	18		15	15	13
	60-90	5	20		18	16	24
	Totalt	21	46		41	53	51
I Vårvete	0-30	8		13		17	8
	30-60	9		30		20	9
	60-90	5		13,0		15	27
	Totalt	21		55		51	43

Tabell 5. Mineralkväve (kg N ha⁻¹) i marken (0-90 cm) under odlingssäsongen 2004 i led A-I i delstudie A ”Teknik för maximerat kväveutnyttjande och minimerad kväveutlakning i potatisodling”

		Tidig vår	Vid sådd/sättning	3 veckor efter sista gödslingen	Innan blastdödning Vårvete DC 94	Vid skörd ¹	Ca 1 månad efter skörd
		040402	040421	040806	040825	041010	041110
A-H Potatis	0-30	10	20		13	22	12
	30-60	10	10		17	13	18
	60-90	9	9		31	17	17
	Totalt	28	40		61	52	47
E, F, G Potatis	0-30			7			
	30-60			12			
	60-90			27			
	Totalt			47			
I Vårvete	0-30	10	222	12	9	12	9
	30-60	10	13	9	17	17	18
	60-90	9	13	14	23	21	28
	Totalt	28	249²	35	48	50	55

1) Vårvetet skördades den 9 september.

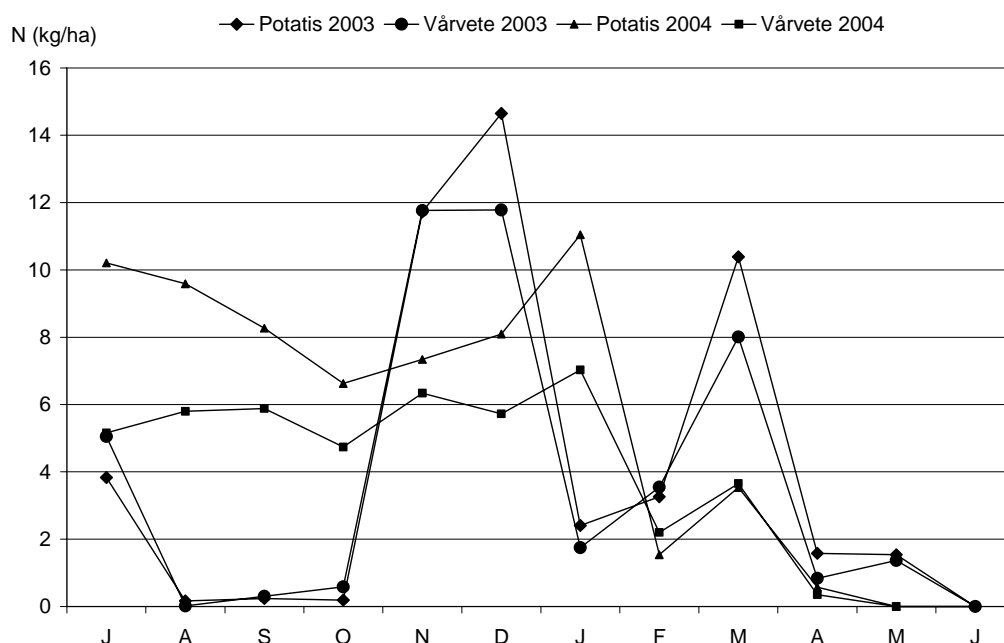
2) Vårvetet gödslades den 15 april.

Efter stråsäd brukar det finnas ett mineralkväveförråd i storleksordningen 20-30 kg N ha⁻¹ vid avslutad kväveupptagning, vilket framgår av utlakningsförsök vid Lanna och Fotegården i

Västergötland samt vid Mellby i Halland. I försöket på Lilla Böslid 2003 fanns det mer än så vid blastdödning då vårvetet var i fullmognadsstadiet, detsamma gäller 2004. Den sena sådden av vårvetet 2003 (tabell 3) är en trolig orsak till större mineralkväverester i markprofilen än normalt.

Utlakning

Resultaten från försöken visade inga signifikanta skillnader mellan potatisleden med avseende på kväveutlakning. Under det hydrologiska året 2003/2004 förhöll sig samtliga led lika under växtsäsongen med en tendens att led C, med allt kväve tillfört tre veckor efter sättnings, samt led H, en del av kvävet som flytgödsel, låg i topp. Under 2004/2005 skilde dessa led ut sig ytterligare men fortfarande inte med signifikans (prob-värde se bilaga 6). Medelvärdet för potatisleden låg högre än för vårvete (figur 7) under stora delar av tiden, men värt att notera är att värdena för potatisen baseras på mätningar i 16 rutor varje månad jämfört med två rutor för vårvetet.



Figur 7. Månadsvis kväveutlakning (kg N ha^{-1}) under de agrohydrologiska åren 2003/2004 samt 2004/2005 som medelvärde för potatisleden A-H och för vårveteledet i delstudie A ”Teknik för maximerat kväveutnyttjande och minimerad kväveutlakning i potatisodling”. Leden förklaras i tabell 1.

Under 2003 var utlakningen som störst under november till december vilket berodde på en betydligt större avrinning än under föregående och efterföljande månader. Året därpå försköts maximum till december-januari. Hösten 2004 var betydligt mer nederbördsrik än 2003, vilket tydligt avspeglades i utlakningen. Under båda åren, men i synnerhet under 2003, ökade utlakningen återigen under mars, vilket kan bero att temperaturen steg, förekommande tjäle försvann och avrinningen från marken därmed tog fart igen. Under båda åren ökade också nederbörden vid denna tidpunkt.

I tabell 6 jämförs kväveutlakningen vid odling av potatis, vårvete och korn under försöksåren 2003-2005. På den yta där potatisförsöket låg 2004, odlades korn med fånggröda 2003, vilket gjorde det möjligt att mäta skillnaden mellan grödor. Skillnaderna mellan potatis och vårvete var små under 2003 vilket förmodligen berodde på den sena sådden av vårvetet. Det är därför intressant att jämföra utlakningen från potatisrutorna och från kornrutorna 2003 även om kornet tillförts mindre kväve. Efterföljande år när vårvetet såtts i rätt tid blev utlakningen 20 kg N ha⁻¹ i vårveterutorna. Korn med fånggröda halverade utlakningen 2003 jämfört med potatis och vårvete. Skillnaden i utlakning mellan korn efter potatis och korn efter vårvete var 2004 liten och resultaten osäkra. Avrinningen och således också utlakningen varierade kraftigt mellan de båda rutor som ligger till grund för resultatet för korn efter vårvete.

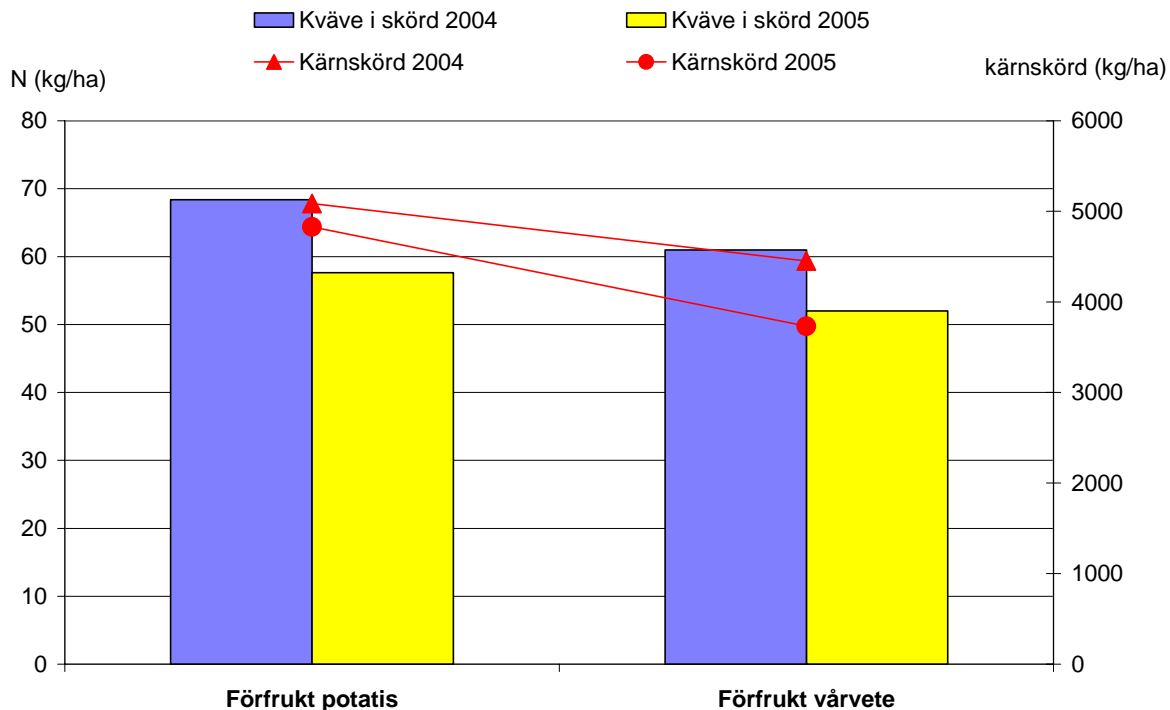
Dräneringsvattnet analyserades med avseende på nitratkväve samt totalkväve. I försöken utgjorde andelen kväve som inte var nitrat mellan 10-20 % av det totala kvävet (bilaga 6), utan ledskillnader.

Tabell 6. Utlakning vid odling av potatis och vårvete i delstudie A under de agrohydrologiska åren 2003/2004 och 2004/2005.

