

Slutrapport Stay-green 2003-2005.

Stay-green: Ett koncept för höga potatisskördar. Orienterande undersökningar, år 2003. Dnr SLF 040/03, projektnummer 0348002. Beviljat bidrag 340 000 kr.

Stay-green: Ett koncept för höga potatisskördar. Fortsatta orienterande undersökningar, år 2004. Dnr SLF 070/03, projektnummer 0355023. Beviljat bidrag 800 000 kr.

Stay-green: Ett koncept för höga potatisskördar, år 2005. Dnr SLF 013/05, projektnummer 0500012. Beviljat bidrag 550 000 kr. Stiftelsen Forskning om Skördeskador.

Innehåll	Sidan
1. Sammanfattning	2
2. Inledning	3
3. Medverkande	3
3.1 Markvetenskapliga studier	3
3.2 Växtskyddsvetenskapliga studier	4
3.3 Växtnäringsproportioner och tillväxtdata	4
3.4 Referensgrupp	4
4. Mål	4
5. Hypoteser	4
6. Bakgrund	5
6.1 Stay-green	5
6.2 Markvetenskapliga studier	5
6.3 Växtskyddsvetenskapliga studier	6
6.4 Växtnäringsproportioner och tillväxtdata	6
7. Material och metoder	7
7.1 Parstudier och fältförsök	7
7.2 Stay-green	8
7.3 Markvetenskapliga studier	8
7.4 Växtskyddsvetenskapliga studier	9
7.5 Växtnäringsproportioner och tillväxtdata	9
7.6 Statistisk bearbetning	17
8. Resultat	18
8.1 Parstudier och fältförsök	18
8.2 Stay-green	39
8.3 Markvetenskapliga studier	39
8.4 Växtskyddsvetenskapliga studier	47
8.5 Växtnäringsproportioner och tillväxtdata	47
8.6 Samband	56
9. Diskussion	60
9.1 Parstudier och fältförsök	60
9.2 Stay-green	60
9.3 Markvetenskapliga studier	60
9.4 Växtskyddsvetenskapliga studier	60
9.5 Växtnäringsproportioner och tillväxtdata	61
9.6 Samband	62
10. Referenser	63
10.1 Citerad litteratur	63
10.2 Publicerade artiklar inom projektet	63
11. Populärvetenskaplig sammanfattning	64
11.1 Populärvetenskaplig sammanfattning	64
12. Bilagor	
12.1 Tabeller, resultat från parstudierna	Bilaga 1
12.2 Tabeller, resultat från fältförsöken	Bilaga 2

1. Sammanfattning

Grundförutsättningar för en hög skörd är bl.a. rätt näringstillstånd, rätt markstruktur, rätt vattenförsörjning, balanserad växtföljd, frisk jord och friskt utsäde. Under år 2003 - 2005 utförde vi förberedande undersökningar och metodstudier i stärkelsepotatis i det tvärvetenskapliga projektet *Stay-green: Ett koncept för höga potatisskördar*. Vårt syfte var att bygga upp kunskap om hur vi på bästa sätt erhåller lämpliga resultat för att föreslå åtgärder som optimerar potatisens tillväxt genom att minimera skördebegränsande faktorer. Huvudhypotesen var och är att en optimering av grödans tillväxt endast är möjlig om vi lär oss förstå och behärska samspelet mellan olika tillväxtbefrämjande och hämmande faktorer. Vi undersökte faktorer som i vår tidigare forskning visat sig vara starkt skördebegränsande i en tvärvetenskaplig samverkan. Tyngdpunkten låg inom områdena växtnäringsproportioner och tillväxtdata, markvetenskapliga (markfysik, bevattning och kväveförsörjning) samt växtskyddsvetenskapliga studier. Undersökningarna utfördes i stärkelsepotatis.

I våra val av metoder strävade vi efter att så fullständigt som möjligt undersöka vilka faktorer som var skördebegränsande. Parstudier var den bärande idén i forskningsupplägget, dvs. en jämförelse mellan potatisodling på två närliggande fält med i stort sett liknande förhållande avseende jordart och klimat. I parstudien utvaldes den ena gården för att man på den, historiskt sett, tagit höga potatisskördar (merskördegård) och den andra gården i paret för att man på den tagit medelskördar (medelskördegård). Förutom resultat från de tre årens förstudier krävs det ytterligare några års fältforskning innan vi kan urskilja samspelseffekter, särskilja och kvantifiera olika skördebegränsande faktorer och följaktligen ge bättre rekommendationer i den framtida potatisodlingen.

Våra undersökningar visar avkastningar på som bäst cirka 60 till 70 ton/ha hos vissa odlare men att skillnader mellan närliggande odlare och fält är stor – upp till 100 % – trots att de yttre förutsättningarna är lika.

På en eller flera av medelgårdarna kompletterade vi parstudierna med fältförsök, inte minst för att tydliggöra enskilda faktorerens betydelse.

Både under 2003 och 2004 var stay-green-effekten i genomsnitt högre på merskördegårdar än på medelskördegårdarna. Stora skillnader mellan mer- och medelskördegårdar med avseende på knölskörd, stärkelsehalt och stärkelseskörd kunde påvisas. I medeltal för år 2003 hade merskördegårdarna cirka 30 ton högre knölskörd och för år 2004 drygt 10 ton/ha. Under år 2005 var skillnaderna mellan mer- och medelskördegårdar små.

Potatisgrödans relativa tillväxt var högre för merskördegårdarna både tidigt och sent under säsongen, dock mer uttalat under 2003 än under 2004. Skillnaden berodde bland annat på vilka växtskyddsåtgärder som gjordes men också när de gjordes. Förekomsten av skadegörare skilde markant mellan medel- och merskördegårdarna i de olika paren under 2003. Odlarna på merskördegårdarna lyckades bäst med att bekämpa skadegörarna även om antalet insatser inte skilde nämnvärt mot det antal som gjordes på medelskördegårdarna. Ogräs avräknades och vägdes under 2004 och 2005. Skillnaderna var slående mellan mer- och medelskördegårdar.

Parstudierna visade att jordarnas genomsläpplighet skiljde mellan de olika fälten och att detta eventuellt kan bidra till att förklara skördeskillnader mellan parstudierutorna.

I det första fältförsöket år 2003 gav en extra tillförsel av kväve med 50 kg N/ha ingen merskörd jämfört med konventionell gödsling. Konventionell gödsling motsvarade 180 kg N/ha i form av mineralgödsel och flytgödsel på våren före sättnings. År 2004 medförde däremot en

extra kvävetillförsel en skördeökning på knappt 1 ton stärkelse per hektar. Kvävetillförseln tycks alltså inte vara en avgörande faktor och obalans mellan N- och K-tillgången kan i vissa fall befaras av stora extra N-givor. Möjligen kan den tidsmässiga fördelningen av N ifrågasättas. År 2005 gödslades fältförsöken på samma sätt som odlaren gödslade fältet.

Trots att alla fälten i de orienterande undersökningarna gödslades med ungefär samma mängd kväve skilde sig skördarna betydligt åt mellan gårdarna. Stora förluster av växtnäring är därför att vänta på gårdar med låga skördar.

En crop-scanner testades både i försöket och i parstudien under 2004 och gav en lika god bild av nedvissningen som ockulär bedömning. Fördelen med en crop-scanner är att den ger en fullständigt objektiv bild av grödans status.

Metodik att odla potatis i klimatkammare (Biotronen i Alnarp) utvecklades under de två första åren. Därmed finns nu förutsättningar att kunna fastställa potatisplantans krav på optimal näringslösning. Undersökningarna har hittills visat att man kan förvänta sig att potatisplantorna har kapacitet för att fördubbla sin biomassa på cirka 2,5 dagar om tillförseln och upptagningen av näringsämnen optimeras. Den omgivningsfaktor som förmodligen mest avgjorde näringsämnens tillgänglighet för upptagning är pH. Det som genomgående observerades var att pH successivt steg under potatisplantornas initiala tillväxt till 7,0-7,5 varefter det svängde kring detta värde. Att pH steg kan endast förklaras med växtens aktivitet, dvs. växtens förmåga att höja pH. Samma tendenser när det gäller pH observerades för Kardal, Bintje och Prevalent. En preliminär analys av optimala näringsproportioner för Kardal genomfördes. Fortsatt forskning är också nödvändig för att studera inverkan av begränsande faktorer som pH, temperatur, ljus etc.

2. Inledning

Skörden av potatis är inte lika stor i Sverige som i andra närliggande länder. Statistik från 1994 visar att potatisskörden 1988-1990 var drygt 32 ton/ha i Sverige men drygt 40 ton/ha i Belgien-Luxemburg, Danmark och Holland (Oerke et al. 1994). Denna skillnad mellan högavkastande länder och Sverige består även idag (SCB 2004). För att öka den svenska skördens storlek och kvalitet måste vi öka vår kunskap om de faktorer som begränsar tillväxten. Är det exempelvis vårt nordliga läge i Europa som ger oss sämre förutsättningar eller finns andra förklaringar?

SLF avtog vår ansökan Stay-green: Ett koncept för höga potatisskördar, dels den 14/11 2002 i FoU-program Potatis dels den 13/12 2002 i FoU-program Växtnäring&Växtskydd, metod och teknik. Motiveringen var vid båda tillfällena att projektkostnaden var för hög. Vi bantade det ursprungliga projektet med 90 % och sökte åter på FoU-program Potatis. Av sökta 349 640 kr beviljades 340 000 kr för år 2003 (dnr SLF 040/03, projnr 0348002) och 800 000 kr för år 2004 (dnr SLF 070/03, projnr 0355023) till projektet "Stay-green: Ett koncept för höga potatisskördar. Orienterande undersökningar". Dessa ettårsprojekt har givit mycket lovande och intressanta resultat.

3. Medverkande

3.1 Markvetenskapliga studier, 2003-2004

Abraham Joel är forskare på avdelningen för hydroteknik på Ultuna. Han har arbetat under flera år med jordbrukets vattenfrågor inom forskning, undervisning och uppdragsverksamhet. Arbetsfälten har varit breda både internationellt och i Sverige. För närvarande arbetar han med bevattningsteknik och samspelet mellan mark och växt som huvuduppgift. Från avdel-

ningen för hydroteknik har även statsagronom *Harry Linnér* medverkat. Från institutionen för landskaps och trädgårdsteknik har forskningsingenjör *Fredrik Hallefält* medverkat.

Tomas Rydberg är statsagronom i ämnet jordbearbetning med ansvar för såväl fältforskning som undervisning på grund- och forskarutbildningsnivå. Han har sedan 1974 arbetat på Ultuna med att utveckla jordbearbetningssystem med fokus på uthållighet, lantbrukets ekonomi och omgivande miljö. Från avdelningen för jordbearbetningen har även *Urban Svantesson* medverkat.

3.2 Växtskyddsvetenskapliga studier, 2003-2005

Hans Larsson är försöksledare vid avdelningen för agrara odlingssystem i Alnarp sedan 1977. Under senare år har han arbetat med växtskadegörande insekter i potatis och påvisat att stritar och bladlöss i stärkelseodlingar orsakar mycket stora skördeförluster. Försökstekniker *Bertil Christensson* medverkade.

Anders Nilsson är forskningsledare på Fältforskningsenheten i Alnarp. Han har arbetat med kemisk bekämpning och växtskydd sedan 1979.

Lars Wiik är forskningsledare på Fältforskningsenheten i Alnarp. Han har arbetat med växtskydd sedan 1979. Han driver projekt med fokusering på bekämpningsstrategier mot potatisbladmögel och brunröta men även andra skadegörare. Försökstekniker *Lennart Pålsson* medverkade.

3.3 Växtnäringsproportioner och tillväxtdata, 2003-2004

Olof Hellgren är forskningsledare vid Biotronen i Alnarp. Han har lång erfarenhet av försök under kontrollerade förhållanden. Metoderna att fastställa näringsproportioner och tillväxtdata är kända och etablerade sedan ett flertal år. Från Biotronen har även forskningsingenjör *Göran Nilsson* medverkat.

3.4 Referensgrupp

Till projektet har en referensgrupp varit kopplad med representanter från potatisbranschen, främst Lyckeby Stärkelsen (*Jüri Känno, Nina Persson* och *Tomas Sättlin*) samt försöksutförare (*Arne Ljungars* och *Sven Persson*) från Hushållningssällskapet Kristianstad.

4. Mål

Huvudmål

- Att föreslå åtgärder som samtidig möjliggör en ökning av skördens kvantitet och kvalitet såväl som minskade negativa effekter på miljön genom ett bättre utnyttjande av tillväxtperioden, alltså stay-green.

Delmål

- Att genom samverkan mellan forskningsdiscipliner skapa en helhetssyn i potatisodlingen.
- Att utnyttja befintliga vattenresurser optimalt.
- Att optimera jordbearbetningen.
- Att behovsanpassa och optimera växtskyddsinsatserna.
- Att öka kunskapen om potatisens utveckling och de faktorer som styr tillväxten.
- Att ta fram grundläggande kunskaper för att i framtiden kunna optimera gödslingen.

5. Hypoteser

Huvudhypotesen var och är att en hög skörd i potatis endast är möjlig om man kan förmå grödan att förbli grön och produktiv - stay-green - genom att identifiera och minska tillväxt-, skörde- och kvalitetsbegränsningar i form av växtskadegörare, ofördelaktiga förutsättningar som exempelvis dålig markstruktur samt otillräcklig och obalanserad växtnäringsstyrning.

Grödans tillväxt, slutliga skörd och kvalitet styrs av ett samspel mellan många olika faktorer. En samverkan mellan olika forskningsdiscipliner är därför ett krav för att vi skall kunna föreslå åtgärder som främjar skördens storlek och kvalitet.

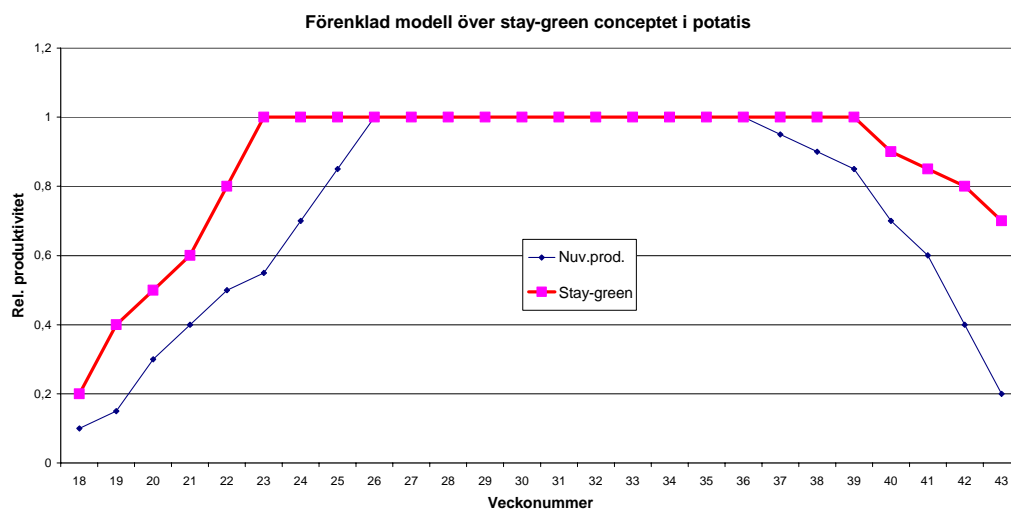
För att visa om huvudhypotesen gällde ställde vi tre delhypoteser med stöd av vår tidigare forskning:

1. att potentialen för en hög skörd i potatis sätts redan vid etableringen av beståndet, med friskt utsäde av rätt storlek, bekämpning av skadegörare och rätt växtnäring. Grödans tillväxt förbättras när stay-green eftersträvas, vilket ger en hög skörd.
2. att ökad kunskap om hur potatisens behov av växtnäring varierar under olika delar av säsongen leder till att växtnäringstillförseln korrekt kan styras, vilket ger högre tillväxt och mindre urlakning.
3. att odlingsteknik kan utvecklas så att kvävehushållningen förbättras, risken för kväveförluster reduceras och en lucker alv förbättrar rötternas utbredning vilket befrämjar tillväxten och därmed höjer skörden.

6. Bakgrund

6.1 Stay-green

Stay-green har etablerats som ett uttryck för genetiska egenskaper som fördröjer bladets åldrande och vidmakthåller fotosyntesen längre. Grödans förmåga att förbli grön beror dock i första hand på vattentillgång, näringstillgång och frånvaron av växtskadegörare. Under senare år har stay-green-konceptet diskuterats för en rad olika växter, dock har vi inte funnit några referenser på potatis. Vi anser att stay-green i högsta grad är tillämpligt för denna gröda. Tillväxtproduktivitetskurvor för grödor plottade mot tiden uppvisar oftast en asymmetrisk klockformad kurva. Om grödan snabbare kan etableras och nå full tillväxt samt behålla en maximal produktivitet till slutet av säsongen fås däremot en alltmer rektangulär tillväxtkurva (se figur). Vår ansats i detta projekt påminner mycket om stay-green, där en potatisgröda snabbt ska uppnå sin maximala produktivitet och sedan bibehålla denna längre än normalt för att sedan snabbt vissna ner (Thomas & Howarth 2000).



6.2 Markvetenskapliga studier

På många bra potatisjordar är rötternas penetreringsförmåga oftast begränsad till den luckrade och bearbetade matjorden. Orsaken är att dessa jordar saknar aggregatstruktur, vilket innebär att alven blir alltför kompakt för rötterna att penetrera. Om vi på mekanisk väg luckrar till cirka 50 cm så borde vi skapa förutsättningar för potatisrötterna att växa på djupet. Även om

rötterna vattnas optimalt så kommer de att utnyttja det luckrade skiktet (pers. medd. Harry Linnér, 2002). Ett ökat rottdjup förbättrar normalt en grödas buffringsförmåga vid en rad olika stressituationer, inte minst vad gäller vattenstress. Från Idaho (USA) rapporterade Sojka et al. (1993) en ökad skörd efter partiell alvluckring under potatisraderna.

Odlingstekniken har stor betydelse för kväveläckaget vid potatisodling. Att fortlöpande tillgodose grödans behov av vatten och kväve och att hålla grödan frisk är några av nycklarna till hög avkastning och till ett effektivt näringsutnyttjande. Åtgärder som leder till hög och jämn avkastning leder i allmänhet till förbättrat kväveutnyttjande och därmed minskat läckage. I undersökningar där en bra odlingsteknik tillämpats har potatisens upptagning av kväve genomgående varit större än tillförseln genom gödsling och restkvävemängden efter skörden har varit måttlig (Linnér 2002).

6.3 Växtskyddsvetenskapliga studier

Det är väl känt att skadedjur som stritar och bladlöss samt växtpatogena svampar som bladmögel, groddbränna och torrfläcksjuka begränsar potatisens tillväxt, vilket inte bara är till nackdel för skördens kvantitet utan även för dess kvalitet. När dessa skadegörare får fäste i en odling är de svåra att stoppa. Med en bättre träffsäkerhet, dvs. tids- och behovsanpassning av bekämpningen i potatis, kan mycket stora merskördar uppnås (Larsson 2003; Wiik 2004). Merskördarna kan dock sannolikt bli ännu högre om man anpassar odlingstekniken till grödans förmåga att förbli grön längre. Potatisgrödor som noggrant skyddas mot skadegörare kan förbli gröna flera veckor längre än obehandlade grödor. Noggrann tillförsel av näring och bevattning krävs troligen då medan en obehandlad gröda som på grund av detta växer och utvecklas dåligt inte utnyttjar näringen optimalt.

6.4 Växtnäringsproportioner och tillväxtdata

Effektiv tillförsel och upptagning av näringsämnen är en förutsättning för god tillväxt hos växter. För att möta nuvarande och framtida krav på högre precision vid gödsling av kulturväxter i produktion måste kunskaperna inom detta område radikalt förbättras. Kunskaperna idag i denna problematik är katastrofalt efterblivna. Tre krav bör ställas för att växtnäringsstyrningen skall bli optimal: i) Att alla näringsämnen måste finnas med och dessutom i rätt balans, ii) att tillförsel av näring skall göras efter växternas storlek samt iii) att växterna och markförhållandena tillsammans bestämmer hur lätt eller svårt näringsämnena tas upp. Dessa förutsättningar är inte på långt när uppfyllda i de gödslingsrekommendationer som idag tillämpas och vi förutser att de här föreslagna biotronstudierna lägger grunden till att vi i framtiden bättre ska kunna styra växtnäringsstillförseln. För att kunna utveckla en effektivare tillförsel av näringsämnen måste potatisens optimala näringsbehov fastställas. Optimal växtnäringsstillgång innebär att alla näringsämnen är tillgängliga för växten i rätta proportioner under hela tillväxtperioden. Eftersom ett effektivt utnyttjande av växtnäringsämnen av naturliga skäl måste börja med den initiala tillväxten är det växtnäringsproportionerna under denna fas som först måste fastställas. Därefter kan den fortsatta tillväxtens och utvecklingens behov tillgodoses vilket skapar möjligheter att uppnå en optimal odlingssäsong vad gäller växtnäringsämnen. Det innebär även att miljöaspekter som effektivare växtnäringsutnyttjande ska kunna beaktas, inte minst för att minska den övergödning som potatisodlingen idag står för. En del information om potatisplantans näringsbehov kan utläsas ur växtnäringsleverantörernas produktbeskrivningar. I tabellen nedan är uppgifterna för potatisblast och potatisknöl hämtade ur Hydros information; "växtnäringsassortiment - säsongen 2003". Växtnäringsämnenas proportioner i potatisplantan beräknas utifrån hur mycket växtnäring som förs bort. Dessa siffror för potatis saknar dock samband med både tillväxtkapacitet och kvalitetsbedömning. Kvävet är satt till 100 % och övriga ämnen i proportion till detta.

Gröda	N	P	K	S	Mg	Ca	B	Cu	Mn	Fe	Zn
Potatisknöl	100	14	140	11	11	-	0.06	0.02	0.04	-	-
Potatisblast	100	5	121	10	10	-	0.14	0.02	0.12	-	-
Sockerbeta	100	21	145	9	23	24	0.07	0.03	0.40	0.7	0.09

För att uppnå höga avkastnings- och kvalitetsmål kan proportionerna mellan de olika växt-näringsämnen behöva varieras över växtperioden. Potatisplantans behov av näringsämnen är inte väl känt. Som jämförelse är näringsproportioner för sockerbeta angivna enligt redovisning i 4T-projektet– Tillväxt Till Tio Ton socker (Hellgren & Larsson 2003).

Effektiv tillförsel och upptagning av näringsämnen är en förutsättning för god tillväxt hos växter. För att möta nuvarande och framtida krav på högre precision vid gödsling av kulturväxter i produktion måste kunskaperna inom detta område betydligt förbättras. I detta projekt utarbetades metoder för att med hög precision studera potatisplantans behov av näring och hur olika betingelser påverkar upptagning av näringsämnen. I första hand inriktades vårt arbete på potatisplantans initiala tillväxt. Dock genomfördes även odling (inkluderande knölbildning) under längre tid med framgång.

7. Material och metoder

7.1 Parstudier och fältförsök

Parstudien

Omfattande undersökningar gjordes i parstudierutor på fyra gårdar år 2003, sex gårdar år 2004 och 2005 som indelades i två respektive tre par. Varje par utgjordes av två närliggande gårdar med liknande förutsättningar avseende jordar och klimat. Urvalet av pargårdar skedde med hjälp av företagets skördestatistik. Den ena av pargårdarna hade höga skördenivåer med bra kvalitet – merskördegård - och den andra hade normala skörderesultat som överensstämmer med områdets medelskörd - medelskördegård. På varje pargård utfördes markkemiska, markfysikaliska och biologiska undersökningar och observationer som inkluderade en mängd avräkningar, graderingar och provtagningar i tre parstudierutor per gård/fält (cirka 25 m x 25 m per ruta). Dessa undersökningar och observationer skall hjälpa oss att identifiera vilka faktorer som är skördebegränsande. Räkning av bland annat antalet stjälkar och antalet knölar gjordes vid ett tillfälle (Kabat et al. 1995). Jordprover och knölprover togs för analys av utvalda näringsämne, ts och stärkelsehalt. Jordbearbetningsavdelningen tog ut jordprover med naturligt lagrad jord för bestämning av den mättade vattengenomsläppligheten. Totalt togs 72 prover ut med hjälp av stålcyllindrar, höjd 50 mm med diametern 72 mm. Proverna togs i plogsulan och alvens översta del. Antalet upprepningar är nio per nivå och fält. Med hjälp av resultaten kommer ett harmoniskt medelvärde för respektive parfält att beräknas. Förekomsten av skadegörare, deras angrepp och skador graderades vid ett flertal tillfällen. Bevattningen i parstudierutorerna liksom alla andra åtgärder gjordes av lantbrukaren. På Vittskövle kan vi jämföra lantbrukarens bevattning i de intilliggande parstudierutorerna med bevattningen i fältförsöket som styrdes utifrån avdunstningsmätningar. Ett omfattande frågeformulär med uppgifter från parstudiefälten togs fram. Uppgifterna kommer att tillsammans med övriga resultat ligga till grund för en ekonomisk utvärdering.

Fältförsök

I ett fältförsök per år 2003 och 2004 samt tre fältförsök 2005 på medelgårdar testade vi olika hypoteser genom att studera effekten av växtskydd, växtnäring och jordbearbetning. I försöksplanen för år 2003 ingick växtskydd (V), konventionellt (1) och förstärkt (2) samt växtnäring/kväve (N), konventionellt (1) och extra (2) i följande fyra försöksled: N1V1, N1V2,

N2V1 och N2V2. Hela fältförsöket grundgödslades med 25 kubikmeter svinflytgödsel per ha och 430 kg NPK 11-5 18 kg N per ha vilket beräknas motsvara cirka 90 kg N per ha. Tilläggs gödsling gjordes på hela försöket den 16 juni med 335 kg NS 28-4 dvs 94 kg N per ha. Den 3 juli gödslades N2-rutorna med ytterligare 179 kg N 28 per ha, det vill säga 50 kg N per ha. Strax före gödslingarna mättes grödans kvävestatus med kalksalpetermätare. Analyser gjordes på kväveinnehållet i skörden så att kväveupptagningen i knölskörden kan beräknas för de olika leden i fältförsöket och för parstudierutorna på Vittskövle. Konventionellt växtskydd innebär bladmögelbehandlingar en gång per vecka och stritbekämpning med Sumi-alpha två gånger. I förstärkt växtskydd behandlades förutom mot bladmögel även två gånger med Amistar mot torrfläcksjuka (*Alternaria* sp.) och med Sumi-alpha tre gånger mot främst stritar och en gång med Aztek mot bladlöss. Bevattning i fältförsöket utfördes de två första åren med en 24-meters ramp från RMV och en maskin från Stärkelsen. Den första bevattningen utfördes av försöksvärden eftersom bevattningsutrustningen inte fanns på plats. Bevattningen styrdes med hjälp av nederbörds- och avdunstningsmätningar på fältet och gjordes när nederbördsunderskottet varit omkring 20 mm. Under år 2005 bevattnades försöken av lantbrukarna, på alla de gårdarna med bevattningskanoner.

Försöksplanen 2004 och 2005 utökades med ytterligare försöksled. Dock tilldelades vi inte resurser så att vi kunde differentiera kvävenivåerna under år 2005. Vi delade upp växtskyddseffekterna på skadedjur respektive svamp. Dessutom lades ett mindre fältförsök ut år 2004 i anslutning till det vanliga. I detta mindre fältförsök undersöktes betydelsen av en djupbearbetning och luckring utöver den lantbrukaren brukar göra. I försöksplanen för år 2004 ingick växtskydd (V), utan insektsbehandling (0), konventionellt (1) och förstärkt växtskydd (3), extra (2) växtskydd samt växtnäring/kväve (N), konventionellt (1) och extra (2) samt alvluckring (A) i följande sex försöksled: N1V0, N1V1, N1V2, N2V1, N2V2 och N1V1+A. I försöksplanen för år 2005 ingick försöksleden N1V0, N1V1, N1V2 samt ytterligare två försöksled med olika kombinationer av insekticid- och fungicidbehandlingar. Försöksplanen diskuterades i referensgruppen. I bilaga 2 framgår vilka åtgärder som gjordes i de olika försöksleden.

7.2 Stay-green

Grödans nedvissning graderades vid flera olika tillfällen. Samtidigt gjordes även graderingar av de skadegörare som medverkade till nedvissningen. Med en så kallad crop-scanner gjordes en objektiv bedömning av nedvissningen år 2004.

