

## **Slutrapport Stay-green 2003-2004. Förkortad version.**

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.

### **1. Sammanfattning**

Under år 2003 och 2004 utfördes 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 i ett senare och mer omfattande projekt 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.

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

Våra orienterande undersökningar visar avkastningar på cirka 60 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. 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. 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. Trots att alla fälten i parstudierna 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.

Med hjälp av resultat från fältförsöken kunde vi uppskatta olika åtgärders betydelse. I fältförsöket år 2003 gav exempelvis en extra tillförsel av kväve ingen merskörd jämfört med konventionell gödsling. År 2004 medförde en extra kvävetillförsel en skördeökning på knappt 1 ton stärkelse per hektar. Kvävetillförseln var således ingen avgörande faktor dessa två år. Däremot medförde växtskadegörare stora skördeförluster, speciellt år 2003.

Förutom resultat från de två 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.

Metodik att odla potatis i klimatkammare utvecklades. 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. En preliminär analys av optimala näringsproportioner för Kardal genomfördes.

## **2. Bakgrund**

### 2.1 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. 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).

### 2.2 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 rotdjup 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).

### 2.3 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.

#### 2.4 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 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.

### **3. Material och metoder**

#### 3.1 Parstudier och fältförsök

##### *Parstudien*

Omfattande undersökningar gjordes i parstudierutor på fyra gårdar år 2003 och sex gårdar år 2004 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 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 partudierutor per gård/fält (cirka 25 m x 25 m per ruta). Ett omfattande frågeformulär med uppgifter från parstudiefälten togs fram. Uppgifterna kommer att tillsammans med övriga resultat ligga till grund för en ekonomisk utvärdering.

##### *Fältförsöket*

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.

Försöksplanen 2004 utökades med ytterligare med ett försöksled. Vi delade upp växtskyddseffekterna på skadedjur respektive svamp. Dessutom lades ett mindre fältförsök ut i anslutning till det vanliga. I detta mindre fältförsök undersöks betydelsen av en djupbearbetning och luckring utöver den lantbrukaren brukar göra.

#### 3.2 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.

#### 3.3 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 nederbörds-mätningar 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.

### 3.4 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 ligger över skadetröskeln. De markbiologiska studierna omfattade studier av daggmaskar under hösten för att kartlägga eventuella samband med infiltration och markfysik. Ogräsförekomsten bedömdes år 2004 genom avräkningar och vägning.

### 3.5 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.

### 3.6 Statistisk bearbetning

Materialet bearbetades med välkända datorprogram som SAS och SPSS. Utvärderingen och analysen gjordes med några olika statistiska metoder: variansanalys, korrelation, regression.

## **4. Resultat**

### 4.1 Parstudier och fältförsök

Resultaten ryms i en utförligare slutrapport på 71 sidor exklusive tabeller som kan rekvideras per e-post (lars.wiik@vv.slu.se).