År	Gröda	N-gödsling kg N ha ⁻¹	Utlakning kg N ha ⁻¹	Sättning el. sådd
2003/2004 (1/7-30/6)	Potatis	130	50	4/6
	Vårvete	130	45	28/5
	Korn med fånggröda	90	25	28/5
2004/2005 (1/7-30/6)	Potatis	130	67	22/4
	Vårvete	130	47	15/4
	Korn efter potatis	80	40	13/5
	Korn efter vårvete	80	32	13/5

Kväveeffterverkan av potatis i jämförelse med vårvete

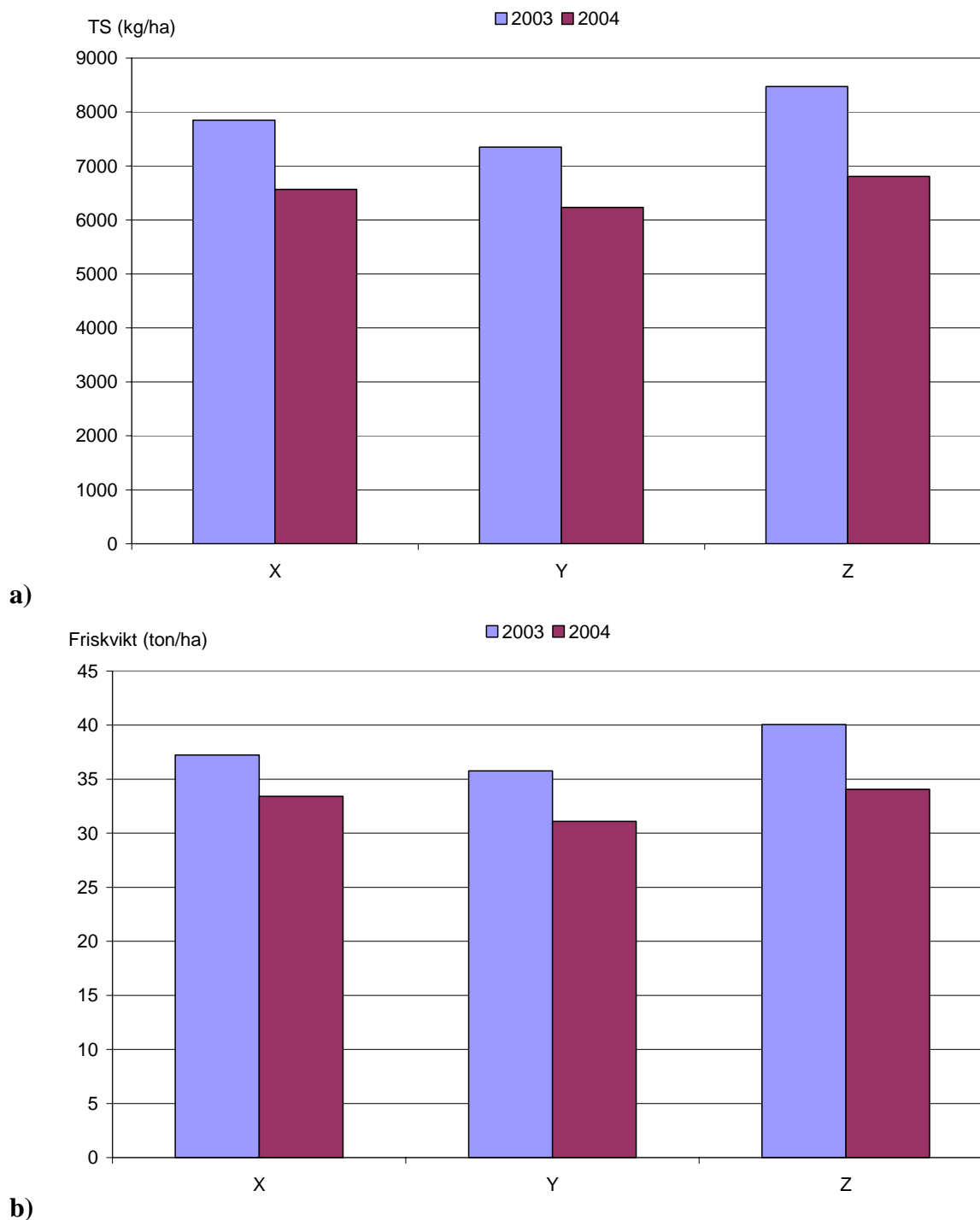
Det korn som såddes efter potatis i delstudie A gav 600-100 kg ha⁻¹ högre skörd än korn som följdes efter vårvetet under båda försöksåren (figur 8). Markprofilerna innehöll ungefär 50 kg N ha⁻¹ i november-december oavsett om potatis eller vårvete odlats. Utlakningen motsvarade mellan 30-50 kg N ha⁻¹ under vintermånaderna. Innehållet av mineralkväve på våren under båda efterverkansåren motsvarade endast 20-30 kg N ha⁻¹ och skilde sig inte åt mellan leden. Att det blir bättre kväveeffterverkan efter potatis tyder därför på större nettomineralisering under efterverkansåret i dessa led än efter vårvetet. Den högre skörden efter potatis kan även bero på potatisgrödans växtpatologiskt sanerande effekter.



Figur 8. Efterverkan av potatis i jämförelse med vårvete vid odling av korn som efterföljande gröda i D0-7801. Skillnaderna i kväveupptag och i kärnskörd efter förfrukterna var inte statistiskt signifikanta ($p > 0,05$).

Delstudie B: Potatisblastens nedbrytning och frigörelse av kväve från denna samt insådd av fånggröda under sommaren

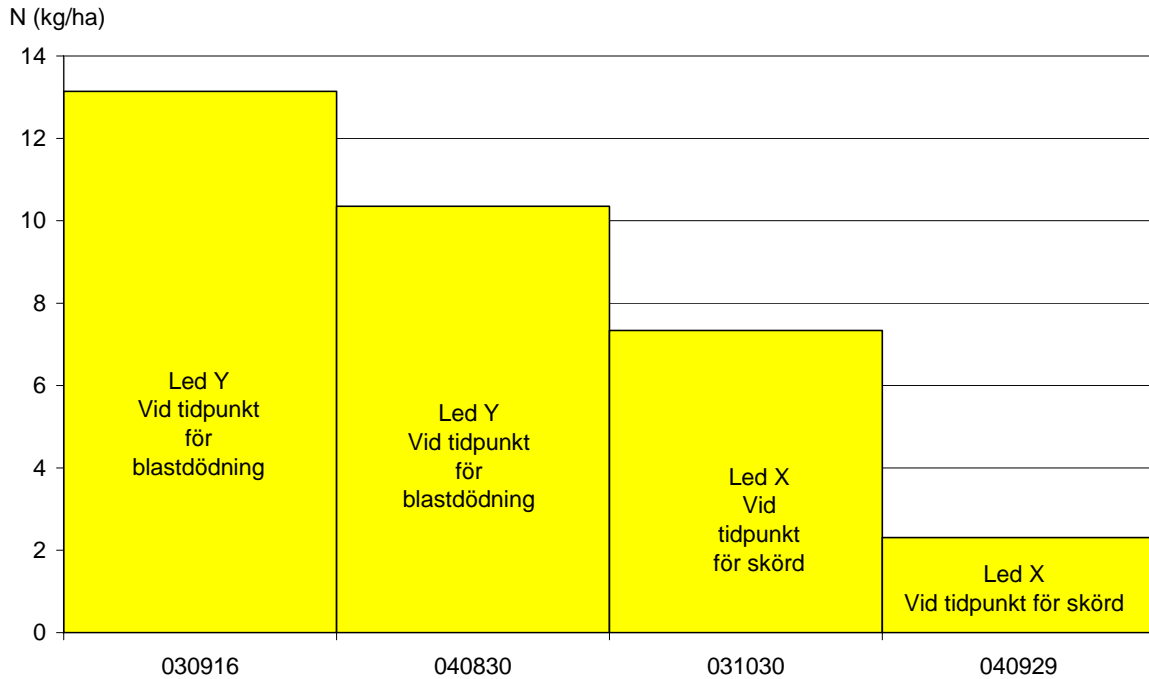
Leden i delstudie B behandlades lika fram till blastdödning förutom led Z där en fånggröda (korn år 2003 och italienskt rajgräs 2004) såddes in i radmellanrummen efter den sista kupningen. Fånggrödan tycks inte ha haft någon negativ inverkan på potatisskörden något av försöksåren (figur 9). Det finns inga signifikanta skillnader i skörd, kvävehalt ($p = 0,12$ och $0,60$) eller torrsubstans ($p = 0,66$ och $0,67$).



Figur 9. Potatis skörd i delstudie B "Potatisblastens nedbrytning och frigörelse av kväve från denna samt insådd av fånggröda under sommaren" i led X-Z a) uttryckt som torrsbstans (kg ts ha^{-1}) försöksåren 2003 ($p=0,21$) och 2004 ($p=0,37$) och b) uttryckt som friskvikt (ton ha^{-1}) 2003 ($p=0,14$) och 2004 ($p=0,24$).