7.3 Markvetenskapliga studier

Markfysikaliska studier gjordes för att påvisa markstrukturens betydelse för växtnäringsupptagningen. De olika kvävenivåerna i fältförsöket kan bidra till en ökad förståelse av hur odlingstekniken påverkar växtnäringsutnyttjandet. Volymvikt och mättad vattengenomsläpplighet bestämdes i partudierutorna. Mätningarna gjordes på jord uttagen med cylindrar (höjd 50 mm, diam 72 mm) på nivåerna 30-35 cm och 45-50 cm. Studierna kom att koncentreras till plogsulan och alvens översta del. Studierna genomfördes enligt metoder beskrivna av Andersson (1955). Djupluckring ingick som ett led i fältförsöket år 2004. I detta led jämfördes rötternas utveckling i luckrat lager under potatisraderna med oluckrat. Även i försöken togs cylindrar, på nivån 30-35 cm, för bestämning av volymvikt och vattengenomsläpplighet. I försöken gjordes dessutom penetrometermätningar. Från volymsäkra jordprover tvättades rötterna och analyserades med hjälp av datorprogram (WinRhizo 5.0, Kanada) som beräknar bl.a. rotlängd och rottjocklek. (Bauhus, J. & Messier, C., 1999).

Grödans kväveförsörjning, kväveeffektivitet, restkväve och riskerna för kväveläckage undersöktes i parstudierutorna. Uppgifter om kvävetillförsel genom gödsling och kvävebortförsel

med knölskörden togs fram. Mängden mineralkväve i marken bestämdes före gödsling på våren, vid skörden och sent på hösten. För att få en bild av inomfältvariationen togs mineralkväveproverna ut från tre delar av varje fält. Kväveinnehållet i eventuell stallgödsel analyserades. De framtagna uppgifterna beskrev kvävehushållningen och därmed riskerna för kväveförluster på gårdarna. Bevattningens anpassning till behovet och precisionen i tillförseln studerades. Mätningar av markfuktigheten genomfördes vid tre mätplatser på varje pargård en gång per vecka samt bestämning av vattenhalt vid 1 m vattenavförande tryck. Bevattning utfördes i fältförsöket så att en optimal vattenförsörjning uppndes på hela försöksfältet d.v.s. bevattning ingick inte som en försöksled. Bevattning styrdes med hjälp av avdunstnings- och nederbördsräkningar som avläses tre gånger per vecka, när underskottet uppgår till cirka 20 mm bevattades fältet med motsvarande mängd. Mätningar av markfuktigheten genomfördes i varje försöksled under hela växtsäsongen, en gång per vecka. Mätningar av vattnets fördelning i marken utfördes med en Delta-T sensor, som kan bestämma markfuktighet ned till 1 m djup på sex nivåer (10-, 20-, 30-, 40-, 60- och 100 cm). Mätningarna utförs i fast monterade rör i marken. Data samlades och lagrades på en fältdatalogger (Delta-T, HH2).

Jordbearbetningsavdelningen tog år 2004 ut jordprover med naturligt lagrad jord för bestämning av volymvikt och mättad vattengenomsläpplighet. Totalt togs 108 st prover ut med hjälp av stålcyllindrar. År 2003 var motsvarande antal 72 st. Proverna togs i plogsulan och alvens översta del. Antalet upprepningar är nio per nivå och fält. Analyser och resultatsammanställning beräknas vara färdiga i början av år 2005.

7.4 Växtskyddsvetenskapliga studier

Svamp- och bakteriesjukdomar graderades under hela säsongen. Skadedjur avräknades under hela säsongen på klisterfällor och genom avräkningar på grödan. Nematoder registrerades i förväg för att undvika fält som låg över skadetröskeln. De markbiologiska studierna omfattade studier av dagmaskar under hösten för att kartlägga eventuella samband med infiltration och markfysik. Ogräsförekomsten bedömdes genom avräkningar och vägning (år 2004 och 2005).

7.5 Växtnäringsproportioner och tillväxtdata

Under strikt kontrollerade förhållanden odlades potatis i klimatkammare. Näringsämnen tillfördes med hög precision och noggrann kontroll samtidigt som tillväxtkapaciteten bestämdes. Tillsammans med optimala näringsämnesproportioner studerades effekterna på tillväxtkapaciteten av flera omgivningsfaktorer, exempelvis temperatur, pH, och ljusintensitet, för att få en uppfattning om hur utnyttjandet av näringen begränsas av olika omgivningsfaktorer. Olika metoder för att odla potatisplantor testades i Biotronens odlingsenheter.

2003 användes sorterna Bintje och Prevalent medan Kardal användes 2004. Två typer av småplantor har odlats fram och använts. Dels har av Göran Johansson, Svenskt Potatisutäde i Umeå, framtagna meristemplantor framgångsrikt använts och dels har småplantor direkt från knölar också framgångsrikt använts. Sorten "kardal" har ett något annat växtsätt är "bintje" och "prevalent" vilket dock inte har orsakat några större bekymmer vid uppodling av småplantsmaterial. En skillnad är att det har tagit något längre tid att odla fram småplantssticklingar från meristemplantor av Kardal än Bintje och Prevalent.

För att kunna klargöra potatisplantans närings- och upptagningskrav krävs experiment som genomförs under kontrollerade förhållande. Krav ställs då inte enbart på att det omgivande klimatet kontrolleras utan också på att man kan kontrollera t.ex. växtens tillväxt och näringsupptagning. Av denna anledning har alla försök genomförts i speciella odlingsystem (odlingsenheter) i klimatkammare. Odlingsenheterna bygger på s.k. "aeroponics"-teknik, dvs. växternas rötter sprayas med näringslösning vars tillförsel styrs och övervakas (enheterna

tillverkas av Biotronic AB, Uppsala). Konduktivitet och pH regleras med hög noggrannhet genom intitrering av lämplig näringslösning från byretter innehållande olika stamlösningar. Övervakning och intitreringen sker med hjälp av datorprogram (egetutvecklat).

I odlingsenheterna planteras för varje experimentomgång mellan 80-110 plantor per enhet. Med periodiska mellanrum skördas ett visst antal plantor dels efter det att plantorna ungefär fördubblat sin vikt efter föregående skörd och dels så att plantorna inte skuggar varandra för att undvika beståndsskugga. För de skördade plantorna bestäms friskvikt och torrsvikt för skott och rötter separat. Plantornas tillväxthastighet under konstanta fysiologiska tillstånd innebär att dessa växer exponentiellt (ekvation 1). Detta är en förutsättning för entydig verifiering av tillväxthastigheten som primär funktion av näringsupptagning som i sin tur givetvis är en funktion av andra omgivningsfaktorer (Ingestad och Lund, 1986).

$$W_2 = W_1 e^{R_G(t_2-t_1)} \quad (1)$$

där W_1 och W_2 är biomassans vikt vid tidpunkt t_1 och t_2 . R_G motsvarar biomassans tillväxthastighet per enhet biomassa (även kallad relativ tillväxthastighet) och bestäms genom logaritmering av ekvation (1):

$$R_G = \frac{\ln(W_2) - \ln(W_1)}{t_2 - t_1} \quad (2)$$

Med hjälp av regressionsanalys av skördedata säkerställs tillväxthastigheten. Korrelationskoefficienten, r^2 , ger ett matematiskt mått på hur väl skördedata ansluter till tillväxtkurvan, dvs. hur säkert tillväxthastigheten är en funktion av de kontrollerade betingelserna. Alla experiment med lägre korrelationskoefficient än 0.90 förkastas som för osäkra.

Antal skördar var varierande mellan 5 – 7 och antal plantor i varje skörd varierade med storleken på plantorna. I regressionsanalyserna användes torrsvikten för plantornas hela biomassa beräknad ur vikten på skott respektive rot.

I de klimatkammare, som odlingsenheterna var placerade i, kontrollerades ljusintensiteten (lysrör, 215W, cool white, Sylvania, Canada), temperatur och luftfuktighet (SLU, Biotronen, Alnarp).

Vi arbetade med två alternativa utgångsmaterial för att odla fram växtmaterial som skulle kunna användas till försök i odlingsenheter – skott från sättpotatis och från meristemförökat material.

Sättpotatis

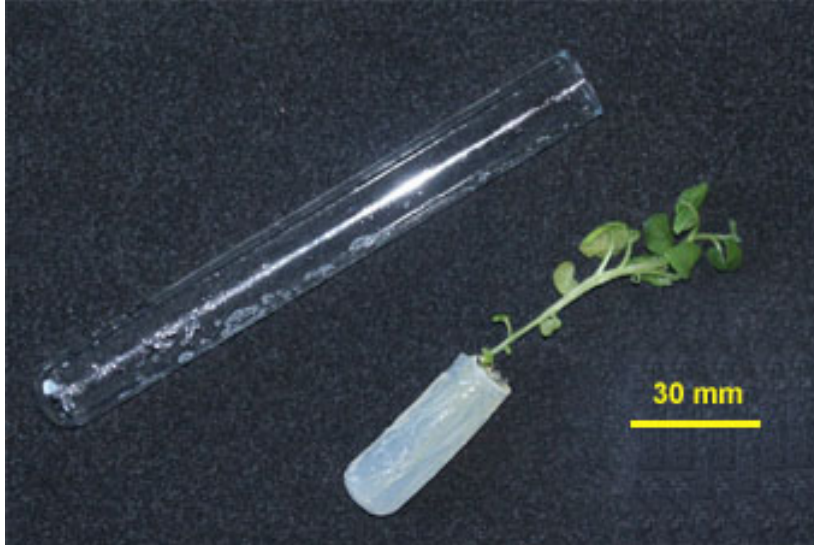
De sättpotatisar som användes vid samtliga försök var skrupna och mjuka. På en del av dem fanns utvuxna skott, vars längd var upp till 50 cm. Vid tidpunkten för försökens genomförande, fanns ingen sättpotatis av bättre kvalitet att uppbringa.

Skott från meristemförökat växtmaterial

Det meristemförökade växtmaterialet levererades av Göran Johansson vid Svenskt potatisutsäde AB (SPUAB, Umeå). Två olika sorter användes, Bintje och Prevalent. Växtmaterial levererades i provrör med skott (cirka 5-10 cm långa) och rötter. Plantorna var framodlade i rotmedia bestående av agar, figur 1. Innan de meristemförökade plantorna kunde placeras i

odlingsenheter, sköljdes agarn bort från rötterna med hjälp av avjoniserat vatten och genom att manuellt försiktigt avlägsna den.

Ett antal av de meristemförökade Bintje-plantorna planterades i krukor med Vermiculite, för att användas som moderplantor. Efter att de planterats, klipptes toppen på skotten av för att sidoskott skulle utvecklas. Moderplantorna användes för att ta sticklingar till olika försök.



Figur 7.5.1 Meristemförökad planta i rotmedia bestående av agar.

Odling av plantor i odlingsenheter – metodutveckling, sättpotatis

Fyra olika metoder användes i försök med att ta fram växtmaterial för odling i odlings-enheter. I samtliga fall tvättades knölnarna med avjoniserat vatten för att så lite föroreningar som möjligt skulle föras in i odlingsenheten. Med dessa knölar gjordes försök att få fram plantor direkt i odlingsenheter men också i plastlådor.

Med plastlådor testades en metod, där potatisknölar lades i lådor för att skott med rötter skulle utvecklas från knölnarna som sedan kunde överföras till en odlingsenhet. I botten på lådan lades filterpapper, som hölls fuktigt med destillerat vatten, och ovanpå detta ett plastnät på vilket knölnarna placerades. Nätet användes för att knölnarna inte skulle ha direktkontakt med vattnet. Ett lock lades ovanpå lådan och en liten ventilationspringa lämnades öppen. Plastlådorna placerades i ett mörkt rum med en temperatur på 23°C. Tre försök gjordes med denna metod och i ett av dem desinficerades knölnarna med 1 %-ig klorinlösning.

Tre metoder undersöktes i vilka knölar med skott utan rötter placerades direkt i odlings-enheter i klimatkammare. Temperaturen i kammaren var 18°C och luftfuktigheten 70 %. I de fall då belysningen i kammaren användes, var dagslängden 18 timmar och ljusintensiteten 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Den näringslösning som användes i odlingsenheterna hade en konduktivitet på cirka 50 $\mu\text{S cm}^{-1}$ och utgjordes av en lösning tidigare utnyttjad för andra växtslag. Någon reglering av näringslösningens pH gjordes inte då lämpligt område ännu inte var undersökt.

Den första metoden innebar att knölnarna placerades på ett nät som var upphängt under de dysor i odlingsenheten med vilka näringslösning sprayades in på växternas rötter. Näringslösning sprayades på knölnarna en gång om dygnet under 1 minut. Olika försök gjordes dels med knölar helt i mörker, och dels med knölar utsatta för "svagt" ljus genom hål i odlings-enhetens lock. Dessa två försök kombinerades med och utan desinficering av knölnarna med 1 %-ig klorinlösning.

I den andra metoden togs alla skott utom ett bort från knölna. Därefter placerades knölna på ett nät som var upphängt under dysorna i en odlingsenhet och det kvarvarande skottet stacks upp genom ett hål i locket. Näringslösning sprayades på knölna en gång om dygnet under 1 minut. Belysningen i kammaren var tänd.

Den tredje metoden innebar att skott utan rötter togs bort ifrån knölna, tvättades i avjoniserat vatten och planterades direkt i odlingsenheterna. Skottens längd varierade mellan cirka 5-8 cm. Till en början sprayades näringslösning en gång om dygnet under 1 minut. När rötter utvecklats övergick sprayningen till att vara kontinuerlig. Belysningen i kammaren var tänd.

Odling av plantor i odlingsenheter – metodutveckling, meristemförökat växtmaterial

Vid samtliga metoder, där meristemförökat växtmaterial användes, var odlingsenheterna placerade i klimatkammare. Temperaturen i kammaren var 18°C och luftfuktigheten 70 %. Ljusintensiteten i kammaren var 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ och dagslängden 18 timmar. Den näringslösning som användes i odlingsenheterna hade en konduktivitet på cirka 50 $\mu\text{S cm}^{-1}$ och var av samma typ som ovan för sättpotatisförsök.

Fyra olika metoder testades med hela eller med delar av meristemförökade plantor. I den första metoden planterades hela den meristemförökade plantan i en odlingsenhet. Den andra metoden innebar att alla utom ett skott klipptes bort på den meristemförökade plantan som därefter planterades i en odlingsenhet. Den tredje metoden innebar att samtliga skott på en planta klipptes bort och att den sedan planterades i en odlingsenhet. Vid dessa tre metoder, sprayades plantornas rötter kontinuerligt med näringslösning. I den fjärde metoden, klipptes toppen på plantans skott av och planterades i en odlingsenhet. Dessa toppskott planterades så att två noder kom att finnas under den skumplastrondell som för hela plantor skiljer skottet och roten åt, figur 2. Toppskottens underdel sprayades kontinuerligt med näringslösning. Någon reglering av näringslösningens pH gjordes inte vid någon av de fyra metoderna av samma anledning som för sättpotatis.

Två metoder testades där sticklingar tagna ifrån moderplantor (uppodlade från meristemförökade plantor) användes. I den första metoden togs sticklingar från moderplantorna och planterades direkt i odlingsenhet. Sticklingarna planterades så att två noder kom att finnas under skumplastrondellen, figur 2. Sticklingarnas underdel sprayades kontinuerligt med näringslösning. Någon reglering av näringslösningens pH gjordes inte av samma anledning som för sättpotatis. Vid den andra metoden, togs sticklingar från moderplantor och stacks i krukor med rotmedium bestående av Vermiculite för att rota sig, figur 3. När 3-8 cm långa rötter utvecklats på sticklingarna, togs plantorna försiktigt upp. Rötterna rengjordes från Vermiculite med destillerat vatten. Därefter planterades de i en odlingsenhet. Sticklingarnas rötter sprayades kontinuerligt med näringslösning. I denna andra metod reglerades näringslösningens pH till att inte överstiga 6.5 pH-enheter.



Figur 7.5.2 Toppskott och sticklingar klipptes av från meristemförökade plantor respektive moderplantor och planterades in i odlingsenhet.



Figur 7.5.3 Sticklingar klipptes från moderplantor och stacks i krukor med Vermiculite för att rota sig innan de planterades i odlingsenhet.

Biotronstudier 2003

För att kunna fastsätta optimala näringsproportioner för potatisplantans initiala tillväxt måste först metoder att odla potatisplantor i Biotronens odlingsenheter utarbetas. Försök att odla potatis från potatisknölar gjordes. Försök gjordes även med att sticklingföröka potatisplantor från stjälkdelar som grott ut från knölar. Bäst fungerade meristemförsökat material, framtaget av Göran Johansson, Svenskt Potatisutsäde i Umeå. Provodling i våra odlingsenheter med detta material fungerade med tillfredställande resultat för att studera potatisplantans egenskaper.

Biotronstudier 2004

2003 användes sorterna Bintje och Prevalent medan Kardal har använts 2004. Två typer av småplantor har odlats fram och använts. Dels har av Göran Johansson, Svenskt Potatisutäde i Umeå, framtagna meristemplantor framgångsrikt använts och dels har småplantor direkt från knölar också framgångsrikt använts. Sorten Kardal har ett något annat växtsätt än Bintje och Prevalent vilket dock inte har orsakat några större bekymmer vid uppodling av småplantsmaterial. En skillnad är att det har tagit något längre tid att odla fram småplantssticklingar från meristemplantor av Kardal än Bintje och Prevalent.

Skott från sättpotatis

De sättpotatisar som användes vid försöken var av sorten Kardal och levererades av Juri Kämmo vid Utsädescentralen, Lyckeby Stärkelse. Potatisknölar lades i en transparent plastlåda med lock. Knölarna tvättades inte innan de lades i plastlådan. De placerades på ett tunt lager "skumgummi" för att ligga så "luftigt" som möjligt. I plastlådan sattes ett större kärl in med vatten i för att hålla hög luftfuktighet i lådan. Plastlådan placerades i en klimatkammare med samma omgivningsklimat i vilket försöken senare skulle genomföras. Knölarna fick därefter ligga i lådan tills små skott vuxit fram. Dessa skott bröts sedan försiktigt av och planterades in i en odlingsenhet, figur 1.



Figur 7.5.4 Sättpotatis med utvecklade skott för plantering.

Växtanalyser

För att anpassa näringslösningen efter växternas krav, genomfördes växtanalyser (Ekologiska Institutionen vid Lunds universitet). De ämnen som analyserades var N, K, P, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo och Na.

Analys av kol och kväve skedde med en elemetaranalysator, modell Vario Max CN från Elementer Analysensysteme GmbH (Ekologiska Institutionen vid Lunds universitet).

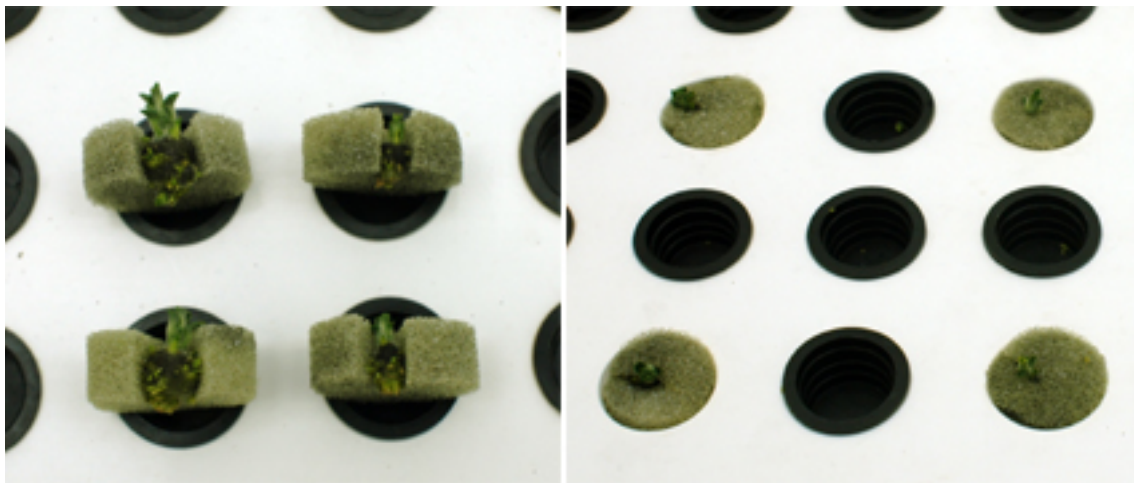
Analys av de andra elementen skedde efter öppen uppslutning med koncentrerad salpetersyra (invägningsmängd ca 0,5 gram plus 20 ml syra), kvalite Aristar från BDH. Kokningen skedde i 300 ml kvartskolvar med ett urglas av kvarts på toppen. Efter uppslutning ca 3 dygn kokades merparten av syran bort. Vid 5 ml stoppades kokningen och proven späddes till 50 ml och

analyserades med ett optiskt ICP instrument (ICP AES) från Perkin-Elmer modell OPTIMA 3000 DV. Instrumentet kalibrerades med standardlösningar som innehöll 10% salpetersyra.

Tillväxtstudier av plantor i odlingsenheter – metodutveckling, skott från sättpotatis

I plastlådan med sättpotatisknölar sattes ett större kärl med vatten in för att hålla hög luftfuktighet i lådan. Plastlådan placerades i en klimatkammare med samma omgivningsklimat som försöken senare skulle genomföras i; 18°C lufttemperatur och 70% relativ luftfuktighet. Dagslängden var 18 timmar och ljusintensiteten 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Knölnarna fick därefter ligga i lådan tills små skott vuxit ut.

När tillräckligt många skott vuxit fram ifrån sättpotatisen, bröts skotten försiktigt loss och varje skott planterades i odlingsenheten i en skumplastrondell. Skotten planterades så att toppen syntes i rondellens överkant och med dess nedre del i rondellens underkant, figur 3.



Figur 7.5.5 Skott togs loss från sättpotatis och planterades i odlingsenhet.

Den näringslösning som sprayades på skotten i odlingsenheten hade en konduktivitet på cirka 50 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Näringslösningens pH-reglerades och fick inte överstiga 6.5 pH-enheter. Skottens underdel sprayades kontinuerligt med näringslösning.

Två försöksserier genomfördes där näringssammansättningen i serie två baserades på växt-näringsanalyser från den första. Utifrån resultatet av växtnäringsanalysen, korrigerades proportionerna mellan de ingående elementen i näringslösningen. Skotten som planterades i det andra försöket var något mindre än de i det första.

Tillväxtstudier av plantor i odlingsenheter – metodutveckling, Skott från meristemförökat växtmaterial

Vid de försök, där meristemförökat växtmaterial användes, var odlingsenheterna placerade i klimatkammare med 18°C lufttemperatur och 70 % luftfuktighet. Ljusintensiteten i kammaren var 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ och dagslängden 18 timmar. Den näringslösning som användes i odlingsenheterna hade en konduktivitet på cirka 50 $\mu\text{S cm}^{-1}$ och var av samma typ som i försök med skott från sättpotatis (se ovan). Näringslösningens pH reglerades och fick inte överstiga 6.5 pH-enheter.

Sticklingar klipptes ifrån moderplantor och planterades i odlingsenheter så att skumplastrondellen skiljde av sticklingen i en skottdel och en blivande rottdel, figur 4. Rottdelen sprayades kontinuerligt med näringslösning.



Figur 7.5.6 Stickling planterad i skumplastrondell. Bild tagen 6 dagar efter plantering.

Tre olika försöksserier genomfördes. I de två första reglerades näringslösningens pH och i det tredje skedde ingen reglering. Näringslösningen i den andra serien baserades på växtnäringsanalys på växtmaterial från den första. Utifrån resultatet av växtnäringsanalysen, korrigerades proportionerna mellan de ingående elementen i näringslösningen. Vid varje försök användes två odlingsenheter. En sortering av sticklingarna gjordes så att de mindre planterades i en odlingsenhet och de något större i den andra.

En tredje försöksserie gjordes med sticklingar under samma förutsättningar som i försöksserie två, med den skillnaden att näringslösningens pH inte reglerades. Den näringslösning som användes i detta försök var den korrigerade lösningen, som togs fram på grundval av den första försöksserien.

Proportioner av ämnen i näringslösningen

Proportionerna på de ingående ämnena i den näringslösning som den första försöksserien genomfördes med, framgår av tabell 1. Alla proportioner är uträknade i förhållande till kväve, som getts värdet 100. Mängden NH_4 -kväve var 25%. Denna lösning kallas här för "Kardal-01".

Tabell 7.5.1 Använda proportioner av ingående ämnen i näringslösningen "Kardal-01".

Mikroämnen							
Fe	Mn	Cu	Zn	B	Mo	Na	Cl
2.7	1.5	0.08	0.09	0.2	0.007	0.003	0.089
Makroämnen							
N	K	P	Ca	Mg	S		
100	120	20	17.4	16.9	11		

Växtnäringsanalys

Efter den första försöksserien av experiment, genomfördes en växtnäringsanalys. Utifrån denna analys gjordes en korrigering av de ingående ämnens proportioner i förhållande till kväve, tabell 2. Mängden NH₄-kväve var fortfarande 25%. Den nya lösningen kallas här för "Kardal-02".

Tabell 7.5.2 Använda proportioner av ingående ämnen i näringslösningen "Kardal-02".

Mikroämnen							
Fe	Mn	Cu	Zn	B	Mo	Na	Cl
2.7	3.5	0.1	0.12	0.2	0.007	0.003	0.112
Makroämnen							
N	K	P	Ca	Mg	S		
100	105	17	14	15	5		

Även efter det andra försöket genomfördes växtanalyser för att korrigera näringslösningen ytterligare en gång. De bestämda proportionerna framgår av tabell 3.

Tabell 7.5.3 Använda proportioner av ingående ämnen i näringslösningen "Kardal-03".

Mikroämnen							
Fe	Mn	Cu	Zn	B	Mo	Na	Cl
Makroämnen							
N	K	P	Ca	Mg	S		
100							

Denna näringslösning har inte testats inom ramen för detta projekt.

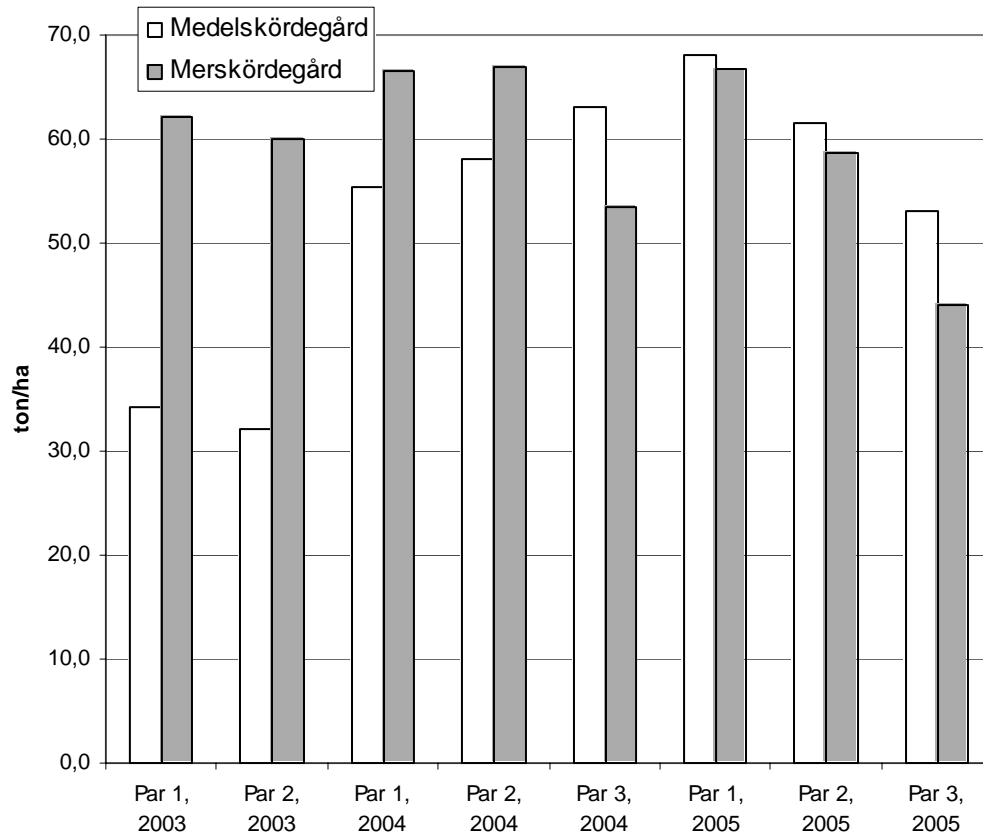
7.6 Statistisk bearbetning

Materialet bearbetades med datorprogrammen SAS och SPSS (SPSS 2002). Utvärderingen och analysen gjordes med några olika statistiska metoder: variansanalys, korrelation, regression. I ett liknande tidigare projekt inom sockerbetsområdet (projekt 4T) var parstudier en viktig metod. Flera av personerna som ingår i detta projekt är väl förtrogna med de statistiska modeller som då användes och som vi i ett senare skede avser att använda.