#### *Parstudier*

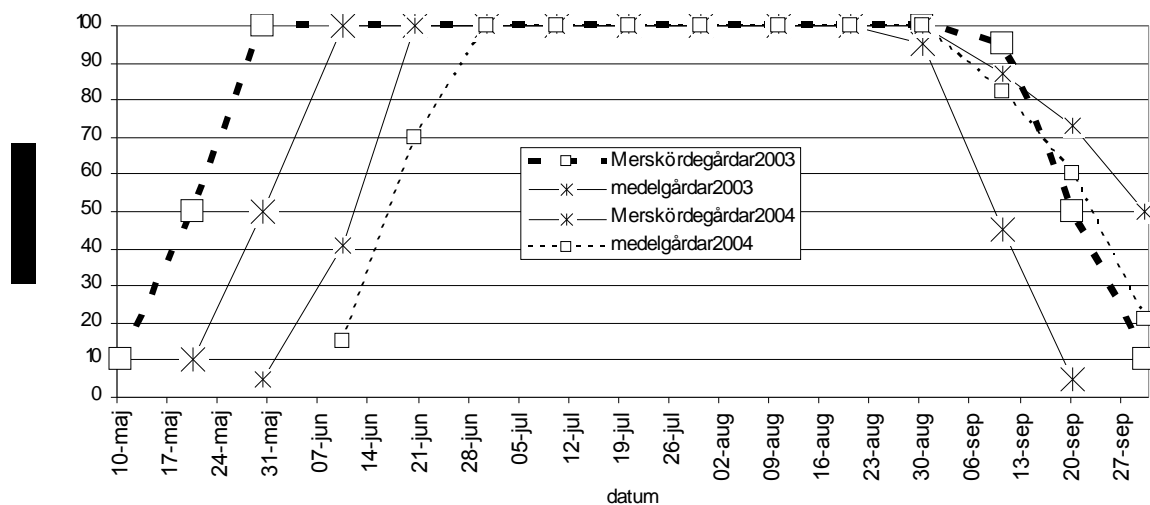
I fyra av de fem paren var skörden tydligt högre på merskördegårdarna än på medelskördegårdarna. I par 3 år 2004 erhöles högst skörd på medelskördegården. Orsaken till detta oväntade resultat berodde sannolikt på starka angrepp av både stritar och bladmögel som inte bekämpades vid rätt tidpunkter på grund av den rikliga nederbörden. Knölskördens stärkelsehalter skilde inte lika markant som knölskörden. År 2003 hade merskördegårdarna högre stärkelsehalt än medelskördegårdarna. År 2004 skilde resultatet mellan de olika paren. Endast i ett par hade merskördegården högre stärkelsehalt än medelskördegården och då i det par som avvek från förväntat resultat. Stärkelseskörden följer i stort sett de skillnader som uppmättes i knölskörd, trots skillnaderna i stärkelsehalt. Antalet knölar per planta eller sätta var större på merskördegårdarna även om skillnaderna var små under år 2004. I fyra av de fem paren var antalet stjälkar per planta högre på merskördegårdarna än på medelskördegårdarna. I par 2 år 2004 var antalet stjälkar per planta högre på medelskördegården. I fyra av de fem paren var stjäklängden högre på merskördegårdarna än på medelskördegårdarna. I par 1 år 2003 var stjäklängden per planta högre på medelskördegården. I tre av de fem paren var stjäktjockleken större på merskördegårdarna än på medelskördegårdarna. I par 3, 2004 som avvek m a p skörderesultatet hade merskördegården mindre stjäktjocklek än medelskördegården.

#### *Fältförsök*

Under år 2003 medförde extra växtskyddsinsatser i fältförsöket en större knölskörd. Tillförsel av extra kväve gav snarare en skördeminskning än en skördeökning detta år. Under år 2004 medförde främst extra växtskyddsinsatser en större knölskörd men även tillförsel av extra kväve gav en större knölskörd. Under båda åren medförde extra växtskyddsinsatser i fältförsöket högre stärkelsehalter. Tillförsel av extra kväve medförde en minskad stärkelsehalt. Under båda åren medförde extra växtskyddsinsatser i fältförsöket högre stärkelseskörd. Tillförsel av extra kväve medförde en minskad stärkelseskörd år 2003.

### 4.2 Stay-green

Både under 2003 och 2004 var stay-green-effekten 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.



Figur 4.2.1 Relativ tillväxt på merskörde-och medelgårdar, medeltal av två par per år. Preliminära resultat.

#### 4.3 Markvetenskapliga studier

##### Parstudier

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 sker sannolikt därför på gårdar med låga skördar. 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 sättning. År 2004 medförde däremot en extra kvävetillförsel en skördeökning på knappt 1 ton stärkelse per hektar.

Genom resultat från parstudierna framkom att jordarnas genomsläpplighet skiljde mellan de olika fälten och att detta eventuellt kan bidra till att förklara skördeskillnader mellan parstudierutor. Skillnaderna i genomsläpplighet år 2003 mellan pargårdarna var inte 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. År 2004 var den mätade genomsläppligheten i plogsuleskiktet 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) år 2004 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.

##### Fältförsök

Bevattningen baserades på mätning av avdunstning och nederbörd. Mätning av avdunstningen gjordes med Anderssons modifierade evaporimeter. Underskottet var cirka 30 mm som mest men grödan var sannolikt inte utsatt för vattenbrist någon gång under bevattningsperioden. Vid skörden uttogs knölprover ledvis. Proverna analyserades med avseende på torrsubstanshalt och kvävehalt. Tilläggsivan N2 år 2003 gav dock ingen skördeökning utan

snarare lägre skörd. Mätning med kalksalpetermätaren visade att grödan var välförsörjd med kväve varför den extra tilläggsgivan var onödig. 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.