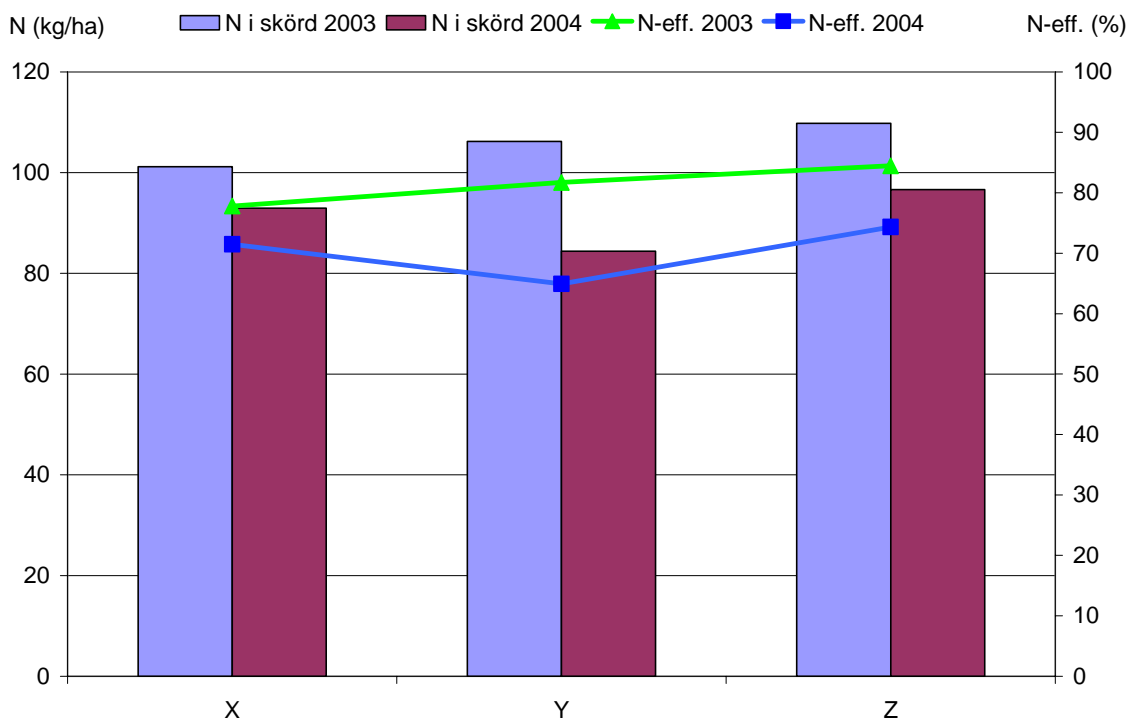
Potatisblastens nedbrytning och frigörelse av kväve

I delstudie B var blastens innehåll av kväve större 2003 än 2004, vilket överensstämde med resultaten i delstudie A. Vid tidpunkten för blastdödning innehöll blasten $10\text{-}13 \text{ kg N ha}^{-1}$ (figur 10) och $2\text{-}7 \text{ kg N ha}^{-1}$ vid tidpunkten för skörd.



Figur 10. Totalkväve (kg N ha^{-1}) i potatisblasten i delstudie B ”Potatisblastens nedbrytning och frigörelse av kväve från denna samt insädd av fånggröda under sommaren” vid olika tidpunkter 2003 och 2004.

Kväveeffektivitet



Figur 11. Skördad mängd kväve (kg N ha^{-1}) samt kväveeffektivitet (% av tillförd mängd kväve) 2003 och 2004 i delstudie B ”Potatisblastens nedbrytning och frigörelse av kväve från

denna samt insådd av fånggröda under sommaren”. Skillnaden mellan leden var inte statistiskt signifikant under 2003 ($p=0,44$) eller 2004 ($p=0,14$).

Det första försöksåret gav trots den sena sättningen ändå de högsta potatisskördarna vilket även avspeglades i mängden kväve bortfört med potatisskörden (figur 11). Första försöksåret bortfördes 100-110 kg N ha⁻¹ och det andra året bortfördes ungefär 85-95 kg N ha⁻¹.

Mineralkväve i marken

Vid skörd 2003 fanns inga tydliga skillnader i markens mineralkväveinnehåll orsakade av blastbehandlingen (tabell 7) även om mineralkvävemängden på hösten var minst i ledet med borttagning av blasten. Borttagning av blasten och blastdödning visade således mot förmodan ingen tydlig inverkan på mineralkväveförråden under hösten 2003. Samtliga provtagningar visade dock stora mängder kväve djupt ner i markprofilen redan tidigt på säsongen. En månad efter skörd hade det totala innehållet sjunkit något och mer kväve hade förflyttats ner i profilen men leden förhöll sig fortfarande lika i total mängd samt i mängd kväve i matjorden.

Tabell 7. Mineralkväve i marken under odlingssäsongerna 2003 och 2004 i led X-Z i delstudie B ”Potatisblastens nedbrytning och frigörelse av kväve från denna samt insådd av fånggröda under sommaren”. Led X blastdödades, i led Y bortfördes blasten vid tidpunkt för blastdödning och i led Z såddes fånggröda under sommaren och i stället för blastdödning så krossades blasten och lämnades kvar.

	Nivå (cm)	Generalprov*	Före sådd av	Innan	Före skörd	Ca en månad
		Vår	fånggröda	blastdödning		efter skörd
		2003-05-02	2003-07-28	2003-09-15	2003-10-30	2003-12-08
X	0-30	11		7	22	12
	30-60	6		12	16	10
	60-90	4		13	16	20
	Totalt	21		32	54	42
Y	0-30				17	8
	30-60				10	8
	60-90				21	17
	Totalt				49	34
Z	0-30		31		22	11
	30-60		27		15	8
	60-90		27		17	24
	Totalt		85		54	42
		2004-04-26	2004-07-07	2004-08-30	2004-09-29	2004-11-11
X	0-30	25		11	19	17
	30-60	19		20	10	23
	60-90	14		68	32	23
	Totalt	58		99	61	62
Y	0-30			12	13	16
	30-60			9	19	16
	60-90			53	8	17
	Totalt			74	40	49
Z	0-30		31	11	10	11
	30-60		75	12	7	9
	60-90		60	61	35	33
	Totalt		166	84	52	53

*Generalprovet representerade samtliga led och block.

Under 2004 blev mängderna större redan från början och fortsatte att vara det under hela växtsäsongen. Från blastdödning till potatisskörd förlorades omkring 30 kg N ha⁻¹ från markens 0-90 cm. Ledet med borttagen blast innehöll även detta år minst mineralkväve i marken. Fånggrödan hade inte någon inverkan på kvävemängderna i markprofilen.

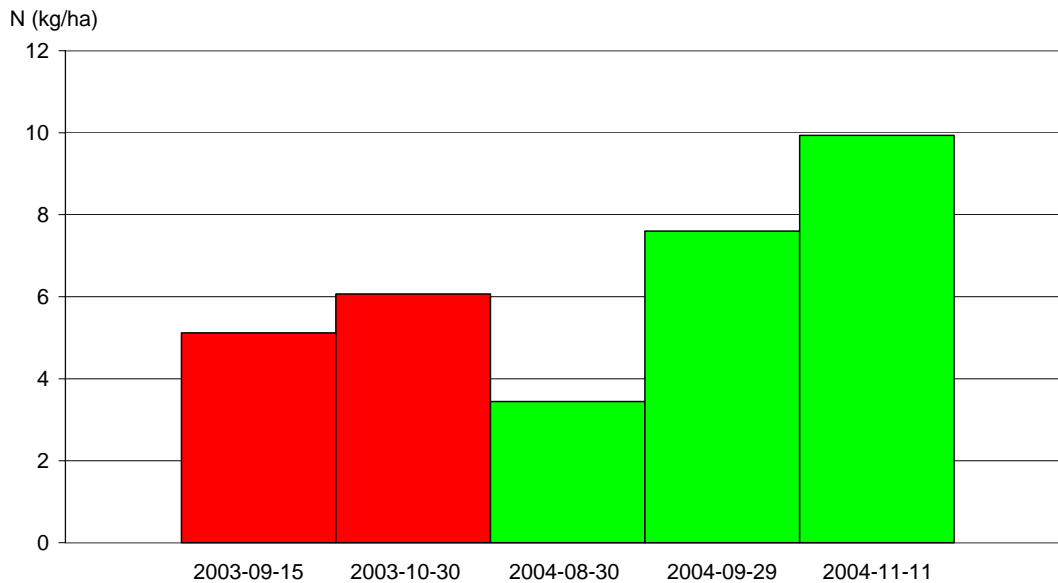
Redan före sådd av fånggröda 28 juli 2003 hade en hel del av det tillförda kvävet transporterats ner under rottdjup. Likadant var det 2004 och då gällde det ännu större mängder. Vid tidpunkten för blastdödning bör mineralkvävemängderna i de olika leden teoretiskt ha varit lika. Under 2003 togs endast ett samlingsprov medan ledvisa prov togs 2004. De ledvisa proven visade på varierade mängder men visar samtliga på höga mängder kväve djupt ned i profilen. Vid skörd 2003 fanns fortfarande inga skillnader i kväveförråden trots att blasten behandlats olika. En månad senare hade den totala mängden sjunkit något och kväve förflyttats ner i profilen men leden förhöll sig fortfarande lika i total mängd.

Fånggrödor i potatis

Höstråg såddes som fånggröda efter potatisskörden (6 november 2003 respektive 15 oktober 2004) i delstudie A i led G. På våren 2005 fanns en viss luckighet i samtliga höstrågrutor beroende på ytlig bearbetning och sen sådd. Tillväxten bedömdes som ganska god vid graderingen i början av april. Höstråg som fånggröda efter potatisskörden (delstudie A, led G) gav ett kväveupptag på ca. 1 kg N ha⁻¹ en månad efter sådd vilket är mindre än kväveinnehållet i rågutsädet. Vid provtagningarna på våren hade kväveinnehållet i fånggrödan stigit till 3-6 kg N ha⁻¹. Vid tidpunkten för provtagning på hösten befann sig rågen i stadium DC 10-11 och på våren i DC 22. Rågens täthet och tillväxt ansågs som medelmåttig vid gradering under senare delen av hösten 2003 och 2004.