8. Resultat

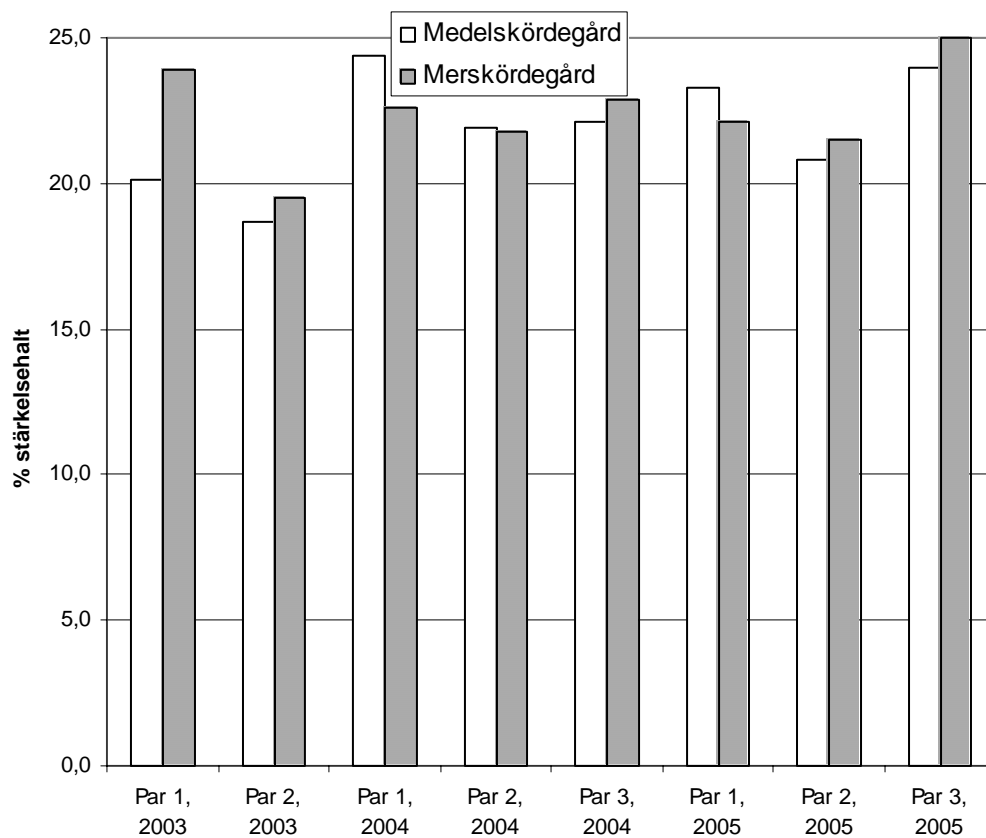
8.1 Parstudier och fältförsök

I fyra av de åtta paren var skörden tydligt högre på merskördegårdarna än på medelskördegårdarna. I par 3 erhöles både år 2004 och 2005 högst skörd på medelskördegården. Även i par 1 och 2 år 2005 var skörden något högre på medelskördegården än merskördegården. (Figur 8.1.1).



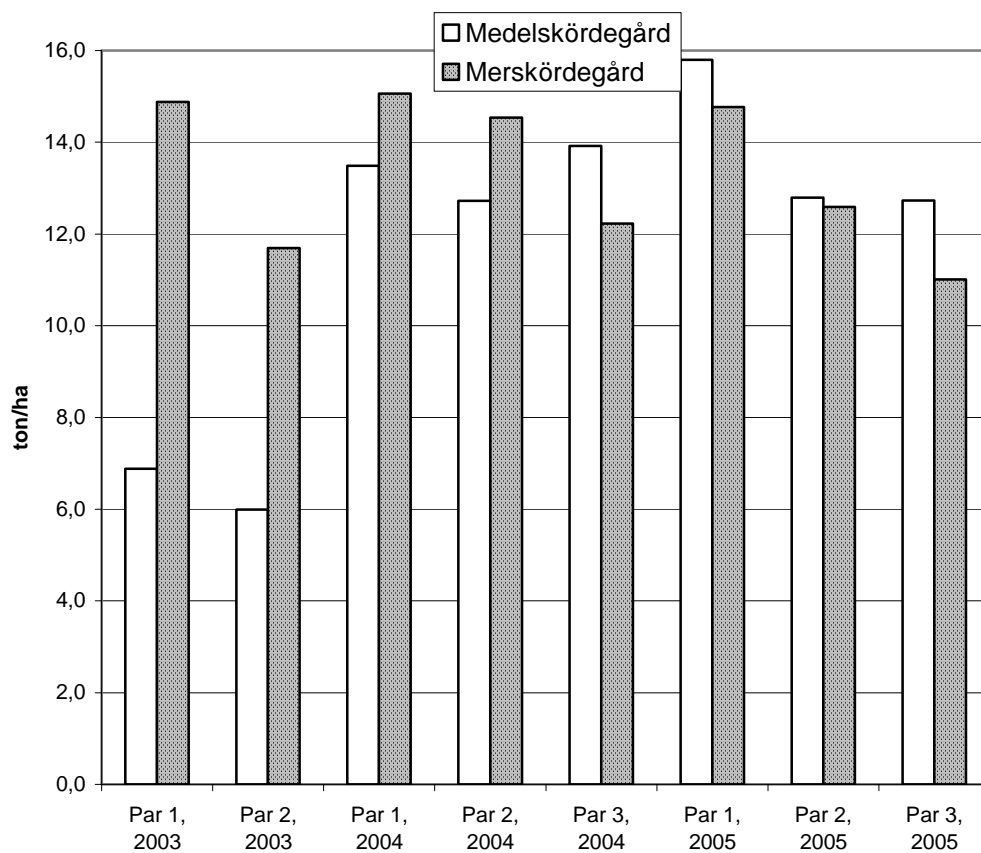
Figur 8.1.1 Parjämförelser 2003, 2004 och 2005, knölskörd ton/ha.

År 2003 hade merskördegårdarna högre stärkelsehalt än medelskördegårdarna. År 2004 och 2005 skilde resultatet mellan de olika paren. Endast i ett par hade merskördegården högre stärkelsehalt än medelskördegården. (Figur 8.1.2).



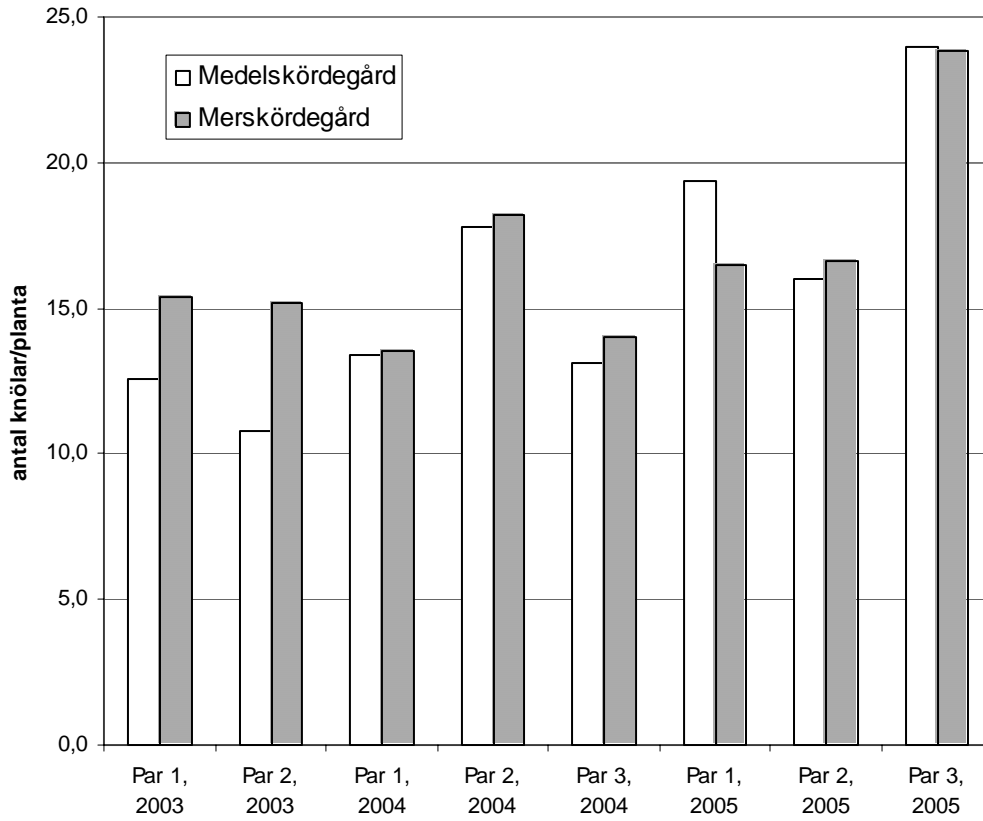
Figur 8.1.2 Parjämförelser 2003, 2004 och 2005, % stärkelsehalt.

Stärkelseskörden (figur 8.1.3) följer i stort sett de skillnader som uppmättes i knölskörd (fig. 8.1.1).



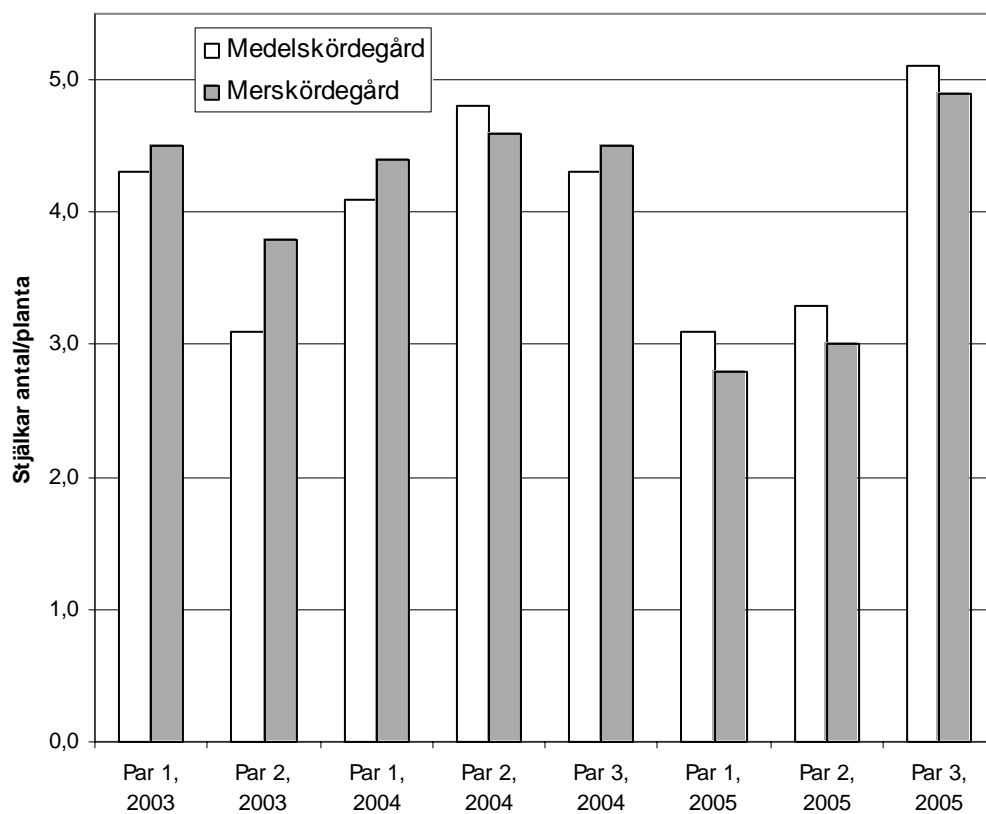
Figur 8.1.3 Parjämförelser 2003, 2004 och 2005, stärkelseskörd ton/ha.

Antalet knölar per planta eller sätta var större på merskördegårdarna 2003 och 2004 även om skillnaderna var små under år 2004. (Figur 8.1.4).



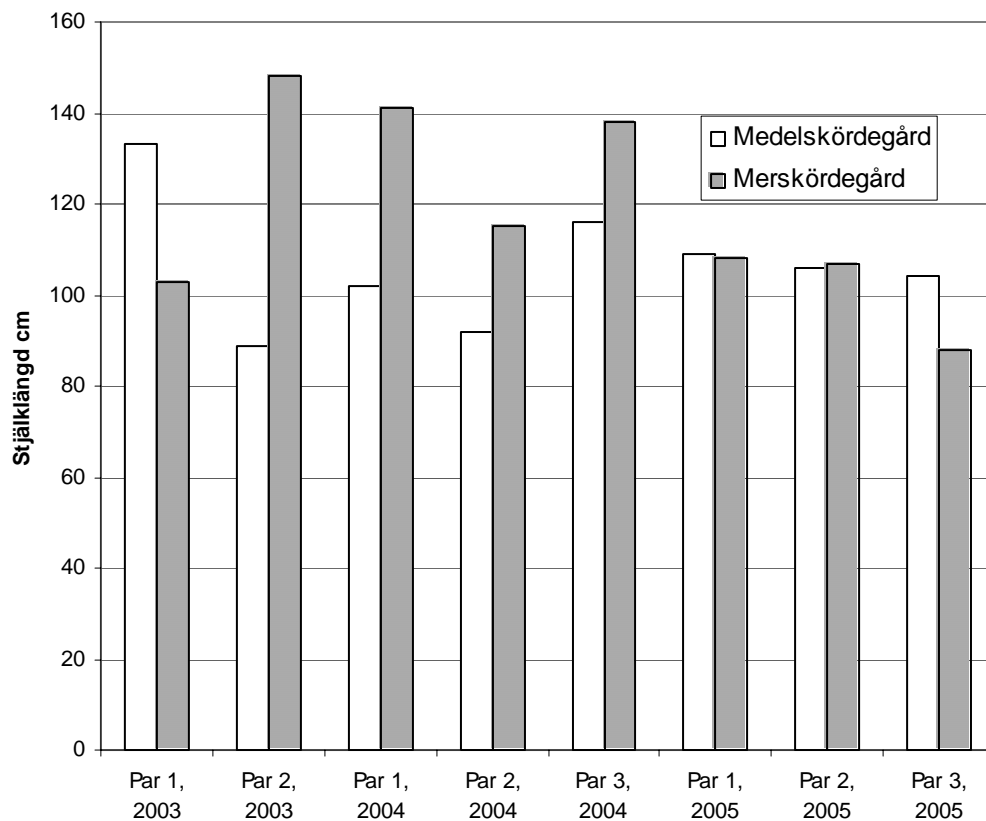
Figur 8.1.4 Parjämförelser 2003, 2004 och 2005, antal knölar per planta. Bedömning augusti – september.

I fyra av de fem paren var antalet stjälkar per planta något högre på merskördegårdarna än på medelskördegårdarna de första två åren. År 2005 var antalet stjälkar per planta något högre på medelskördegården. (Figur 8.1.5).



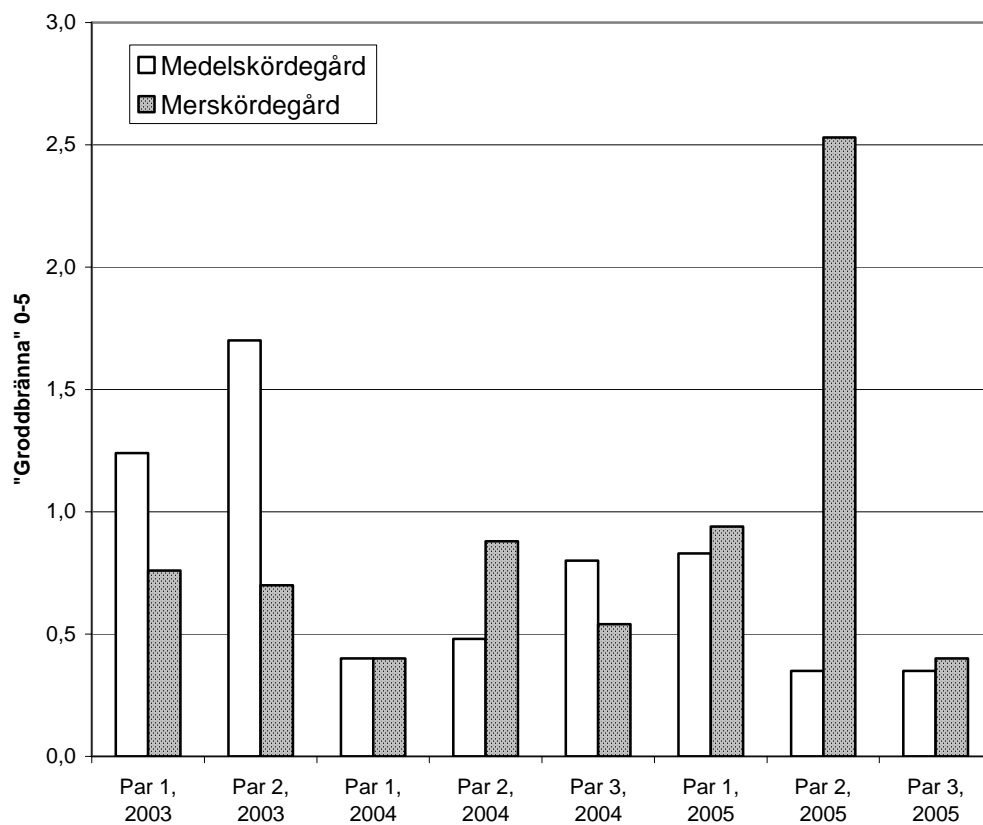
Figur 8.1.5 Parjämförelser 2003, 2004 och 2005, antal stjälkar per planta. Bedömning augusti – september.

I fyra av de fem paren var stjälklängden högre på merskördegårdarna än på medelskördegårdarna de två första åren. (Figur 8.1.6).



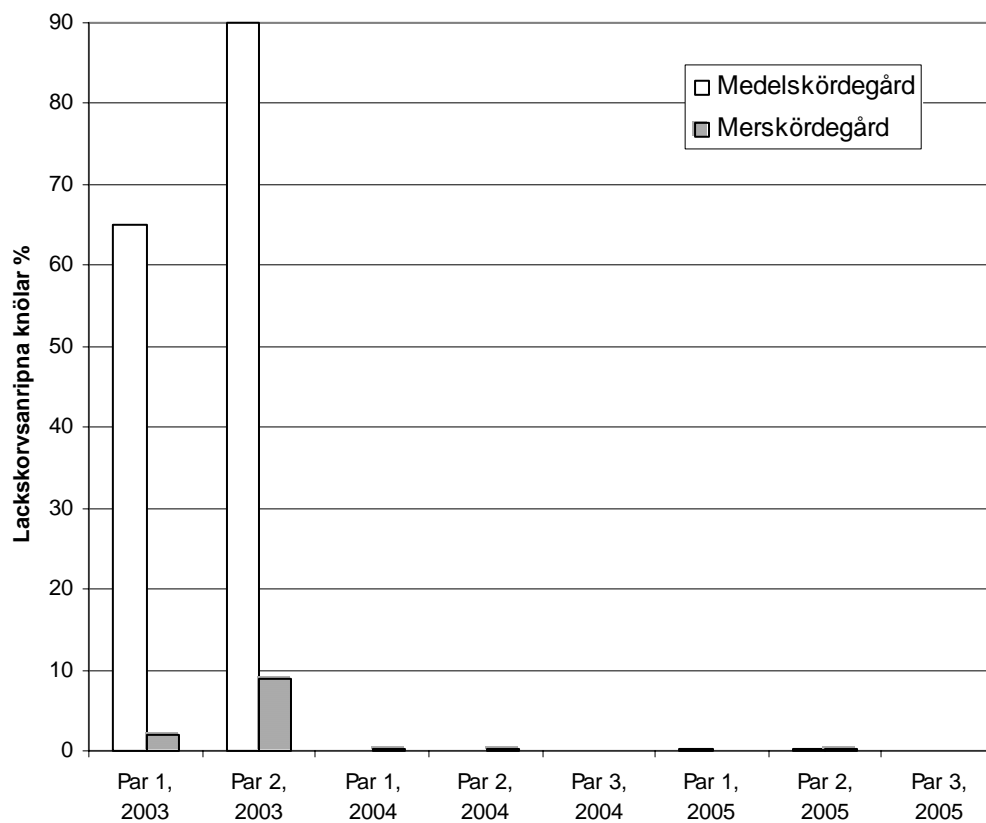
Figur 8.1.6 Parjämförelser 2003, 2004 och 2005, stjälklängd cm. Bedömning augusti – september.

Angreppen av "groddbränna" (se diskussionen) var förhållandevis små. I par 2 var angreppen högre på merskördegården två år. (Figur 8.1.7).



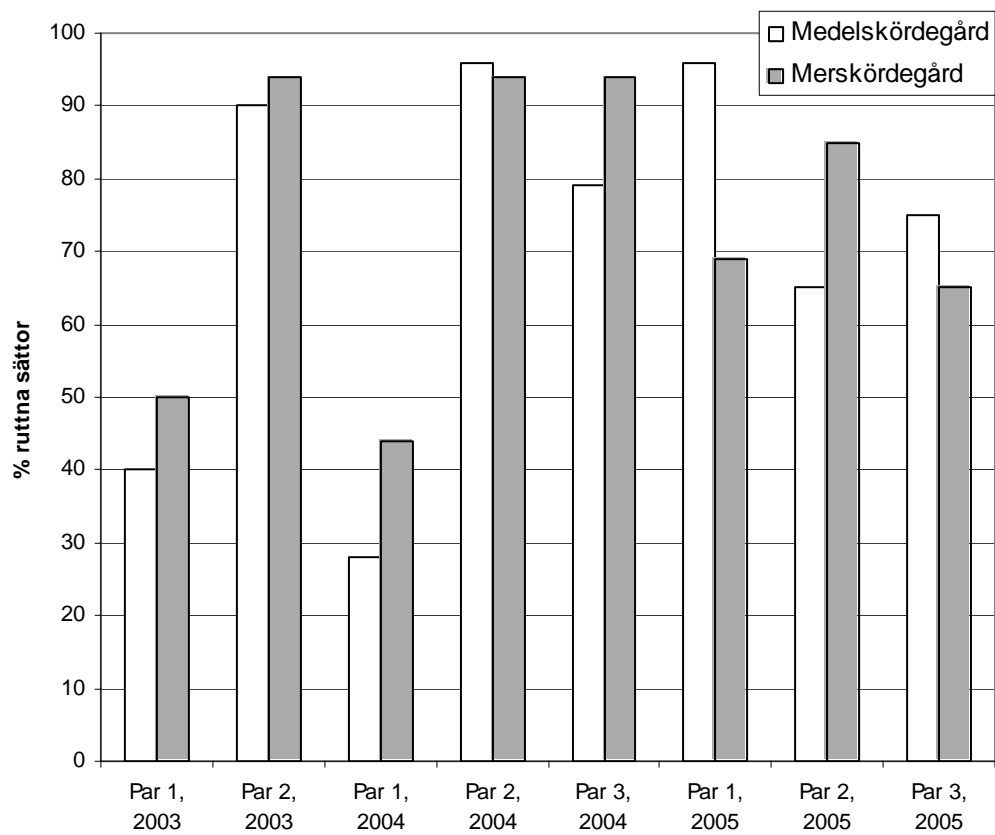
Figur 8.1.7 Parjämförelser 2003, 2004 och 2005, groddbränna enligt skala 0-5. Bedömning augusti till september.

De relativt starka angreppen av groddbränna under år 2003 resulterade till att angreppen av lackskorv på knölskörden blev betydligt större på medelskördegårdarna än på merskördegårdarna. (Figur 8.1.8).



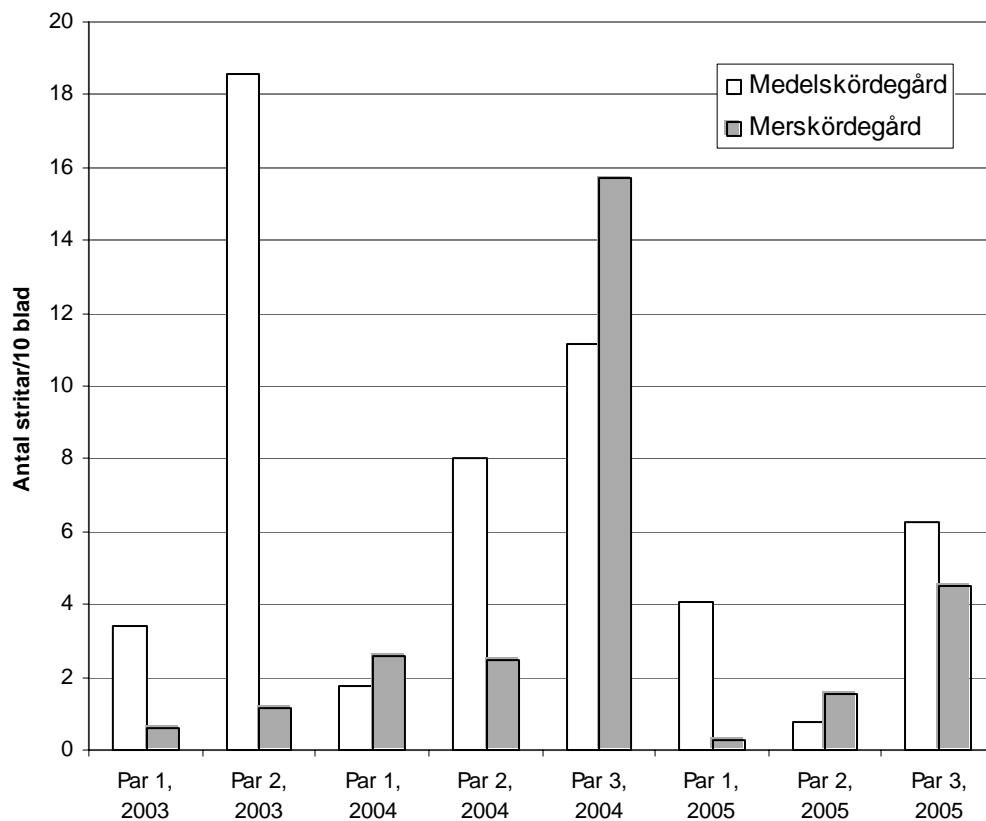
Figur 8.1.8 Parjämförelser 2003, 2004 och 2005, lackskorv % angripna knölar av knölskörden.

Andelen ruttna sättn varierade mellan par och år. (Figur 8.1.9).



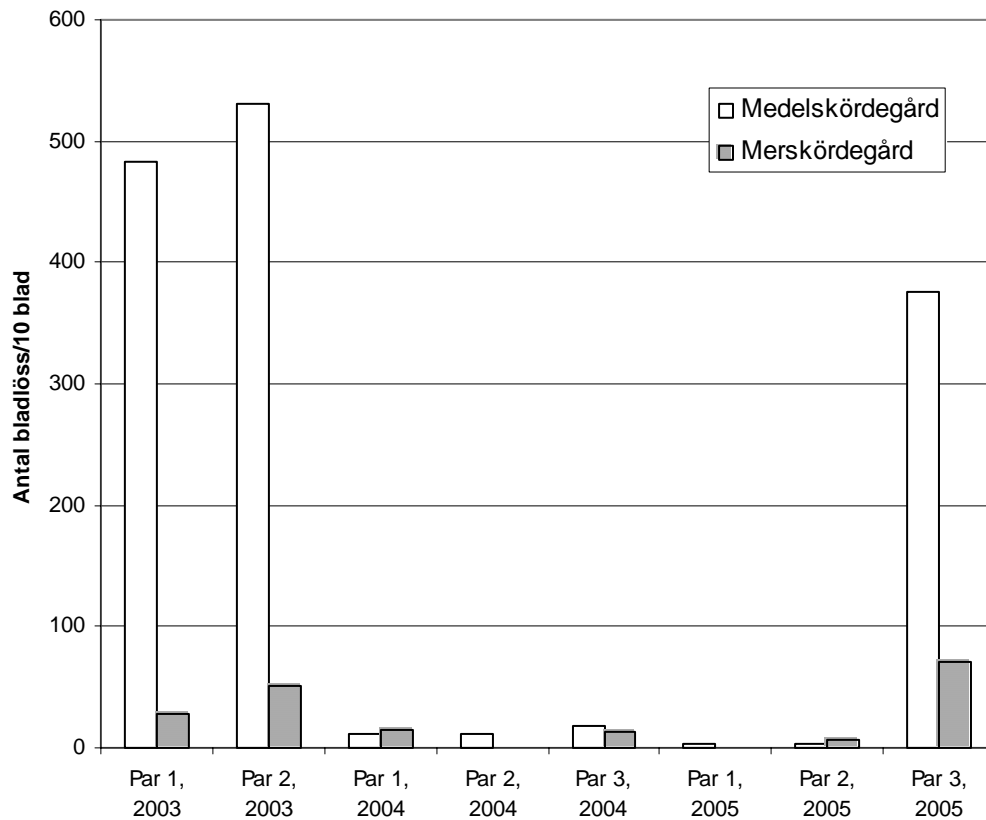
Figur 8.1.9 Parjämförelser 2003, 2004 och 2005, % ruttna sättn. Bedömning augusti – september.