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 erhöles dock eftersom alvluckringen inte blev den eftersträvade.

#### 4.4 Växtskyddsvetenskapliga studier

##### *Parstudier*

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.

Angreppen av bladlöss var mycket stort år 2003. Medelskördegårdarna hade detta år betydligt större angrepp av bladlöss än merskördegårdarna. År 2004 förekom löss i mycket liten omfattning. Båda medelskördegårdarna hade år 2003 större angrepp av stritar än merskördegårdarna. År 2004 skilde resultatet mellan de olika paren. Endast i ett par hade medelskördegården större angrepp än merskördegården. I det par som avvek m a p skörden år 2004 var angreppet störst på merskördegården. 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.

Angreppen av groddbränna var störst år 2003. Medelskördegårdarna hade detta år större angrepp av groddbränna än merskördegårdarna. Detta resulterades i till att angreppen av lackskorv på knölskörden blev betydligt större på medelskördegårdarna än på merskördegårdarna. År 2004 skilde däremot resultatet mellan de olika paren. Angreppet av torrfläcksjuka (*Alternaria* spp.) var stort år 2003. Medelskördegårdarna hade detta år större angrepp än merskördegårdarna. År 2004 förekom torrfläcksjuka i mycket liten omfattning. Ogräs avräknades och vägdes under 2004. Skillnaderna var slående mellan mer- och medelskördegårdar med större förekomst på medelskördegårdarna.

##### *Fältförsök*

Under år 2003 medförde extra växtskyddsinsatser i fältförsöket att bladlusförekomsten begränsades. Under år 2004 var antalet bladlöss betydligt lägre än under 2003. Under år 2003 medförde extra växtskyddsinsatser i fältförsöket att de relativt sett stora angreppen av torrfläcksjuka minskade. Även den extra tillförelsen av kväve minskade angreppet. Det förstärkta växtskyddet hade god effekt mot torrfläcksjuka och bladlöss vilket ledde till en betydligt långsammare nedvisning av potatisgrödan. Stora skillnader erhöles med avseende på skörd och andra parametrar.

#### 4.5 Växtnäringsproportioner och tillväxtdata

Metodik att odla potatis i klimatkammare utvecklades. Bäst fungerade meristemförökad material, ett material som vi fick från SPU AB i Umeå, samt småplantor från knölar. Undersökningarna visade att man kan förvänta sig att potatisplantorna har kapacitet för att fördubbla sin biomassa på cirka 2,5 dagar om tillförelsen 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. En preliminär analys av optimala näringsproportioner för Kardal genomfördes. Fortsatt forskning är nödvändig för att studera inverkan av begränsande faktorer som pH, temperatur, ljus etc.

Två försöksserier genomfördes. I den första försöksserien användes den näringslösning som kallas ”Kardal-01” och i den andra användes ”Kardal-02”. I det 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 det 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 det andra till  $0.26 \text{ g g}^{-1} \text{ d}^{-1}$  ( $r^2=0.999$ ), figur 5. 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.

#### 4.6 Samband

De data som projektet resulterat i efter två orienterande år är inte tillräckliga för att göra en meningsfull sambandsanalys. Korrelationerna skall därför tolkas med stor försiktighet! 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).

### **5. Diskussion**

#### 5.1 Parstudier och fältförsök

Under de två orienterande 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.

#### 5.2 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.

#### 5.3 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. 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.

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.

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.

#### 5.4 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 knölarnas storleksfördelning, antal knölar per planta, antal stjälkar per planta, stjälklängden och stjälktjockleken. 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 blir 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.

#### 5.5 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 inte 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.

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. 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).

### 5.6 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.

## **6. Referenser och resultatförmedling**

### 6.1 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.
- 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.
- 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.
- Thomas H. & Howarth CJ. 2000. Five ways to stay green. *J. Exp. Bot.*, vol. 51, no. 90001, 329-337.
- Wiik L. 2004. Potato early blight in Sweden: Results from recent field trials. PPO-Special Report no. 10, 109-118.

### 6.2 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.

### 6.3 Resultatförmedling

Få projekt har väckt så stort intresse i lantbrukarkretsar som detta. Redovisning har skett vid ett flertal odlar- och rådgivarträffar, både på sal och i fält. Huvudsökande är inbjuden som talare vid den nationella danska växtodlingskonferensen 2006.