I undersökningen av etablering av fånggröda mellan potatisraderna under sommaren (delstudie B, led Z) användes vårkorn 2003 och italienskt rajgräs 2004. Fånggrödan i delstudien såddes omedelbart efter slutkupning (28 juli 2003 respektive 8 juli 2004). År 2003 förstördes fånggrödan helt av potatisupptagaren. På dessa tre månader tog kornet upp ca. 6 kg N ha⁻¹ (figur 12) vilket kan jämföras med kväveinnehållet i utsädet som motsvarade drygt 3 kg N ha⁻¹. Eftersom kornet skadades vid upptagningen, saknas provtagning i november. Uppkomst och etablering var god 2004 men det italienska rajgräset skadades av potatisupptagningen så att bestånden halverades i två av blocken. I det block som endast skadades lindrigt var fånggrödan tät och kraftig in i november när sista graderingen gjordes.

Insådden av rajgräs gjordes som nämnts i början av juli 2004. Vid graderingen i slutet av augusti var fånggrödan tät och kraftig i samtliga rutor. En månad senare, precis innan upptagningen, bedömdes den fortfarande som tät och kraftig men under potatisupptagningen halverades plantantalet i två av blocken. Trots det innehöll den vid provtagningen i mitten av november ca. 10 kg N ha⁻¹.



Figur 12. Fånggrödans kväveinnehåll (kg N ha^{-1} i ovanjordiska växtdelar) i delstudie B ”Potatisblastens nedbrytning och frigörelse av kväve från denna samt insådd av fånggröda under sommaren” 2003 och 2004.

SAMMANFATTANDE DISKUSSION

Det potatisled som gödslats tre veckor efter sättnings med hela kvävegivan (led C) visade tendenser till högre skörd 2003 och därmed också bättre kväveutnyttjande jämfört med flera av de andra leden där kvävegivorna delats. Handelsgödseln kupmyllades två veckor efter sättnings och några dagar in i juli kom det över 80 mm regn på två dagar och då hade resterande potatisled just tilläggsgödslats med kalksalpeter. Under 2004 fanns inga sådana effekter men då sammanföll inte nederbörd och gödslings av resterande led på samma sätt. Allt kväve som en giva innebär naturligtvis en stor risk vissa år, medan det andra år kan vara helt rätt beroende på tidpunkt och mängd nederbörd. Båda försöksåren visade mineralkvävebestämningarna att kväve vaskats ned under rottdjup och ner i den underliggande alven där det sedan uppenbarligen utlakats.

Valet av stråsådesgröda för att jämföra potatisen med gjordes utifrån en gröda som skulle tåla samma mängder kväve. Vårvete ansågs då som mest självklar men sannolikheten att vårvete odlas på potatisjord är inte så stor i praktiken. Korn med fånggröda eller korn efter vårvete gav ett halverat kväveläckage jämfört med potatis. Vårvetet medförde relativt stor kväveutlakning vilket delvis berodde på den sena sådden det första försöksåret, men den uppmätta kväveutlakningen tydde också på att denna gödslingsnivå till stråsådesgrödor inte är lämplig på lätta jordar under så nederbördsrika förhållanden som i Hallands kustregion. Erfarenheterna från 2003 visar på vikten av att så stråsådesgrödan i rätt tid och, om det inte är möjligt, vikten av att anpassa kvävegivan.

Anledningen till att utlakningen var betydligt större 2004/2005 än året innan torde vara att nederbördsmängderna var 25 % högre. Resultatet av utlakningsmätningarna de båda hydrologiska åren visar att årsmån kan ha större betydelse för kväveläckaget än odlingsåtgärderna.

Trots att det var svårt att se några skillnader i mineralkvävemängder i markprofilen mellan potatis och vårvete, kan det ändå konstateras att en hel del kväve mineraliserats i marken. Potatisgrödan tog upp 120-130 kg N ha⁻¹, medan vårvetet innehöll 200 kg N ha⁻¹ (2004). Trots vårvetets höga kväveutnyttjande försvann ändå nästan 50 kg N ha⁻¹ vilket innebär att marken måste ha mineraliserat minst 100 kg N ha⁻¹ under sommaren och hösten 2004.

Den höstråg som såddes efter skörd tog i princip inte upp något kväve utan dess ovanjordiska delar innehöll samma mängd som utsädet. Under det första försöksåret skördades potatisen mycket sent (29 oktober) vilket också gjorde att fånggrödan såddes alltför sent. Eftersom hösten var kall utvecklades inte rågen så som den skulle kunna ha gjort. Året därpå såddes den i mitten av oktober men även detta år gav den ett otillfredsställande resultat. Inte heller i förstudien (2002) visade höstsådda fånggrödor ge ett tillfredsställande resultat. För att ha någon effekt av fånggrödan krävdes det att den såddes under sommaren men även då var upptaget av kväve begränsat genom potatisgrödans konkurrens. Ett av problemen var dessutom att plantantalet skadades kraftigt vid potatisupptagningen. Möjligen skulle bättre teknik kunna förbättra situationen, men för största effekt torde tidig upptagning och sådd av höstråg omedelbart därefter vara bäst (Lindén et al., 2000).

Provtagningarna av potatisknölar och blast tyder på att potatisgrödan i denna trakt tar upp kväve fram till början av augusti och att det därefter enbart sker en omfördelning inom grödan. Vid tidpunkt för blastdödning innehöll blasten 10-20 kg N ha⁻¹ och fram till skörd halverades den mängden. Varken borttagning av blasten eller fånggröda i kombination med blastkrossning tycktes förändra innehållet av mineralkväve i markprofilen. Det innebär att potatisblastens betydelse för kväveutlakningen är marginell.

Båda försöksåren medförde potatis en positiv förfruktseffekt på det efterföljande kornet jämfört med korn efter vårvete. Eftersom kväveutlakningen trots allt i högre grad tömde markprofilen på mineralkväve är det framförallt andra faktorer som kan ha påverkat mer-skörden. Potatis tillförs en hel del fosfor (50 kg ha⁻¹) och kalium (250-300 kg ha⁻¹) samt mikronäringsämnen, vilka kan ha påverkat efterföljande gröda positivt. P-AL-värdet uppgick i genomsnitt till 13,5 mg 100 g⁻¹ lufttorrt jord (klass III) i matjordslagret och K-AL till 7,3 (klass III). En avbrottsgröda sänker också trycket av växtföljdsjukdomar effektivt. Under 2004 gav kornförsöken i området i medeltal 9 % högre skörd vid svampbehandling (Anonym, 2004) och 2005 var resultaten i genomsnitt 8 % (Anonym, 2005). Dessvärre gjordes inga svampgraderingar i kornet efter vårvetet.

Hypotesen att färre kupningar skulle minska mineraliseringen och därmed också utlakningen har varken kunnat bekräftas eller förkastas. Inte heller har vi kunnat påvisa skillnader i kväveupptagning eller kväveläckage efter radmyllning av kväve jämfört med bredspridning. En tendens finns dock att flytgödsel ger lägre utnyttjande av kväve och större utlakning under vintermånaderna men någon signifikant skillnad har inte kunnat påvisas. Försöksplatsen täckdikades under vintern och våren 2002-2003 och arbetet blev försenat och färdigt precis innan försöken påbörjades, vilket tyvärr kan ha påverkat mineralisering på kort sikt i de olika markskikten och överskuggat ledskillnader. I efterhand kan man konstatera att projektstarten borde ha skjutits ett år framåt men växtföljden på platsen samt regionalt intresse påskyndade projektstarten. Ännu mer betydelsefull var troligen den mycket försenade sättningen det första året vilket gjorde det svårt att jämföra resultaten från 2003 med 2004. Olika odlingstekniker såsom antal gödslingstillfällen, kupningar eller tillförsel av stallgödsel anses i hög grad påverka potatisens kvalitet i den praktiska odlingen. I analyser av blötkokning, sönderkokning, mörkfärgning och torrsbstans har dock inga statistiska signifikanser kunnat bevisas här. Det

är troligt att ett större antal försök, fördelat på olika platser, fodras för att se säkra skillnader mellan olika behandlingar och tekniker vid odling i potatis.

SLUTSATSER

- Större mängder nederbörd efter gödsling kan ge kväveutlakning, i synnerhet i början av odlings säsongen eftersom potatisens kväveupptagning börjar sent.
- Resultaten från försöken pekar inte på några tydliga skillnader i skördenivå, kväveutnyttjande och kväveutlakning beroende på tidpunkt för gödsling, teknik för gödsling eller antal kupningar.
- Potatisgrödan (var. 'Sava') avslutade kväveupptagningen i början av augusti under de förhållanden som rådde på försöksplatsen. Vid den tidpunkten fanns ungefär hälften av kvävet i knölna och hälften i blasten. Fram till skörd omfördelas sedan kvävet så att knölna innehöll ungefär 100 kg N ha^{-1} vid skörd.
- Den totala kväveupptagningen i potatis var ungefär 130 kg N ha^{-1} vilket motsvarar den tillförda mängden handelsgödselkväve. Motsvarande siffra för vårmete var ca. 200 kg N ha^{-1} (2004) vilket tyder på en stor mineralisering av kväve i marken.
- Kväveutlakningen efter potatis uppmättes till ca. 50 kg N ha^{-1} 2003 och ca. 70 kg N ha^{-1} 2004 vilket kan jämföras med utlakningen på 25 kg N ha^{-1} efter korn med fånggröda (2003) och ca. $30\text{-}40 \text{ kg N ha}^{-1}$ efter korn utan fånggröda 2004 och 2005?.
- Behandlingen av potatisblasten verkade ha liten betydelse för kväveutlakningen trots att blasten förlorar kväve vid nedbrytning. Den tycks bara innehålla något 10-tal kg N ha^{-1} vid blastdödning. Det finns därför föga kväve kvar som kan bidra till kväveefterverkan på hösten.
- Sådd av höstråg som fånggröda efter potatisskörden hade ingen effekt om sådden skedde sent men däremot kan en fånggröda som sås mellan potatisraderna ge en viss effekt. Den skadas emellertid av potatisupptagningen vilket än så länge inte gör det praktiskt möjligt att använda en sådan fånggröda i potatisodling.
- Potatis som förfrukt till spannmål gav en positiv kväveefterverkan (motsvarande omkring 10 kg N ha^{-1}). Anledningen till skördeökningen var troligen utöver en skördeeffekt dels betydelsen av en avbrottsgröda mellan stråsädesgrödor men även den rikliga tillförseln av växtnäring till potatis av fosfor, kalium och mikronäringsämnen bör verka för ett ökat förfruktsvärde.