Båda medelskördegårdarna hade år 2003 större angrepp av stritar än merskördegårdarna. År 2004 och 2005 skilde resultatet mellan de olika paren. (Figur 8.1.10).



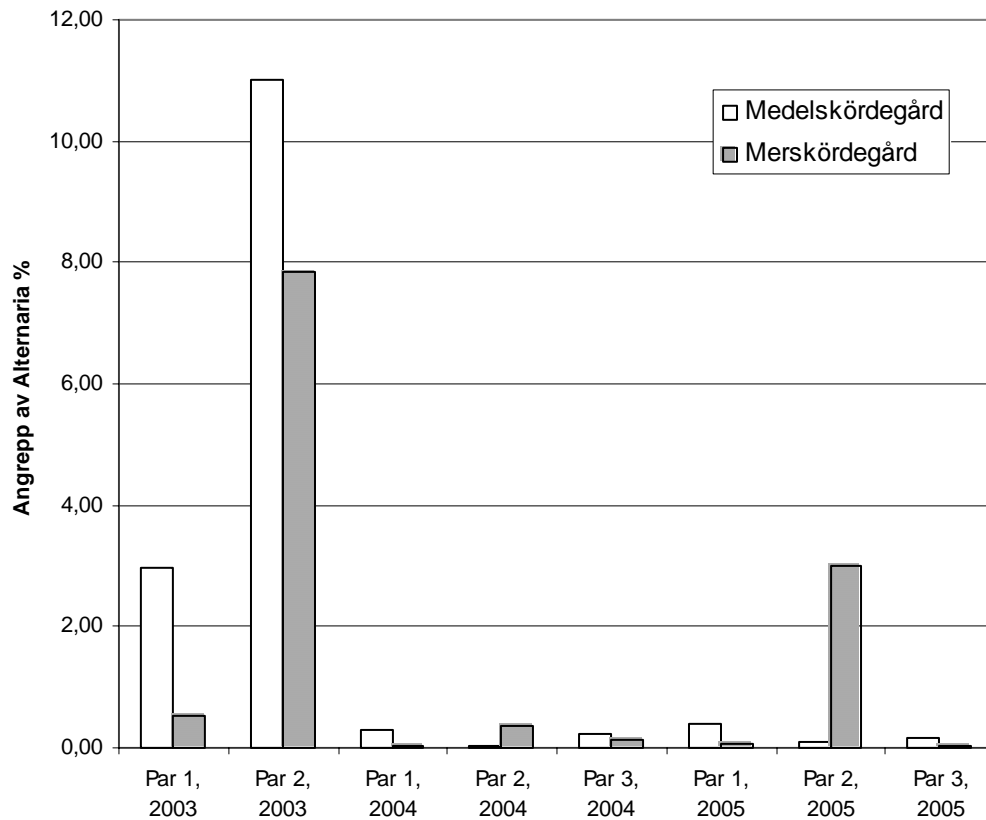
Figur 8.1.10 Parjämförelser 2003, 2004 och 2005, stritar antal/10 blad. Medeltal av flera avräkningar.

Angreppen av bladlöss var mycket stort år 2003 och på en plats år 2005. Medelskördegårdarna hade i dessa par betydligt större angrepp av bladlöss än merskördegårdarna. År 2004 förekom löss i mycket liten omfattning. (Figur 8.1.11).



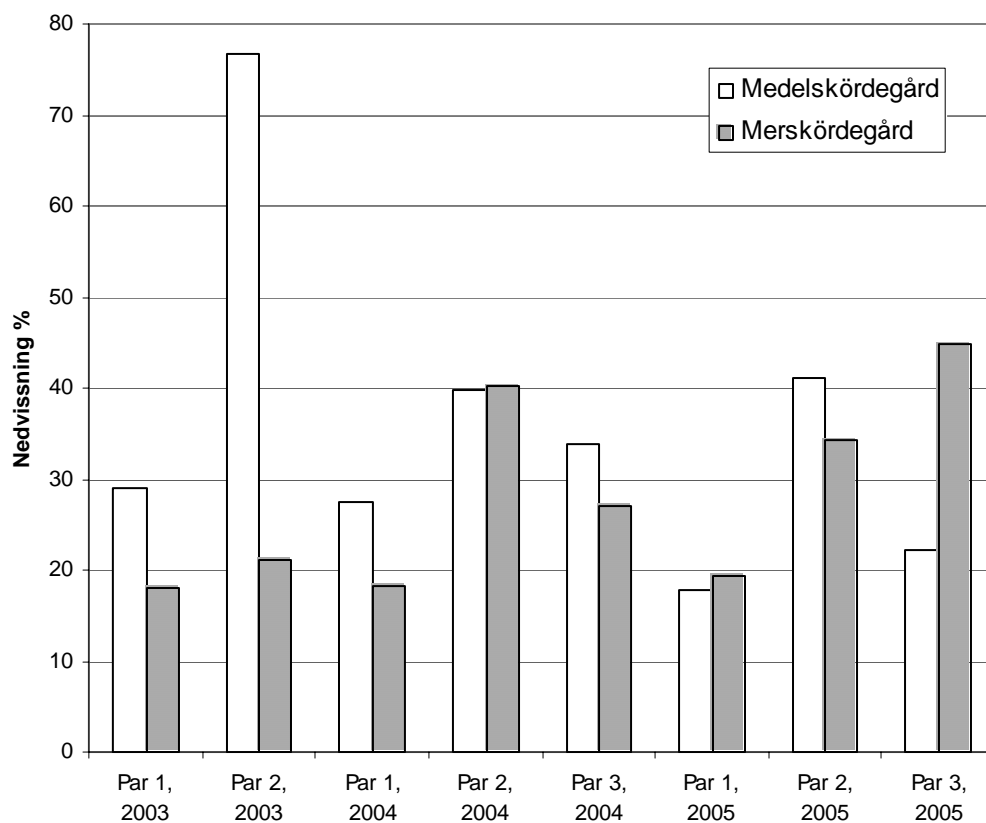
Figur 8.1.11 Parjämförelser 2003, 2004 och 2005, bladlöss antal/10 blad. Medeltal av flera avräkningar.

Angreppet av torrfläcksjuka (*Alternaria* spp.) var förhållandevis stort år 2003. Medelskördegårdarna hade detta år större angrepp än merskördegårdarna. År 2004 förekom torrfläcksjuka i mycket liten omfattning och även år 2005 var angreppen förhållandevis små (Figur 8.1.12).



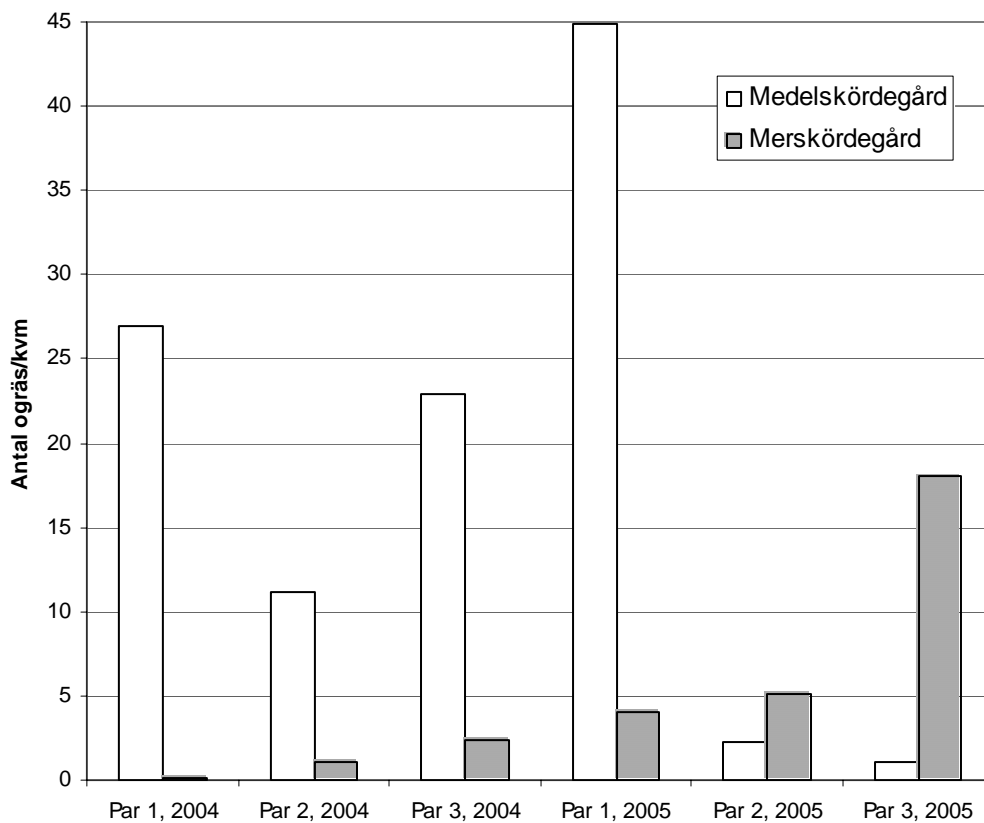
Figur 8.1.12 Parjämförelser 2003, 2004 och 2005, *Alternaria* spp. Medeltal av flera graderingar.

I fyra av de fem paren var nedvissningen större på medelskördegårdarna än på merskördegårdarna under de två första åren. (Figur 8.1.13).



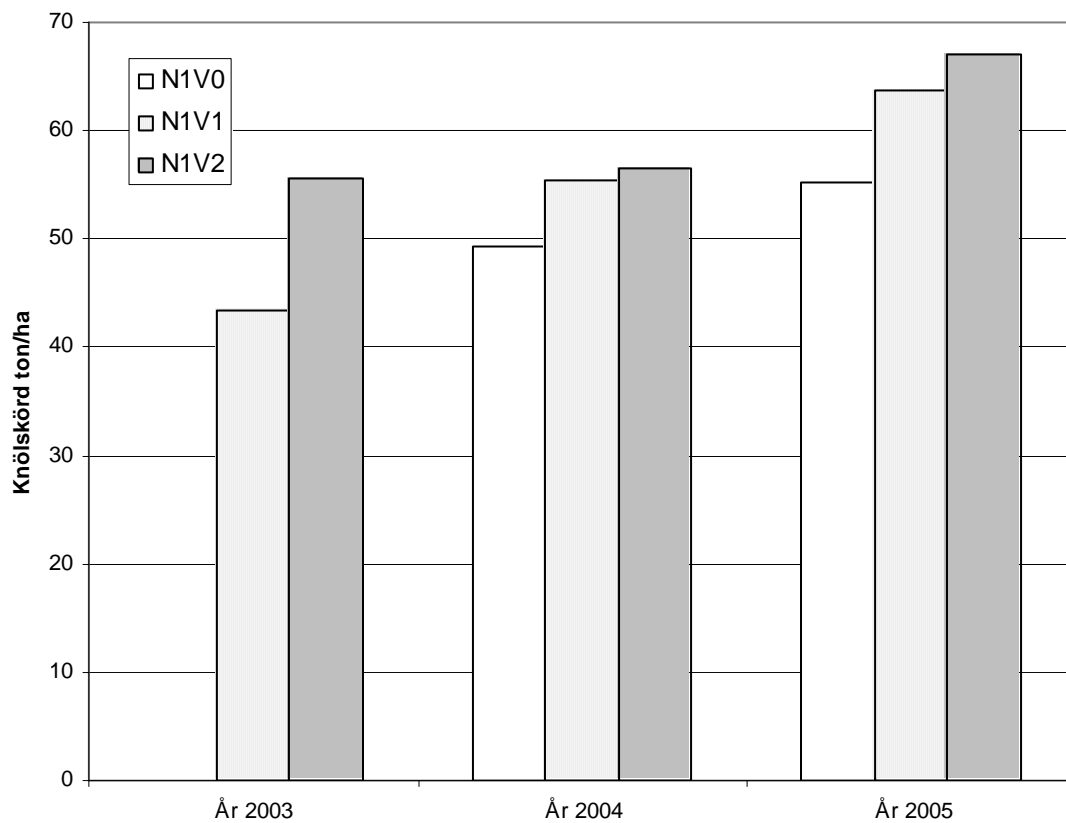
Figur 8.1.13 Parjämförelser 2003, 2004 och 2005, nedvissning %. Medeltal av flera grade-ringar.

I fyra av de sex paren år 2004 och 2005 var ogräsförekomsten tydligt större på medelskördegårdarna än på merskördegårdarna. (Figur 8.1.14).



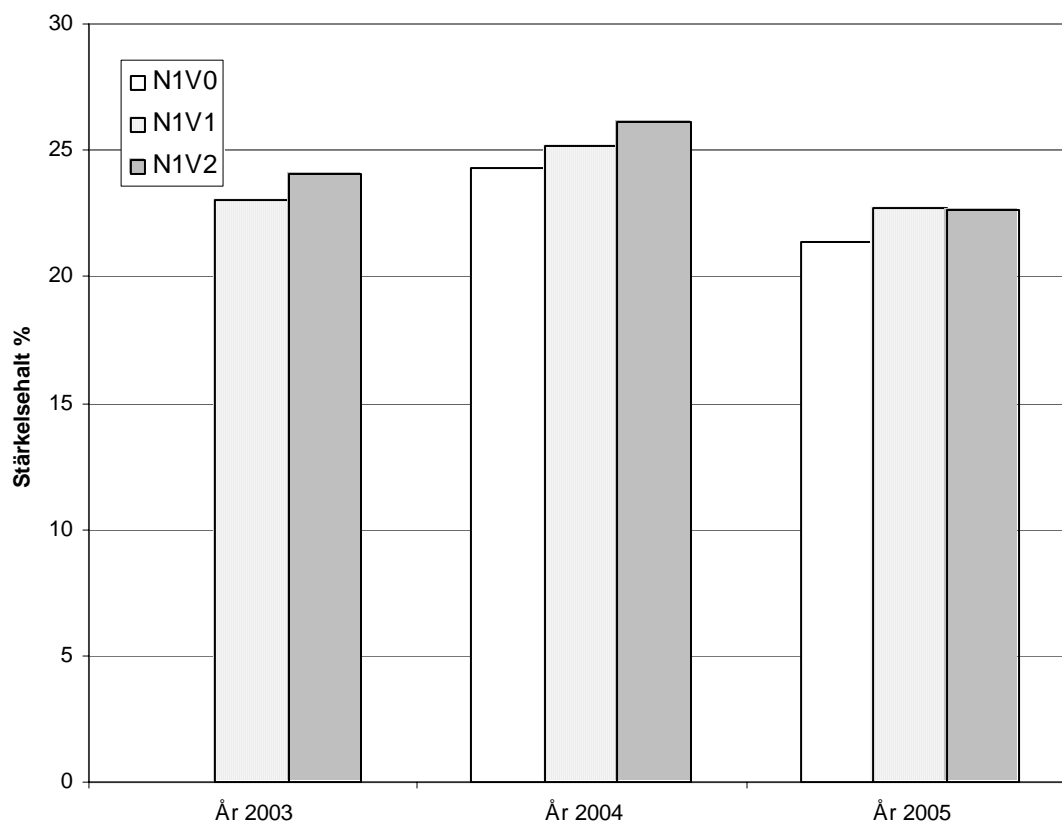
Figur 8.1.14 Parjämförelser 2004 och 2005, ogräs antal plantor/m².

Under år 2003 medförde insatser av växtskydd i fältförsöket en större knölskörd. Tillförsel av extra kväve gav snarare en skördeminskning än en skördeökning detta år (se tabellerna). Under år 2004 medförde främst extra växtskyddsinsatser en större knölskörd men även tillförsel av extra kväve gav en större knölskörd. Under år 2005 medförde insatser av växtskydd i fältförsöken en större knölskörd. (Figur 8.1.15).



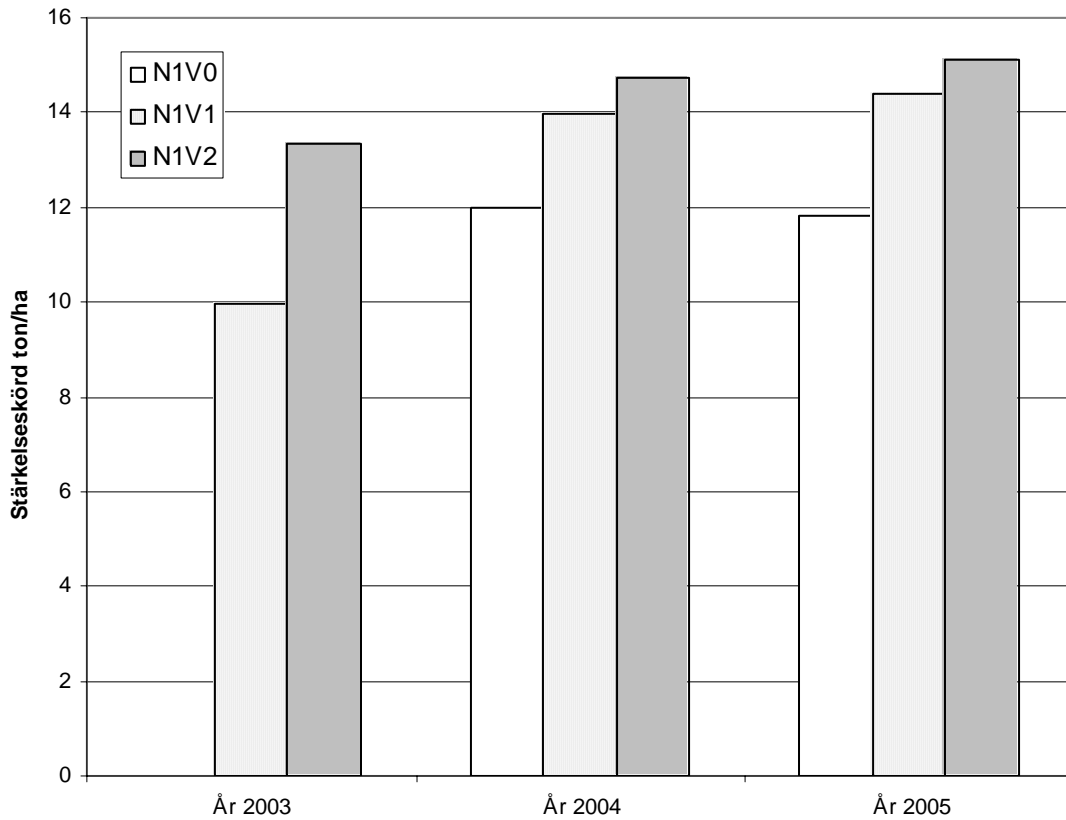
Figur 8.1.15 Fältförsöket 2003, 2004 och 2005, knölskörd ton/ha.

Under alla tre åren medförde insatser av växtskydd i fältförsöket högre stärkelsehalter. Tillförsel av extra kväve medförde en minskad stärkelsehalt (se tabellerna). (Figur 8.1.16).



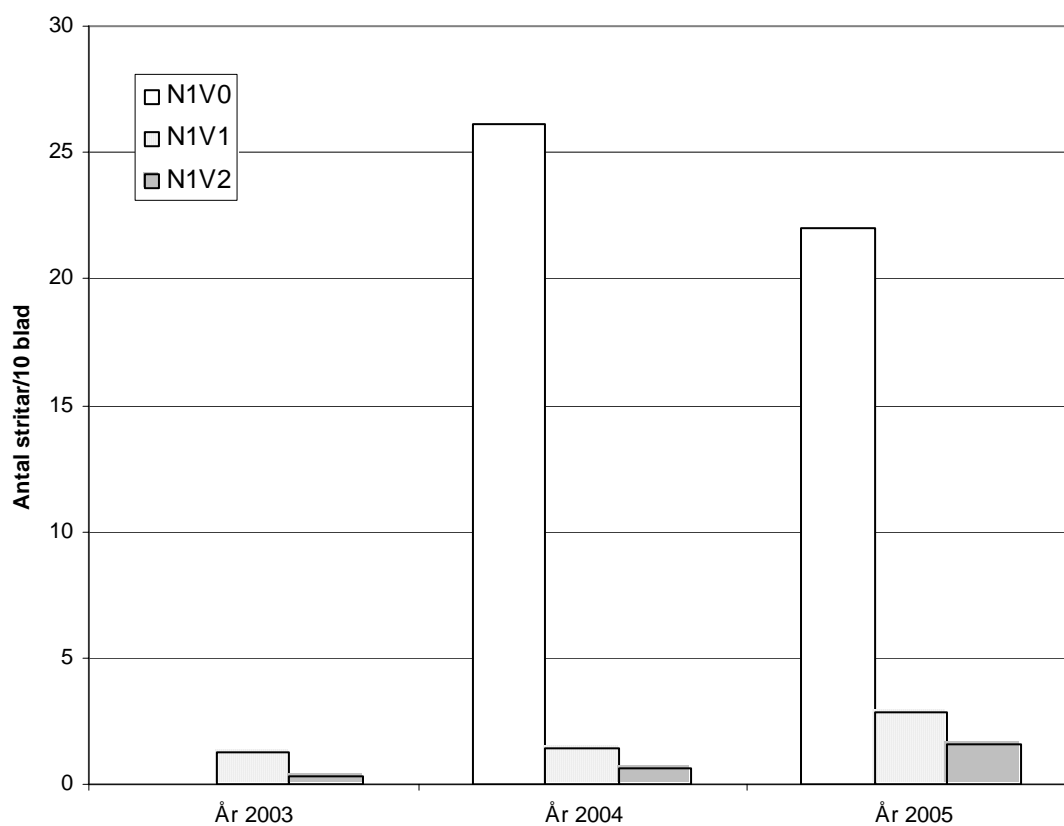
Figur 8.1.16 Fältförsöket 2003, 2004 och 2005, % stärkelsehalt.

Under alla tre åren medförde extra växtskyddsinsatser i fältförsöket högre stärkelseskörd. Tillförsel av extra kväve medförde en minskad stärkelseskörd år 2003 (se tabellerna). (Figur 8.1.17).



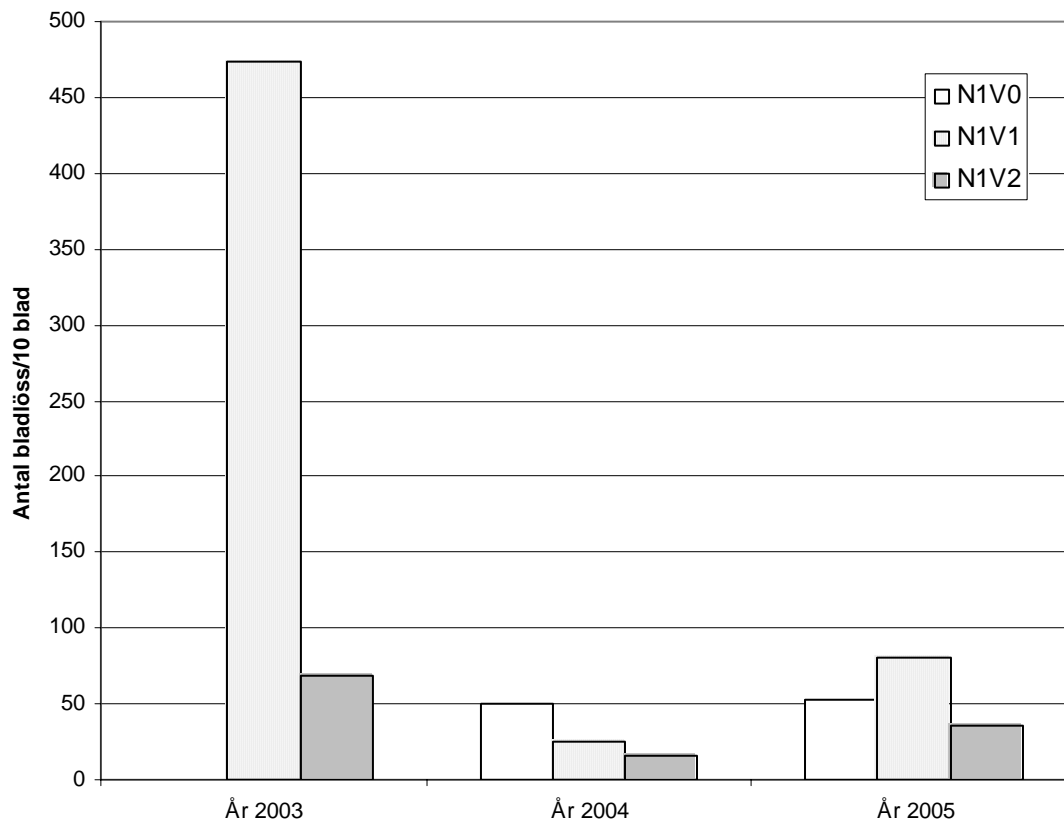
Figur 8.1.17 Fältförsöket 2003, 2004 och 2005, stärkelseskörd ton/ha.

Extra växtskyddsinsatser i fältförsöket medförde goda effekter på stritarna. (Figur 8.1.18).



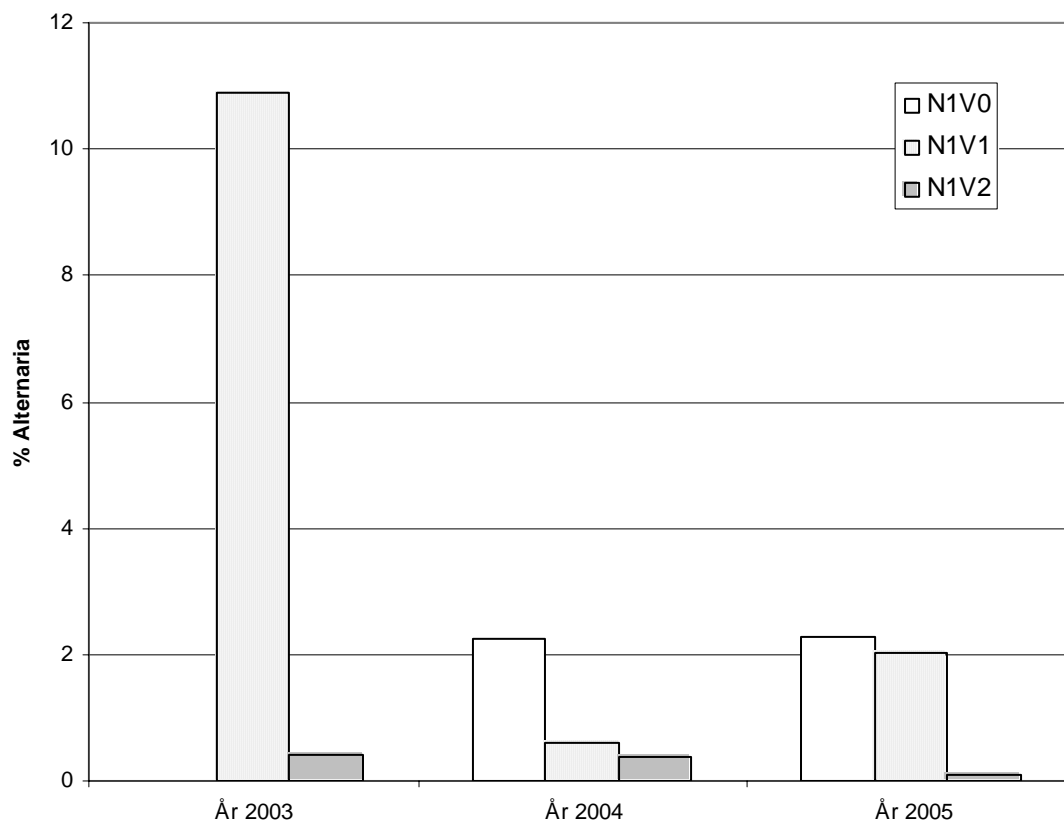
Figur 8.1.18 Fältförsöket 2003, 2004 och 2005, stritar antal/10 blad. Medeltal av flera avräkningar.

Under år 2003 medförde extra växtskyddsinsatser i fältförsöket att bladlusförekomsten begränsades. Under år 2004 och 2005 var antalet bladlöss betydligt lägre än under 2003. En uppförökning av bladlöss i led V1 (insekticid) jämfört med V0 (ingen insekticid) kunde iaktas år 2005 (Figur 8.1.19).