LITTERATUR

- Allen, E. J. & Scott, R. K. 1980. An analysis of growth of the potato crop. *J. Agr. Sci., Cambridge* 94, 583-603.
- Djurhuus, J. 1990. Sammenligning af nitrat i jordvand udtaget med sugkopper og ekstrahert fra jordprøver. Landbrugsministeriet, Statens Planteavlsvforsøg, Særtryk af Tidsskrift for Planteavl 94, 487-495.

- Anonym. 2004. Vårkorn. I: Försöksrapport Animaliebältet 2004. pp. 52-62.
www.animaliebaltet.se
- Anonym. 2005. Vårkorn. I: Försöksrapport Animaliebältet 2005. pp. 42-52.
www.animaliebaltet.se
- Goedewaagen, M. A. J. & Schuurman, J. J. 1946. Wortelproductie op bouw- en grasland als bron van organische stof in de grond. Landbouwk. Tijdschr. 62, 469-482.
- Hansen, E. M. 1991. Sammenligning af keramiske sugkopper og lysimetre med hensyn til udtagning af jordvæske til bestemmelse af NO₃-N-koncentration. Statens Planteavlfsforsøg, Beretning nr. 2119. Lyngby, Danmark.
- Hessel Tjell, K., Aronsson, H., Torstensson, G., Gustafson, A., Lindén, B., Stenberg, M., Rydberg, T. 1999. Mineralkvävedynamik och växtnäringsutlakning i handels- och stallgödslade odlingssystem med och utan fånggröda. Resultat från en grovmojord i södra Halland, perioden 1990-1998. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU. Ekohydrologi 50. 40 s.
- Kopp, R. & Lanfermann, M. 1993. Zur mineralischen Stickstoffdüngung von Speisefrühkartoffeln. Kühn-Archiv 87, 146-156.
- Kreuger, J. & Brink, N. 1984. Fånggröda och delad kvävegiva vid potatisodling. Sveriges lantbruksuniversitet, Avdelningen för vattenvårdslära. Ekohydrologi 17, 3-14.
- Köhnlein, J. & Vetter, H. 1953. Ernterückstände und Wurzelbild. Paul Parey Verlag, Hamburg und Berlin.
- Lindén, B. 1981a. Sambandet mellan odlingsåtgärderna och markens mineralkväveförråd. Kungl. Skogs- och lantbruksakademien, rapport nr 5, 1981, 67-123.
- Lindén, B. 1981b. Ammonium- och nitratkvävet rörelse och fördelning i marken. II: Metoder för provtagning och analys av mineralkväve. Avd. för växtnäringslära, SLU. Rapport 137.
- Lindén, B., Gustafson, A., Torstensson, G. & Aronsson, H. 1994. Kväve i markprofilen: betydelsen av höst- och vintermineraliseringen för kväveutlakningen och grödornas kväveförsörjning. I: "Alvens roll för växtproduktionen", Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift, 133, nr 5, 71-84.
- Lindén, B., Engström, L., Aronsson, H., Hessel Tjell, K., Gustafson, A., Stenberg, M. & Rydberg, T. 1999. Kvävemineralisering under olika årstider och utlakning på en mojord i Västergötland. Inverkan av jordbearbetningstidpunkter, flytgödseltillförsel och insådd fånggröda. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU. Ekohydrologi 51. 57 s.
- Linnér H. 1984. Markfuktighetens inflytande på evapotranspiration, tillväxt, näringsupptagning, avkastning och kvalitet hos potatis (*Solanum Tuberosum* L.). Avdelningen för lantbrukets hydroteknik, SLU. Rapport 142.
- Linnér, H. 1992. Nitratanalys som hjälpmedel för styrning av kvävegödsling till potatis. NJF-seminarium "Växtanalys i gödslingsrådgivningens tjänst", NJF-utredning/rapport nr 81, 121-126.
- Maidl, F.-X., Brunner, H. & Sticksel, E. 2002. Potato uptake and recovery of ¹⁵N-enriched ammonium nitrate. Geoderma 105, 167-177.
- Mattsson, L. & Lindén, B. 1988. Kväveförsök i potatis med bestämning av mineralkväve i marken. Avdelningen för växtnäringslära, SLU. Rapport 174.
- Neeteson, J. J. 1985. Effectiveness of the assessment of nitrogen fertilizer requirement for potatoes on the basis of soil mineral nitrogen. I: Assessment of nitrogen fertilizer requirement. Proceedings of the Second Meeting of the NW-European Study Group for the Assessment of Nitrogen Fertilizer Requirement, Haren, 14-16 maj 1984. Institute of Soil Fertility, Haren, Nederländerna, 37-49.
- Riley, H. 2000. Level and timing of nitrogen fertilizer application to early anmd semi-early potatoes (*Solanum Tuberosum* L.) grown with irrigation on light soils in Norway. Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci. 50, 122-134.

- Schjørring, J. 1991. Ammonia emissions from the foliage of growing plants. I: Trace Gas Emissions by Plants (ed. Sharkey, T. D., Holland, E. A. & Mooney, H. A.). Academic Press, 267-292.
- Stenberg, M., Aronsson, H., Lindén, B., Rydberg, T. & Gustafson, A. 1999. Soil mineral nitrogen and nitrate leaching losses in soil tillage systems combined with a catch crop. *Soil & Tillage Research* 50, 115-125.
- Torstensson, G., Gustafson, A. Lindén, B. & Ekre, E. 1992. Mineralkvävedynamik och växt-näringsutlakning på en grovmjord med handels- och stallgödslade odlingssystem i södra Halland. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU. *Ekohydrologi* 28. 24 s.
- Vos, J. & Marshall, B. 1993. Nitrogen and potato production: strategies to reduce nitrate leaching. EAPR 93, Paris: 12. Conférence triennale de l'association européenne pour la recherche sur la pomme de terre, 100-110.
- Wetselaar, R. & Farquar, G. D. 1980. Nitrogen losses from tops of plants. *Advances in Agronomy* 33, 263-301.
- Wiklert, P. 1961. Om sambandet mellan markstruktur, rotutveckling och upptorkningsförlopp. *Grundförbättring* 14, 221-240.
- Zadoks, J. C., Chang, T. T. & Konzak, C. F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 14:415-421.

BILAGA 1**Tabell 1.** Jordartssammansättning och kemiska egenskaper i matjord och alv i försöken på Lilla Böslid 2003

Skikt	Mekanisk sammansättning, %							Mullhalt %	pH (H ₂ O)	mg 100 g ⁻¹ lufttorr jord	
	Ler	Fmj	Gmj	Fmo	Gmo	Ms	Gs			P-AL	K-AL
0-30 ¹	9	2	3	4	77	5	0	4,7	6,1	14,7	8,0
30-60 ¹	2	1	0	1	92	4	0	0,8	6,2	2,0	1,8
60-90 ¹	1	1	1	2	89	6	0	0,4	6,4	1,1	2,3
0-30 ²	8	2	2	4	63	21	0	5,4	6,1	13,1	6,4
30-60 ²	2	1	0	1	79	17	0	0,9	6,1	2,2	1,9
60-90 ²	2	0	1	2	82	13	0	0,4	6,1	1,4	1,1
0-30 ³	9	3	3	5	64	15	0	4,8	6,0	12,8	7,9
30-60 ³	3	0	1	1	89	5	0	1,5	6,0	2,7	1,8
60-90 ³	1	1	1	2	89	6	0	0,5	6,2	1,1	1,8
0-30 ⁴	9	2	3	4	72	11	0	5,2	6,2	13,2	6,8
30-60 ⁴	2	0	1	1	91	5	0	1,5	6,0	2,7	0,7
60-90 ⁴	2	1	1	3	87	8	0	0,8	6,0	1,7	2,0

1) Delstudie A, block 1

2) Delstudie A, block 2

3) Delstudie A, block 3

4) Delstudie B

Tabell 2. Jordartssammansättning i matjord och alv i försöken på Lilla Böslid 2004.