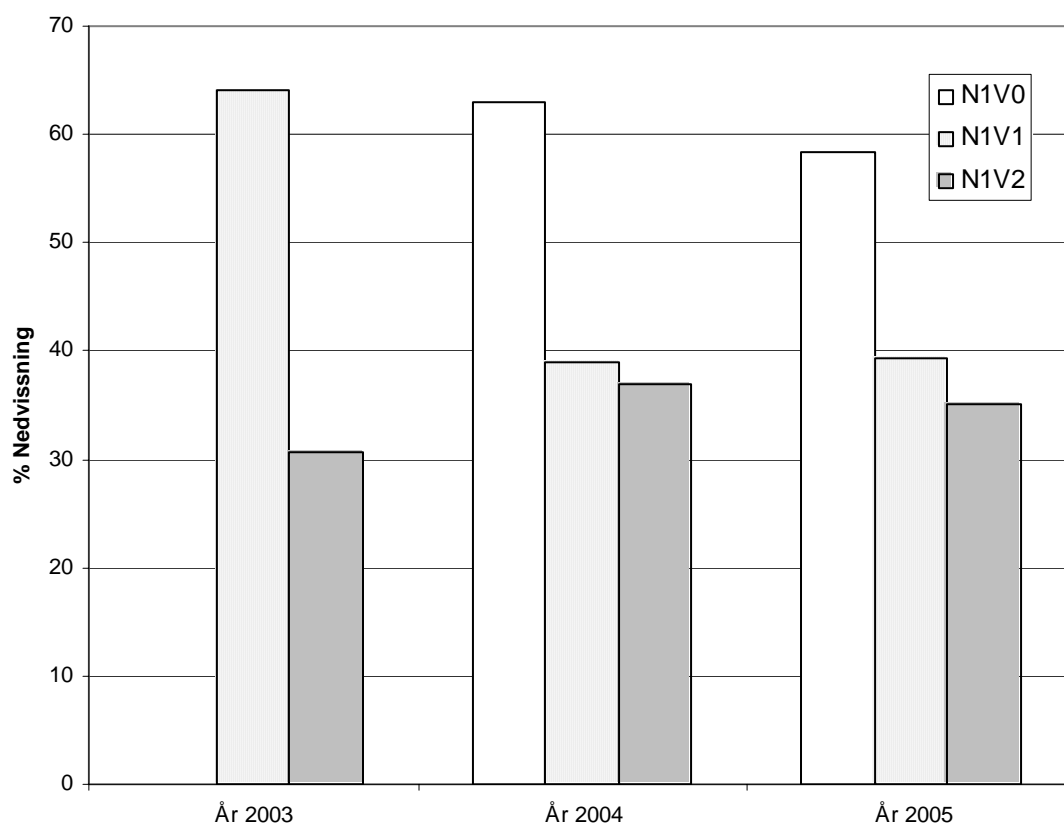
Figur 8.1.19 Fältförsöket 2003, 2004 och 2005, bladlöss antal/10 blad. Medeltal av flera avräkningar.

Under år 2003 medförde riktade behandlingar mot *Alternaria* spp. att de relativt sett stora angreppen av torrfläcksjuka minskade. Även den extra tillförseln av kväve minskade angreppet (se tabellern). Under år 2004 och 2005 var angreppen inte särskilt stora. (Figur 8.1.20).



Figur 8.1.20 Fältförsöket 2003, 2004 och 2005, *Alternaria* spp. %. Medeltal av flera graderingar.

Växtskyddets påverkan på nedvissningen är uppenbart. (Figur 8.1.21).



Figur 8.1.21 Fältförsöket 2003, 2004 och 2005, % nedvissning. Medeltal av flera graderingar.

Fältförsök 2003

Behandlingar med insekticider och fungicider hade god effekt mot stritar, bladlöss och torrfläcksjuka vilket ledde till en betydligt långsammare nedvissning av potatisgrödan. Stora skillnader erhöles med avseende på skörd och andra parametrar.

Kvävebortförelsen med knölskörden var drygt 150 kg/ha i leden med konventionellt växtskydd och drygt 200 kg/ha i leden med förstärkt växtskydd. Försöket visar att väl anpassad bevattning och åtgärder för att hålla grödan frisk leder till god avkastning och effektivt utnyttjande av kväve.

Fältförsök 2004

Under 2004 genomfördes ett fältförsök där effekten av en djupluckring till ca 50 cm jämfördes med en konventionell plöjning till ca 22 cm. försöket anledes i tre block. Mätningar och provtagningar har genomförts planenligt dvs cylindrar har tagits ut för bestämning av volymvikt, mättad vattengenomsläpplighet och rotutveckling. I försöket genomfördes även penetrometermätningar. Analyser och sammanställningar beräknas vara färdiga i början av år 2005. Om medel beviljas kommer effekter av djupluckring att studeras även under år 2005.

Skillnader mellan olika behandlingar uppgick till som mest drygt 11 ton per hektar. Behandling med insekticid medförde till exempel att merskörden av potatis blev sex ton per hektar och stärkelsehalten ökade med cirka 1 % vilket tillsammans gav 2 ton stärkelse per hektar.

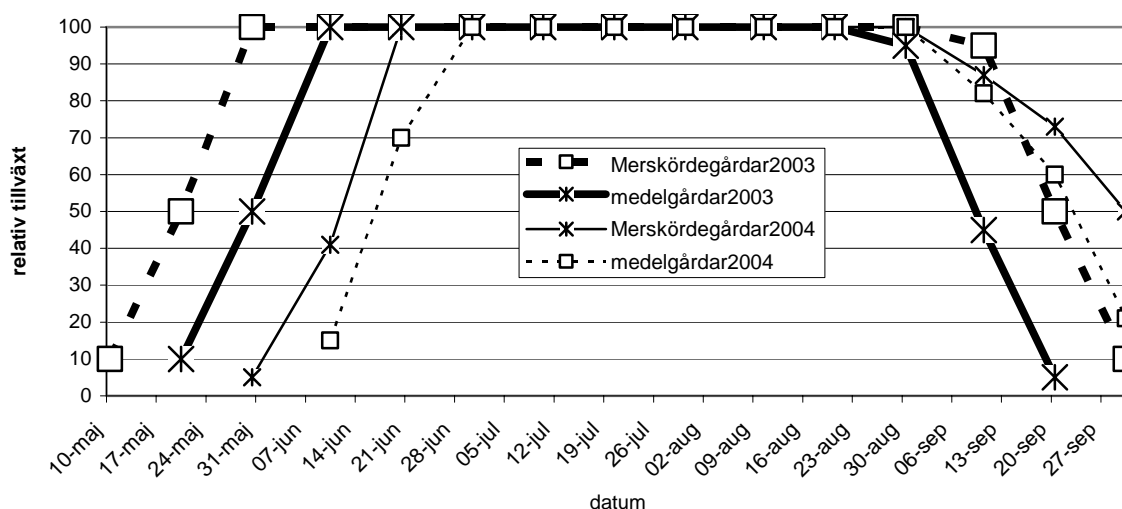
Fältförsöken 2005

Resultaten år 2005 liknar i de flesta avseenden resultaten från år 2004. Dock gav behandling med insekticider enligt V1 snarare en uppförökning av bladlöss än en bekämpning.

8.2 Stay-green

Både under 2003 och 2004 var stay-green-effekten högre på merskördegårdar än på medelskördegårdarna (se definition av mer- och medelskördegårdar under avsnittet Material och metoder, Parstudier). Stora skillnader mellan mer- och medelskördegårdar med avseende på knölskörd, stärkelsehalt och stärkelseskörd kunde påvisas. I medeltal för år 2003 hade merskördegårdarna cirka 30 ton högre knölskörd och för år 2004 drygt 10 ton/ha. Resultaten tyder på att god jordbearbetning, en tidig sättning samt rätta tidpunkter för bevattnings- och växtskyddsåtgärder grundlägger en hög skörd.

En crop-scanner testades både i försöket och i parstudien under 2004 och gav en lika god bild av nedvissningen som ockulär bedömning. Fördelen med en crop-scanner är att den ger en fullständigt objektiv bild av grödans status.



Figur 8.2.1 Relativ tillväxt på merskörde- och medelgårdar, medeltal av två par per år. Preliminära resultat.

8.3 Markvetenskapliga studier

Trots att alla fälten i de orienterande undersökningarna gödslades med ungefär samma mängd kväve skilde sig skördarna betydligt åt mellan gårdarna. Stora förluster av växtnäring är därför att vänta på gårdar med låga skördar.

Genom resultat från parstudierna framkom att jordarnas genomsläpplighet skiljde mellan de olika fälten och att detta eventuellt kan bidra till att förklara skördeskillnader mellan parstudierutorna. I fältförsöket studerades effekten av alvluckring år 2004. Detta är intressant eftersom plöjning endast görs en gång i växtföljden på denna gård. Inga stora skillnader er-

hölls dock eftersom alvluckringen inte blev den eftersträvade. I en eventuell fortsättning kommer tekniken för alvluckring att utvecklas efter dessa erfarenheter.

I det första fältförsöket år 2003 gav en extra tillförsel av kväve med 50 kg N/ha ingen mer-skörd jämfört med konventionell gödsling. Konventionell gödsling motsvarade 180 kg N/ha i form av mineralgödsel och flytgödsel på våren före sättning. År 2004 medförde däremot en extra kvävetillförsel en skördeökning på knappt 1 ton stärkelse per hektar.

På de fyra fält som år 2003 ingick i projektet togs ostörda cylinderprover ut för bestämning av den mättade vattengenomsläppligheten och torra skrymdensiteten. I varje parstudieruta grävdes en grop där cylinderprover togs ut på två nivåer, plogsuleskikt (ca 30-35 cm) samt alv (ca 45-50 cm). På varje nivå togs tre stålcylindrar ut bredvid varandra. Cylindrarna var 50 mm höga och hade diametern 72 mm. Totalt togs arton cylindrar ut på varje fält (3 x 3 x 2). I tabell 8.3.1 redovisas genomsläppligheten för varje nivå.

Tabell 8.3.1 Mättad genomsläpplighet (cm/h). Geometriskt medelvärde av 3 cylindrar/nivå

Rutnr.	Nivå	Par 1		Par 2	
		Vittskövle	Ö Sönnarslöv	Trolle-Ljunby	Furulund
1	30-35	4,0	2,1	14,6	4,0
2	30-35	6,7	0,9	3,7	7,6
3	30-35	2,1	2,7	6,6	14,2
1	45-50	8,9	4,9	24,9	13,1
2	45-50	5,1	3,1	8,1	28,0
3	45-50	5,0	7,5	2,1	31,6

I tabell 8.3.2 redovisas den sammanvägda genomsläppligheten i skiktet 30 - 50 cm. Plogsulans tjocklek antogs till 30 - 35 cm och alvens till 35 - 50 cm. Därefter beräknades K-värdet för skiktet 30 - 50 cm enligt formeln: $K_{30-50} = 20/(5/K_{plogsula} + 15/K_{alv})$.

Tabell 8.3.2 Mättad genomsläpplighet (cm/h) i skiktet 30-50 cm

Rutnr.	Par 1		Par 2	
	Vittskövle	Ö Sönnarslöv	Trolle-Ljungby	Furulund
1	6,8	3,7	21,2	8,4
2	5,4	1,9	6,2	16,8
3	3,7	5,2	2,6	24,2

I tabell 8.3.3 redovisas den torra skrymdensiteten.

Tabell 8.3.3 Torr skrymdensitet (g/cm³). Aritmetiskt medelvärde av 3 cylindrar/nivå

Rutnr.	Nivå	Par 1		Par 2	
		Vittskövle	Ö Sönnarslöv	Trolle-Ljunby	Furulund
1	30-35	1,53	1,65	1,50	1,64
2	30-35	1,43	1,70	1,43	1,68
3	30-35	1,52	1,60	1,47	1,65
1	45-50	1,47	1,64	1,53	1,65
2	45-50	1,42	1,63	1,51	1,71
3	45-50	1,45	1,55	1,50	1,65

Skillnaderna i genomsläpplighet mellan pargårdarna var ej statistiskt säkra. I paret Vittskövle - Christinelund var genomsläppligheten högre på medelgården i två av tre parstudierutor. I paret Trolle Ljungby - Furulund var förhållandet omvänt med högre genomsläpplighet på plusgården i två parstudierutor av tre.

Den torra skrymdensiteten var högre på plusgårdarna i båda paren.

På de sex fält som år 2004 ingick i projektet togs ostörda cylinderprover ut för bestämning av den mättade vattengenomsläppligheten och torra skrymdensiteten. I varje parstudieruta grävdes tre gropar där cylinderprover togs ut på två nivåer, plogsuleskikt (ca 30-35 cm) samt alv (ca 45-50 cm). På varje nivå togs ett prov ut i varje grop. Cylindrarna var 50 mm höga och hade diametern 72 mm. Totalt togs arton cylindrar ut på varje fält (3 x 3 x 2). I tabell 8.3.4 redovisas genomsläppligheten för varje nivå.

Tabell 8.3.4 Mättad genomsläpplighet (cm/h). Geometriskt medelvärde av 3 cylindrar/nivå

Yta	Nivå	Par 1		Par 2		Par 3	
		Vittskövle	Ö Sönn.	Trolle-L.	Furulund	Karsholm	Hönnedal
1	30-35	2,2	3,9	6,3	13,0	11,6	0,0
2	30-35	11,4	0,8	5,4	16,7	2,7	0,7
3	30-35	7,0	5,4	8,9	13,7	5,0	0,7
Medel ¹	30-35	6,8	3,4	6,9	14,5*	6,4	0,5
1	45-50	1,0	11,7	4,6	3,6	3,7	0,0
2	45-50	6,8	9,8	8,6	23,0	3,6	0,1
3	45-50	3,4	13,3	5,5	26,1	0,8	0,3
Medel ¹	45-50	3,7	11,6*	6,2	17,6	2,7	0,1

¹Aritmetiskt fältmedelvärde beräknat från de geometriska ytmedelvärdena

I tabell 8.3.5 redovisas den sammanvägda genomsläppligheten i skiktet 30 - 50 cm. Plogsulans tjocklek antogs till 30 - 35 cm och alvens till 35 - 50 cm. Därefter beräknades K-värdet för skiktet 30 - 50 cm enligt formeln: $K_{30-50} = 20/(5/K_{plogsula} + 15/K_{alv})$.

Tabell 8.3.5 Mättad genomsläpplighet (cm/h) i skiktet 30-50 cm

Yta	Nivå	Par 1		Par 2		Par 3	
		Vittskövle	Ö Sönn.	Trolle-L.	Furulund	Karsholm	Hönnedal
1	30-50	1,2	7,8	5,0	4,4	4,5	0,0
2	30-50	7,6	2,5	7,5	21,0	3,3	0,1
3	30-50	3,9	9,7	6,1	21,3	1,0	0,3
Medel ¹	30-50	4,2	6,7	6,2	15,6	2,9	0,1

I tabell 8.3.6 på nästa sida redovisas den torra skrymdensiteten.

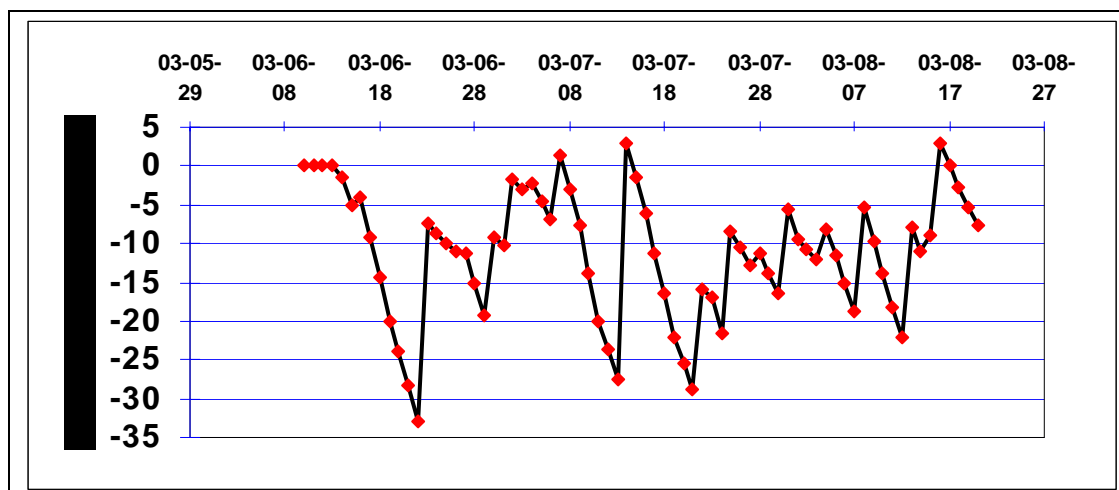
Tabell 8.3.6 Torr skrymdensitet (g/cm^3). Aritmetiskt medelvärde av 3 cylindrar/nivå.

Yta	Nivå	Par 1		Par 2		Par 3	
		Vittskövle	Ö Sönn.	Trolle-L.	Furulund	Karsholm	Hönnedal
1	30-35	1,52	1,60	1,38	1,49	1,37	1,62
2	30-35	1,50	1,67	1,38	1,53	1,55	1,56
3	30-35	1,51	1,60	1,44	1,55	1,42	1,43
Medel ¹	30-35	1,51	1,63**	1,40	1,52**	1,45	1,54
1	45-50	1,55	1,54	1,44	1,53	1,57	1,73
2	45-50	1,53	1,53	1,35	1,52	1,57	1,68
3	45-50	1,43	1,46	1,40	1,53	1,73	1,63
Medel ¹	45-50	1,50	1,51	1,39	1,52**	1,62	1,68

Den mättade genomsläppligheten i plogsuleskiktet var högre på medelgårdarna i par ett och par tre. I alven var genomsläppligheten högre på merskördegårdarna i par ett och par två. Det var dock endast i alven i par ett och i plogsulan i par två som skillnaderna var statistiskt säkra och i båda dessa fall var genomsläppligheten högst hos merskördegården.

Den torra skrymdensiteten var högre eller något högre på merskördegårdarna i samtliga par. Skillnaderna var statistiskt signifikanta (två stjärnor) i plogsuleskiktet i par ett och i både plogsula och alv i par två. Vid en statistisk jämförelse mellan medelgårdar och merskördegårdar var den högre skrymdensiteten hos merskördegårdarna statistiskt säkra i plogsuleskiktet.

Fältförsöket i potatis vid Vittskövle bevattades med ramp vid 7 tillfällen från 23 juni till 13 augusti. Bevattningen baserades på mätning av avdunstning och nederbörd. Mätning av avdunstningen gjordes med Anderssons modifierade evaporimeter. Från den 20 juni antogs att grödans evapotranspiration motsvarade avdunstningen från mätaren (faktor 1,0). Som framgår av figuren anpassades bevattningen väl till uttorkningen i rotzonen. Underskottet var cirka 30 mm som mest. Grödan bör inte ha varit utsatt för vattenbrist någon gång under bevattningsperioden.



Figur 8.3.1 Vattenbalans i rotzonen för försöket vid Vittskövle 2003.

Tabell 8.3.7 Summerad avdunstning, nederbörd, bevattning och avrinning år 2003

Summer för perioden	Avdunstning mm	Nederbörd mm	Bevattning mm	Antal bevattningar	Avrinning mm
10/6-20/8	225	94	140	7	8

Vid skörden uttogs knölprover ledvis. Proverna analyserades med avseende på torrsubstanshalt och kvävehalt. Analysresultaten framgår av tabell 8.2.8.

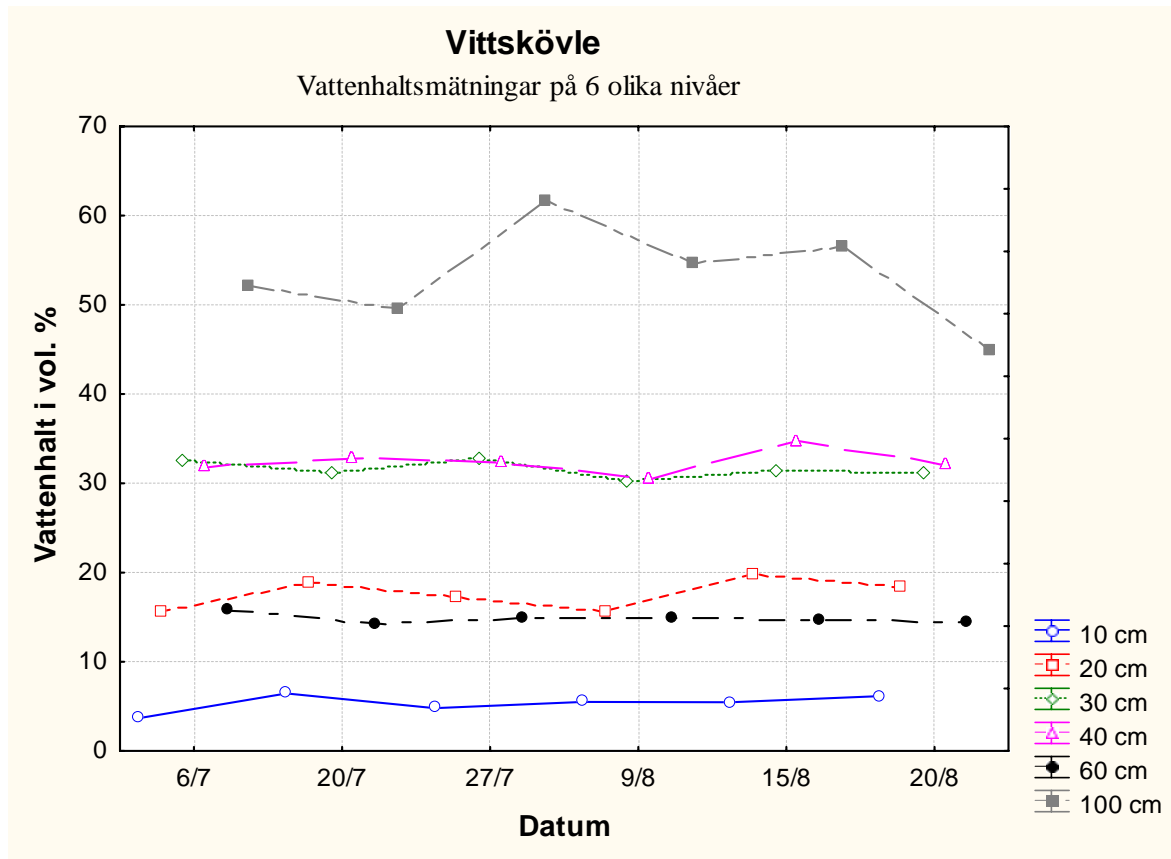
Hela försöket gödslades med 25 kubikmeter svinflytgödsel per hektar i mars. N1-leden kvävegödslades med 50 kg/ha före sättningen och med 90 kg/ha i mitten av juni dvs totalt 140 kg handelsgödsel per hektar. N2-leden fick ytterligare 50 kg/ha i början av juli. Tilläggs-givan N2 gav dock ingen skördeökning utan snarare lägre skörd. Mätning med kalksalpetermätaren visade att grödan var välförsörjd med kväve varför den extra tilläggs-givan var onödig.

Tabell 8.3.8 Kvävebortförsel med knölskörden i de olika försöksleden.

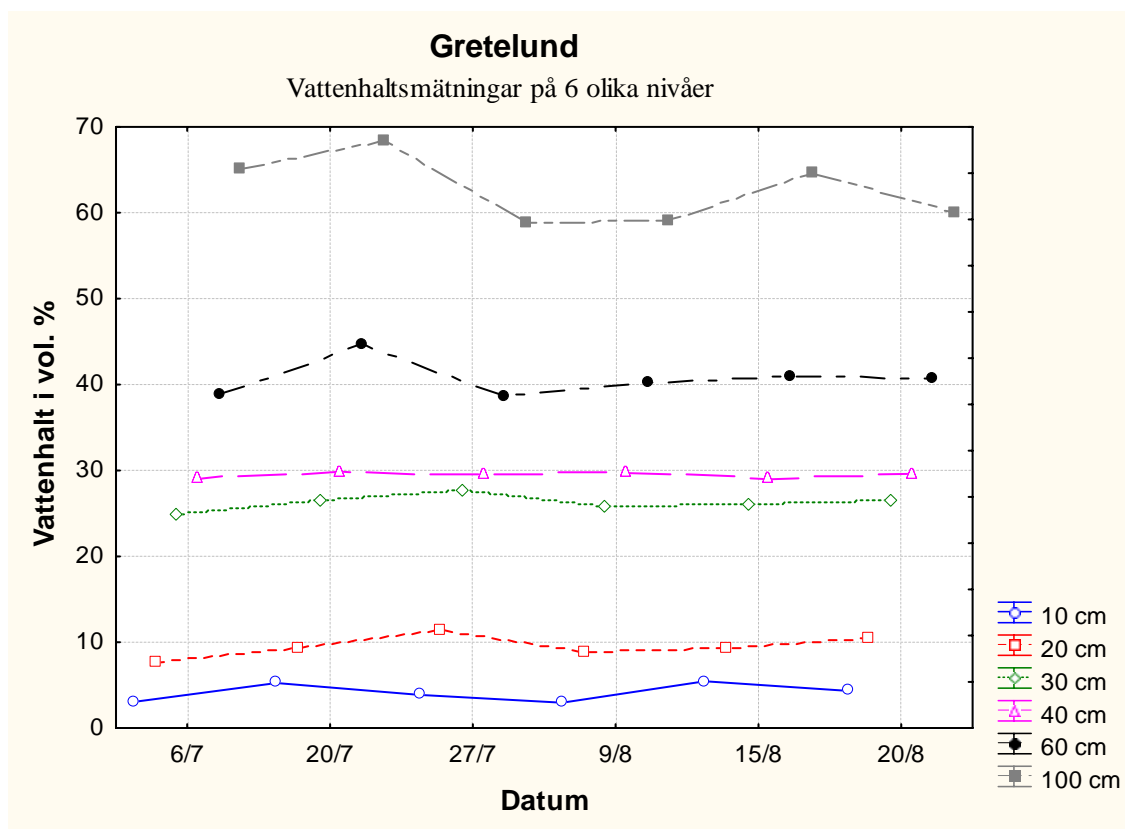
Försöksled	Knölskörd, t/ha	Ts-halt, %	Ts-skörd, t/ha	N-halt, %	Kväve i knölskörden, kg/ha
N1V1	42,6	31,4	13,4	1,15	154
N1V2	57,7	32,0	18,1	1,12	203
N2V1	38,6	31,1	12,0	1,28	154
N2V2	53,9	31,7	17,1	1,28	219

Kvävebortförseln med knölskörden var drygt 150 kg/ha i leden med konventionellt växtskydd och drygt 200 kg/ha i leden med förstärkt växtskydd. Försöket visar att väl anpassad bevattning och åtgärder för att hålla grödan frisk leder till god avkastning och effektivt utnyttjande av kväve.

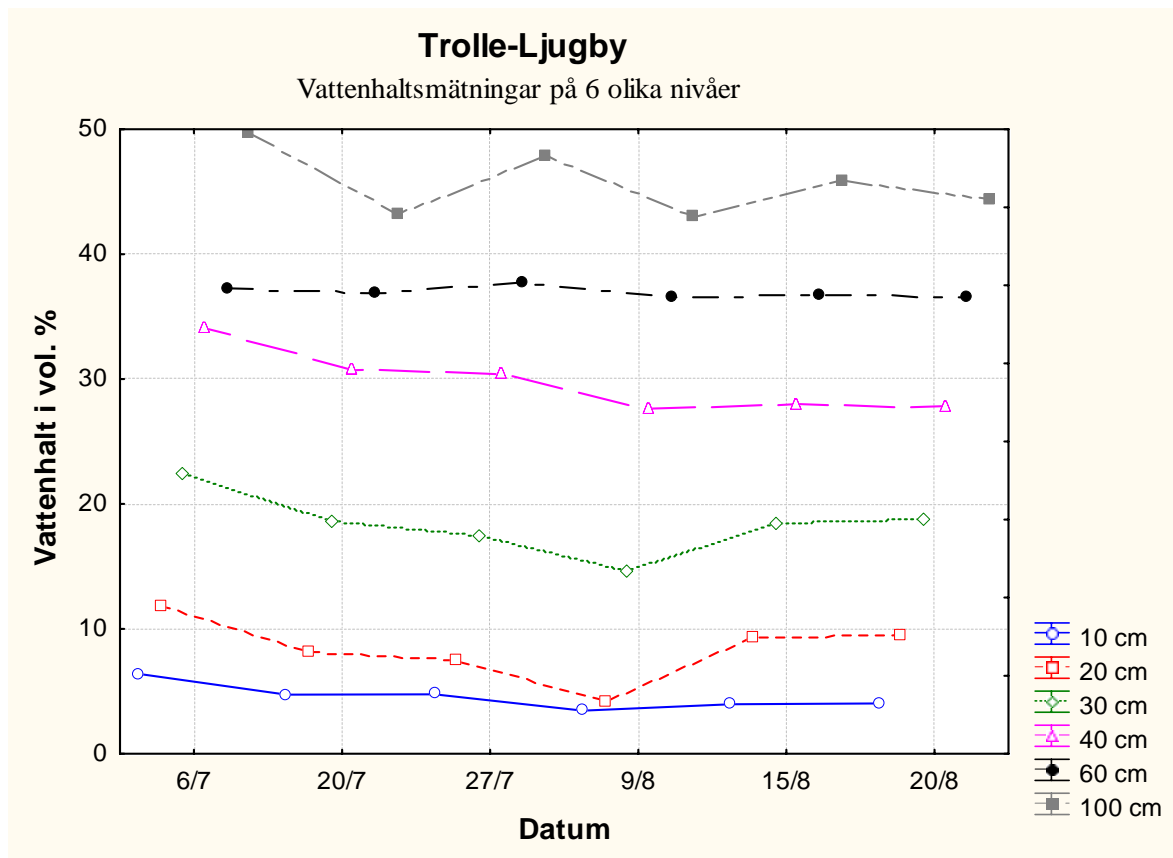
I det närliggande parförsöket blev knölskörden 34,2 ton/ha, torrsubstanshalten 28,55 % och kvävehalten i knölskörden 1,465 %. Kvävebortförsel med knölskörden blev 143 kg/ha. Fältet hade gödslats med 25 ton svinflytgödsel per hektar och $47 + 103 = 150$ kg handelsgödsel-kväve per hektar.



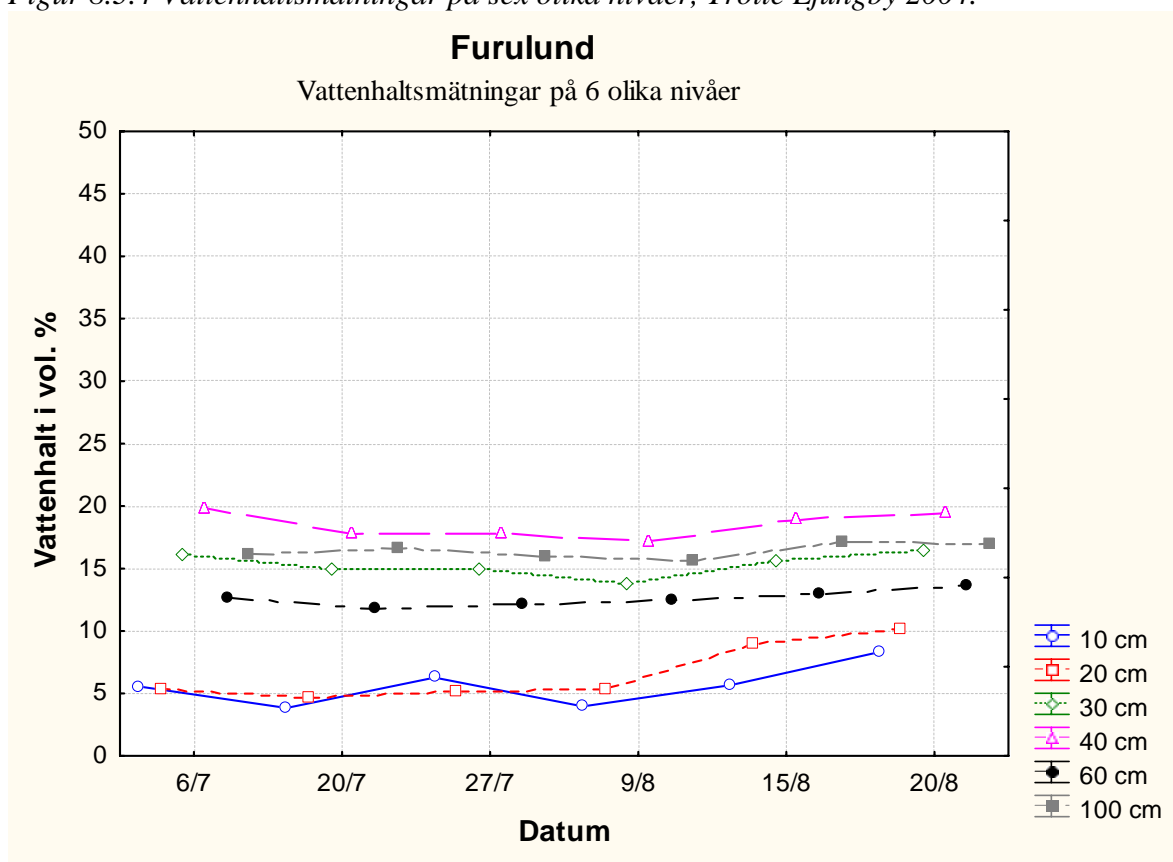
Figur 8.3.2 Vattenhaltsmätningar på sex olika nivåer, Vittskövle 2004.



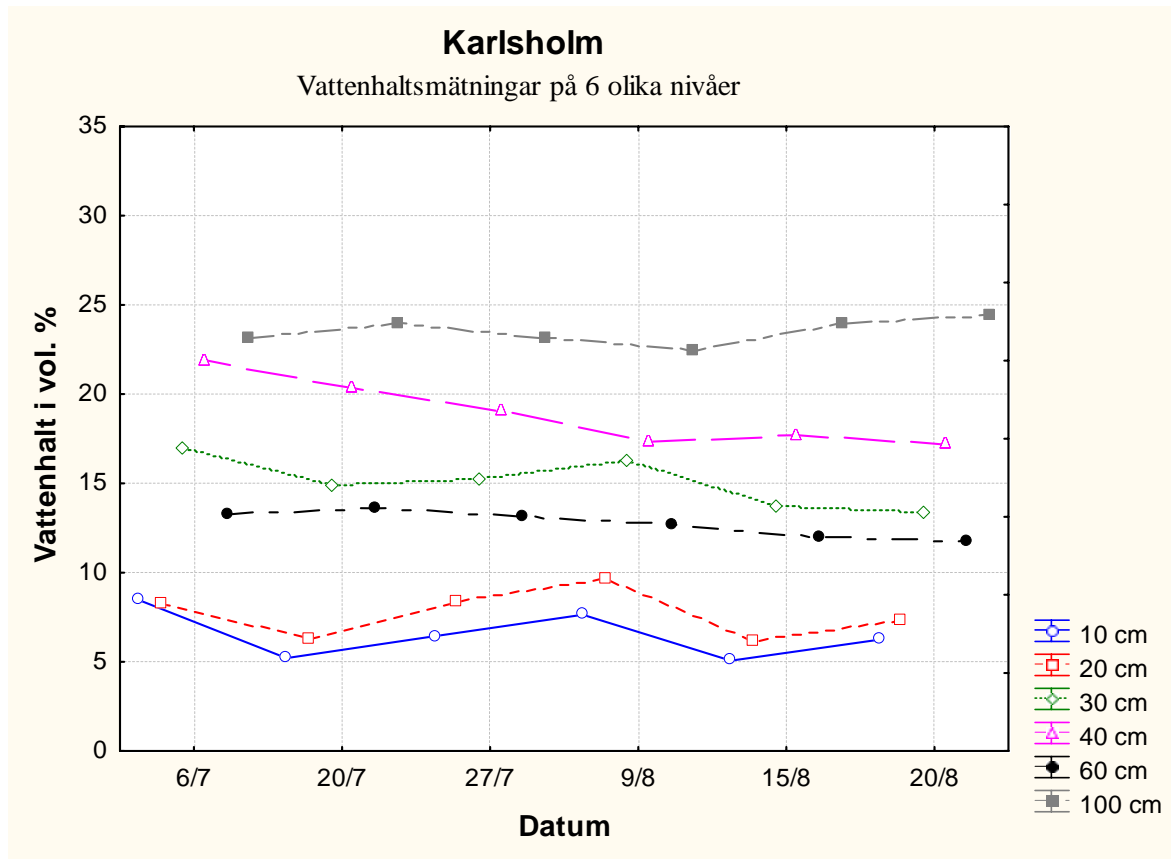
Figur 8.3.3 Vattenhaltsmätningar på sex olika nivåer, Ö Sönnarslöv 2004.



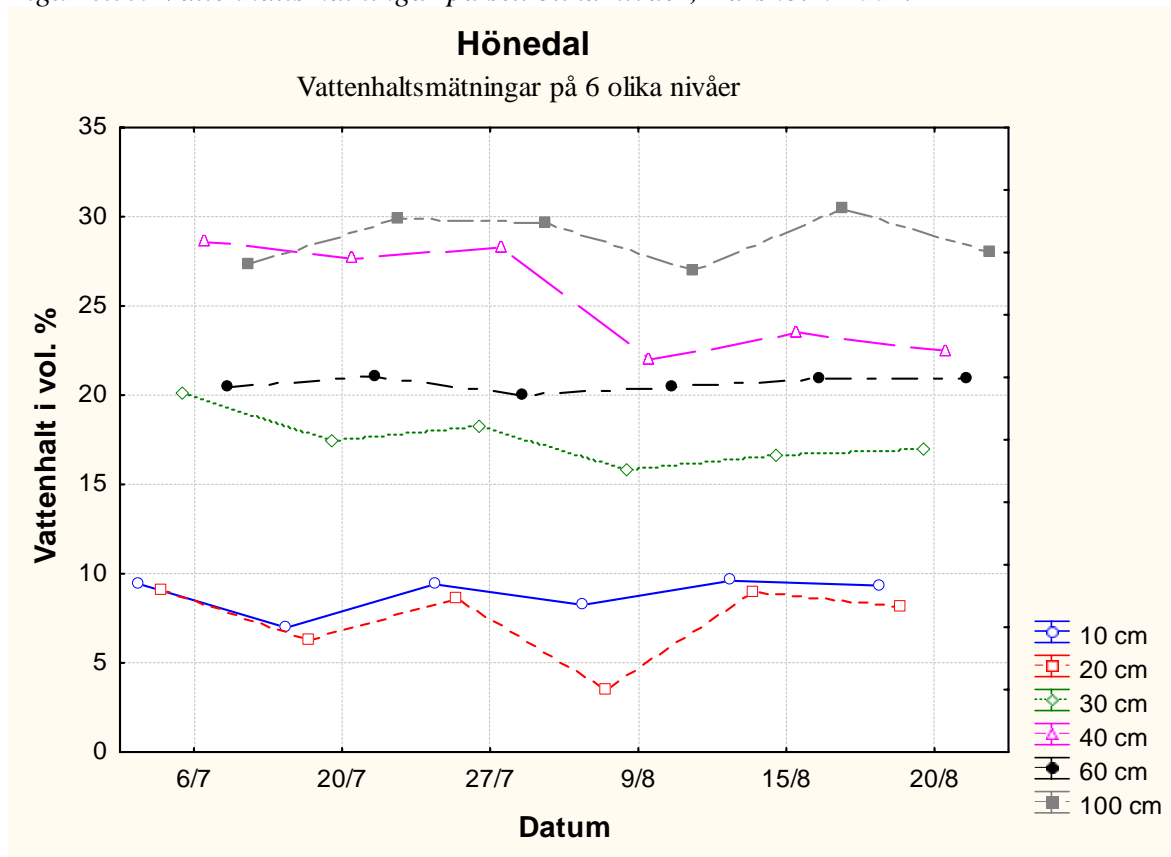
Figur 8.3.4 Vattenhaltsmätningar på sex olika nivåer, Trolle Ljungby 2004.



Figur 8.3.5 Vattenhaltsmätningar på sex olika nivåer, Furulund 2004.



Figur 8.3.6 Vattenhaltsmätningar på sex olika nivåer, Karlsholm 2004.



Figur 8.3.7 Vattenhaltsmätningar på sex olika nivåer, Hönedal 2004.

8.4 Växtskyddsvetenskapliga studier

Förekomsten av skadegörare skilde markant mellan medel- och merskördegårdarna i de olika paren under 2003. Odlarna på merskördegårdarna lyckades bäst med att bekämpa skadegörarna även om antalet insatser inte skilde nämnvärt mot det antal som gjordes på medelskördegårdarna.

Potatisgrödans relativa tillväxt var högre för merskördegårdarna både tidigt och sent under säsongen, dock mer uttalat under 2003 än under 2004. Skillnaden berodde bland annat på vilka växtskyddsåtgärder som gjordes men också när de gjordes. Ogräs avräknades och vägdes under 2004. Skillnaderna var slående mellan mer- och medelskördegårdar.

Medelgårdarna sprutade lika mycket med insekticider som merskördegårdarna 2003 men spruttillfällena kom för sent vilket innebar dåliga effekter och ett dåligt utnyttjande av bekämpningsmedel. Under 2004 har medelgårdarna insett betydelsen av bekämpningstidpunkt och fått en betydligt bättre effekt av insektsbekämpningen.

Försöket 2004 visade på en merskörd för insekticid med 6 ton potatis och ökad stärkelsehalt med ca 1% vilket tillsammans gav 2 ton merskörd i stärkelse.

Försöket 2003

Ledet med normalt växtskydd har sprutats två gånger med Sumi-alpha och ledet med förstärkt växtskydd har sprutats tre gånger med Sumi-alpha och en gång med Aztek mot bladlössen.

Effekten mot stritar blev tillfredsställande både i normalt och förstärkt växtskydd. Effekten mot bladlöss i normalt växtskydd utan Aztek blev dålig.

8.5 Växtnäringsproportioner och tillväxtdata

För potatis (se Pre. potatis i tabellen) anges värdena funna i våra orienterande undersökningar men de skall betraktas som mycket preliminära.

Gröda	N	P	K	S	Mg	Ca	B	Cu	Mn	Fe	Zn
Potatisknöl	100	14	140	11	11	-	0.06	0.02	0.04	-	-
Potatisblast	100	5	121	10	10	-	0.14	0.02	0.12	-	-
Pre. potatis	100	14	95	6	15	15	0.05	0.05	-	0.4	0.10

Metodik att odla potatis i klimatkammare utvecklades. Bäst fungerade meristemförökat material, ett material som vi fick från SPU AB i Umeå, samt småplantor från knölar. Sorten Kardal hade ett något annat växtsätt än sorterna Bintje och Prevalent vilket dock inte orsakade några större bekymmer vid uppodling av småplantsmaterial. En annan skillnad var att det tog något längre tid att odla fram sticklingar från meristemplantor av Kardal än av Bintje och Prevalent. Därmed finns nu förutsättningar att kunna fastställa potatisplantans krav på optimal näringslösning. Undersökningarna visade att man kan förvänta sig att potatisplantorna har kapacitet för att fördubbla sin biomassa på cirka 2,5 dagar om tillförseln och upptagningen av näringsämnen optimeras. Den omgivningsfaktor som förmodligen mest avgjorde näringsämnens tillgänglighet för upptagning är pH. Det som genomgående observerades var att pH successivt steg under potatisplantornas initiala tillväxt till 7,0-7,5 varefter det svängde kring detta värde. Att pH steg kan endast förklaras med växtens aktivitet, dvs. växtens förmåga att höja pH. Samma tendenser när det gäller pH observerades för Kardal, Bintje och Prevalent. En preliminär analys av optimala näringsproportioner för Kardal genomfördes. En verifiering och injustering av optimala näringsproportioner genom ytterligare experiment är planerade inom

detta projekt. Fortsatt forskning är också nödvändig för att studera inverkan av begränsande faktorer som pH, temperatur, ljus etc.

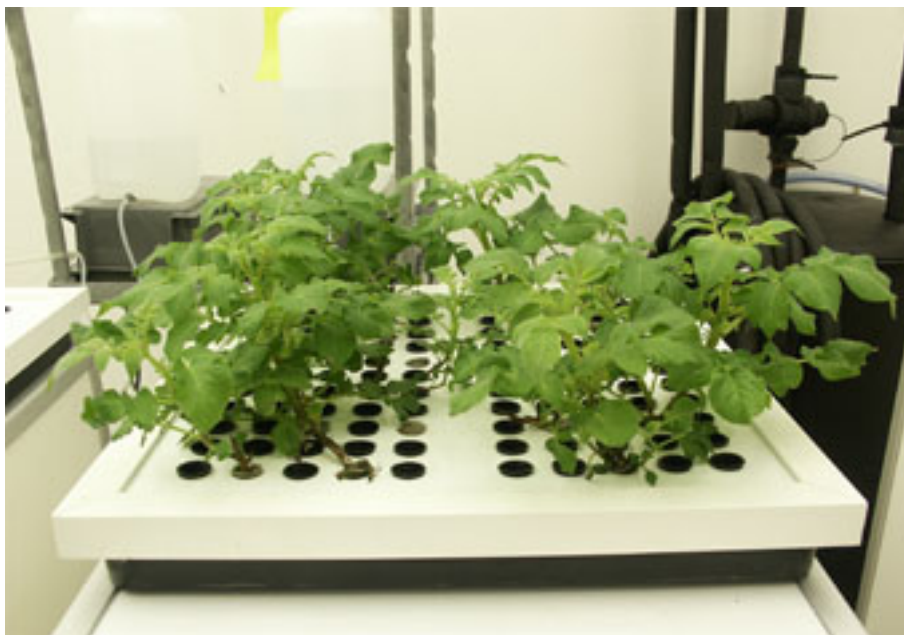
Samma tendenser när det gäller pH har observerats för alla tre sorterna, Kardal, Bintje och Prevalent. En preliminär analys av optimala näringsproportioner för Kardal genomfördes.

Sättpotatis

I de tre försök som genomfördes i plastlådor, för att få fram potatisknölar med skott och rötter, utvecklades endast rötter på ett fåtal av skotten. Efter ett tag började skott och knölar att ruttna. Det förekom även svamp på knölar. Potatisknölar som desinficerats med klorin blev också svampangripna. För att denna metod ska kunna bli användbar måste den utvecklas vidare.

I de fyra försök som genomfördes genom att placera sättpotatis direkt i odlingsenheter (*första metoden*) lyckades det inte under de betingelser som användes att få fram rötter på skotten. Detta beroende på att skott och knölar ruttade innan rötter hunnit utvecklas. Svamp förekom på potatisknölar. Även de knölar som desinficerats med klorin blev svampangripna. I det försök (*andra metoden*) där potatisknölar placerades i en odlingsenhet och ett längre skott stacks upp genom hål i odlingsenhetens lock lyckades det inte heller att få fram rötter under de förhållanden som användes. Knölar började också i detta försök att ruttna innan rötter hunnit utvecklas. Även dessa metoder måste alltså utvecklas vidare om de ska kunna användas.

Att ta skott ifrån potatisknölar och sedan plantera dem direkt i en odlingsenhet (*tredje metoden*) visade sig kunna fungera. Efter 13 dagar hade rötter utvecklades ifrån skotten. Näringslösningen byttes mot ny som därefter sprayades kontinuerligt. Efter ytterligare två veckor avbröts försöket, figur 4. Antalet plantor var för få för att någon analys av tillväxten kunde göras.



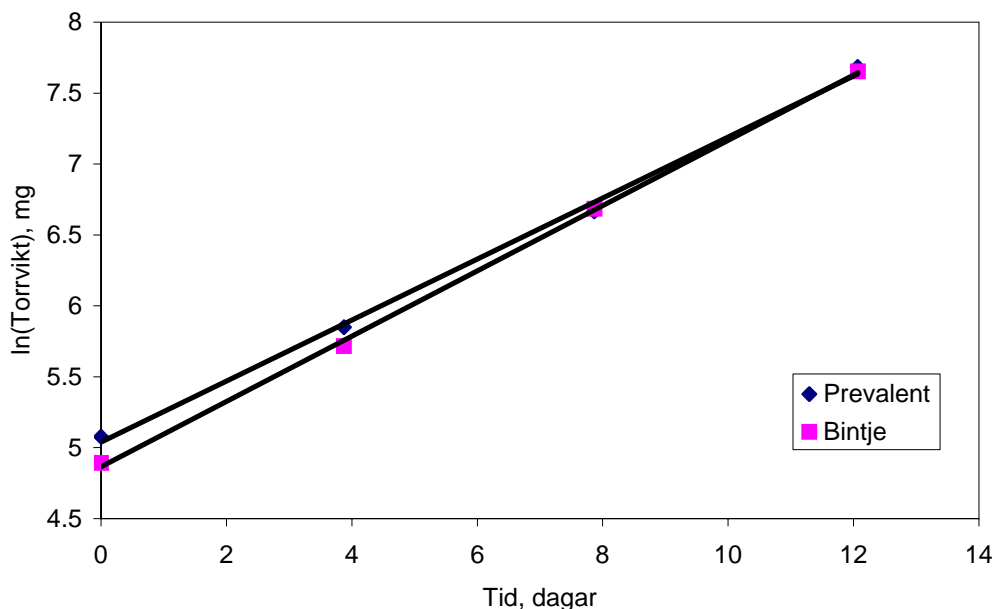
Figur 8.5.1 Potatisplantor utvecklade från skott tagna direkt från potatisknölar.

Meristemförökat växtmaterial

Hela meristemförökade plantor som direkt planterades i odlingsenhet (*första metoden*) utvecklades till plantor som är väl användbara för analys av tillväxt. Försöken avbröts efter 12 dagar. Fyra skördar togs för analys av tillväxthastigheten. Den relativa tillväxthastigheten, R_G , bestämdes till $0.22 \text{ g g}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($r^2=0.998$) för sorten Prevalent och till $0.23 \text{ g g}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($r^2=0.999$) för sorten Bintje, figur 5.

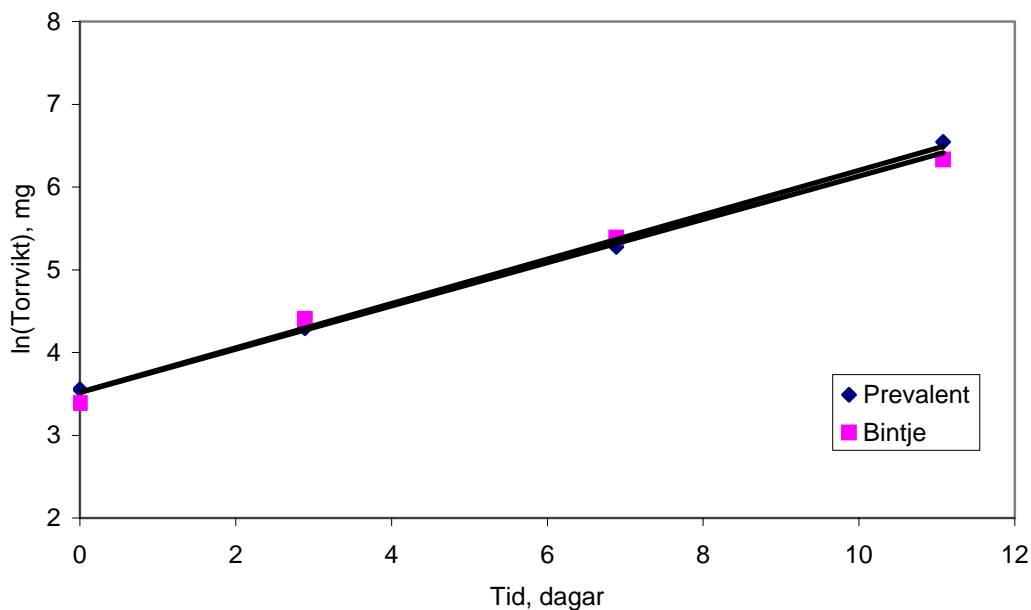
Att klippa av alla skott utom ett, det minsta, innan plantan planteras i en odlingsenhet (*andra metoden*) fungerade även detta. Antalet plantor var dock för få för att någon analys av tillväxten kunde göras.

Metoden att klippa av samtliga skott innan resten av plantan planterades i en odlingsenhet (*tredje metoden*) fungerade inte. Nya skott utvecklades dock men tillväxten avstannade. Denna metod måste vidareutvecklas för att kunna användas.



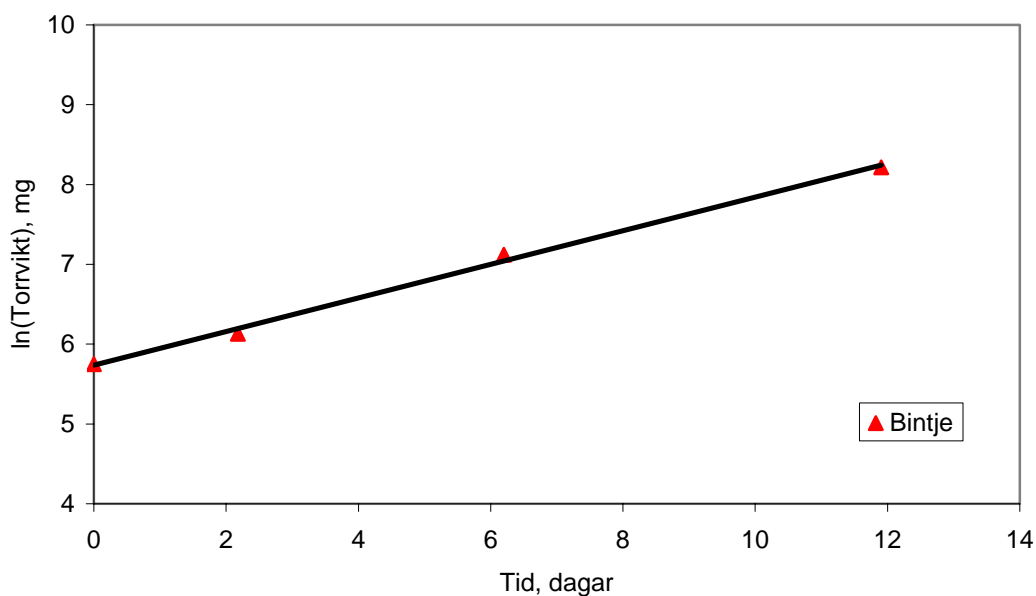
Figur 8.5.2 Tillväxtkapacitet för meristemförökade potatisplantor av sorten Bintje och Prevalent. I försöket användes hela meristemförökade potatisplantor

Att ta toppskott från meristemförökade plantor och direkt plantera dem i en odlingsenhet (*fjärde metoden*) fungerade också. Efter 2-3 dagar i odlingsenhet observerades de första rötterna. Fyra stycken skördar togs och den relativa tillväxthastigheten, R_G , bestämdes till $0.27 \text{ g g}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($r^2=0.998$) för sorten Prevalent och till $0.26 \text{ g g}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($r^2=0.990$) för sorten Bintje, figur 6.



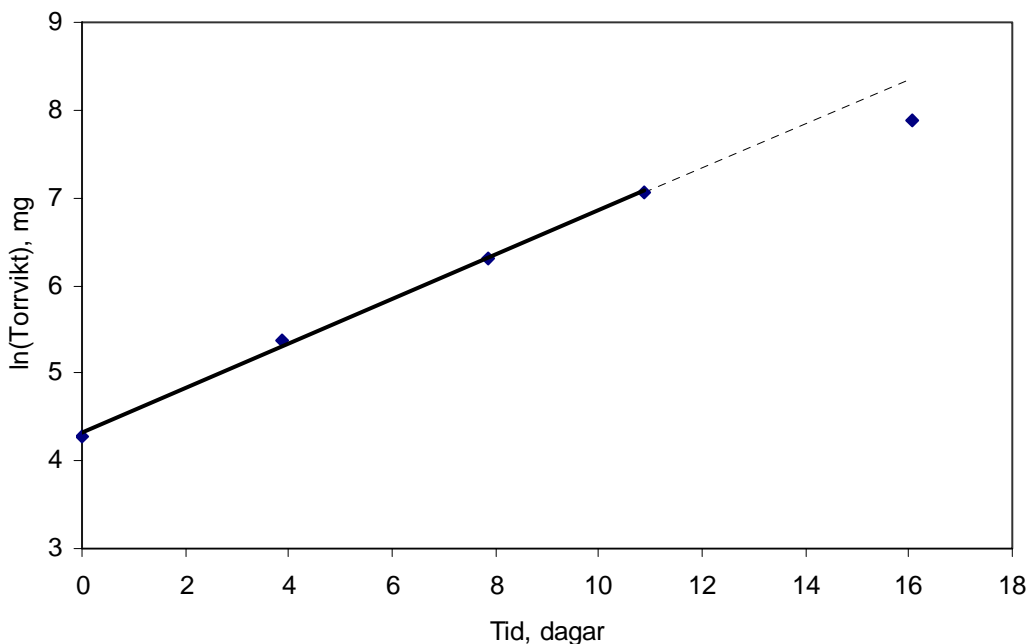
Figur 8.5.3 Tillväxtkapacitet för meristemförökade potatisplantor av sorten Bintje och Prevalent. I försöket användes toppskott tagna från meristemförökade potatisplantor. Prevalent och Bintje planterades i samma odlingsenhet.