Skikt	Mekanisk sammansättning, %						
	Ler	Fmj	Gmj	Fmo	Gmo	Ms	Gs
0-30 ¹	7,9	2	2	3	69	11	0
30-60 ¹	1,7	0	0	1	83	13	0
60-90 ¹	1,2	0	0	0	79	19	0
0-30 ²	5,8	1	2	2	73	12	0
30-60 ²	1,3	0	0	1	88	8	0
60-90 ²	1,1	0	0	1	87	10	0
0-30 ³	7,1	2	2	3	73	8	0
30-60 ³	1,9	1	0	1	88	6	0
60-90 ³	1,3	0	1	2	89	7	0
0-30 ⁴	6,7	2	2	3	72	10	1
30-60 ⁴	4,2	1	1	1	82	8	0
60-90 ⁴	1,6	0	0	1	88	7	0

1) Delstudie A, block 1

2) Delstudie A, block 2

3) Delstudie A, block 3

4) Delstudie B

Tabell 3. Kemiska egenskaper i matjord och alv i de olika försöken på Lilla Böslid 2004

Skikt	Mullhalt (%)	pH (H ₂ O)	P-AL	K-AL	Tot-N	Tot-C
			mg 100 g ⁻¹ lufttorr jord		% av lufttorr jord	
0-30 ¹	4,7	6	12,1	7,3	0,144	2,57
30-60 ¹	0,8	5,8	2,7	1,4	0,031	0,64
60-90 ¹	0,4	5,8	1,0	0,2	0,014	0,25
0-30 ²	5,4	6	11,1	6,9	0,126	2,26
30-60 ²	0,9	5,9	1,5	0,1	0,021	0,47
60-90 ²	0,4	5,8	1,1	0,0	0,025	0,43
0-30 ³	4,8	5,8	11,1	4,9	0,165	2,91
30-60 ³	1,5	5,8	2,4	0,0	0,031	0,66
60-90 ³	0,5	5,9	1,1	0,0	0,012	0,26
0-30 ⁴	5,2	6,1	15,4	9,2	0,134	2,43
30-60 ⁴	1,5	5,9	6,5	4,0	0,62	1,34
60-90 ⁴	0,8	5,8	2,6	0,5	0,267	0,60

1) Delstudie A, block 1

2) Delstudie A, block 2

3) Delstudie A, block 3

4) Delstudie B

BILAGA 2**Tabell 1.** Odlingsåtgärder i försök D0-7801 2003

Led		Datum	Övrigt
A-H	Plöjning, växelplög	2003-05-16	
A-H	Harvning såbäddsharv*	2003-05-16	
A-H	Kupfräs	2003-06-02	
A-H	Sättning	2003-06-04	Radavstånd 80 cm, sätstavstånd 32 cm, sorten Sava användes
A-H	Ogräsbekämpning	2003-06-23	0,4 l Sencor ha ⁻¹
E-G	Kupning	2003-06-10	
C	Kupning	2003-06-17	
C	Radmyllning	2003-06-17	
D	Radmyllning	2003-06-18	
A, B, D, H	Kupning	2003-07-02	
A, B, D, H	Kupning	2003-07-10	
A-H	Bevattning	2003-07-19	17 mm
A-H	Bevattning	2003-07-25	22 mm
A-H	Bevattning	2003-08-07	22 mm
A-H	Blastdödning	2003-09-17	Se tabell 5
G	Sådd av fånggröda	2003-11-06	råg, Amilo, 220 kg ha ⁻¹
A-E, G-H	Skörd	2003-10-29	
F	Skörd	2003-12-12	
I	Plöjning, växelplög	2003-05-16	
I	Harvning såbäddsharv	2003-05-16	
I	Harvning såbäddsharv	2003-05-28	
I	Sådd av vårvete	2003-05-28	Dacke, 250 kg ha ⁻¹
I	Ogräsbekämpning		
I	Bevattning	2003-07-19	17 mm
I	Bevattning	2003-07-25	22 mm
I	Bevattning	2003-08-07	22 mm
I	Skörd	2003-09-15	

*2 harvingar

Tabell 2. Odlingsåtgärder i försök D0-7801 2004

Led		Datum	Övrigt
A-H	Plöjning, växelplög	2004-04-03	
	Harvning såbäddsharv*	2004-04-12	
	Kupfräs	2004-04-22	
H	Flytgödsel	2004-04-21	Harvning Radavstånd 80 cm, sätstavstånd 28 cm, sorten Sava
A-H	Sättning	2004-04-22	användes
A-H	Ogräsbekämpning	2004-05-27	0,4 l Sencor ha ⁻¹
E-G	Kupning	2004-06-23	
A-D, H	Kupning	2004-06-28	
A-H	Bevattnings	2004-08-10	22 mm
A-H	Blastdödning	2004-08-29	Se tabell 5
A-E, G-H	Skörd	2004-10-27	
G	Sådd av fånggröda	2004-10-15	råg, Amilo, 220 kg ha ⁻¹
F	Skörd		
I	Plöjning, växelplög	2004-04-03	
I	Harvning såbäddsharv*	2004-04-12	
I	Sådd av vårvete	2004-04-15	Dacke, 230 ha ⁻¹ DC 31: 1,2 Tabl Harmony Plus + 0,3 l Starane + 0,1 l
I	Ogräsbekämpning	2004-05-27	vätmedel
I	Bevattnings	2004-08-10	22 mm
I	Skörd	2004-09-09	

*2 harvingar

Tabell 3. Mängd och tidpunkt för gödsling i D0-7801 2003

Led	Datum	Produkt	Teknik	Datum	Produkt	Teknik	Datum	Produkt	Teknik
A	30/5	1000 kg NPK 8-5-19	B	1/7	161 kg Kalksalpeter	B	10/7	161 kg Kalksalpeter	B
	10/6	105 kg KS 42-18							
B	4/6	1000 kg NPK 8-5-19	R	1/7	161 kg Kalksalpeter	B	10/7	161 kg Kalksalpeter	B
	10/6	105 kg KS 42-18							
C	17/6	250 kg P20	K						
	10/6	500 kg KS 42-18							
	17/6	467 kg N27							
D	18/6	1000 kg NPK 8-5-19	R	1/7	161 kg Kalksalpeter	B	10/7	161 kg Kalksalpeter	B
	10/6	105 kg KS 42-18							
E	4/6	1000 kg NPK 8-5-19	R	1/7	161 kg Kalksalpeter	B	21/7	161 kg Kalksalpeter	B
	10/6	105 kg KS 42-18							
F	4/6	1000 kg NPK 8-5-19	R	1/7	161 kg Kalksalpeter	B	21/7	161 kg Kalksalpeter	B
	10/6	105 kg KS 42-18							
G	4/6	1000 kg NPK 8-5-19	R	1/7	161 kg Kalksalpeter	B	21/7	161 kg Kalksalpeter	B
	10/6	105 kg KS 42-18							
H	4/6	500 kg NPK 8-5-19	B	1/7	161 kg Kalksalpeter	B	10/7	161 kg Kalksalpeter	B
	10/6	260 kg KS 42-18							
	22/5	17 ton svinflytgödsel*							
I	5/6	838 kg Kalksalpeter							
	5/6	250 kg PK 7-25							

B=Bredspridning, R=Radmyllning, K=Kupmyllning

*Total kväve: 2,47 kg ton⁻¹ Ammoniumkväve: 2,07 kg ton⁻¹ Kalium: 1,22 kg ton⁻¹ Fosfor: 0,31 kg ton⁻¹ TS: 1,4 %
4,5 m/s vsätlig vind, mulet, temperatur 12°C vid spridningstillfället

Tabell 4. Mängd och tidpunkt för gödsling i D0-7801 2004

Led	Datum	Produkt	Teknik	Datum	Produkt	Teknik	Datum	Produkt	Teknik
A	22/4	1000 kg NPK 8-5-19	B	21/6	176 kg NK 14-20	B	28/6	176 kg NK 14-20	B
	22/4	105 kg KS 42-18							
B	22/4	1000 kg NPK 8-5-19	R	21/6	176 kg NK 14-20	B	28/6	176 kg NK 14-20	B
	22/4	105 kg KS 42-18							
C	18/5	1000 kg NPK 8-5-19	K						
	22/4	165 kg KS 42-18							
	18/5	185 kg N27							
D	18/5	1000 kg NPK 8-5-19	R	21/6	176 kg NK 14-20	B	28/6	176 kg NK 14-20	B
	22/4	105 kg KS 42-18							
E	22/4	1000 kg NPK 8-5-19	R	21/6	176 kg NK 14-20	B	?	176 kg NK 14-20	B
	22/4	105 kg KS 42-18							
F	22/4	1000 kg NPK 8-5-19	R	21/6	176 kg NK 14-20	B	?	176 kg NK 14-20	B
	22/4	105 kg KS 42-18							
G	22/4	1000 kg NPK 8-5-19	R	21/6	176 kg NK 14-20	B	?	176 kg NK 14-20	B
	22/4	105 kg KS 42-18							
H	22/4	500 kg NPK 8-5-19	B	21/6	176 kg NK 14-20	B	28/6	176 kg NK 14-20	B
	22/4	75 kg P20							
	22/4	260 kg KS 42-18							
	21/4	17,5 ton svinflytgödsel*							
I	15/4	481 kg Axan							
	15/4	250 kg PK 7-25							

B=Bredspridning, R=Radmyllning, K=Kupmyllning

*Total kväve: 3,6 kg ton⁻¹ Ammoniumkväve: 2,1 kg ton⁻¹ Kalium: 1,8 kg ton⁻¹ Fosfor: 0,41 kg ton⁻¹ TS: 2,7 %

Tabell 5. Bekämpning av bladmögel samt blastdödning 2003 och 2004 i D0-7801

Led	Datum	Preparat	Dos (l eller kg ha ⁻¹)
A-H	2003-07-06	Epok+Sumi Alpha+Mantrac ¹	0,5+0,4+1,0
	2003-07-11	Epok+Mantra	0,5+1,0
	2003-07-17	Shirlan+Mantrac	0,4+1,0
	2003-07-24	Shirlan+Sumi Alpha+Mantrac	0,4+0,4+1,0
	2003-07-31	Shirlan	0,4
	2003-08-08	Shirlan	0,4
	2003-08-18	Shirlan+Pirimor ² +Sumi Alpha	0,4+0,3+0,25
	2003-08-25	Shirlan	0,4
	2003-09-01	Shirlan	0,4
	2003-09-10	Shirlan	0,4
	2003-09-17	Reglone ³	1,5
A-H	2004-06-21	Tanos+Sumi Alpha+Mantrac	0,7+0,4+1
	2004-06-30	Tanos+Mantrac	0,7+1
	2004-07-07	Epok+Sumi Alpha+Mantrac	0,5+0,4+1
	2004-07-15	Epok+Mantrac	0,5+1
	2004-07-20	Shirlan+Amistar	0,4+0,5
	2004-07-29	Shirlan+Amistar	0,4+0,5
	2004-08-05	Shirlan+Pirimor+Sumi Alpha	0,4+0,3+0,25
	2004-08-12	Shirlan	0,4
	2004-08-18	Shirlan	0,4
	2004-08-29	Ranman+Reglone	0,4+1,5
	2004-09-02	Ranman+Reglone	0,4+1,5