Metoden att ta sticklingar från moderplantor (uppodlade från meristemförökade plantor) och plantera dem direkt i en odlingsenhet (*första metoden*) fungerade också bra. Efter 2-3 dagar observerades de första rötterna. Fyra stycken skördar genomfördes och den relativa tillväxthastigheten, R_G , bestämdes till $0.21 \text{ g g}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($r^2=0.997$), figur 7.



Figur 8.5.4 Tillväxtkapacitet för potatisplantor av sorten Bintje. I försöket användes sticklingar tagna från moderplantor (uppodlade från meristemförökade plantor).

Metoden att ta sticklingar från moderplantor (uppodlade från meristemförökade plantor) och först låta dem rota sig i krukor med odlingsmedium bestående av Vermiculite innan de planteras i odlingsenhet (*andra metoden*) fungerade också bra. Fem stycken skördar kunde tas och den relativa tillväxthastigheten, R_G , bestämdes till $0.25 \text{ g g}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($r^2=0.999$) för de första fyra skördarna. Efter det fjärde skördetillfället minskade tillväxten. Därför har data från detta skördetillfälle inte tagits med i beräkningen, figur 8.

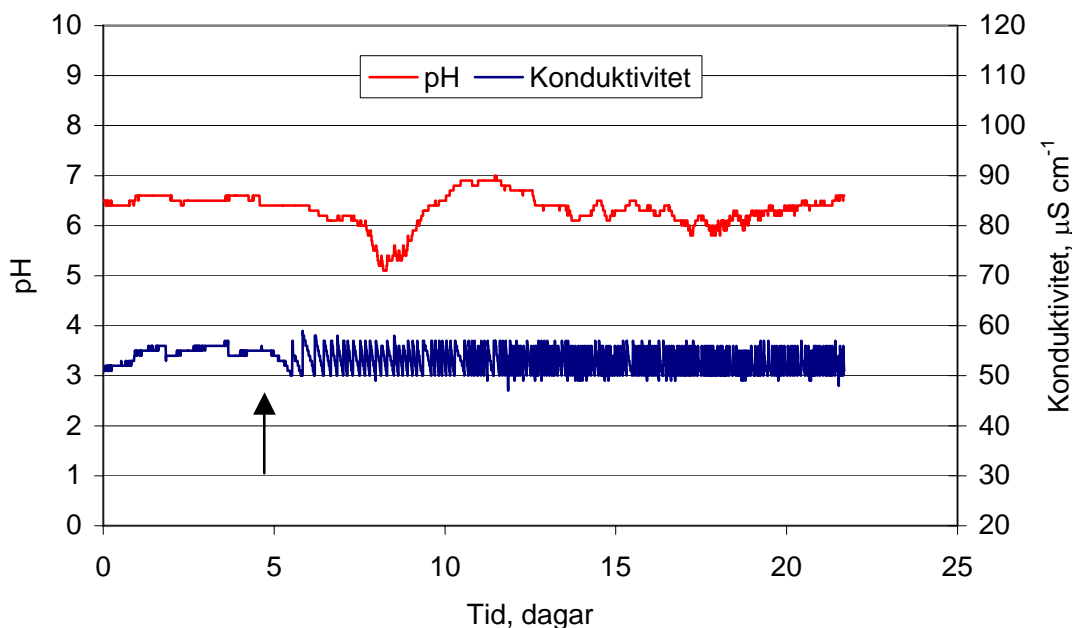


Figur 8.5.5 Tillväxtkapacitet för potatisplantor av sorten Bintje. I försöket användes sticklingar som togs från moderplantor (uppodlade från meristemförökade plantor). Sticklingarna fick först rota sig i krukor med Vermiculite innan de planterades i en odlingsenhet.

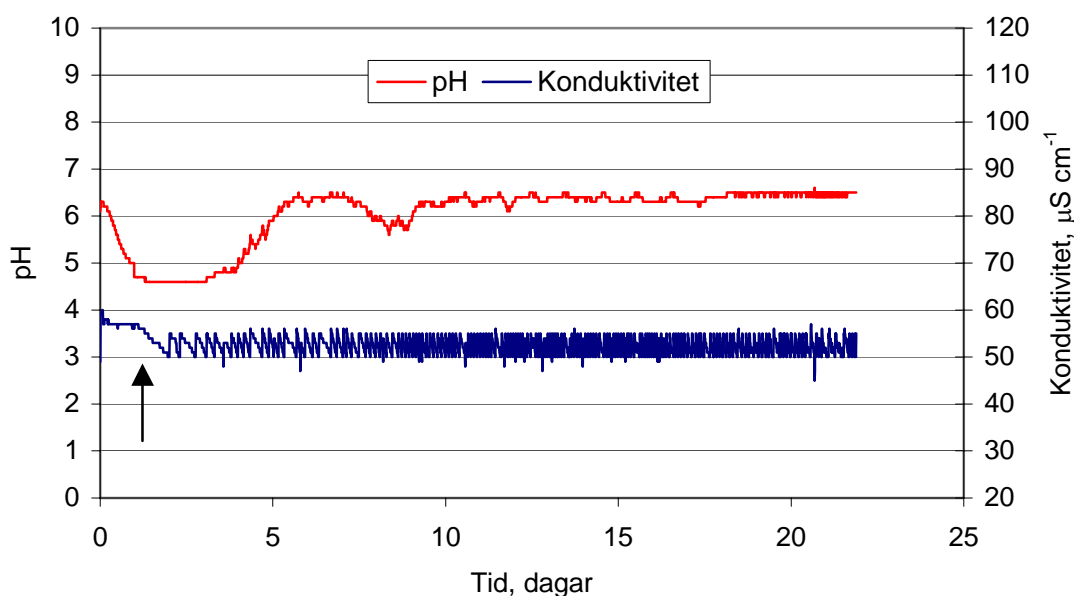
Preliminära observationer över potatisplantans behov av näring och hur olika betingelser påverkar upptagning av näringsämnen

Inga kemiska analyser gjordes på plantmaterialet som skulle kunna ligga till grund för att bestämma potatisplantans behov av olika näringsämnen. Inga direkta bristsymtom kunde iaktas som skulle kunna härledas till specifik näringsämnesbrist. En stabil tillväxthastighet som innebar att potatisplantorna fördubblade sin biomassa på ca. 2.5 dagar observerades.

Då lämpligt pH-område i näringslösningen som sprayades på plantornas rötter ännu inte var undersökta, gjordes inte heller någon reglering av näringslösningens pH utom i ett av fallen. Det som genomgående kunde observeras var att pH till en början sjönk för att sedan åter stiga till ca. 6.5 pH, varefter det svängde kring detta värde (figur 9, 10).



Figur 8.5.6 Registrerat pH och konduktivitet i ett försök då sticklingar utan rötter planterats i en odlingsenhet. Ingen reglering gjordes av pH. Pilen markerar en tydlig början på näringsupptagning. pH stiger från ca. 5.5 till 7.0 varefter pH varierar mellan 6 och 6.5.



Figur 8.5.7 Registrerat pH och konduktivitet i ett försök då sticklingar med rötter planterats i en odlingsenhet. pH reglerades till att inte överstiga 6.5 pH. Pilen markerar en tydlig början på näringsupptagning. pH stiger från ca. 4.5 till 6.5 varefter pH stabiliseras med hjälp av reglering.

Biotronstudier 2003

Inom ramen för detta observationsprojekt ser det ut som att förutsättningarna för att kunna fastställa potatisplantans krav på optimal näringslösning finns. Detta möjliggör därmed fortsatt arbete. Utgående från de undersökningar som hittills gjorts kan man förvänta sig att potatisplantorna fördubblar sin biomassa på mindre än 2,5 dagar om optimerad tillförsel och upptagning av näringsämnen sker. Den omgivningsfaktor som förmodligen mest avgör befintliga

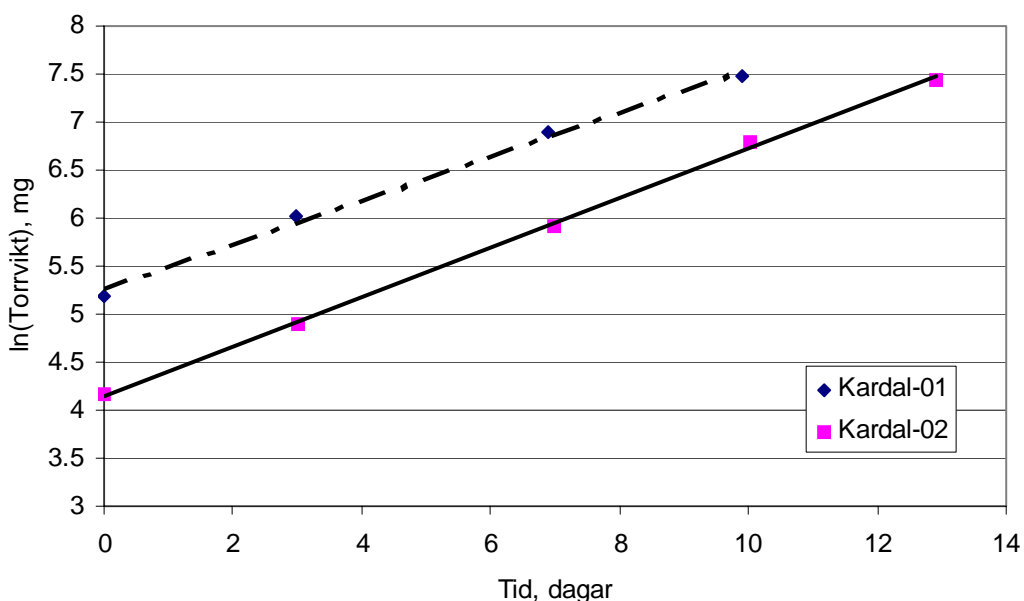
näringsämnenas tillgänglighet för upptagning är pH. Det som genomgående kunde observeras var att pH successivt steg under potatisplantornas initiala tillväxt till 6,5 pH, varefter det svängde kring detta värde. Att pH steg kan endast förklaras med växtens aktivitet, dvs. växtens förmåga att höja pH.

Biotronstudier 2004

Samma tendenser när det gäller pH har observerats för Kardal som för Bintje och Prevalent. En preliminär analys av optimala näringsproportioner för Kardal har genomförts. En verifiering och injustering av optimala näringsproportioner genom ytterligare experiment är under genomförande.

Skott från sättpotatis

Små skott togs från potatisknölar och planterades direkt i en odlingsenhet. Efter cirka 14 dagar var rötter väl utväxta och plantorna så stora att första skörd kunde göras. Två försöksserier genomfördes. I den första försöksserien användes den näringslösning som kallas "Kardal-01" och i den andra användes "Kardal-02". I den andra försöksserien planterades skott som var något mindre till storlek än de i den första. Fem skördar genomfördes i den första försöksserien och sex stycken i den andra. I den första försöksserien bestämdes den relativa tillväxthastigheten, R_G , till $0.22 \text{ g g}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($r^2=0.997$) och i den andra till $0.26 \text{ g g}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($r^2=0.999$), figur 5.

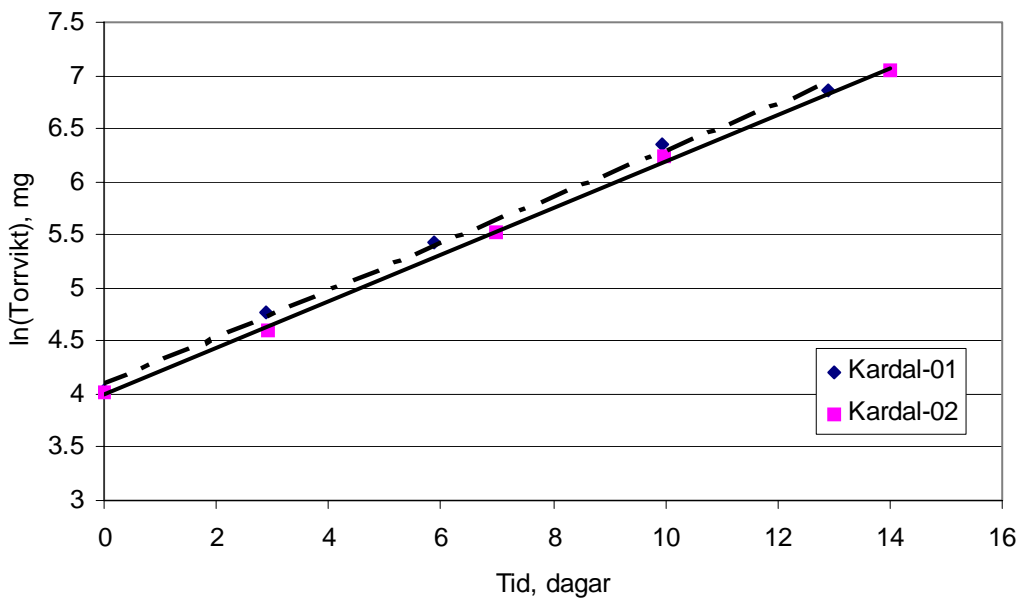


Figur 8.5.8 Tillväxtkapacitet för skott tagna från sättpotatis av sorten Kardal. Två olika näringslösningar användes vid försöken "Kardal-01" och "Kardal-02".

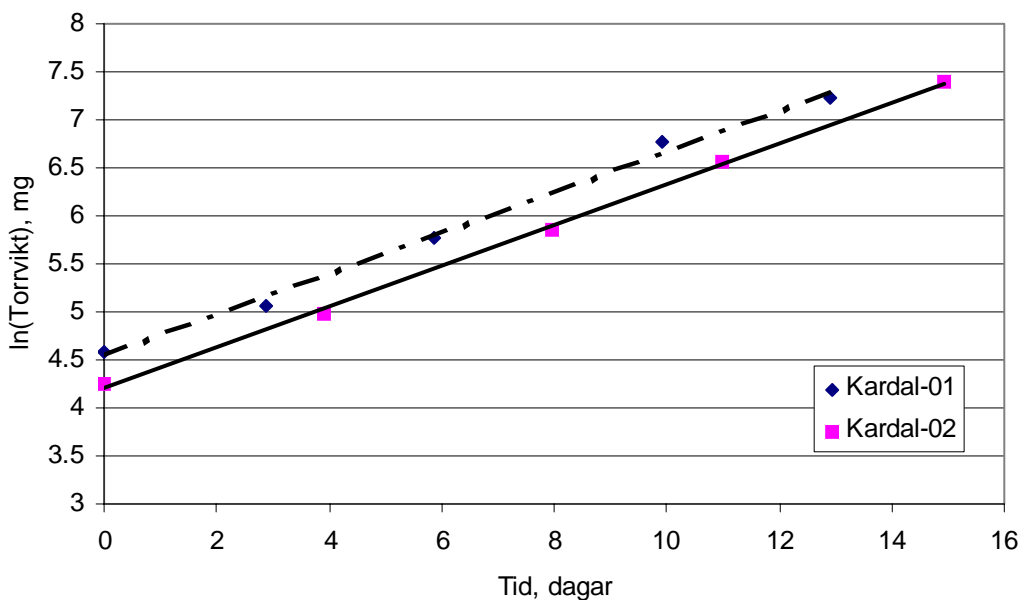
Skott från meristemförökad växtmaterial

Skott togs från meristemförökade moderplantor. Skotten klipptes till en "lämplig" storlek och planterades i odlingsenheter. Två försöksserier genomfördes med två olika odlingsenheter i varje försöksserie och med pH reglerat till <6.5 pH-enheter. Skotten sorterades efter storlek, så att de mindre planterades i en odlingsenhet och de något större i en annan. Generellt sett var de skott som användes i andra försöksserien något mindre till storlek än de i den första. I den första försöksserien användes den näringslösning som kallas "Kardal-01" och i den andra användes "Kardal-02". Sex skördar gjordes i samtliga försök. Skördedata för bestämning av

den relativa tillväxthastigheten, R_G , visas figur 6-7. Erhållna värden på den relativa tillväxthastigheten, R_G , framgår av tabell 2.



Figur 8.5.9 Tillväxtkapacitet för "mindre" sticklingar tagna från moderplantor av sorten Kardal. Två olika näringslösningar användes vid försöken "Kardal-01" och "Kardal-02".

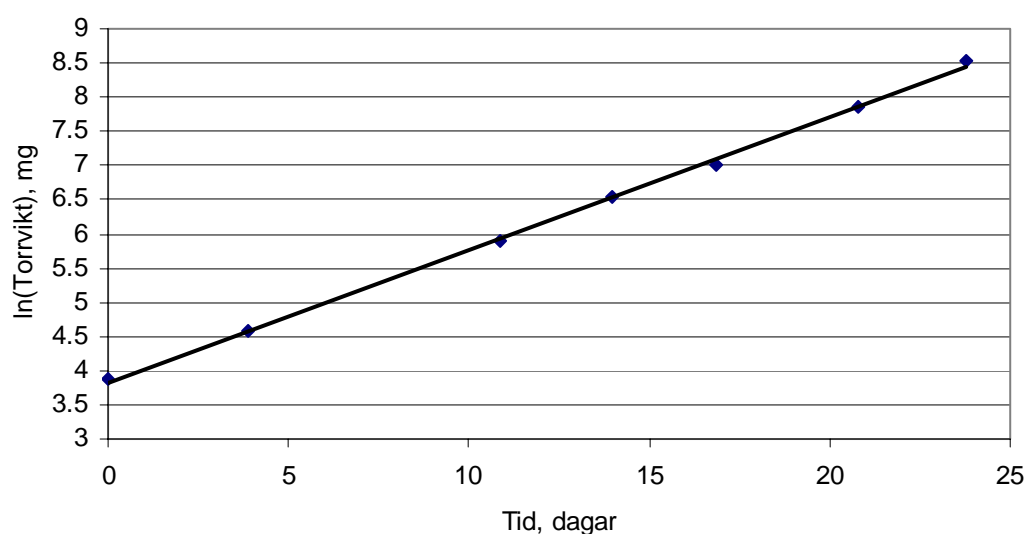


Figur 8.5.10 Tillväxtkapacitet för "större" sticklingar tagna från moderplantor av sorten Kardal. Två olika näringslösningar användes vid försöken "Kardal-01" och "Kardal-02".

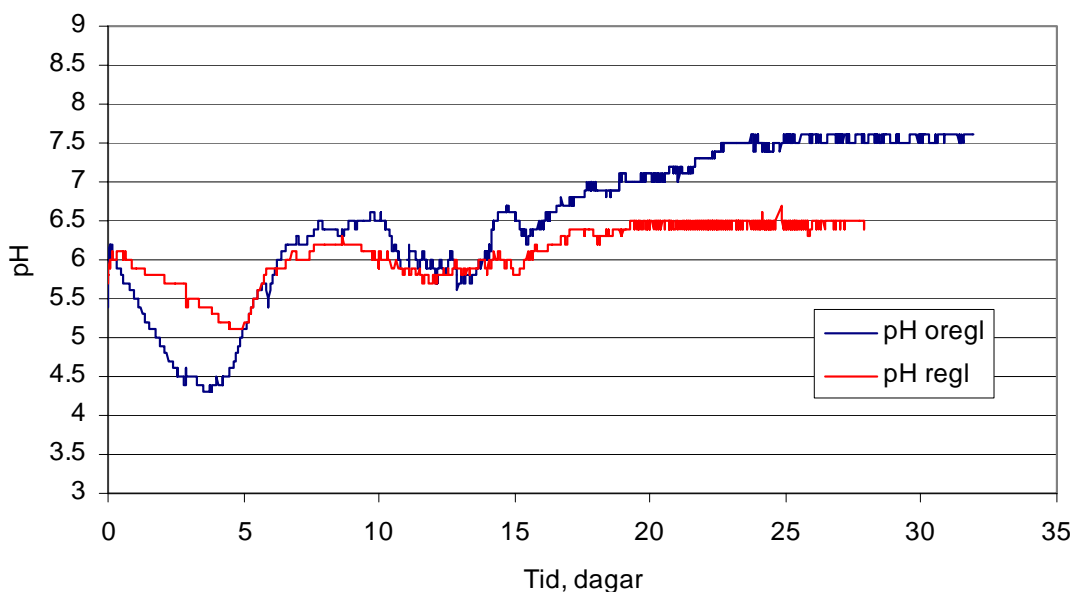
Tabell 8.5.1 Den bestämda relativa tillväxthastigheten, R_G , i de olika försöken.

Försök	Mindre sticklingar		Större sticklingar		Använd näringslösning
	R_G ($\text{g g}^{-1} \text{d}^{-1}$)	r^2	R_G ($\text{g g}^{-1} \text{d}^{-1}$)	r^2	
1	0.22	0.997	0.21	0.995	Kardal-01
2	0.22	0.999	0.21	0.999	Kardal-02

I en tredje försöksserie reglerades inte pH. I övrigt genomfördes försöket analogt med ovanstående. Den näringslösning som användes var Kardal-02. Den relativa tillväxthastigheten, R_G , bestämdes till $0.19 \text{ g g}^{-1} \text{d}^{-1}$ ($r^2=0.999$), figur 8. Till en början ”svänger” pH i näringslösningen för att slutligen ställa in sig på 7.5 pH-enheter, figur 9.



Figur 8.5.11 Tillväxtkapacitet för sticklingar från meristemförökade potatisplantor av sorten Kardal. Näringslösningens pH har ej reglerats.



Figur 8.5.12 Graferna visar registrering av pH i två olika försök. I det ena försöket har pH reglerats till att inte överstiga 6.5. I det andra försöket har pH varit oreglerat. Samma typ av näringslösning har använts i de två försöken, Kardal-02.

8.6 Samband

De data som projektet resulterat i efter två orienterande år är inte tillräckliga för att göra en meningsfull sambandsanalys. Dock ges här exempel på några samband med höga korrelationskoefficienter (Pearson correlation coefficient > 0,600 ** signifikanta (0,01):

Stärkelseskörd mot *knölskörd* (0,962), *stärkelsehalt* (0,755), *groddbränna* (-0,628), *filtsjuka* (-0,642), *nedvissning* (-0,737) och *bladlöss* (-0,894).

Knölar < 42 mm mot *knölar 42 – 55 mm* (0,914), *knölar 55 – 65 mm* (0,653), *knölar > 65 mm* (-0,920), *stärkelsehalt* (-0,647), *antal plantor* (0,702), *filtsjuka* (0,665), *nedvissning* (0,690) och *bladlöss* (0,652).

Stjälktjocklek mot *sprickbildning* (-0,804).

Nedvissning mot *knölar < 42 mm* (0,690), *knölar 42 – 55 mm* (0,714), *knölar 55-65 mm* (0,635), *knölar > 65 mm* (-0,715), *stärkelsehalt* (-0,641), *stärkelseskörd* (-0,737), *groddbränna* (0,665), *bladlöss* (0,692) och *jordens skrymdensitet* (-0,645).

Stritar mot *filtsjuka* (0,663) och *bladlöss* (0,612).

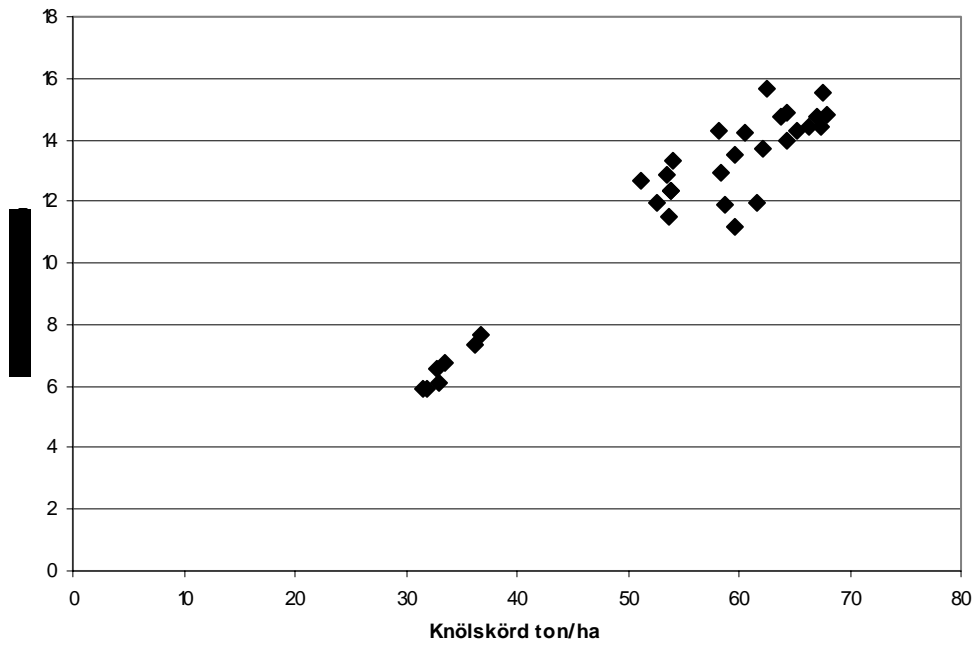
Bladlöss mot *knölskörd* (-0,887), *knölar < 42 mm* (0,652), *stärkelsehalt* (-0,662), *stärkelseskörd* (-0,894), *groddbränna* (0,758), *filtsjuka* (0,771), *nedvissning* (0,692) och *stritar* (0,612).

Jordens genomsläpplighet mot *antal plantor* (0,607).

Skrymdensiteten mot *nedvissning* (-0,645).

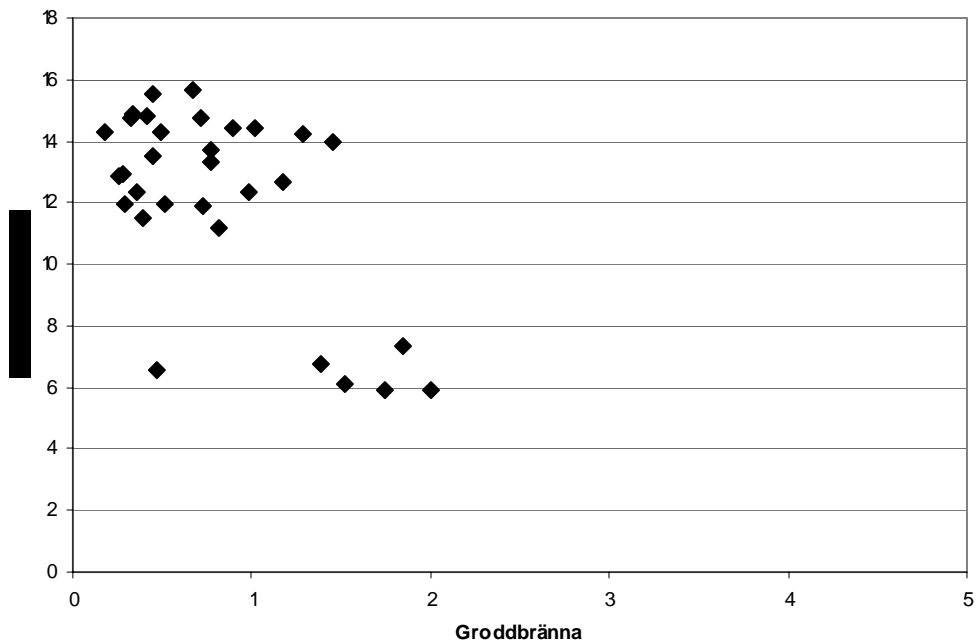
Korrelationerna skall tolkas med stor försiktighet!

Stärkelseskörd mot knölskörd. (Pearson correlation 0,962).