1. Mantrac är ett flytande mangangödselmedel.

2. Pirimor är en intekticid.

3. Reglone används vid bladdödning.

Tabell 6. Odlingsåtgärder i försök D0-7802 2003

Led	Datum	Övrigt
X, Y, Z	Plöjning, växelplog Harvning såbäddsharv* Kupfräs	Radavstånd 80 cm, sätstavstånd 32 cm, sorten Sava användes
	Sättning	2003-06-04
	Ogräsbekämpning	2003-06-23 0,4 l Sencor ha ⁻¹
	Kupning	
	Bevattning	2003-07-19 17 mm
	Bevattning	2003-07-25 22 mm
	Bevattning	2003-08-07 22 mm
	Skörd	
Y, X	Blastdödning	2003-09-17
Y	Borttagning av blast	2003-09-16
Z	Blastkrossning	2003-09-18
Z	Sådd av fånggröda	2003-07-28 Korn, Baronesse, 250 kg ha ⁻¹
	*2 harvingar	

Tabell 7. Odlingsåtgärder i försök D0-7802 2004

Led	Datum	Övrigt
X, Y, Z	Plöjning, växelplog Harvning såbäddsharv* Kupfräs	Radavstånd 80 cm, sätstavstånd 32 cm, sorten Sava användes
	Sättning	2004-04-26
	Ogräsbekämpning	2004-05-26 0,4 l Sencor ha ⁻¹
	Kupning	2004-06-28
	Bevattning	2004-08-10 22 mm
	Sådd av fånggröda	2004-07-08 Italienskt rajgräs, 20 kg ha ⁻¹
	Skörd	2004-09-15
Y, X	Blastdödning	2004-08-30
Y	Borttagning av blast	2004-08-30
Z	Blastkrossning	2004-08-30
	*2 harvingar	

Tabell 8. Gödsling försök i D0-7802 2003

Led	Datum	Produkt	Teknik	Datum	Produkt	Teknik	Datum	Produkt	Teknik
X	30/5	1000 kg NPK 8-5-19	B	1/7	161 kg Kalksalpeter	B	10/7	161 kg Kalksalpeter	B
	10/6	105 kg KS 42-18							
Y	30/5	1000 kg NPK 8-5-19	B	1/7	161 kg Kalksalpeter	B	10/7	161 kg Kalksalpeter	B
	10/6	105 kg KS 42-18							
Z	30/5	1000 kg NPK 8-5-19	B	1/7	161 kg Kalksalpeter	B	10/7	161 kg Kalksalpeter	B
	10/6	105 kg KS 42-18							

B=Bredspridning

Tabell 9. Gödsling i försök D0-7802 2004

Led	Datum	Produkt	Teknik	Datum	Produkt	Teknik	Datum	Produkt	Teknik
X	22/4	1000 kg NPK 8-5-19	B	21/6	176 kg NK 14-20	B	28/6	176 kg NK 14-20	B
	22/4	105 kg KS 42-18							
Y	22/4	1000 kg NPK 8-5-19	B	21/6	176 kg NK 14-20	B	28/6	176 kg NK 14-20	B
	22/4	105 kg KS 42-18							
Z	18/5	1000 kg NPK 8-5-19	B	21/6	176 kg NK 14-20	B	28/6	176 kg NK 14-20	B
	22/4	105 kg KS 42-18							

B=Bredspridning

BILAGA 3**Tabell 1.** Kockkvalitet hos skördad potatis 2003 i D0-7801

Led	Knölar i provet	Blötkokning		Mörkfärgning		Sönderkokning			TS %
		Stark	Svag	Stark	Svag	Söndf	Stark	Svag	
A	25	2	8	0	0	0	0	2	21,9
B	25	1	7	0	1	0	1	2	22,2
C	25	2	8	0	0	0	2	2	22,0
D	25	3	10	0	1	0	0	1	20,8
E	25	3	7	0	0	0	1	4	22,5
G	25	1	6	0	1	0	1	1	20,9
H	25	1	6	0	0	0	1	1	22,0
Prob- värde									0,039*

Tabell 2. Kockkvalitet hos skördad potatis 2004 i D0-7801

Led	Knölar i provet	Blötkokning		Mörkfärgning		Sönderkokning			TS %
		Stark	Svag	Stark	Svag	Söndf	Stark	Svag	
A	25	1	5	0	0	0	1	1	20,1
B	25	0	6	0	0	0	1	1	19,6
C	25	3	5	0	0	0	2	1	20,0
D	25	2	7	0	0	0	1	0	20,0
E	25	4	9	0	0	0	2	0	20,3
F	25	1	7	0	0	0	1	1	19,7
G	25	1	6	0	0	0	1	0	19,6
H	25	1	5	0	0	0	1	1	20,3

Tabell 3. Antalet knölar samt storleksfördelning 2003 i D0-7801

	Antal knölar		<40 mm	40-55 mm	55-65 mm	>65 mm
	12/8	15/9	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹
A	238	246	21,8	51,5	17,9	2,5
B	257	254	20,8	53,7	22,8	3,6
C	260	245	18,3	58,1	23,5	3,2
D	240	259	23,2	54,4	17,6	1,7
E	249	271	21,1	57,8	20,2	3,3
F	243	262	19,1	46,0	17,8	4,4
G	248	272	27,6	56,6	17,2	2,4
H	207	235	18,3	48,9	18,4	1,9
p-värde	0,28	0,62				

Tabell 4. Antalet knölar samt storleksfördelning 2004 i D0-7801

	Antal knölar		<40 mm	40-55 mm	55-65 mm	>65 mm
	1:a	2:a	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹
A	109	117	3,4	14,5	0,6	0,0
B	146	125	2,9	31,0	4,1	0,1
C	137	134	4,0	26,2	5,3	0,0
D	141	139	3,0	29,4	5,8	0,0
E	157	161	3,5	33,2	6,2	0,0
F	146	172	2,5	27,3	5,9	0,2
G	172	191	2,9	32,1	5,4	0,1
H	140	167	2,7	26,7	6,5	0,2
p-värde	0,47	0,43				

Tabell 5. Storleksfraktioner 2003 i D0-7802

	Plantantal	<40 mm	40-55 mm	55-65 mm	>65 mm
	030812	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹
X	30	4,4	17,2	14,7	5,2
Y	30	5,5	16,0	14,3	4,1
Z	30	5,9	16,7	13,1	4,0

Tabell 6. Kvävehalt och kvävemängd i skörd 2003 och 2004 i D0-7801

Led	N (% av ts)		N (kg ha ⁻¹)	
	2003	2004	2003	2004
A, potatis	1,2	1,2	100	46
B, potatis	1,4	1,4	124	104
C, potatis	1,3	1,3	119	89
D, potatis	1,5	1,3	117	110
E, potatis	1,2	1,5	114	125
F, potatis	1,1	1,4	91	96
G, potatis	1,2	1,4	109	114
H, potatis	1,1	1,3	92	97
I, vårvete	2,8		77	201
p-värde	0,004*	0,18	0,0056*	0,0002*

BILAGA 4**Tabell 1.** Gradering av vårvetet 2004 i D0-7801

Block	Planttäthet på våren	Stråstyrka vid skörd	Ogräs vid fullmognad
I	100	100	0
II	100	100	0
III	100	100	0

Tabell 2. Utvecklingen av potatisgrödan i D0-7801 under 2003

	Uppkomst datum	DC 60 datum	Plantantal 030812	Moget (%) 030917
A	030623	030719	31	85
B	030623	031718	29	85
C	030623	031718	31	80
D	030623	031720	31	80
E	030623	031719	29	78
F	030623	031718	29	82
G	030623	031719	31	83
H	030623	031719	29	88

Tabell 3. Utvecklingen av potatisgrödan i D0-7801 under 2004

	Uppkomst	DC 39	DC 51
A	040604	040714*	040719*
B	040603	040706	040712
C	040604	040704	040708
D	040603	040707	040710
E	040603	040702	040709
F	040603	040704	040709
G	040603	040703	040708
H	040603	040707	040712

*Endast graderat i block III.

Tabell 4. Potatisens utveckling i D0-7802 under 2003

	Uppkomst	DC 60	Moget (%)
X	030623	030721	78
Y	030623	030721	80
Z	030623	030721	78

Tabell 5. Potatisens utveckling i D0-7802 under 2004

	Uppkomst	DC 39	DC 51
X	040603	040713	040714*
Y	040603	040714	040714
Z	040603	040713	040713

*Ej graderat i block II.

BILAGA 5**Tabell 1.** Mineralkväve (kg N ha⁻¹) i D0-7801 2003

Nivå (cm)	2003-05-02			2003-08-12			2003-09-10		
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Totalt	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Totalt	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Totalt
A 0-30	4	4	8	2	5	7			
	1	8	9	1	18	20			
	1	4	5	1	23	23			
B 0-30				2	8	10			
				2	20	22			
				1	22	23			
C 0-30				2	6	7			
				1	12	13			
				1	16	16			
D 0-30				2	8	10			
				1	16	17			
				1	17	18			
E 0-30				2	8	9			
				1	16	17			
				1	15	16			
F 0-30				2	8	9			
				1	21	22			
				1	23	23			
G 0-30				1	5	7			
				1	16	16			
				0	12	13			
H 0-30				2	8	10			
				1	17	18			
				1	24	25			
I 0-30							3	9	13
							1	27	28
							1	12	13

Nivå (cm)	2003-09-15			2003-11-06			2003-12-08		
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Totalt	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Totalt	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Totalt
A 0-30	3	4	7	3	15	17	21	9	30
	1	9	10	1	11	12	1	14	15
	1	20	21	1	20	21	1	20	21
B 0-30	2	6	8	4	20	23	4	7	11
	1	14	15	1	15	16	1	14	15
	1	16	17	1	18	18	1	27	28
C 0-30	2	4	7	3	18	21	6	9	15
	1	14	16	1	11	12	1	10	11
	1	19	19	1	16	16	1	20	20
D 0-30	3	6	9	7	19	25	5	9	14
	1	16	17	1	16	16	1	11	12
	1	18	18	1	15	15	1	23	24
E 0-30	2	5	7	4	21	25	4	7	11
	1	16	17	1	18	18	1	13	14
	1	14	15	1	11	11	1	23	23
F 0-30	2	5	7	3	15	18	11	14	25
	1	15	16	1	14	15	1	10	11
	0	12	13	0	11	11	1	23	23
G 0-30	3	6	9	3	20	23	7	7	14
	1	13	14	1	14	15	1	12	13
	1	16	16	0	12	13	1	25	25
H 0-30	3	5	8	3	20	23	4	8	12
	1	16	17	1	13	14	1	12	13
	1	24	25	0	25	25	0	25	26
I 0-30				7	9	17	3	5	8
				1	19	20	1	8	9
				1	14	15	1	26	27

Tabell 2. Mineralkväve (kg N ha⁻¹) i D0-7801 2004

Nivå (cm)	2004-04-02			2004-04-21			2004-08-06		
	NH ₄ - N	NO ₃ - N	Totalt	NH ₄ - N	NO ₃ - N	Totalt	NH ₄ - N	NO ₃ - N	Totalt
A 0-30	7	3	10	6	15	20			
30-60	9	0	10	1	10	10			
60-90	9	0	9	1	9	9			
B 0-30									
30-60									
60-90									
C 0-30									
30-60									
60-90									
D 0-30									
30-60									
60-90									
E 0-30							3	4	7
30-60							1	10	12
60-90							1	23	23
F 0-30							2	3	6
30-60							2	8	9
60-90							1	31	31
G 0-30							4	5	9
30-60							2	13	15
60-90							1	26	27
H 0-30									
30-60									
60-90									
I 0-30				106	117	222	4	9	12
30-60				3	10	13	1	8	9
60-90				3	10	13	1	13	14

Nivå (cm)	2004-08-25			2004-10-20			2004-11-10		
	NH ₄ - N	NO ₃ - N	Totalt	NH ₄ - N	NO ₃ - N	Totalt	NH ₄ - N	NO ₃ - N	Totalt
A 0-30	2	11	13	5	15	20	2	11	13
30-60	1	14	15	1	9	10	1	16	16
60-90	0	28	28	1	15	15	1	14	14
B 0-30	3	14	16	3	23	26	3	11	14
30-60	2	23	25	1	16	17	1	22	23
60-90	1	32	33	1	21	21	1	21	21
C 0-30	2	8	11	3	15	18	3	7	10
30-60	1	13	14	1	11	11	1	17	18
60-90	1	26	27	1	15	15	1	14	15
D 0-30	3	13	15	5	26	31	3	9	12
30-60	1	13	14	1	14	15	1	20	20
60-90	1	33	33	1	19	20	1	18	19
E 0-30	2	11	14	3	18	22	2	9	11
30-60	1	22	23	0	12	12	1	17	18
60-90	1	31	31	0	19	19	1	14	15
F 0-30	2	9	11	3	13	16	3	7	10
30-60	1	15	16	0	11	11	1	12	12
60-90	1	28	29	0	14	14	0	13	13

G	0-30	2	9	11	3	15	18	3	7	10
	30-60	1	16	17	1	14	15	2	18	20
	60-90	0	30	30	1	19	19	1	20	20
H	0-30	3	8	11	5	22	27	4	13	16
	30-60	1	16	17	1	12	13	1	19	20
	60-90	1	33	33	0	14	14	0	14	15
I	0-30	2	6	9	4	8	12	4	6	9
	30-60	1	15	17	1	16	17	1	17	18
	60-90	0	23	23	1	20	21	0	28	28

Tabell 3. Mineralkväve (kg N ha⁻¹) i D0-7801 efterverkansår 2004

Nivå (cm)	2004-04-14			2004-08-16			
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Totalt	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Totalt	
E	0-30	5	14	19	4	6	10
	30-60	28	35	63	1	2	3
	60-90	24	43	66	1	4	5
I	0-30	5	10	15	4	3	7
	30-60	6	12	18	1	2	3
	60-90	11	19	30	1	5	6

Tabell 4. Mineralkväve (kg N ha⁻¹) i D0-7801 efterverkansår 2005

Nivå (cm)	2005-03-30			2005-08-31			
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Totalt	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Totalt	
E	0-30	5	9	14	8	5	13
	30-60	1	8	9	1	6	7
	60-90	1	14	15	0	7	7
I	0-30	5	7	12	7	7	14
	30-60	1	4	5	3	7	10
	60-90	1	5	6	5	5	10

Tabell 3. Mineralkväve (kg N ha⁻¹) i D0-7802 2003

Nivå (cm)	2003-05-02			2003-07-28			2003-09-15		
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Totalt	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Totalt	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Totalt
X 0-30	5	6	11				3	4	7
30-60	1	5	6				1	11	12
60-90	1	4	4				0	13	13
Y 0-30									
30-60									
60-90									
Z 0-30				5	26	31	4	4	7
30-60				1	26	27	1	18	12
60-90				0	27	27	0	22	13

Nivå (cm)	2003-10-30			2003-12-08		
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Totalt	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Totalt
X 0-30	6	16	22	3	8	12
30-60	1	14	16	1	9	10
60-90	1	16	16	1	19	20
Y 0-30	5	13	17	3	5	8
30-60	1	9	10	1	8	8
60-90	0	21	21	1	17	17
Z 0-30	7	15	22	4	7	11
30-60	1	14	15	1	7	8
60-90	0	16	17	1	23	24

Tabell 4. Mineralkväve (kg N ha⁻¹) i D0-7802 2004

Nivå (cm)	2004-04-26			2004-07-07			2004-08-30		
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Totalt	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Totalt	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Totalt
X 0-30	8	17	25				10	7	17
30-60	9	10	19				1	20	21
60-90	5	9	14				5	63	68
Y 0-30							5	8	13
30-60							0	9	9
60-90							2	51	53
Z 0-30				5	26	31	4	7	11
30-60				1	75	75	1	11	12
60-90				1	59	60	5	57	61

Nivå (cm)	2004-09-29			2004-11-11		
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Totalt	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Totalt
X 0-30	4	15	19	3	14	17
30-60	1	9	10	1	22	23
60-90	0	32	32	1	22	23
Y 0-30	4	9	13	4	12	16
30-60	1	18	19	0	16	16
60-90	1	7	8	1	16	17
Z 0-30	6	4	10	4	7	11
30-60	1	6	7	0	9	9
60-90	1	34	35	1	32	33

BILAGA 6**Tabell 1.** Ackumulerad kväveutlakning (kg N ha⁻¹) i D0-7801 under de hydrologiska åren 2003/2004 samt 2004/2005

Led	2003/2004			2004/2005		
	NO ₃ -N	Tot-N	Differens	NO ₃ -N	Tot-N	Differens
A	52	65	14	40	47	6
B	42	53	11	60	70	9
C	34	43	8	48	55	7
D	39	48	9	65	76	11
E	38	48	9	54	62	8
F	41	46	6	55	64	9
G	43	51	8	59	67	8
H	37	46	9	63	74	11
I	37	45	8	41	49	8

Tabell 2. Ackumulerad kväveutlakning (kg N ha⁻¹) från korn efter potatis respektive vårvete i D0-7801

Led	2004/2005		
	NO ₃ -N	Tot-N	Differens
A	30	37	6
B	26	33	7
C	32	39	7
D	67	79	11
E	30	38	8
F	25	31	6
G	22	31	8
H	29	36	7
I	25	32	7

Tabell 3. Kväveutlakning (kg N ha⁻¹) i D0-7801 månadsvis

	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J
Potatis 2003 NO ₃ -N	2,61	0,12	0,18	0,15	9,22	13,09	2,05	2,63	7,88	1,33	1,30	0,00
Potatis 2003 Tot-N-NO ₃ -N	1,22	0,04	0,06	0,04	2,50	1,55	0,36	0,63	2,51	0,25	0,24	0,00
Vårvete 2003 NO ₃ -N	4,08	0,01	0,27	0,53	10,31	10,45	1,47	2,91	6,31	0,70	1,14	0,00
Vårvete 2003 Tot-N-NO ₃ -N	0,97	0,00	0,03	0,06	1,45	1,33	0,28	0,64	1,70	0,14	0,23	0,00
p-värde	0,97	0,67	0,85	0,62	0,69	0,42	0,26	0,64	0,66	0,45	0,45	0,50
Potatis 2004 NO ₃ -N	9,29	8,16	7,00	5,38	6,33	7,10	9,72	1,34	3,00	0,49	0,00	0,00
Potatis 2004 Tot-N-NO ₃ -N	0,91	1,43	1,27	1,24	1,02	0,99	1,33	0,20	0,53	0,09	0,00	0,00
Vårvete 2004 NO ₃ -N	4,83	5,01	5,15	3,99	5,67	5,13	6,14	2,03	3,10	0,30	0,00	0,00
Vårvete 2004 Tot-N-NO ₃ -N	0,32	0,78	0,73	0,74	0,67	0,60	0,89	0,17	0,55	0,05	0,00	0,00
p-värde	0,15	0,55	0,29	0,12	0,18	0,06	0,07	0,29	0,61	0,10	0,83	0,50

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>