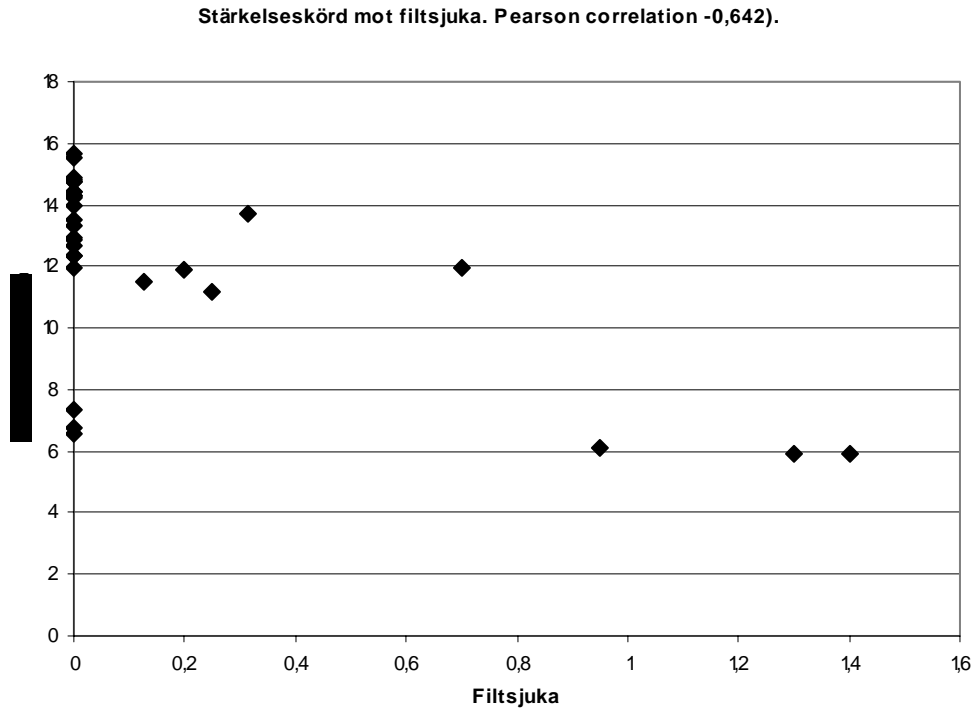


Figur 8.6.1. Stärkelseskörd mot knölskörd med värden från parstudierutorna 2003-2004 (N=30).

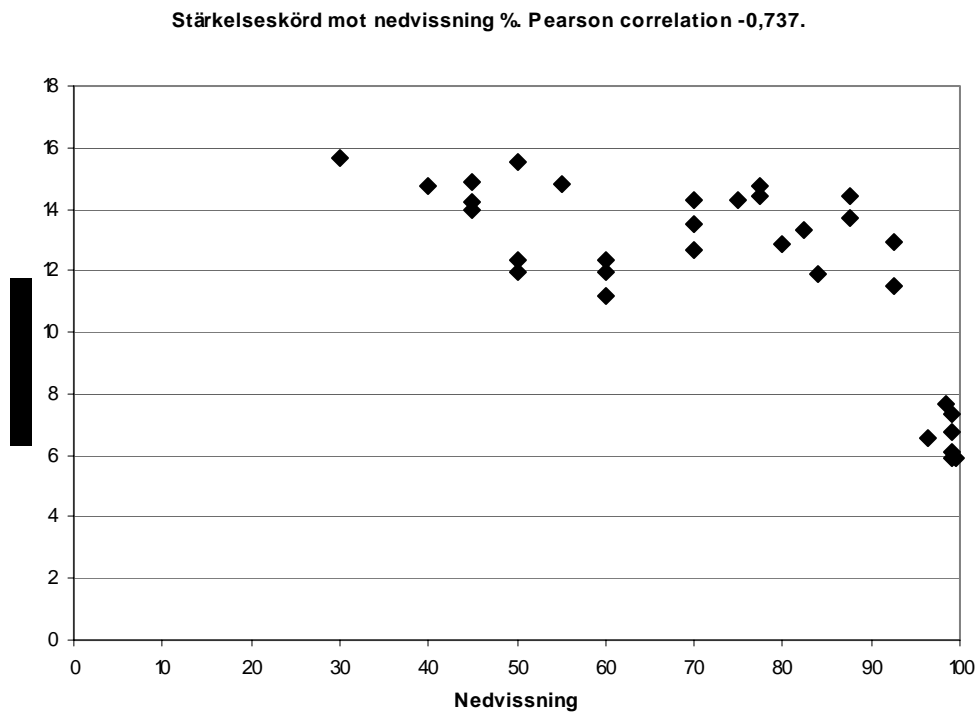
Stärkelseskörd mot groddbränna 0-5. Pearson correlation -0,628.



Figur 8.6.2. Stärkelseskörd mot groddbränna med värden från parstudierutorna 2003-2004 (N=30).

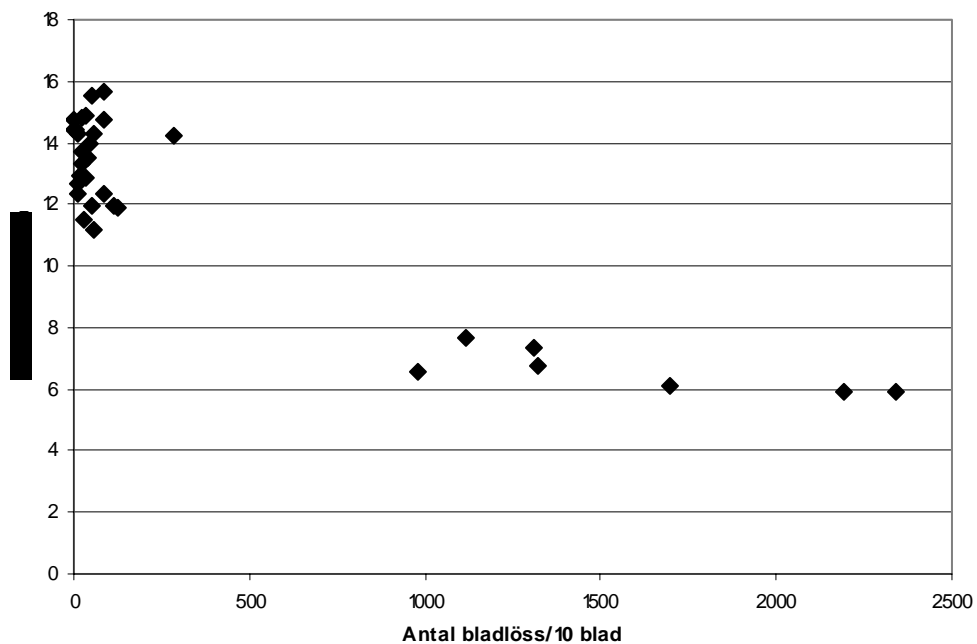


Figur 8.6.3. Stärkelseskörd mot filtsjuka med värden från parstudierutorna 2003-2004 (N=30).



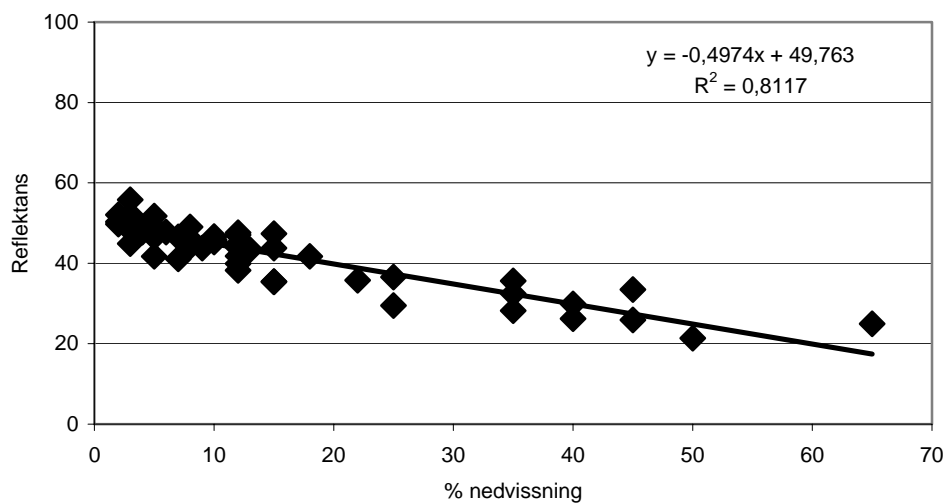
Figur 8.6.4. Stärkelseskörd mot nedvisning med värden från parstudierutorna 2003-2004 (N=30).

Stärkelseskörd mot bladlöss. Pearson correlation -0,894.



Figur 8.6.5. Stärkelseskörd mot bladlöss med värden från parstudierutorna 2003-2004 (N=30).

Samband mellan manuellt bedömd nedvissning och reflektans med våglängd 813



Figur 8.6.6. Samband mellan manuellt bedömd nedvissning crop-scanner med våglängd 813.

9. Diskussion

9.1 Parstudier och fältförsök

Under de tre åren lärde vi oss vilka variabler vi har behov av samt hur de skall mätas. Resultat från fältförsöken påvisade den stora betydelsen av växtskydd. Resultaten från dessa två år är bara början på en nödvändig datainsamling som efter ytterligare några år möjliggör en konstruktiv statistisk analys.

9.2 Stay-green

Det är uppenbart att växtskyddet hade stora effekter på nedvissningen och därmed på hur länge grödan kunde grönska och utnyttja fotosyntesen. Nedvissningen hade olika orsaker de två åren. Val av optimala växtskyddsåtgärder och tidpunkter är därför aldrig lika mellan år. Behovsanpassad bekämpning kommer därför hädanefter att vara den lämpligaste strategin mot växtskadegörare. En kontinuerlig utveckling och uppföljning av riktlinjer för den behovsanpassade bekämpningen fordras.

9.3 Markvetenskapliga studier

Inget samband mellan genomsläpplighet och gårdskategori kunde ses år 2003. Vid provtagningen i paret Vittskövle - Christinelund påträffades mer mask och fler rötter på Vittskövle. Det kan vara en förklaring av den trend till högre genomsläpplighet på medelgården.

År 2003 togs cylinderproverna ut i en och samma grop i varje parstudieruta. Det innebar att de tre cylinderprover som representerade en viss nivå och yta togs ut i omedelbar anslutning till varandra och att eventuella, enstaka, körspår från tidigare bearbetningar kan ha påverkat alla tre proverna. År 2004 togs cylinderproverna ut i tre separata gropar i varje parstudieruta.

Vid beräkning av den mättade genomsläppligheten i skiktet 30 till 50 cm visade det sig, år 2004, att genomsläppligheten var högst hos merskördegården i par ett och par två men inte i par tre. Det var intressant eftersom skörden i par tre var högst hos medelgården år 2004. I samtliga par var skörden således högst hos gården med högst genomsläpplighet.

Både år 2003 och år 2004 var den torra skrymdensiteten högst på merskördegårdarna. Anledningen till detta är antingen jordartsskillnader eller högre grad av packning på merskördegårdarna. Om jordarten är lika kan den högre packningsgraden och den därmed förknippade större andelen små porer innebära bättre kapillär upptransport av vatten och större vattenhållande förmåga hos profilen. Vilket skulle innebära bättre vattenförsörjning på merskördegårdarna. En större andel små porer borde dock också medföra lägre genomsläpplighet på merskördegårdarna men resultaten pekar snarare på att de har högre genomsläpplighet. Det tyder på att merskördegårdarna har en större andel makroporer som förklarar den högre genomsläppligheten. Merskördegårdarnas högre skördar kanske till viss del beror av förbättrad dränering/luftning av marken i kombination med relativt hög vattenhållande förmåga.

Under 2004 genomfördes även en studie där effekten av djupluckring skulle registreras. Då vi med djupluckringen inte erhöll önskat djup ser vi heller ingen anledning till att redovisa resultaten från mätningarna. Om projektet skall fortsätta måste djupluckringstekniken förfinas.

9.4 Växtskyddsvetenskapliga studier

Skörden var betydligt större på merskördegårdarna än på medelskördegårdarna i de två paren år 2003. Trots de stora skillnaderna i skörd var insatta åtgärder ungefär likartade. Ur kostnadssynpunkt var skillnaden endast marginell. Skillnader uppmättes med avseende på knölar-

nas storleksfördelning, antal knölar per planta, antal stjätkar per planta, stjätklängden och stjäktjockleken. Skillnader uppmättes även med avseende på angrepp av växtskadegörare som *Rhizoctonia solani*, torrfläcksjuka, gråmögel, antal stritar, antal bladlöss och nedvissning. Resultaten visar att merskördegårdarna bekämpade vissa skadegörare bättre än medelskördegårdarna. Inte minst synes tidpunkten för insatta åtgärder vara betydelsefull.

Medelgårdarna behandlade med insekticider lika mycket som merskördegårdarna men spruttillfällena kom för sent vilket innebar dåliga effekter och ett dåligt utnyttjande av bekämpningsmedel. Skillnaderna mellan pargårdarna var inte lika stora under år 2004 som under år 2003. Att skillnaderna mellan pargårdarna inte blev så stora under 2004 kan sannolikt bero på att lantbrukarna på medelgårdarna lärt sig att bekämpa vid rätt tidpunkt men också att grödan inte led brist på vatten på grund av riklig nederbörd under den första delen av säsongen. Man kan anta att lantbrukarna på merskördegårdarna bättre förmår bevattna vid rätt tillfällen än lantbrukarna på medelskördegårdarna.

9.5 Växtnäringsproportioner och tillväxtdata

Avsikten med detta projekt var att undersöka olika metoder för att få fram plantmaterial för studier av potatisplantans behov av näring och hur olika betingelser påverkar upptagning av näringsämnen i speciella odlingssystem. Tre kriterier är avgörande för att ta fram plantmaterial – kvantitet, utvecklingsstadium och tillstånd, dvs. tillräckligt stort antal plantor i ungefär samma utvecklingsstadium (ålder) och av god kvalitet.

Metoderna där meristemförökat växtmaterial användes fungerade med tillfredsställande resultat för att studera potatisplantans egenskaper. De meristemförökade plantorna som användes i försöken hade en skottlängd på mellan 5-10 cm. Med något mindre plantor bör säkrare resultat kunna uppnås genom att fler skördar blir möjliga att ta.

Att använda plantor, rotade och icke rotade sticklingar, från moderplantor av meristemförökade material bör vara det mest optimala sättet att få fram tillräckligt stort antal plantor i samma utvecklingsstadium och med god kvalitet.

Varför inte försöken med knölar av sättpotatis fungerade kan det finnas flera anledningar till. Den främsta anledningen var förmodligen att de sättpotatisar som användes var skrupna och mjuka. Detta berodde på att det inte gick att få tag på bra sättpotatis därför att säsongen inte var rätt. Med ett bättre utgångsmaterial finns antagligen större möjligheter att lyckas.

Skott på sättpotatis som leddes upp genom odlingsenhetens lock var ca. 50 cm, vilket var alldeles för långt. Också detta berodde på att det, vid tidpunkten för testerna, inte fanns sättpotatis med bättre kvalitet att uppbringa. Genom att bryta av skott från potatisknölarna och direkt plantera in dem i en odlingsenhet, lyckades det att odla fram potatisplantor. Skotten som planterades var dock relativt långa (5-8 cm). Eftersom det för att studera potatisplantans närings- och upptagningskrav i den initiala tillväxten krävs mindre skott var detta ett problem. Ett fortsatt arbete för att kunna använda sättpotatis måste först och främst innefatta knölar av högsta kvalitet.

I valet mellan plantor från sättpotatis och meristemförökat material är detta en fråga som har att göra med om de olika typerna av plantmaterial har lika eller olika egenskaper. I praktiken används sättpotatis och givetvis är det därför sättpotatis som mest skulle avspegla praktiska förhållanden. Men detta är i sig inte något avgörande kriterium. Frågan gäller ju potatisplantans egenskaper och om de är lika eller olika. Mest idealiskt vore att använda och jämföra

bägge typerna av material. Detta betyder dock att om sättpotatis ska kunna användas måste metoder för att få fram plantor från sättpotatis utvecklas vidare.

Inga bristsymtom kunde iakttas, som skulle kunna härledas till specifik näringsämnesbrist. Detta bör kunna tolkas så att eventuella begränsningar som gäller tillgänglighet av näringsämnen åtminstone inte var av allvarlig art. Begränsningar skulle kunna ha en på tillväxten och utvecklingen bromsande effekt utan att för den skull leda till synliga bristsymptom. Man kan förmodligen därför förvänta sig att en stabil tillväxthastighet som innebär att potatisplantorna fördubblar sin biomassa på mindre än 2.5 dag bör kunna uppnås med en optimerad tillförsel och upptagning av näringsämnen.

Den omgivningsfaktor som förmodligen mest avgör befintliga näringsämnens tillgänglighet för upptagning är pH. Näringslösningens (motsvarigheten till markvätskan) pH är ett resultat av omgivningens och växtens egenskaper och aktiviteter. Det som genomgående kunde observeras var att pH successivt steg under potatisplantornas initiala tillväxt till ca. 6.5 pH, varefter det svängde kring detta värde. Att pH steg kan endast förklaras med växtens aktivitet, dvs. växtens förmåga att höja pH (figur 9, 10).

Syftet med detta projekt har varit att utarbeta metoder för att kunna studera tillväxt och utveckling av potatisplantor i speciella odlingsenheter så att kommande kartläggning av potatisplantans närings- och upptagningskrav, i den initiala tillväxtfasen, ska kunna genomföras. De kriterier som är avgörande för att ta fram plantmaterial är kvantitet och utvecklingsstadium, vilket betyder att tillräckligt stort antal plantor i ungefär samma utvecklingsstadium (så små plantor som möjligt) och av god kvalitet måste kunna odlas fram för att kunna genomföra experiment.

Försöken med skott från knölar av *sättpotatis* fungerade väl. Skott kunde med lätthet tas fram från knölar och planteras i odlingsenheter. Rötter utvecklades väl redan efter ett få antal dagar. Den svårighet som finns är att välja ut skott så att det planterade materialet är så jämnt som möjligt avseende tillstånd. Genom att plantera väldigt många skott kunde detta problem minskas genom att man innan den första skörden genomfördes kunde ta bort plantor som var mest avvikande (till storlek) från de övriga.

Att använda skott/sticklingar från plantor där *meristemförökat växtmaterial* användes fungerade också bra. Skotten som klipptes från moderplantor var dock ”kraftiga” och hade stora snittytor efter saxen. Inget tyder dock på att skottet tog någon större skada av detta. Efter ett antal dagar utvecklades rötter och tillväxten därefter var konstant.

I valet mellan plantor från sättpotatis och meristemförökat material är detta en fråga som främst har att göra med vilken typ av plantmaterial som har lika egenskaper med de som odlas i fält. Den högsta tillväxthastigheten, R_G , kunde registreras i försök med skott från knölar av sättpotatis.

9.6 Samband

Som redan nämnts är resultaten från dessa två år bara början på en nödvändig datainsamling som efter ytterligare några år möjliggör en konstruktiv statistisk analys. Detta gäller inte minst när olika samband skall studeras.

10. Referenser

10.1 Citerad litteratur

- Andersson S. 1955. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. VIII. En experimentell metod. Grundförbättring 8, spec nr 2.
- Bauhus J & Messier C. 1999. Image analysis. Evaluation of fine root length and diameter measurements obtained using Rhizo image analysis. *Agron. J.* 91, 142-147.
- Carlsson H, Larsson K & Linnér H. 1996. Växtnäringsstyrning i potatis. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Avd. för hydroteknik. Avdelningsmeddelande 96:3, 69 s.
- Hellgren O. & Larsson H. Viktig kartläggning av betans behov. I Mot sockerskörd på Europanivå. Sockernäringsens BetodlingsUtveckling. SBU AB, Bjärred, 16-19.
- Ingestad, T. & Lund, A-B. (1986) Theory and techniques for steady state mineral nutrition and growth of plants. *Scandinavian Journal of Forest Research* 1, 439-453.
- Ingestad, T., Hellgren, O. & Lund Ingestad, A-B. (1995) Data base for tomato plants at steady-state. Department of Ecology and Environmental Research, Swedish University of Agricultural Sciences. Report No. 74. ISSN 0348-422x.
- Kabat P, Marshall B, van den Broek B J, Vos J & van Keulen H. 1995. Modelling and parameterization of the soil-plant-atmosphere system. A comparison of potato growth models. Wageningen Pers.
- Larsson H. 2002. Daggmaskar lyfter sockerskörden. *Betodlaren*, nr 3, 44-47.
- Larsson H. 2003. Stritar i potatis, bekämpningströsklar, varning och prognos. Slutrapport Jordbruksverket, Jönköping, 21 s.
- Linnér H. 2002. Bevattnings- och kvävegödslingsstrategins inflytande på potatisens avkastning och kvalitet. Slutrapport för SLF-projekt nr 9942004, 61 s.
- Linnér H. 2002. Nitrogen efficiency in irrigated potato crops. NJF-seminar No 339. Agrotechnical systems for water management. Sept. 2002 i Jurmala, Lettland, 2 s.
- Oerke E-C, Dehne H-W, Schönbeck F & Weber A. 1994. Crop production and crop protection. Estimated losses in major food and cash crops. Elsevier, the Netherlands, 808 pp.
- Sojka RE, Westerman DT, Kincaid DC, McCann IR, Halderson JL & Thornton M. 1993. Zone-subsoiling effects on potato yield and grade. *Am. Potato J.*, 70, 475-484.
- SPSS 2002. User's Guide. SPSS Inc. Chicago, IL.
- Thomas H. & Howarth CJ. 2000. Five ways to stay green. *J. Exp. Bot.*, vol. 51, no. 90001, 329-337.
- Wiik L. 2004. Potato late blight in Sweden: Results from field trials 1998-2003. PPO-Special Report. Internet, www.lateblight.nl.
- Wiik L. 2004. Potato early blight in Sweden: Results from recent field trials. PPO-Special Report no. 10, 109-118.
- Wildt-Persson T., Blomquist J. & Rydberg T. 2002. Markfysikaliska undersökningar i projekt 4T. Slutrapport.

10.2 Publicerade artiklar inom projektet

- Wiik L. & Nilsson ATS. 2004. Stay-green: Ett koncept för höga potatisskördar. *Potatis & Grönsaker*, nr. 1, 22-23.
- Wiik L. & Nilsson ATS. 2004. Stay-green: Ett koncept för höga potatisskördar. *Lyckeby Concepts*, 16-17.

Populärvetenskaplig sammanfattning

Stay-green: Ett koncept för höga potatisskördar 2003-2005.

Skördens storlek av potatis varierar, både mellan länder och mellan fält med likartade förutsättningar inom ett land. Denna variation har många orsaker och beror inte minst på jordarnas produktionsförmåga, väderlekens och klimatets påverkan. Faktorer på vilka människan – lantbrukaren kan inverka har också avgörande betydelse som exempelvis bevattning, tillförsel av växtnäring, växtskydd, växtföljd och val av sorter.

Skördens kvantitet är viktig men inte minst kvalitén. I projektet valde vi att arbeta med stärkelsepotatis eftersom vi har tidigare erfarenhet av denna odling. Detta val förenklade en del för oss eftersom stärkelsepotatis främsta kvalitetsparameter är stärkelsehalt och att en hög stärkelseskörd är det som lantbrukaren strävar mot. I andra typer av potatisodling som matpotatis och av industrin bearbetad potatis (pommes frites, potatissallad, chips etc.) är kvalitetsparametrarna fler och betydelsefullare vilket är vår avsikt att återkomma till i ett senare projekt.

Fotosyntesen är grunden för all odling. Som redan berörts bestäms skördens storlek av faktorer som lantbrukaren inte kan påverka, bland dessa antalet soltimmar och temperatur. Viktigt för lantbrukaren blir att optimalt utnyttja dessa inte påverkbara faktorer likväl som dem lantbrukaren kan påverka.

Grödans förmåga att förbli grön (stay-green) beror i första hand på vattentillgång, näringstillgång och frånvaron av växtskadegörare men är också ett uttryck för genetiska egenskaper som fördröjer bladets åldrande och vidmakthåller fotosyntesen längre. Under senare år har stay-green-konceptet diskuterats för en rad olika växter, dock fann vi inte några referenser på potatis. Vi anser att stay-green i högsta grad är tillämpligt för denna gröda. Om grödan snabbare kan etableras och nå full tillväxt samt behålla en maximal produktivitet till slutet av säsongen ges förutsättningarna för en hög skörd, vi utnyttjar då de inte påverkbara faktorerna optimalt.

Utgångspunkten i detta projekt var att tvärvetenskapligt undersöka de faktorer som begränsar skörden. När vi vet vilka faktorer som begränsar skörden och om och hur dessa påverkar varandra blir sedan nästa steg att föreslå åtgärder som undanröjer dessa begränsningar. Därigenom kan vi bidra till högre skördar.

I projektet medverkade forskare som gjorde mark- och växtskyddsvetenskapliga studier och i klimatkammare gjordes studier för att studera potatisens upptagning av växtnäring och tillväxt. Projektets huvudmål var att föreslå åtgärder som samtidigt möjliggör en ökning av skördens kvantitet och kvalitet såväl som minskade negativa effekter på miljön genom ett bättre utnyttjande av tillväxtperioden, alltså stay-green.

Omfattande undersökningar gjordes i parstudierutor på fyra gårdar år 2003 och sex gårdar år 2004 och 2005 som indelades i två respektive tre par. Varje par utgjordes av två närliggande gårdar med liknande förutsättningar avseende jordar och klimat. Urvalet av pargårdarna skedde med hjälp av företagets skördestatistik. Den ena av pargårdarna hade höga skördenivåer med bra kvalitet – merskördegård - och den andra hade normala skörderesultat som överensstämmer med områdets medelskörd - medelskördegård. På varje pargård utfördes markkemiska, markfysikaliska och biologiska undersökningar och observationer i tre partudierutor per gård/fält (cirka 25 m x 25 m per ruta).

I fältförsök på en eller flera av medelgårdarna testade vi olika hypoteser genom att studera effekten av växtskydd, växtnäring och jordbearbetning (endast 2004).

Våra orienterande undersökningar visar avkastningar på som bäst cirka 60 till 70 ton/ha hos vissa odlare men att skillnader mellan närliggande odlare och fält är stor – upp till 100 % – trots att de yttre förutsättningarna är lika.

Både under 2003 och 2004 var stay-green-effekten i genomsnitt högre på merskördegårdar än på medelskördegårdarna. Stora skillnader mellan mer- och medelskördegårdar med avseende på knölskörd, stärkelsehalt och stärkelseskörd kunde påvisas. I medeltal för år 2003 hade merskördegårdarna cirka 30 ton högre knölskörd och för år 2004 drygt 10 ton/ha. Under år 2005 var skillnaderna mellan mer- och medelskördegårdar små.

Potatisgrödans relativa tillväxt var högre för merskördegårdarna både tidigt och sent under säsongen, dock mer uttalat under 2003 än under 2004 och 2005. Skillnaden berodde bland annat på vilka växtskyddsåtgärder som gjordes men också när de gjordes. Förekomsten av skadegörare skilde markant mellan medel- och merskördegårdarna i de olika paren under 2003. Odlarna på merskördegårdarna lyckades bäst med att bekämpa skadegörarna även om antalet insatser inte skilde nämnvärt mot det antal som gjordes på medelskördegårdarna. Ogräs avräknades och vägdes under 2004. Skillnaderna var slående mellan mer- och medelskördegårdar.

Parstudierna visade att jordarnas genomsläpplighet skiljde mellan de olika fälten och att detta eventuellt kan bidra till att förklara skördeskillnader mellan parstudierutorna.

I det första fältförsöket år 2003 gav en extra tillförsel av kväve med 50 kg N/ha ingen merskörd jämfört med konventionell gödsling. Konventionell gödsling motsvarade 180 kg N/ha i form av mineralgödsel och flytgödsel på våren före sättnings. År 2004 medförde däremot en extra kvävetillförsel en skördeökning på knappt 1 ton stärkelse per hektar. Kvävetillförseln tycks alltså inte vara en avgörande faktor och obalans mellan N- och K-tillgången kan i vissa fall befaras av stora extra N-givor. Möjligen kan den tidsmässiga fördelningen av N ifrågasättas.

Trots att alla fälten i de orienterande undersökningarna gödslades med ungefär samma mängd kväve skilde sig skördarna betydligt åt mellan gårdarna. Stora förluster av växtnäring är därför att vänta på gårdar med låga skördar.

Metodik att odla potatis i klimatkammar (Biotronen i Alnarp) utvecklades. Därmed finns nu förutsättningar att kunna fastställa potatisplantans krav på optimal näringslösning. Undersökningarna har hittills visat att man kan förvänta sig att potatisplantorna har kapacitet för att fördubbla sin biomassa på cirka 2,5 dagar om tillförseln och upptagningen av näringsämnen optimeras. Den omgivningsfaktor som förmodligen mest avgjorde näringsämnens tillgänglighet för upptagning är pH. Det som genomgående observerades var att pH successivt steg under potatisplantornas initiala tillväxt till 7,0-7,5 varefter det svängde kring detta värde. Att pH steg kan endast förklaras med växtens aktivitet, dvs. växtens förmåga att höja pH. Samma tendenser när det gäller pH observerades för Kardal, Bintje och Prevalent. En preliminär analys av optimala näringsproportioner för Kardal genomfördes. Fortsatt forskning är också nödvändig för att studera inverkan av begränsande faktorer som pH, temperatur, ljus etc.